

1. Introducción.

Como se ya se ha tratado en anteriores anejos, la playa Rafalcaid está experimentando una ligera regresión. Dicha regresión puede tener su origen debido a:

- La existencia del puerto.
- La presencia de embalses a lo largo del río Serpis.
- La dinámica litoral de la zona.
- La urbanización de la zona y su influencia sobre el cordón dunar de la playa.

Es evidente que sobre el puerto no se puede actuar, ya que actualmente se encuentra en funcionamiento.

También resulta complicado actuar sobre el segundo, ya que para ello tendría que restituirse el flujo de sedimentos que, sin la presencia del embalse, el río proporcionaría de manera natural a la playa, mediante extracciones periódicas de sedimentos atrapados en el embalse para posteriormente depositarlos en la playa y, económicamente no es viable.

En el tercer punto es el más importante, pues la corriente de transporte litoral (Norte-Sur) justo con la disminución del aporte de los puntos anteriores son los que provocan la regresión de la costa. Evidentemente, estos problemas irán apareciendo con el tiempo en el resto de playas al sur de la playa Rafalcaid.

Por tanto, es necesario suministrar a la playa Rafalcaid de arena.

2. Métodos para proteger y regenerar la costa y su aplicación a la playa Rafalcaid.

A la hora de plantear las posibles defensas de la línea de costa hay que distinguir entre las estructuras a emplear en la protección y en el grado de afección de dichas protecciones sobre la playa, pudiéndose combinar distintos tipos de obras.

En el primer grupo tenemos:

- Defensas longitudinales.
- Defensas transversales.
- Defensas exentas.
- Alimentación artificial.

-Otros métodos: uso de geotextiles, arrecifes artificiales, pilotes hidráulicos, by-passing, algas artificiales, etc.

En el segundo grupo tenemos:

- Obras duras: defensas longitudinales, defensas transversales o defensas externas.

-Obras blandas: alimentación artificial o dunas.

2.1. Defensas longitudinales.

Este tipo de obra se construye en la línea de costa o en la parte posterior de una playa, normalmente urbana o de urbanización. Suelen tener un objetivo doble, resistir el oleaje y como muro soporte de los terrenos detrás de ellos. En ocasiones se utiliza como sustituto de emergencia ante la pérdida de defensa natural, playa, duna, etc. Este tipo de obra no protege las áreas adyacentes y pueden modificar los procesos costeros.

Actualmente se encuentra en desuso debido a que la erosión se extiende por la playa sumergida, con lo que la acción erosiva sigue tierra adentro y además, este tipo de obra supone la desaparición de la playa.

Son defensas longitudinales los revestimientos, malecones y muros, considerados obra dura, aunque también hay un tipo de defensa longitudinal que podría clasificarse como blanda, los cordones dunares.

Con respecto a la playa Rafalcaid, es cierto que este tipo de que este tipo de obras permiten una rápida protección de la costa en caso de urgencia y que, económicamente, no supone un gasto excesivo, pero el objeto de este proyecto básico es la regeneración de la playa y, mediante el uso de revestimientos, malecones o muros, este objetivo no se cumpliría. Además existe el problema sobre la playa sumergida, la desaparición de la playa y que el problema puede trasladarse a las playas continuas.

Por tanto, este tipo de defensas longitudinales quedan descartadas como posible solución a la problemática de la zona, incluso como complemento junto con otro tipo de solución.

En cambio, el cordón dunar si es una buena solución. Como se ha tratado en otros apartados, en la playa Rafalcaid existe un cordón dunar en casi toda su longitud, ya que la presencia de edificaciones lo interrumpe en algunos tramos. El cordón dunar es una solución altamente recomendable cuyo único problema es la necesidad de aportar arena en aquellos tramos donde ha desaparecido.

2.2. Defensas transversales.

También conocido como espigón, tiene como misión frenar o retener parcial o totalmente el material sedimentario forzando su depósito. Dicho material sedimenta a barlomar pero produce erosión a sotamar.

Es un tipo de barrera, apoyada en la costa que se introduce mar adentro y puede ser de hormigón, escollera, acero o madera y estos se pueden clasificar en rebasables, cuando permiten el paso de las olas por encima, y no rebasables, cuando no lo permiten. Según su perfil, ajustables, adaptables a la pendiente de la costa, o fijos, cuando no lo hacen. Según su forma en planta, simples, sin ramificaciones o cambios bruscos de dirección, o compuestos, en forma de T, Y o L.

Con respecto a la playa Rafalcaid, este tipo de obra sería una posible solución aunque solo como complemento junto con otras soluciones. Pero el problema de la erosión a sotamar provoca que el problema de erosión en la zona de actuación pase a las playas adyacentes, con lo que para hacer uso de esta solución deberían plantearse medidas en el resto de playas al sur de la playa Rafalcaid.

Aunque este proyecto básico solo hace referencia a la playa de Rafalcaid y esta solución serviría para hacer frente a la problemática de la zona de actuación, de ninguna manera se pretende trasladar el problema de la playa a las playas adyacentes, con lo que las defensas transversales quedan descartadas.

2.3. Defensas exentas.

Son estructuras marítimas lineales, aproximadamente paralelas a la playa y separadas de su línea de orilla a una distancia determinada. Tiene como objetivo crear una zona de remanso, disminuyendo la energía del oleaje en su trasdós, adicionalmente lo que se busca es aumentar la longevidad de una playa, proporcionando así una anchura suficiente de la playa que sirva para generar una superficie de recreo y esparcimiento y a su vez permitir la protección de la tierra y generar un bienestar de su trasdós. Los efectos adversos en la dinámica litoral se traducen en erosión a ambos lados del litoral influenciado por la obra exenta y reducción de la tasa de transporte longitudinal.

Existen dos tipos de defensas exentas, los diques emergidos y los diques sumergidos.

Los diques emergidos son paralelos a la costa y protegen la playa disipando la energía de las olas que llegan a la costa. Crean una zona de sombra entre la playa y el dique que capta los materiales sedimentarios en función de la capacidad de transporte y de las características del dique.

Las defensas exentas tienen un alto coste de construcción y pueden llegar a producir tómbolos o hemitómbolos.

Este tipo de defensa reduce la acción de las olas pero reduce el transporte longitudinal del material sedimentario.

Los diques se clasifican de igual manera que los espigones.

Los diques sumergidos son una barrera paralela a la costa sin alcanzar la superficie del agua. Disminuyen la energía de las olas que pasan sobre ellos. Se construyen con escolleras o arrecifes artificiales, si bien es cierto que estos últimos tienen como objetivo la reproducción biológica y la protección del fondo marino frente a la pesca.

También existen las islas plataforma, que son islas artificiales, a varias decenas de metros de la costa construidas mediante escollera con una solera de hormigón. Funcionan prácticamente igual que los diques sumergidos, pero son de dimensiones más reducidas y crean una superficie apta para distintos usos.

Existen además los conos de difracción que son cilindros o conos de hormigón a lo largo de la costa. Transforma las ondas oblicuas en paralelas a la playa debido a la difracción con lo que se produce una pérdida de energía.

Con respecto a la playa Rafalcaid, este tipo de solución, aunque solucionaría la problemática en la zona de actuación, provocaría los mismos problemas en las playas al sur, con lo que su aplicación queda descartada.

2.4. Alimentación artificial.

Este tipo de actuación costera es de las más utilizadas, y consiste en el depósito de grandes cantidades de arena en la playa. El objetivo es la rehabilitación de la playa o la creación de una nueva.

Una playa con las dimensiones necesarias, es capaz de disipar la energía de las olas y proporcionar protección a la tierra situada detrás.

Este tipo de solución necesita aportes periódicos en todas las zonas de la playa donde la arena no consiga quedar sujeta y esta pueda ser movilizada por el efecto de las olas y necesita, además, que el diámetro medio de la arena vertida debe ser mayor que el de la arena que se encuentra en la playa para evitar los efectos de las olas.

Este tipo de solución tiene como principales inconvenientes que puede afectar al fondo marino, que pueden solucionarse con sus respectivos estudios, que se necesita un seguimiento y la procedencia del material a verter. Sin embargo proporciona grandes beneficios como son la solución de los problemas de erosión, la mejora del aspecto estético y funcional de la zona ya que se recupera la zona de baño.

Con respecto a la playa Rafalcaid, debido a los grandes beneficios que proporciona este método, esta será la solución se tendrá en cuenta.

2.5. Expropiación.

Este método consiste en retirar las infraestructuras y equipamientos para que la dinámica litoral busque equilibrio y estabilidad. Es una solución con un alto coste económico.

Con respecto a la playa Rafalcaid, esta solución supondría retirar los edificios que se encuentren en el dominio público marítimo-terrestre y aquellos que estando en la zona de servidumbre de protección interrumpen el cordón dunar.

Medioambientalmente es una buena solución que socialmente puede causar problemas con respecto a los propietarios de las viviendas expropiadas. Aún así, esta solución se tendrá en cuenta.

3. Estudio de soluciones.

En este apartado se pretende encontrar la solución a la problemática presentada mediante la elección, dentro de todas las posibles actuaciones que la ingeniería de costas nos permite, de tres alternativas a las que se suma la opción de la no actuación.

Para ello, las alternativas deben ser valoradas y así poder escoger la solución óptima. Para dicha valoración, se tendrán en cuenta criterios económicos, medioambientales, de funcionalidad y estéticos, cada uno con distinto peso, siendo los más importantes el criterio funcional y el criterio ambiental, ya que el objetivo de este proyecto básico es la recuperación de la playa desde un punto de vista ambiental y teniendo en cuenta la percepción del usuario, la cual es muy importante. A continuación se adjuntan los distintos criterios con su peso.

Criterio	Económico	Medioambiental	Funcional	Estético
Porcentaje	10%	30%	35%	25%

Figura 1. Peso para cada criterio.

3.1. Alternativa 0. No actuación.

Esta alternativa consiste en no realizar nada en la playa, con lo que esta continuara con el proceso erosivo que sufre.

Económicamente, esta alternativa no representa gasto alguno, pues no hay actuación a realizar. Por tanto se decide valorar el criterio económico con un 9. Al no realizar actuación alguna, la recesión de la playa continuará su curso, proceso que este proyecto básico pretende evitar. Por tanto se decide valorar el criterio funcional con un 0. Al continuar el proceso de erosión sobre la playa, esta continuará perdiendo anchura, por lo que se decide valorar el criterio estético con un 5. Medioambientalmente esta alternativa no supone ninguna mejora y la playa seguirá con la “naturalidad” con la que se encuentra en la actualidad, con lo que se decide valorar el criterio medioambiental con un 6.

Por tanto la valoración queda de la siguiente forma:

Criterio	Económico	Medioambiental	Funcional	Estético	Total
Porcentaje	10%	30%	35%	25%	-
Valoración	9	6	0	5	-
Valoración ponderada	0,9	1,8	0	1,25	3,95

Figura 2. Valoración Alternativa 0.

Se adjunta a continuación, de manera esquemática la alternativa tratada:

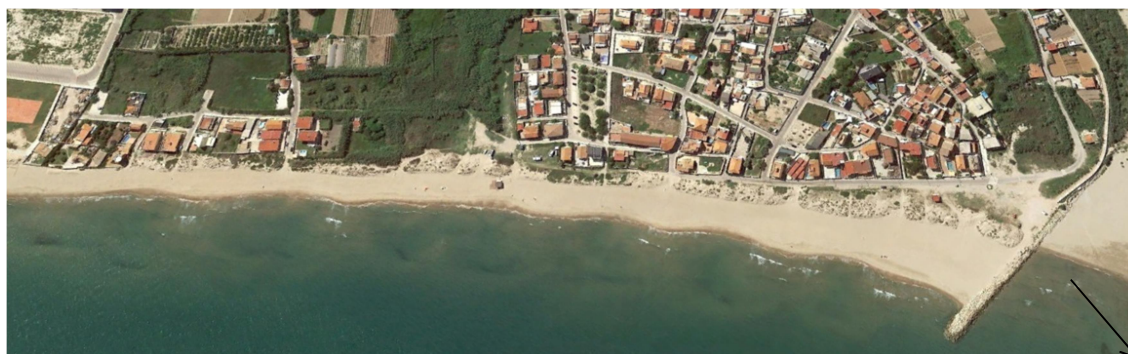


Figura 3. Esquema de la alternativa 0.

3.2. Alternativa 1. Alimentación artificial y regeneración del cordón dunar.

Esta alternativa, como se ha comentado en el apartado 2, consiste en aportar arena directamente a la playa. El aporte de arena se puede hacer a partir de la que se deposita en el puerto, que es la que en condiciones normales llegaría a la playa.

El problema reside en que una alimentación por sí sola no garantiza que toda la arena permanezca en la zona de vertido para siempre y, por lo tanto, se deberían realizar aportaciones periódicas de arena para hacer frente a dichas pérdidas.

Para hacer frente a este problema, se incluye la regeneración del cordón dunar, que servirá para que la playa se alimente del cordón y el cordón de la playa. Por tanto, ambos contribuirían a la estabilidad del otro según la época del año. Cabe destacar que la regeneración del cordón dunar no implica que ya no deban realizarse aportaciones periódicas de arena a la playa, simplemente estas disminuirían. Por tanto, se decide valorar el criterio funcional con un 8.

Mediante el aporte de arena se conseguirá aumentar el ancho de la playa, lo que beneficiará al usuario y a la percepción que tendrá este de la playa. Además, la regeneración del cordón dunar dota a la playa de mayor naturalidad, con lo que, de nuevo, se beneficia la percepción que el usuario tendrá de la playa. Por tanto, se decide valorar el criterio estético con un 8.

Medioambientalmente, el principal problema que supone la aportación de arena es el de que dicha arena sea muy diferente a la arena nativa. Como se ha comentado anteriormente, en la zona al norte del puerto de Gandia pueden realizarse extracciones de arena, la cual es la que, en condiciones normales, la que llegaría a la playa Rafalcaid. Además, una regeneración del cordón dunar permite que la población animal y vegetal se desarrolle en él. Por tanto, se decide valorar el criterio medioambiental con un 8.

Por último, como se ha comentado, uno de los inconvenientes es el de la aportación periódica del material que no asiente y se pierda. Al poder obtener dicho material de la zona norte del puerto, económicamente no es una solución que supone grandes gastos, por lo que se decide valorar el criterio económico con un 6.

Por tanto, la valoración queda de la siguiente forma:

Criterio	Económico	Medioambiental	Funcional	Estético	Total
Porcentaje	10%	30%	35%	25%	-
Valoración	6	8	8	8	-
Valoración ponderada	0,6	2,4	2,8	2	7,8

Figura 4. Valoración Alternativa 1.

Se adjunta a continuación, de manera esquemática la alternativa tratada:



Figura 5. Esquema de la alternativa 1.

3.3. Alternativa 2. Expropiación y regeneración del cordón dunar.

Esta alternativa, como ya se ha comentado en el apartado 2, supone retirar toda infraestructura de la primera línea para que la playa pueda evolucionar en busca del equilibrio. Este es un proceso lento ya que la retirada de las infraestructuras y acondicionamiento de la zona llevaría su tiempo.

Evidentemente, esta retirada de las infraestructuras existentes tiene su coste económico, que se verá incrementado por las indemnizaciones a pagar, a lo que se deben sumar los gastos referentes a la obtención del material a aportar para el cordón dunar, que como ya se ha comentado en la anterior alternativa, se puede obtener de la zona al norte del puerto. Por lo que se decide valorar el criterio económico con un 3.

Evidentemente, la regeneración del cordón dunar permitirá una mayor protección de la playa pero el proceso erosivo continuará afectando a la playa, debido a que la anchura de esta no podrá hacer frente a dicho problema. Por tanto se decide valorar el criterio funcional con un 4.

La retirada de las edificaciones de la primera línea de la playa permitirá que el cordón dunar sea regenerado en su totalidad, lo que supondrá mayor superficie para el desarrollo de las especies animales y vegetales. Además, la arena a aportar procederá del mismo sitio que en la alternativa anterior. Por tanto, se decide valorar el criterio medioambiental con un 9.

Con la regeneración completa del cordón, el usuario tendrá una buena percepción estética de la zona, no tan buena como en la anterior alternativa debido a que el ancho de playa será menor. Por tanto, se decide valorar el criterio estético con un 6.

Por tanto la valoración queda de la siguiente forma:

Criterio	Económico	Medioambiental	Funcional	Estético	Total
Porcentaje	10%	30%	35%	25%	-
Valoración	3	9	4	6	-
Valoración ponderada	0,3	2,7	1,4	1,5	5,9

Figura 6. Valoración alternativa 2.

Se adjunta a continuación, de manera esquemática la alternativa tratada:



Figura 7. Esquema de la alternativa 2.

3.4. Alternativa 3. Expropiación, alimentación artificial y regeneración del cordón dunar.

Esta solución reúne las ventajas de las alternativas 1 y 2 y consigue reducir alguno de los inconvenientes que sufrían.

Económicamente, al gasto que supondrán las indemnizaciones a abonar debido a las expropiaciones se le deben sumar los gastos referentes a la aportación de arena, tanto para la alimentación artificial como para la regeneración del cordón dunar. Por tanto, se decide valorar el criterio económico con un 1.

Medioambientalmente, la regeneración total del cordón permite disponer de mayor superficie para el desarrollo animal y vegetal y como la arena de aportación proviene del mismo sitio que en las alternativas 1 y 2, se decide volver a valorar el criterio medioambiental con un 9.

Estéticamente esta alternativa reúne las ventajas de las alternativas 1 y 2, el usuario tendrá una gran percepción de la playa debido a la anchura que esta tendrá y al cordón completamente regenerado. Por tanto, se decide valorar el criterio estético con un 9.

Por último, el cordón dunar dotará de mayor protección a la playa y la alimentación artificial permitirá obtener una anchura necesaria para hacer frente a las acciones sobre la costa. Por tanto, se decide valorar el criterio funcional con un 9.

Por tanto, la valoración queda de la siguiente forma:

Criterio	Económico	Medioambiental	Funcional	Estético	Total
Porcentaje	10%	30%	35%	25%	-
Valoración	1	9	9	9	-
Valoración ponderada	0,1	2,7	3,15	2,25	8,2

Figura 8. Valoración alternativa 3.

Se adjunta a continuación, de manera esquemática la alternativa tratada:



Figura 9. Esquema de la alternativa 3.

4. Selección de la mejor alternativa.

Para una correcta interpretación de los resultados, se adjuntan los resultados de las distintas alternativas:

	Económico (10%)	Medioambiental (30%)	Funcional (35%)	Estético (25%)	Total
Alternativa 0	0,9	1,8	0	1,25	3,95
Alternativa 1	0,6	2,4	2,8	2	7,8
Alternativa 2	0,3	2,7	1,4	1,5	5,9
Alternativa 3	0,1	2,7	3,15	2,25	8,2

Figura 10. Valoración de todas las alternativas.

Como se puede observar la *Alternativa 3* obtiene la mayor puntuación total y menos en el apartado económico obtiene las mayores puntuaciones en cada criterio. Por tanto la *Alternativa 1. Expropiación, alimentación artificial y regeneración del cordón dunar* será la solución elegida para este proyecto básico.

5. Bibliografía.

- Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Técnicas de restauración
(http://www.magrama.gob.es/es/costas/publicaciones/cap06_tecnicas_de_restauracion_tcm7-198454.pdf)
- Del Moral Carro, R. (1978). Ingeniería de costas. Madrid: Laboratorio de Puertos.