



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Trabajo Final de Grado

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

Grado en Ingeniería civil

Autor: Matías Lozano Pla

Profesor Tutor: José Cristóbal Serra Peris

Valencia, Septiembre 2017

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)

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| Memoria..... | 5 |
| Anejos..... | 19 |
| Anejo 1. Localización..... | 19 |
| Anejo 2. Estado actual..... | 25 |
| Anejo 3. Topografía, batimetría, DPMT y usos del suelo..... | 32 |
| Anejo 4. Geología y geotecnia..... | 38 |
| Anejo 5. Clima marítimo..... | 46 |
| Anejo 6. Transporte sólido litoral..... | 54 |
| Anejo 7. Análisis de alternativas..... | 67 |
| Anejo 8. Características de la alternativa elegida..... | 85 |
| Anejo 9. Procedimiento constructivo..... | 103 |
| Anejo 10. Presupuesto..... | 113 |
| Anejo 11. Aportaciones fotográficas..... | 125 |
| Anejo 12. Bibliografía..... | 135 |
| Planos..... | |
| Plano 01. Localización | |
| Plano 02. Batimetría | |
| Plano 03. Perfil de equilibrio de la playa | |
| Plano 04. Perfiles transversales | |
| Plano 05. Estado final | |

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)**

MEMORIA

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)

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. Objetivos del proyecto..... | 9 |
| 2. Localización..... | 9 |
| 2.1. Accesos..... | 10 |
| 2.2. Cala la Manzanera..... | 11 |
| 3. Estado actual..... | 11 |
| 4. Justificación de la necesidad de actuar..... | 13 |
| 5. Estudios previos..... | 13 |
| 5.1. Topografía..... | 13 |
| 5.2. Batimetría..... | 14 |
| 5.3. Dominio Público Marítimo-Terrestre..... | 14 |
| 5.4. Usos del suelo..... | 14 |
| 5.5. Geología y Geotecnia..... | 14 |
| 5.6. Clima marítimo..... | 14 |
| 5.7. Transporte sólido litoral..... | 15 |
| 6. Análisis de alternativas..... | 15 |
| 7. Características de la alternativa elegida..... | 16 |
| 8. Procedimiento constructivo y plazo de ejecución..... | 16 |
| 9. Presupuesto..... | 16 |
| 10. Documentos constituyentes del proyecto básico..... | 17 |
| 11. Conclusión..... | 18 |

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. Objetivos del proyecto

El presente proyecto titulado Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante) tiene como objeto ser el Trabajo Final de Grado de la titulación de Grado de Ingeniería Civil de la *Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos* en la *Universidad Politécnica de Valencia*.

Además, los objetivos que se pretenden alcanzar son:

- Recuperar la cala la Manzanera para su condición de defensa costera.
- Controlar o disminuir en la medida de lo posible los procesos erosivos sobre el pie de las laderas sobre las que apoya la playa.
- Incrementar la superficie de playa seca en anchura suficiente para asegurar la condición de la playa como zona de ocio.
- Acondicionar los accesos, servicios e instalaciones de la playa.

2. Localización

Calpe es un municipio de la Comunidad Valencia (España) situado en la costa norte de la provincia de Alicante. Con una superficie de 23,51 km², pertenece a la comarca de la Marina Alta, ocupando el tercer puesto en población por detrás de Denia, capital de la comarca, y Jávea. Su línea de costa se encuentra expuesta al mar Mediterráneo en direcciones Sur-Sureste al sur del Peñón de Ifach, y al este al norte del mismo. El Peñón de Ifach, declarado parque natural protegido por el gobierno valenciano, representa un icono para el municipio y alcanza una cota de 322 metros s.n.m.



Imagen 1. Ubicación de Calpe en España.

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



Imagen 2. Ubicación de Calpe en la Provincia de Alicante.

2.1. Accesos

Al municipio se accede por la AP-7 que enlaza con la N-322, carretera nacional que recorre gran parte de la costa levantina. También se puede acceder por la CV-745 y CV-746 que dan acceso a las playas situadas al norte del Peñón de Ifach.



Imagen 3. Accesos al municipio de Calpe.

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

También se puede acceder por medios ferroviarios, pues Calpe dispone de una estación ferroviaria conectada a la red nacional.

A parte de los accesos por tierra, el municipio dispone de dos accesos por medios marítimos, como son el Puerto Blanco y el Puerto pesquero “El Racò”.

2.2. Cala la Manzanera

La Manzanera es la cala objeto de estudio del presente proyecto. Con una longitud de 230 metros de rocas y gravas, se extiende desde las ruinas del *Antiguo Club Social La Manzanera*, en su borde más oriental, hasta el pie de la ladera sobre la que se cimienta la *Residencia Vista Hermosa*. A la cala se accede por una carretera local que desemboca en su zona central y por una escalera peatonal situada en la parte trasera del *Antiguo Club Social La Manzanera*.



Imagen 4. Cala la Manzanera vista desde el antiguo Club Social La Manzanera

3. Estado actual

Actualmente, la cala la Manzanera presenta un aspecto de abandono y carencia de servicios e instalaciones que no la hacen atractiva para el uso recreativo y de ocio, e incluso en algunas zonas pueden aparecer riesgos físicos para los usuarios.

La ladera más cercana al club social presenta síntomas evidentes de deterioro y erosión en toda su longitud y altura lo que provocó que el Ayuntamiento de Calpe tuviera que colocar una malla protectora para evitar la caída de rocas sobre la cala.

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



Imagen 5. Malla protectora en la ladera derecha

En la ladera oeste se observan menos signos de erosión, aunque al pie de la misma hay muchas rocas provocadas por antiguos desprendimientos que habrá que retirar de la cala.



Imagen 6. Pie de la ladera oeste.

Por último, el acceso central por carretera presenta también rasgos de abandono y poco mantenimiento.

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



Imagen 7. Acceso a la cala La Manzanera.

4. Justificación de la necesidad de actuar

En el municipio de Calpe, al igual que en muchos otros de la provincia de Alicante, el turismo representa un gran porcentaje de los ingresos del municipio. Especial importancia adquiere el turismo de playa por su variedad de playas y calas y por su clima mediterráneo. Por esta razón, es prioridad absoluta del Ayuntamiento de Calpe el conservar estas playas en buenas condiciones, tanto en términos de seguridad para los usuarios, como en equipamientos e instalaciones.

La cala la Manzanera, como la mayoría de las playas del levante español, está en proceso de regresión. Además, como se ha comentado, las laderas sobre las que apoya la línea de costa presentan síntomas claros de erosión al pie de las mismas.

Es por ello que se hace evidente la necesidad de actuar en dicha cala para evitar que la erosión que provoca el olaje pueda producir daños futuros en las laderas y en las edificaciones que en ella apoyan.

5. Estudios previos

5.1. Topografía

El *Institut Cartogràfic Valencià* nos proporciona la topografía de la zona de actuación. Se puede consultar con más detalle en el *Anejo 3. Topografía, batimetría, DPMT y usos del suelo*.

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

5.2. Batimetría

La Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar nos aporta la batimetría de la zona de actuación a partir del estudio Ecocartográfico de las provincias de Alicante y Valencia realizado en 2006 y 2007. Se puede consultar con más detalle en el *Anejo 3. Topografía, batimetría, DPMT y usos del suelo.*

5.3. Dominio Público Marítimo-Terrestre

El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente nos aporta la información sobre el Dominio Público Marítimo-Terrestre de la zona de actuación. Se puede consultar con más detalle en el *Anejo 3. Topografía, batimetría, DPMT y usos del suelo.*

5.4. Usos del suelo

El Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente nos aporta la información sobre los Usos del suelo en la zona de actuación. Se puede consultar con más detalle en el *Anejo 3. Topografía, batimetría, DPMT y usos del suelo.*

5.5. Geología y geotecnia

En el *Anejo 4. Geología y Geotecnia* se realiza un detalle informático sobre las características geológicas y geotécnicas de la zona de actuación.

5.6. Clima marítimo

En la zona de actuación predominan los vientos provenientes del Norte y el Suroeste en invierno debido a las diferencias de presiones que provoca el fenómeno conocido como “Oscilación del Atlántico Norte” que, especialmente entre los meses de noviembre a abril, afecta al viento en velocidad y dirección en todo el continente europeo.

En verano predominan los vientos de dirección Este y Noreste provocados por las brisas costeras o brisas marinas típicas del mediterráneo en periodo estival.

En cuanto al oleaje, que las tres direcciones de oleaje más importantes son la dirección Este (32%), la dirección Sur (22%) y la dirección NE (20%), todas con una altura significativa máxima (H_s) de 2-3 m.

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

En el *Anejo 5. Clima marítimo* se realiza un estudio más pormenorizado de las características marítimas en la zona de actuación.

5.7. Transporte sólido litoral

En el *Anejo 6. Transporte sólido litoral* se ha obtenido un caudal de aproximadamente 1200 m³/año de transporte longitudinal de Norte a Sur.

Dicho valor es un valor teórico resultado de aplicar la formulación para el caudal en m³/año obtenida del *Shore Protection Manual* (1984) aplicando un factor de corrección de gravas K_{gravas} de 0,0035. Este factor fue determinado por la *Hydraulics Research Station* en el año 1973 tras una serie de estudios en playas de gravas de la costa sur de Inglaterra.

Su valor es teórico pero en el *Anejo 6. Transporte sólido litoral* se justifica su utilización.

6. Análisis de alternativas

Para resolver la problemática expuesta anteriormente en la cala la Manzanera se han propuesto una serie de alternativas de actuación.

- Alternativa 0. No actuación.
- Alternativa 1. Alimentación artificial.
- Alternativa 2. Dique exento.
- Alternativa 3. Dique exento sumergido.
- Alternativa 4. Alimentación artificial + Dique exento sumergido.

Para el análisis de las alternativas se han considerado cuatro criterios de valoración con distinto peso cada uno.

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

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

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

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

Del resultado del análisis se ha obtenido que la Alternativa 1. Alimentación artificial es la más idónea con una valoración de 8.81 sobre 10.

En el *Anejo 7. Análisis de alternativas* se detalle con más precisión cada alternativa la justificación de su valoración.

7. Características de la alternativa escogida

La alternativa elegida consiste en el aporte de relleno de material de cantera compuesto por cantos rodados con el objetivo de aumentar la anchura de la playa y dotarla de un perfil de equilibrio estable ante el oleaje y a su vez proporcione comodidad para los bañistas y los usuarios de la playa.

Además, se ha propuesto una mejora de los accesos mediante la reparación del muro de mampostería del acceso central, la colocación de una pasarela de madera enrollable de 1,2 metros de ancho y la instalación de una ducha de playa.

En el *Anejo 8. Características de la actuación elegida* se detalla con más precisión las características de la alimentación artificial y la mejora de accesos, servicios y equipamientos.

8. Procedimiento constructivo y plazo de ejecución

El procedimiento constructivo será por medios terrestres mediante maquinaria estándar de movimiento de tierras.

El plazo propuesto de ejecución es de 3 meses durante el período comprendido entre marzo y mayo cuando las condiciones climatológicas son más favorables e intentando no coincidir con el período turístico pico.

En el *Anejo 9. Procedimiento constructivo* se describen con más detalle todos los procesos de la actuación, la maquinaria necesaria y el plazo de ejecución.

9. Presupuesto

En el *Anejo 10. Presupuesto*, se realiza un análisis de los costes de los procesos de actuación, del material a aportar y de la maquinaria, resultando un total de 431587,29 € (CUATROCIENTOS TREINA Y UN MIL QUINIENTO OCHENTA Y SIETE EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS)

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

10. Documentos constituyentes del proyecto básico

El Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante) consta de los siguientes documentos:

- Memoria
- Anejos
 - Anejo 1. Localización
 - Anejo 2. Estado actual
 - Anejo 3. Topografía, batimetría, DPMT y usos del suelo
 - Anejo 4. Geología y Geotecnia
 - Anejo 5. Clima marítimo
 - Anejo 6. Transporte sólido litoral
 - Anejo 7. Análisis de alternativas
 - Anejo 8. Características de la alternativa elegida
 - Anejo 9. Procedimiento constructivo
 - Anejo 10. Presupuesto
 - Anejo 11. Aportaciones fotográficas
- Planos
 - Plano 01. Localización
 - Plano 02. Batimetría
 - Plano 03. Perfil de equilibrio de la playa
 - Plano 04. Perfiles transversales
 - Plano 05. Estado final

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

11. Conclusión

Con todo ello, se concluye la Memoria, que junto con el resto de documentos constituyen el Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante).

Desde el punto de vista del autor, el trabajo es perfectamente realizable y beneficioso para la zona de actuación, por lo que se somete al organismo competente, esperando, si procede, su aprobación.

Valencia, Septiembre 2017

AUTOR DEL PROYECTO

Matías Lozano Pla