UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ETS INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Estudio de la afección sobre las playas de los términos municipales de Sagunto y Canet de Berenguer de la actuación de estabilización del litoral marítimo en los términos municipales de La Llosa y Almenara. Provincia de Valencia.

Presentado por

Andrés Iniesta, Francisco Joaquín

Para la obtención del

Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2020/2021

Fecha: Mayo de 2021

Tutor: Serra Peris, José Cristóbal

Resumen

El Trabajo de Final de Grado consiste en un estudio de afección de la actuación de estabilización del litoral marítimo en los términos municipales de La Llosa y Almenara sobre las playas de Sagunto y Canet de Berenguer, situadas al sur de éstas. El objetivo del trabajo es, a partir del estudio de este tramo de costa y de la actuación de estabilización litoral, realizar propuestas para evitar las afecciones de las playas situadas al sur. Se proponen tres alternativas que consisten en un plan de vigilancia, la construcción de dos espigones transversales y una regeneración de la playa mediante alimentación artificial con arenas.

Palabras Clave: Playa; Costas; Regeneración de playas; Estudio de afección; Estabilización litoral; dinámica litoral; plan de vigilancia

Resum

El Treball de Final de Grau consisteix en un estudi d'afecció de l'actuació d'estabilització del litoral marítim en els termes municipals de La Llosa i Almenara sobre les platges de Sagunt i Canet d'en Berenguer, situades al sud d'aquestes. L'objectiu del treball és, a partir de l'estudi d'aquest tram de costa i de l'actuació d'estabilització litoral, realitzar propostes per a evitar les afeccions de les platges situades al sud. Es proposen tres alternatives que consisteixen en un pla de vigilància, la construcció de dos espigons transversals i una regeneració de la platja mitjançant alimentació artificial amb arenes

Paraules clau: platja; costes; regeneració de platges; estudi d'afecció; estabilització litoral; dinàmica litoral; pla de vigilància

Abstract

This thesis consists of a study of conditions of the coastal stabilization works in the municipalities of La Llosa and Almenara on the beaches of Sagunto and Canet de Berenguer located, these located to the south. The objective of this work is, based on the study of this stretch of coast and the coastal stabilization works, to propose different solutions to avoid negative effects on the beaches located to the south. Three alternatives are proposed that consist of a surveillance plan, the construction of two transversal breakwaters and a coastal regeneration through artificial feeding with sands.

Keywords: beach; coast; beach regeneration; study of conditions; coastline stabilization; coastal dynamics; surveillance plan

ÍNDICE

1. Objeto del Estudio y la Memoria 1

2. Localización 1

3. Antecedentes y situación actual 2

3.1. Antecedentes y actuaciones realizadas 2

3.1.1. Evolución de la línea de costa 3

3.2. Situación actual de las playas 4

4. Geología y Geotecnia 7

5. Morfología, Batimetría y Topografía 7

5.1. Morfología 7

5.2. Características de los fondos 7

5.3. Batimetría y topografía 8

6. Clima marítimo y dinámica litoral 8

6.1. Clima marítimo 8

6.2. Dinámica litoral 9

6.3. Unidades y subunidades morfodinámicas 10

7. Descripción de la solución proyectada 10

7.1. Actuaciones en el tramo norte 10

7.2. Actuaciones en el tramo sur 11

8. Afecciones de la solución proyectada 12

8.1. Afecciones identificadas en el EIA 14

8.1.1. Conclusiones del EIA 16

8.2. Afecciones no consideradas en el EIA 17

9. Propuestas 21

9.1. Propuesta de Plan de Vigilancia de la evolución de las playas de Sagunto y Canet de Berenguer 21

9.1.1. Objetivo de la propuesta, antecedentes y justificación 22

9.1.2. Identificación del frente litoral objeto del plan de seguimiento 23

9.1.3. Metodología 23

9.1.4. Presentación de resultados 27

9.1.5. Plan de trabajo 28

9.1.6. Valoración económica 31

9.2. Propuesta de espigones en la gola de Queralt 32

9.2.1. Valoración económica 33

9.3. Alimentación artificial 36

9.3.1. Valoración económica 37

10. Conclusiones 37

11. Bibliografía 40

A. Anexo a la memoria. Objetivos de desarrollo sostenible i

INDICE FIGURAS

Figura 1 – Localización del tramo de costa objeto de estudio (“Google Earth Pro,” 2021) 2

Figura 2 - Evolución de la línea de costa en los últimos 50 años. Playa de Corinto. Fuente: elaboración propia. 4

Figura 3 – Playa de Casablanca (TM Almenara). Fuente: Elaboración propia 5

Figura 4 – Casas de Queralt y escollera de protección en la playa de Corinto. Fuente: elaboración propia. 6

Figura 5 - Rosa de oleaje en los meses de invierno. (Tecnomediterránea, 2017a) 9

Figura 6 - Solución estática en el tramo norte (TM Almenara) (Tecnomediterránea, 2017a) 11

Figura 7 - Solución dinámica en el tramo sur (TM Almenara) (Tecnomediterránea, 2017a) 12

Figura 8 – Escenario del transporte de arenas (Tecnomediterránea, 2017b). 15

Figura 9 – Escenario del transporte de arenas (Tecnomediterránea, 2017b) 15

Figura 10 – Playa de Corinto (30/7/2020). Fuente: elaboración propia. 18

Figura 11 – Gola de Queralt (24/7/20). Fuente: elaboración propia. 19

Figura 12 – Esquema de la corriente de retorno. Fuente: elaboración propia. 19

Figura 13 - Elementos del método BP (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008) 22

Figura 14 - Esquema de una playa (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008) 25

Figura 15 - Esquema de levantamiento según método BP (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008) 25

Figura 16 - Esquema de recogida de datos (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008) . 26

Figura 17 - Esquema de determinación de línea cero (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008) 26

Figura 18 - Esquema de levantamiento según método BP (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008) 27

Figura 19 - Localización de los perfiles. Fuente: elaboración propia. 29

Figura 20 - Propuesta de los nuevos espigones. Fuente: elaboración propia. 33

INDICE TABLAS

Tabla 1- Estadísticos básicos de H_s en aguas profundas (Tecnomediterránea, 2017a). 9

Tabla 2 - Periodos de pico asociados a las alturas de ola en régimen extremal en aguas profundas (Tecnomediterránea, 2017a) 9

Tabla 3 - Coordenadas UTM de los perfiles. Fuente: elaboración propia. 29

Tabla 4 - Resumen del Plan de Vigilancia. Fuente: elaboración propia. 31

Tabla 5 - Valoración económica. Fuente: elaboración propia. 32

Tabla 6 - Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). i

1. Objeto del Estudio y la Memoria

El ‘‘Estudio de la afección sobre las playas de los términos municipales de Sagunto y Canet de Berenguer de la actuación de estabilización del litoral marítimo en los términos municipales de La Llosa y Almenara’’ tiene como objeto servir como Trabajo Final de Grado del Grado de Ingeniería Civil por la Universidad Politécnica de Valencia.

El estudio tiene los siguientes objetivos:

- Estudio del tramo de costa comprendido entre la playa de La Llosa, al norte, y la playa de Canet de Berenguer.
- Estudio del “Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de La Llosa y Almenara (Castellón)” para analizar e identificar las posibles afecciones a las playas de Sagunto y Canet de Berenguer, situadas al sur.
- Estudio del “Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de La Llosa y Almenara (Castellón)” para analizar las afecciones y proponer medidas correctoras.
- Propuesta de actuaciones para cuantificar y minimizar las posibles afecciones que el referido Proyecto constructivo cause a las playas de Sagunto y Canet de Berenguer.

El objeto de la memoria es realizar una descripción y desarrollo de la problemática, situación actual, afecciones y propuestas planteadas en el objeto del estudio.

2. Localización

El tramo de costa objeto del estudio se encuentra situado en distintos términos municipales. De norte a sur, los términos munipales son: son: La Llosa, Almenara, Sagunto y Canet de Berenguer.

En el término municipal de Almenara se encuentra la playa de Casablanca y en el término municipal de Sagunto se encuentran las de Corinto y Almardá.

Este tramo de costa se encuentra limitado al norte por la Gola de La Llosa y al Sur por el puerto de Canet de Berenguer.

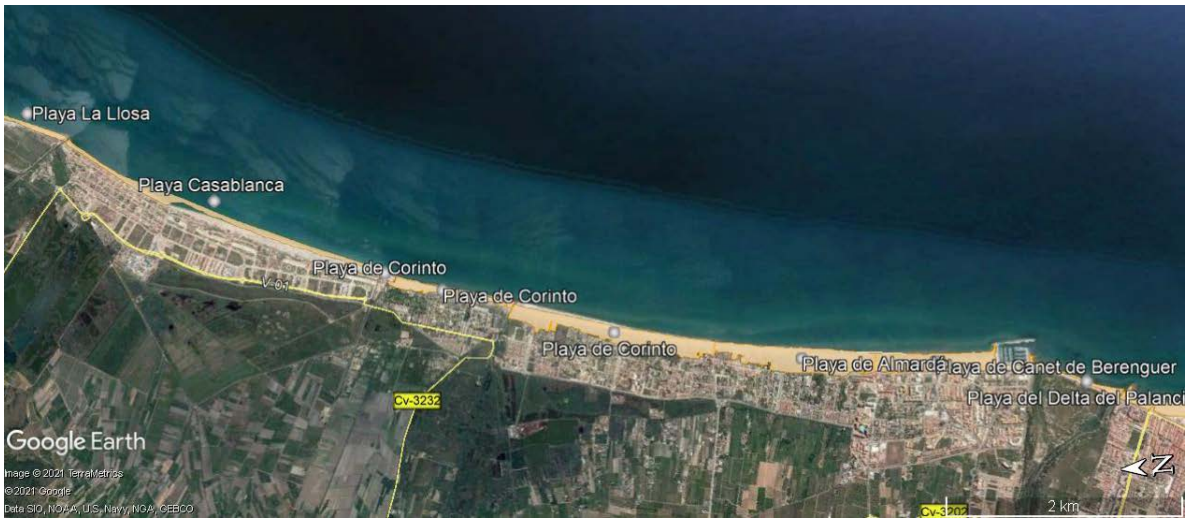

Figura 1 – Localización del tramo de costa objeto de estudio ("Google Earth Pro," 2021)

3. Antecedentes y situación actual

3.1. Antecedentes y actuaciones realizadas

El estado actual de las playas situado en el tramo de costa objeto del estudio es el resultado del proceso erosivo que está teniendo lugar en las mismas desde principios del siglo XX.

Todo el tramo de costa situado entre Castellón y Sagunto ha sido objeto de numerosas obras de infraestructuras portuarias como los puertos de Castellón y Burriana, ocupación y urbanización del frente litoral como en el caso de Almenara, la regulación hidráulica en los ríos provocada por los embalses y regadíos, y obras de protección costera como espigones transversales que han provocado una alteración en la dinámica litoral y el volumen de sedimentos transportados que han afectado a las playas erosionándolas.

Además, se han llevado obras de protección costera con una visión local y no global de la situación, ejecutándose espigones transversales y escolleras de protección que ha amplificado el problema y fragmentado el litoral.

Todo esto, unido a la falta de inversión, planificación y seguimiento de las playas han dado lugar a un litoral que está sufriendo un fuerte proceso erosivo.

A lo largo de los años se han llevado a cabo numerosas obras de emergencia, regeneración costera y alimentación artificial para intentar paliar los efectos de la erosión. Las alimentaciones artificiales han consistido en el aporte de grandes volúmenes de gravasen las

playas de La Llosa y Almenara y retirada de gravas y aporte de arenas en las playas de Sagunto y Canet de Berenguer. Estas están recogidas en el Anejo 7 de este Estudio de Afección.

En el año 2017, se redactó un proyecto de regeneración y estabilización litoral que solo contemplaba actuaciones en las playas de La Llosa y Almenara, este es el "Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de La Llosa y Almenara (Castellón)" (Tecnomediterránea, 2017a). Este proyecto alarmó a los ayuntamientos de Sagunto y Canet de Berenguer por los posibles efectos que pudiese provocar en sus playas, por lo que exigen que se realice conjuntamente a un proyecto de regeneración de sus playas.

En julio de 2019, la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental formuló declaración de impacto ambiental favorable para la ejecución del "Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de La Llosa y Almenara (Castellón)" (Tecnomediterránea, 2017a).

3.1.1. Evolución de la línea de costa

En el Anejo 3- Evolución de la línea de costa se pueden encontrar distintas imágenes de las playas durante los últimos 50 años. En ellas se observan retrocesos en todo el tramo costero excepto al sur de la playa de Canet de Berenguer debido a la existencia del puerto. Esta regresión se ha estimado en 100 metros en la playa de La Llosa, 7.5 m/año en el norte de la playa de Casablanca y 60 metros en el norte de la playa de Corinto (Figura 2)

Figura 2 - Evolución de la línea de costa en los últimos 50 años. Playa de Corinto. Fuente: elaboración propia.

3.2. Situación actual de las playas

La situación actual de las playas en este tramo de costa es diversa, ya que las obras de protección costera y la erosión han provocado el retroceso de la línea de costa en muchas zonas.

La siguiente información referente a las playas objeto del estudio ha sido extraída de la Ecocartografía de la provincia de Castellón (MITECO, 2010) y Valencia (MITECO, 2007).

En los anejos 1, 11 y 12 se encuentra ampliada la información referente al inventario de playas, ocupación del Dominio Público Marítimo Terrestre y fotografías in situ de las playas, respectivamente.

A continuación, se enumeran y describen las playas del tramo objeto del estudio, de norte a sur.

La playa de La Llosa está formada por gravas de gran tamaño y bolos. Tiene una longitud de 948 m y una anchura media de 47 metros. En algunos tramos, la anchura se reduce hasta los 6 metros. Esta playa presenta una pendiente muy elevada que dificulta su accesibilidad y explotación.

La playa de Casablanca, está separada de la de La Llosa por la gola de La Llosa en su extremo norte y por la gola de Queralt en su extremo sur. En la gola de La Llosa existen dos espigones quebrados hacia el sur. Es una playa de gravas de una longitud 2989 metros con una anchura media de 43 metros que, en su tramo norte, contiene un paseo marítimo rígido y una escollera de protección. Se encuentra urbanizada, con edificaciones que ocupan el Dominio Público Marítimo Terrestre, alcanzando una anchura mínima de 10 metros. En la Figura 3 se puede observar la situación actual de esta playa. En el tramo norte se producen problemas frecuentes debido a los temporales de invierno que han necesitado de obras de emergencia para su reconstrucción y protección.

Figura 3 – Playa de Casablanca (TM Almenara). Fuente: Elaboración propia

La playa de Corinto está limitada en su extremo norte por la gola de Queralt, donde se sitúan dos espigones en su encauzamiento. A sotamar de estos espigones se encuentra una escollera de protección junto a unas edificaciones que ocupan el Dominio Público Marítimo Terrestre, como se puede observar en la Figura 4. Está formada por gravas y arenas y tiene una longitud de 2989 metros, una anchura media de 91 metros y una anchura mínima de 1.5 metros donde se sitúa la escollera de protección. Esto supone un punto crítico ya que los temporales de invierno ponen en peligro las edificaciones existentes (Casas de Queralt) y hacen necesarias obras de emergencia de protección costera. En esta playa, las gravas han pasado a ser predominantes sobre las arenas lo que ha llevado a un aumento de su pendiente.

Figura 4 – Casas de Queralt y escollera de protección en la playa de Corinto. Fuente: elaboración propia.

La playa de Almardá está formada por arenas y gravas, tiene una longitud de 1377 metros y una anchura media de 156 metros. Igual que en la playa de Corinto, la presencia de gravas ha aumentado considerablemente en los últimos años.

La playa de Canet es una playa de arena dorada de 1037 metros de longitud y una anchura media de 144 metros. Está limitada en su extremo sur por el Puerto de Canet de Berenguer.

Las playas de Corinto, Sagunto y Canet de Berenguer están rodeadas de un cordón dunar fijado por vegetación que se encuentra erosionado en diferentes zonas.

Es recomendable una anchura mínima de 45 metros para mantener la estabilidad de la playa, asegurar un resguardo y que ésta pueda cumplir su función de protección del litoral, condición que no se cumple en distintos tramos de las playas estudiadas.

Debido a la situación de estas playas, en la ‘‘Estrategia de actuación del tramo de costa comprendido entre el puerto de Castellón y el puerto de Sagunto (Castellón sur)’’ (CEDEX, 2015) se establece que las playas de La Llosa, Casablanca, Corinto, Almardá y Canet de Berenguer tienen una prioridad considerada como alta para realizar en ellas actuaciones para su regeneración.

4. Geología y Geotecnia

En el Anejo 5 – Geología y Geotecnia se puede encontrar el estudio geotécnico de la zona objeto del estudio. La información ha sido extraída de las Hojas 668 (IGME, 1980) y 669 (IGME, 1980) del Mapa Geológico de España.

En la zona estudiada se distinguen afloramientos cuaternarios. Se pueden encontrar depósitos marinos correspondientes al holoceno que forman un cordón litoral paralelo a la costa que encierran a las numerosas albuferas y marismas existentes.

5. Morfología, Batimetría y Topografía

5.1. Morfología

Respecto a la morfología de las playas, se han clasificado según la metodología de Suarez Bores. Se clasifican según sus fondos, estabilidad, perfil y planta.

Respecto a los fondos, todas las playas objeto del estudio presentan fondos móviles de material heterogéneo, ya que están formadas por gravas y arenas.

Respecto a la estabilidad, se trata de un tramo de costa inestable ya que se encuentra en retroceso y sometido a erosiones que conllevan a la pérdida de material y cambios en el perfil de playa.

Respecto al perfil, en este tramo de costa se presentan perfiles completos e incompletos. Las playas de Corinto, Almardá y Canet de Berenguer sí que presentan, exceptuando el norte de la playa de Corinto a sotamar de la gola de Queralt, un perfil de playa completo en la que se pueden encontrar playa sumergida, estrán, playa seca y escarpe. Las playas de Casablanca y La Llosa presentan un perfil incompleto.

5.2. Características de los fondos

Los fondos marinos del tramo de costa estudiado están formados arenas finas infralitorales bien calibradas, praderas de Cymodocea nodosa y de Caulerpa prolifera sobre arenas y praderas de posidonia oceánica sobre mata muerta.

Esta información está ampliada en el Anejo 4 – Características de los fondos y ha sido extraída del Estudio de Biocenois Marinas contenido en el ‘‘Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de La Llosa y Almenara’’

(Tecnomediterránea, 2017a) y en el Estudio de Comunidades Marinas de la Ecocartografía de la provincia de Valencia (MITECO, 2007).

5.3. Batimetría y topografía

La batimetría y topografía de las playas se encuentra recogida en el Anejo 10 – Batimetría y Topografía.

En ella se concluye que se trata de una zona con una altura del terreno próxima al nivel que se aproxima a cota cero en los marjales cercanos a las playas.

Respecto a la batimetría, las líneas batimétricas son paralelas a la costa pero se producen irregularidades en los alrededores de los espigones y puertos presentes.

También se pude observar en la batimetría un escalón en las playas que no presentan un perfil completo (La Llosa y Casablanca) y en la playa de Corinto ya que las líneas batimétricas son muy cercanas en los primeros metros de playa sumergida.

6. Clima marítimo y dinámica litoral

6.1. Clima marítimo

Los estudios referentes al clima marítimo se pueden encontrar en el Anejo 7 – Clima Marítimo, en el que se detalla la metodología utilizada para la determinación del régimen medio y extremal. La información para la determinación del clima marítimo ha sido extraída del estudio de Clima marítimo existente en el "Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los frentes municipales de La Llosa y Almenara (Castellón)" (Tecnomediterránea, 2017a) y de la ROM 0.3-, anejo 1 (Clima Marítimo en el Litoral Español) (M.O.P.T., 1992)

En las siguientes tablas se recogen los valores representativos del oleaje en régimen medios (Tabla 1) y extremales (Tabla 2), su periodo pico y direcciones significativas. Como se puede observar en estas tablas, las mayores alturas de olas provienen de la dirección ENE.

Dirección	Hs12 (m)	Tp (s)
NE	2.97	12.3
ENE	4.60	12.3
E	3.10	10.1
ESE	2.10	9.2
SE	1.30	8.4
SSE	1.60	10.1

Tabla 1- Estadísticos básicos de H_s en aguas profundas (Tecnomediterránea, 2017a)

Dirección	H_s (m)	T_p (s)
NE	4.34	10.6
ENE	7.87	15
E	4.07	9.7
ESE	3.06	10
SE	2.17	10.5
SSE	2.43	7

Tabla 2 - Periodos de pico asociados a las alturas de ola en régimen extremal en aguas profundas (Tecnomediterránea, 2017a)

Conocer el régimen extremal es necesario para el diseño de las estructuras de defensa costera y el régimen medio para el estudio de la dinámica litoral.

También es necesario destacar el régimen estacional, fijándose en las estaciones de invierno y otoño, cuando se producen los temporales que pueden producir efectos devastadores para el litoral, destruyendo obras de defensa costera y acelerando la erosión de las playas.

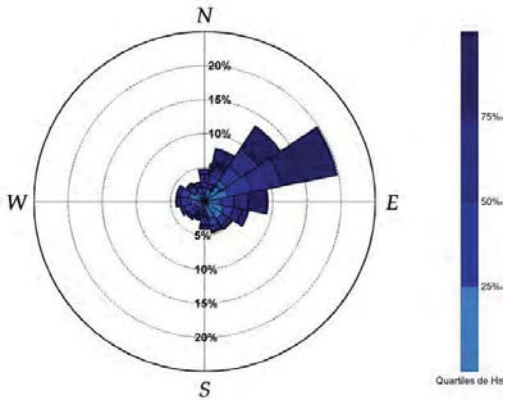

Figura 5 - Rosa de oleaje en los meses de invierno. (Tecnomediterránea, 2017a)

6.2. Dinámica litoral

Respecto a la dinámica litoral, ésta se encuentra detallada en el Anejo 9 – Dinámica litoral. Para su determinación se ha evaluado el transporte potencial de arenas y gravas extraída del "Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los frentes municipales de La Llosa y Almenara (Castellón)" para las playas de La Llosa y Almenara. También se ha calculado el volumen de transporte potencial de sedimentos en las playas de Sagunto y Canet de Berenguer siguiendo la metodología del Shore Protection Manual SPM (1984).

De los resultados obtenidos se puede concluir que en el tramo norte de la playa de Casablanca es donde se producen los mayores desequilibrios debido a la diferencia de ángulo

entre la normal a la costa y la dirección del flujo medio de energía. Esto explica que este tramo sea el más erosionado y en el que transporte de sedimentos sea mayor.

Conforme se avanza hacia el sur, la diferencia entre el ángulo normal a la costa y la dirección del flujo medio disminuye, por lo que el transporte potencial de sedimentos y erosión es menor.

En los cálculos realizados queda demostrado que el transporte de sedimentos se realiza en sentido Norte-Sur.

6.3. Unidades y subunidades morfodinámicas

La zona de estudio se encuentra en la unidad morfodinámica artificial Valencia, limitada al norte por el puerto de Castellón y al sur por el puerto de valencia. También se pueden establecer subunidades de primer orden, encontrándose en la subunidad morfodinámica artificial de primer orden Nules, situada entre los puertos de Burriana y Sagunto.

7. Descripción de la solución proyectada

A continuación, se realiza una breve descripción de las actuaciones proyectadas en el "Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los frentes municipales de La Llosa y Almenara (Castellón)" (Tecnomediterránea, 2017a).

En este proyecto se ha dividido en dos tramos la playa de Casablanca con la construcción de un espigón perpendicular a la costa de gran longitud. En el tramo norte se plantea una solución estática en la que se proyectan seis espigones perpendiculares a la costa y en el tramo sur se proyecta un aporte de gravas y recirculación del material.

En el Anejo 6 – Soluciones proyectadas, se pueden encontrar los parámetros de diseño y el dimensionamiento de las estructuras de defensa y playas.

7.1. Actuaciones en el tramo norte

Este tramo se sitúa en el norte del término municipal de Almenara y en él se propone la realización de una solución estática (Figura 6).

En el límite norte, la Gola de la Llosa, se propone la construcción de dos espigones de longitud 110 m de tramo recto y 40 de tramo quebrado hacia el sur.

En el límite sur, a 1100 m de la Gola de la Llosa, se proyecta un espigón perpendicular a la costa de 210 m de longitud en el tramo recto y 40 m de tramo quebrado hacia el sur.

Entre ambos limites, se conformarán cuatro celdas de 250,250,270 y 300 m de longitud, separadas entre sí por tres espigones rectos perpendiculares a la costa de 130, 130 y 140 m de longitud. El volumen de escollera estimado para estos espigones es de 21.700 m^3.

Además, para formar el perfil de equilibrio de la playa, se estima un aporte de 205.414 m^3 de grava procedente de préstamo de diámetro D_{50}=20mm.

Todos los espigones anteriores tendrán una anchura y cota de coronación de 5 m y +1m, respectivamente.

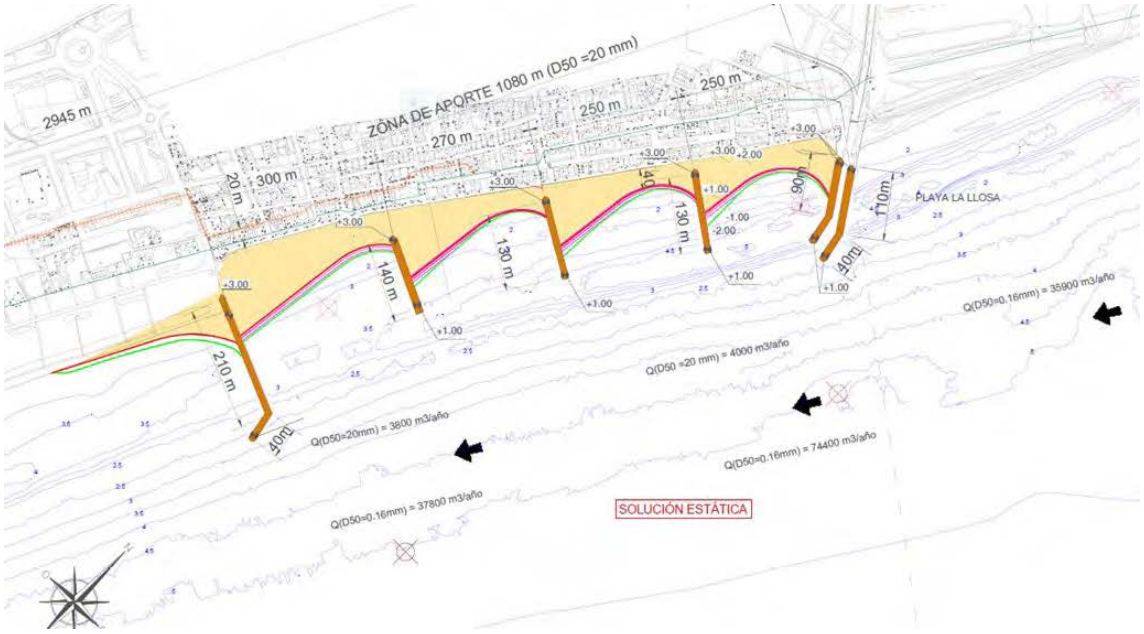

Figura 6 - Solución estática en el tramo norte (TM Almenara) (Tecnomediterránea, 2017a)

7.2. Actuaciones en el tramo sur

En este tramo se plantea una solución dinámica basada en el aporte y recirculación de material (Figura 7).

En el término municipal de Almenara, al sur del espigón de 250 m de longitud que separa ambos tramos, se propone un aporte de 50.000 m^3 de grava de diámetro D_{50}=20mm y la recirculación de este material con una periodicidad de tres años.

En el límite con el TM de Sagunto se encuentra la Gola de Queralt, donde se proyecta la construcción de dos espigones en su encauzamiento de 130 m de longitud, 80 m de tramo recto y 50 m longitud de tramo quebrado hacia el sur, respectivamente. La anchura de coronación es

de 5 m y la cota de coronación de +1 m. Para la construcción de estos espigones se estima un volumen de escollera de 21.700 m^3

Al sur de la Gola de Queralt, se proyecta un aporte de arena de 25.000 m^3 y diámetro D_{50}=0,36 mm. Una parte de este volumen de sedimento se colocará a sotamar del espigón de la gola para formar una playa apoyada y el resto será repartido en playa seca a lo largo de costa.

En les Cases de Queralt, está prevista la retirada de parte de la escollera de protección existente.

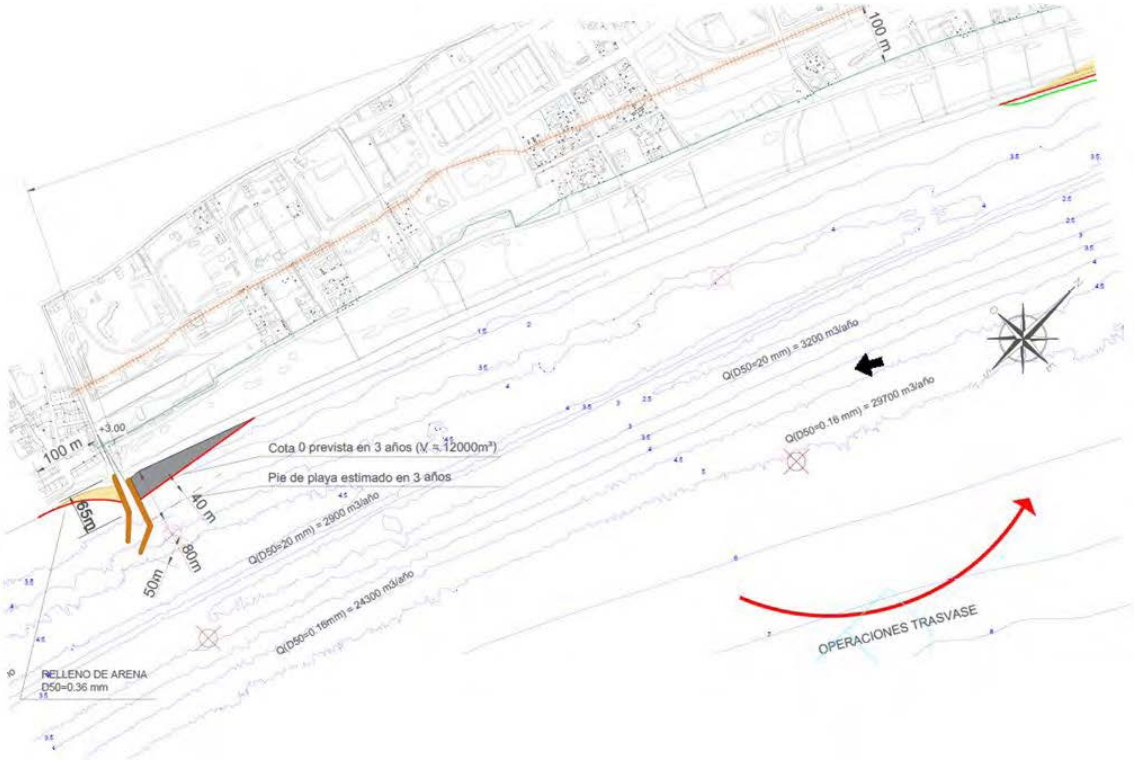

Figura 7 - Solución dinámica en el tramo sur (TM Almenara) (Tecnomediterránea, 2017a)

8. Afecciones de la solución proyectada

A continuación, se va a presentar el potencial impacto del proyecto de estabilización litoral sobre las playas ubicadas al sur de Almenara

En primer lugar se va a hacer referencia al "Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los frentes municipales de La Llosa y Almenara(Castellón)" (Tecnomediterránea, 2017b) y después se identificarán otras afecciones que no han sido recogidas en éste.

En la Resolución de 27 de junio de 2017 (BOE, 2017), de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, se formula informe de impacto ambiental de sometimiento a evaluación de impacto ambiental ordinaria del proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de La Llosa y Almenara (Castellón).

En ella, se consideraron las siguientes características del potencial impacto:

- *"Se considera insuficientemente valorado los potenciales impactos de la actuación sobre la costa, sobre la modificación de la planta de la playa y la modificación del transporte longitudinal, debiendo considerar y analizar los efectos sobre las playas ubicadas al sur de Almenara: playa de Malvarrosa, Corinto y Almardá en Sagunto, Racó de Mar en Canet de Berenguer y playa del Puerto de Sagunto.*
- *En relación con los potenciales impactos a espacios Red Natura, no está convenientemente definida la afección al LIC ES5223007 Marjal de Almenara. Se debe realizar un estudio de afecciones que incluya los elementos que motivaron la declaración del espacio Red Natura.*
- *Se considera especialmente relevante la afección directa e indirecta a comunidades vegetales presentes en la zona. Concretamente la afección a las poblaciones de la algodonosa (Otanthus maritimus).*
- *Igualmente, no está suficientemente definida la afección de repercusiones al espacio LIC Alguers de Borriana-Nules-Moncofa con existencia de Cymodocea y Posidonia.*
- *Se debería estudiar la posible afección a la calidad del agua de baño de las playas derivado del cambio del trazado de la desembocadura de las golas de la Llosa y Queralt.*
- *En el caso de que se realicen dragados, se requieren análisis y medidas para las afecciones producidas en su ejecución.*
- *No se acredita la ausencia de afección al Patrimonio arqueológico subacuático, por lo que se requiere una prospección arqueológica subacuática del área de afección para descartas posibles impactos ambientales sobre patrimonio.*
- *Entre otras cuestiones se sugiere la inclusión de soluciones no tan duras, que cuenten con espigones de dos niveles o de diques exentos y en las que la alimentación artificial que se prevea reduzca o elimine la afección sobre los hábitats.*
- *A falta de un estudio más concreto, no puede concluirse que las alternativas estudiadas cumplan con el requisito de resolver el problema de Almenara y no producir impactos en las playas al Sur.*

- *En relación con la procedencia de los materiales a emplear en el proyecto, falta detalle y concreción de tipo de material y área de extracción.*
- *Faltaría una mayor información sobre descripción y ubicación de zonas de extracción de bolos, localización de áreas previstas para la ubicación y movimientos de maquinaria en relación con las comunidades dunares que colonizan las dunas, así como ubicación de las dunas que se construirán con los materiales extraídos y el calendario de obras."*

8.1. Afecciones identificadas en el EIA

Las afecciones identificadas por el EIA y que guardan relación con el objeto de la presente memoria, son aquellas relacionadas con la circulación de sedimentos desde la playa de Casablanca (T.M. de Almenara) hacia las playas al Sur.

La construcción de los espigones en la gola de Queralt supondría una barrera total al transporte de gravas y una interrupción parcial y temporal al transporte de arenas.

Respecto al transporte de gravas, el diseño del espigón de encauzamiento de la gola de Queralt funciona como una trampa para las gravas aportadas en el tramo sur de la costa de Almenara. Así pues, el transporte longitudinal de gravas se anula en la sección a barlomar del espigón que contiene la totalidad del perfil activo de gravas. Para que este transporte quede anulado a largo plazo, aumentando el resguardo desde el perfil de gravas hasta el pie del espigón, se propone recircular el material con una periodicidad menor de 3 años.

Respecto al transporte de arenas, tras la construcción de los espigones la capacidad de transporte de arenas desde el tramo rigidizado hacia el sur se verá reducido en un 50% (Figura 8) y, tras la colmatación del dique, el volumen potencial de arenas circulante hacia la playa de Casablanca volvería a su normalidad (Figura 9).

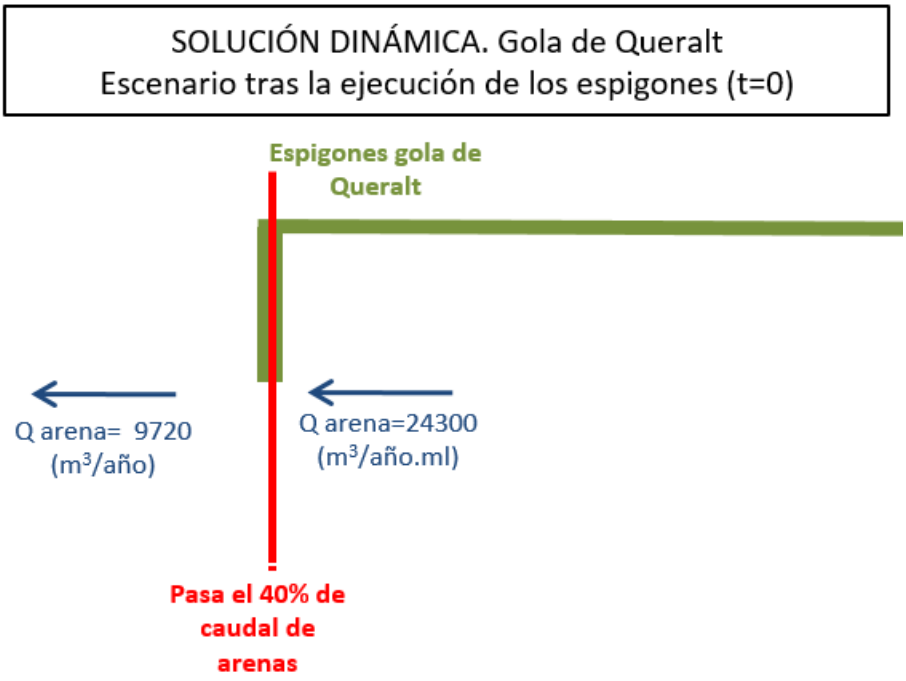

Figura 8 – Escenario del transporte de arenas (Tecnomediterránea, 2017b).

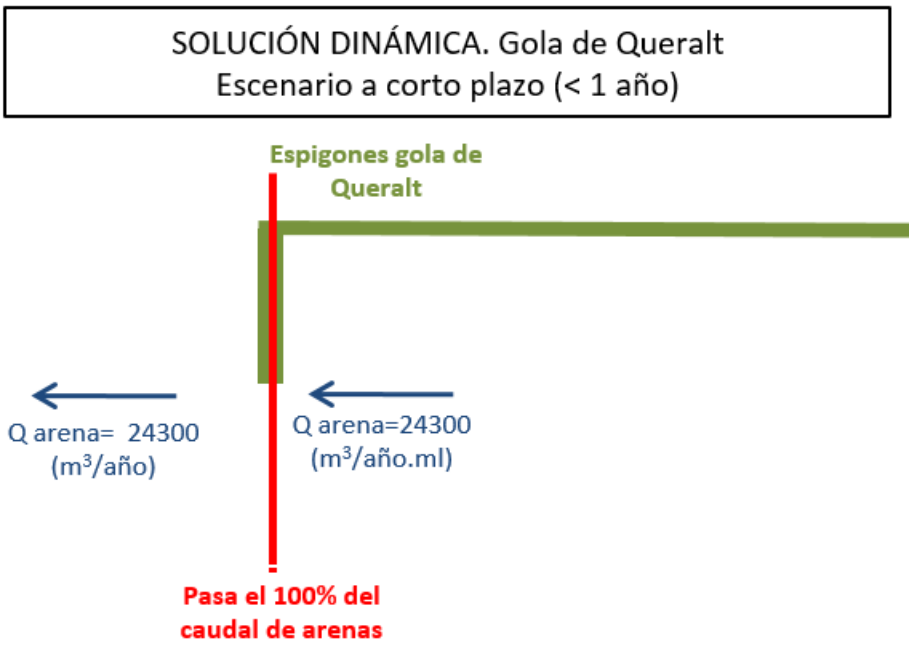

Figura 9 – Escenario del transporte de arenas (Tecnomediterránea, 2017b)

Para sustituir el aporte de gravas de las playas situadas al norte interrumpido por los espigones y la temporal interrupción de parte del transporte de arenas, en el EIA se propone realizar un aporte de arena de D50=0.36 mm en el tramo inmediatamente aguas abajo de la gola.

La ejecución de los espigones en la gola de Queralt planteada generaría las siguientes afecciones a la línea de costa en la playa de Corinto:

- Interrupción parcial de la circulación de arenas (D_{50}=0.16 mm) hacia el sur que se vería mitigado con la recarga de arenas planteada aguas debajo de la gola.
- Evitar la mezcla de sedimentos grava y arena en las playas.
- Mejorar las condiciones de abrigo frente a los temporales de componente noreste y este en las casas de Queralt.

8.1.1. Conclusiones del EIA

Se recogen las conclusiones extraídas del "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los frentes municipales de La Llosa y Almenara(Castellón)"(Tecnomediterránea, 2017b).

- "*Este proyecto es el paso necesario para abrir el proyecto que dimensione las actuaciones al sur de la gola de Queralt en la provincia de Valencia, en tanto que la dinámica litoral presente en el tramo condiciona la necesidad de conocer cuáles son los datos de salida de material procedente del norte para que este dimensionamiento pueda hacerse con las hipótesis de cálculo requeridas en los modelos representativos de esa dinámica.*
- *Al haberse tomado la decisión de mantener una playa emergida de gravas en el tramo correspondiente a la playa de Almenara, marcando la divisoria entre las playas emergidas de grava y las playas emergidas de arena en la gola de Queralt, se tiene que la longitud de las estructuras necesarias en Almenara es mucho menor y por lo tanto su efecto sobre la retención de arenas es correlativamente mucho menor.*
- *De los distintos subtramos que forman el tramo entre la gola de Queralt y el puerto de Sagunto, el único tramo significativamente influido por la actuación del presente proyecto es el tramo entre la gola de Queralt y el puerto de Canet.*
- *Para el tramo entre la gola de Queralt y el puerto de Canet, se considera que la actuación es prácticamente neutra con respecto al transporte de arena.*
- *Para este mismo tramo se considera que la actuación tiene un efecto favorable con respecto de la situación actual en la que se produce una mezcla no deseada de grava y arena.*
- *Dentro de este tramo se considera que el defecto en el transporte de gravas puede ser corregido tomando medidas precautorias tanto en las obras de primer establecimiento*

como en el proceso de recarga, recirculación y en su caso by-pass, que forma parte de la solución que el proyecto establece.

- *Se deduce que el "Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de La Llosa y Almenara", no producirá impactos adversos significativos."*

8.2. Afecciones no consideradas en el EIA

A continuación, se exponen distintos argumentos para identificar las afecciones no recogidas en el EIA.

En primer lugar, en el proyecto se supone que el tramo del litoral situado entre la gola de Queralt y el puerto deportivo de Canet es un tramo acumulativo. La realidad es que en los últimos años se ha producido una recesión en la línea de costa, erosionándose y el dique del puerto de Canet ya no supone una barrera total al transporte de sedimentos.

En segundo lugar, establece que el origen de las gravas en las playas de Sagunto y Canet de Berenguer es debido al transporte longitudinal de los sedimentos de las playas situadas al norte. Una parte de estas gravas sí que proviene de las playas al norte, pero la situación de estas playas es debido a la pérdida de arena por la erosión. Estas gravas, pues, ya estaban en estas playas, pero cubiertas por un gran volumen de arenas.

En la década de 1970, según se recoge en las hojas 28 y 29 del Plan indicativo de usos del litoral (MOP, 1976), las playas de Corinto y Almardá estaban formadas por arena fina y grava, y la playa de Canet de Berenguer por arenas finas, gravas y bolos. A partir de la década de 1980, con la construcción de Puerto Siles, el ayuntamiento de Canet comienza a retirar gravas y realizar aportes de arenas que, junto al proceso de acumulación debido a la presencia del dique del puerto, dan a lugar a una extensa playa de arena dorada.

La actual situación de las playas de Sagunto y Canet es el resultado del proceso erosivo que está ocurriendo debido, según Serra y Chapapría (2021), a efectos de la ocupación y el incremento del uso, la urbanización, la degradación y destrucción de espacios costeros, la construcción de infraestructuras portuarias y otras para el transporte terrestre y la regulación hidráulica, entre otros aspectos, que han producido la alteración de la dinámica litoral con la consiguiente modificación de las formas costeras (playas, deltas, dunas, desembocaduras…), erosiones, acumulaciones por sedimentación, cambios de perfiles, etc.

A todos estos factores, hay que añadir los efectos del cambio climático que suponen una elevación del nivel del mar de 1.5 mm/año y la mayor ocurrencia de temporales extraordinarios que intensifican los procesos de erosión y movimientos sedimentarios.

La presencia de un material de mayor tamaño en la playa provoca un cambio en el perfil de esta, aumentando la pendiente cuanto mayor es el tamaño del sedimento, lo que dificulta la accesibilidad de las playas y reduce el confort para el baño y la estancia en la playa. Así pues, la calidad de las playas ha disminuido notoriamente en los últimos años. Esto ha producido la formación de un escalón de gran tamaño que dificulta el acceso al baño.

Figura 10 – Playa de Corinto (30/7/2020). Fuente: elaboración propia.

En tercer lugar, en la gola de Queralt se produce la acumulación de sedimentos, siendo las gravas el principal problema ya que pueden bloquear las compuertas de la gola además de su difícil y costosa retirada. Si estas compuertas quedan bloqueadas, no es posible el desagüe de la marjal de Almardá y se pueden producir inundaciones en las Casas de Queralt.

Es necesario evitar la colmatación de la gola para que ésta pueda realizar su función de desagüar cuando se produzcan intensas lluvias. Cuando hay previsión de gota fría, las compuertas se abren para evitar inundaciones en la marjal de Almenara que puedan causar daños a cultivos, infraestructuras y viviendas situadas en las áreas cercanas a la marjal.

Figura 11 – Gola de Queralt (24/7/20). Fuente: elaboración propia.

En el proyecto se plantea la construcción de dos espigones para encauzar la gola con un tramo recto y otro quebrado hacia el sur. Las gravas retenidas en el espigón serían transportadas hacia mar adentro por efecto de la corriente de retorno y el oleaje con dirección NE y ENE las transportaría hacia el sur de forma que se acumulasen entre los dos espigones proyectados, pudiendo llegar a colmatar la gola de Queralt.

Figura 12 – Esquema de la corriente de retorno. Fuente: elaboración propia.

En cuarto lugar, con la ampliación de los espigones de encauzamiento de la gola de Queralt se reduce el aporte de sedimentos desde la playa de Casablanca a las playas de Sagunto. Esto es debido a que las arenas existentes en las playas de Casablanca tienen unos diámetros muy pequeños y solo se produciría el transporte de gravas. Los aportes de sedimentos para las playas de Almenara consisten únicamente en gravas, por lo que las playas que se formarían después de la actuación de estabilización estarían formadas mayoritariamente por gravas. Debido a esto, resulta difícil contemplar que se transportase un volumen suficiente de arenas para evitar la erosión de las playas al sur de la gola de Queralt.

El recrecimiento de los espigones existentes en la gola de Queralt generará efectos erosivos mayores que los que se producen actualmente en las playas de Sagunto, debido a que actualmente los espigones son de menor longitud. La erosión alcanzará latitudes menores.

Según Serra (1998), las partículas más gruesas alcanzan la línea de rompientes u ascienden por la playa, mientras que las más finas entran en suspensión con más facilidad y pueden ser transportadas mar adentro en el transcurso de un temporal.

En quinto lugar, en el proyecto se plantea la utilización de material procedente de cantera para los aportes de arena. En el proyecto no se justifica la procedencia de este material y se establece la misma procedencia de cantera para las arenas y gravas.

Las Directrices sobre Actuaciones en Playas (MITECO, 2008) establecen que hay que asegurar que el material de playa sea confortable al usuario. El objetivo principal es evitar la presencia de materiales no deseados por el usuario de la playa que reducen su confortabilidad, acceso y uso.

Cuando el material es procedente de cantera, contiene una gran cantidad de finos que puede enturbiar el agua y al no ser un árido erosionado como el procedente del fondo marino, presenta aristas que pueden resultar incómodas para los visitantes. Por estas razones, los áridos provenientes de cantera son recomendables para playas no lúdicas, caso contrario a las playas de Sagunto y Canet de Berenguer.

Por último, en el EIA se define como principal media precautoria para la afección a las playas situadas al sur a que se proceda a la inmediata redacción de un proyecto que gestione la recirculación del material del tramo gola de Queralt – puerto de Canet. La problemática de esto es el desfase temporal que tendría lugar entre la realización de las actuaciones propuestas en el proyecto de estabilización de las playas de La Llosa y Almenara y el futuro proyecto de

regeneración de las playas de Sagunto y Canet de Berenguer, sin proponer ningún seguimiento o medición de la evolución de las playas.

En la ''Estrategia de actuación del tramo de costa comprendido entre el puerto de Castellón y el puerto de Sagunto (Castellón Sur)(CEDEX, 2015) se establecen las actuaciones entre la gola de la Llosa-gola de Queralt y gola de Queralt-Puerto de Canet de Berenguer como de prioridad alta. Esto conlleva la necesidad actual y pronta de realizar la actuación. Por lo tanto, el proyecto de estabilización litoral en La Llosa y Almenara es un proyecto con una escala inadecuada que no sigue las recomendaciones de valorar los efectos sobre la unidad fisiográfica completa (Puerto de Burriana-Puerto de Sagunto).

9. Propuestas

Teniendo en cuenta las afecciones encontradas en el capítulo anterior se plantean tres propuestas de actuación.

La primera consistirá en un plan de vigilancia para las playas situadas al sur de la gola de Queralt, pertenecientes a los términos municipales de Sagunto y Canet de Berenguer.

La segunda consistirá en un cambio en la tipología en planta de los espigones proyectados en la gola de Queralt.

9.1. Propuesta de Plan de Vigilancia de la evolución de las playas de Sagunto y Canet de Berenguer

La Resolución de 8 de septiembre de 2020, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, por la que se aprueba definitivamente el "Proyecto Constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de La Llosa y Almenara (Castellón)" supone la inminente ejecución de la actuación proyectada.

Se propone por tanto un plan de vigilancia para poder conocer los efectos de la actuación de estabilización del litoral marítimo en los términos municipales de La Llosa y Almenara sobre las playas situadas al sur. La propuesta contempla la vigilancia de la evolución de las playas situadas entre la gola de Queralt y el puerto de Canet de Berenguer según el modelo Barra Perfiladora (BP), desarrollado por el Laboratorio de Puertos y Costas de la

Universidad Politécnica de Valencia (1992). En primer lugar, se describirá este método y después se definirá el programa de seguimiento de vigilancia.

Para la descripción de este plan de vigilancia se ha utilizado como guía el ''Plan de Vigilancia de la evolución de las playas al norte y sur del Puerto de Valencia en el periodo de ejecución de las obras del mismo'' (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008) proporcionado por el tutor del Trabajo de Final de Grado, D. José Cristóbal Serra Peris.

9.1.1. Objetivo de la propuesta, antecedentes y justificación

El objetivo de la propuesta es la definición del Plan de Vigilancia de la Evolución de las Playas de Sagunto y Canet de Berenguer.

Es necesario emplear un sistema de precisión para poder valorar los posibles cambios en las formas costeras y poder llegar a conclusiones precisas.

Para el seguimiento de las playas, se va a estudiar la línea de costa y el perfil batimétrico, donde se podrá observar las formas de las playas y los posibles cambios que se produzcan.

El método Barra Perfiladora (BP) se desarrolló en 1992 y ha demostrado una gran efectividad y fiabilidad en programas de vigilancia como el que se realizó en las playas al norte y sur del puerto de Valencia.

Para poder llevar a cabo este método, se emplea un pie autorregulable, barras autoflotantes de aluminio que son regulables dependiendo de la profundidad y una corona con prismas reflectantes.

Figura 13 - Elementos del método BP (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008)

La metodología consiste en el estudio de la línea cero y el perfil de la playa, que resulta en un método sencillo y sistematizado que permite conocer la evolución de las playas.

Debido a la controversia provocada por la actuación planteada en las playas de La Llosa y Almenara en la que se proyectan espigones transversales de gran longitud y un aporte de gravas de gran volumen, se considera justificado la realización de este plan de vigilancia que permita definir con exactitud la evolución de las playas de Sagunto y Canet de Berenguer para poder establecer relaciones de causa-efecto, cuantificar las posibles afecciones y plantear actuaciones para corregir los efectos en el litoral.

9.1.2. Identificación del frente litoral objeto del plan de seguimiento

El frente litoral objeto de seguimiento se define, al norte, por la gola de Queralt y al sur por el puerto de Canet de Berenguer.

Este frente litoral comprende las playas de Corinto, Almardá y Canet de Berenguer, alcanzando una longitud de 5414 m. Los límites del frente objeto del estudio están limitados por dos barreras parciales al transporte solido litoral. Se ha proyectado el espigón para que solo retenga gravas y el puerto de Canet ya no supone una barrera total al transporte debido a la gran cantidad de sedimento que se apoya sobre el dique.

9.1.3. Metodología

El equipo necesario para llevar a cabo el Método Barra Perfiladora es el siguiente:

- Embarcación de poco calado para poder aproximarse a la línea de costa. Será necesario mínimo dos tripulantes, uno para dirigir la embarcación y otro que fondeará la barra perfiladora.
- Utilización de la Barra Perfiladora para el levantamiento de los perfiles sumergidos.
- Sistema de intercomunicación entre los equipos situados en playa seca y en el mar.

La caracterización de la playa seca se establece con métodos clásicos de topografía terrestre.

También es necesaria la determinación de la Línea Cero, para lo que se utilizará el método Run-up/Run-down.

9.1.3.1. Definición de los perfiles

El primer paso para la realización del método Barra Perfiladora es establecer el número y situación de los perfiles en los que llevará a cabo el seguimiento. Para ello, es necesario el reconocimiento de las playas objeto del estudio.

Se realizarán campañas de 6 meses de seguimiento de los perfiles.

9.1.3.2. Establecimiento de las cabezas de perfil

Después de la definición de los perfiles en las playas, es necesario el establecimiento de las cabezas de perfil, que supone señalar puntos fijos en los que se apoyarán los equipos de topografía para el levantamiento de los perfiles.

Estas cabezas de perfil se sitúan en puntos no afectados por el oleaje ni posibles desplazamientos. Para su definición será necesario conocer sus coordenadas X, Y (UTM) y cota Z referida al Cero de Alicante.

El siguiente paso será definir el rumbo del perfil. A partir de las referencias tomadas se fijará el cero del ángulo horizontal, que establecerá el rumbo. El rumbo definirá la trayectoria del perfil, el cual se defina por una línea perpendicular a la costa, que en este caso será establecida por un ángulo horizontal referido al cero marcado.

9.1.3.3. Levantamiento de perfiles. Campañas batimétricas

La campaña batimétrica consiste en el levantamiento de los perfiles de la playa seca hasta sus límites naturales, el levantamiento de la playa sumergida y el levantamiento de la línea cero en el entorno de la traza del perfil.

9.1.3.4. Levantamiento de la línea cero

Se realizará el levantamiento de la línea Cero cuatro veces al año en el frente de playa donde se localiza el perfil y extendiéndolo a un frente de ±100 m. El método utilizado para este levantamiento será el de Run-up/Run-down.

9.1.3.5. Seguimiento de playas

El seguimiento de las playas consistirá en el levantamiento cuatro veces al año del perfil transversal de la playa. En este perfil se tomarán medidas de la playa, del estrán y de la playa sumergida, además de establecerse la línea cero.

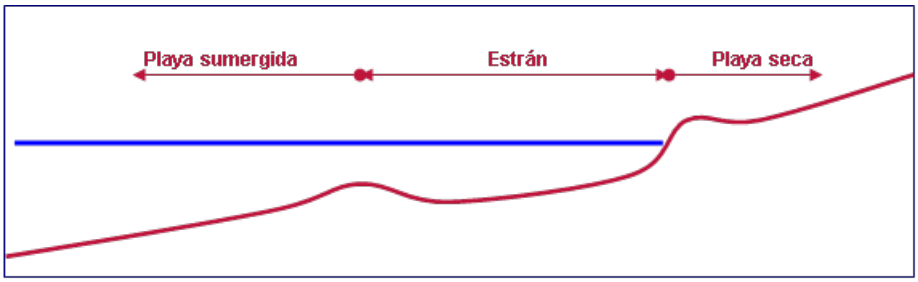

Figura 14 - Esquema de una playa (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008)

El primer paso para la realización del método Barra Perfiladora es establecer el número y situación de los perfiles en los que llevará a cabo el seguimiento. Para ello, es necesario el reconocimiento de las playas objeto del estudio.

Se realizarán campañas de 6 meses de seguimiento de los perfiles.

9.1.3.5.1. Perfil playa seca

Para el levantamiento del perfil en playa seca se utilizan técnicas de topografía terrestre. El perfil se extiende desde detrás de la cabeza de perfil y se extiende hasta el estrán. El inicio se toma siempre en un punto fijo y rígido que sea fácil de posicionar.

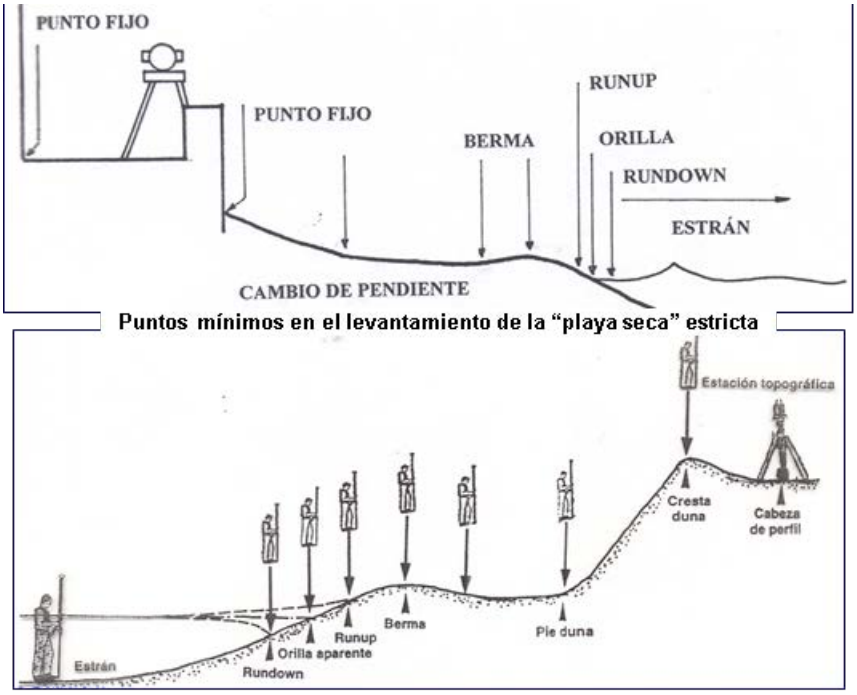

Figura 15 - Esquema de levantamiento según método BP (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008)

Los puntos característicos del perfil en los que se realizará la toma de datos son la cresta de duna, el pie de duna, bermas, run-up, orilla aparente, run-down y otras singularidades apreciables en el estrán.

9.1.3.5.2. Perfil playa sumergida

La toma de datos en la playa sumergida se realiza desde la embarcación utilizando la Barra Perfiladora a distintas profundidades. Para ello, se efectuará un camino de ida en el que se pueda detectar la presencia de barras y un camino de vuelta en el que se definirán con más detalle las barras encontradas.

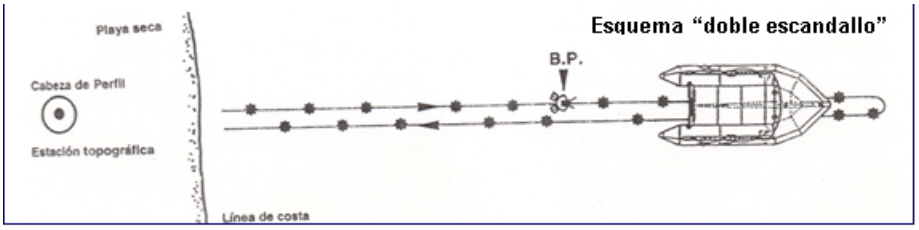

Figura 16 - Esquema de recogida de datos (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008)

El sistema de trabajo es el mismo que en la playa sumergida, se mantiene el rumbo perpendicular a la playa definido anteriormente y se establece la distancia entre la cabeza de perfil y la barra perfiladora y la profundidad con el desnivel y la altura de la barra. Se definen así los puntos a partir de una distancia y una cota.

9.1.3.5.3. Determinación de la línea cero

La línea cero se determina a partir de tres puntos en los que se medirán también las coordenadas UTM y la cota Z referida al cero de Alicante. Son los siguientes:

- Run-up. Punto de máximo alcance de la ola en la playa.
- Orilla. Punto donde se considera que se encuentra el cero en la playa.
- Run-down. Punto de máximo retroceso de la ola.

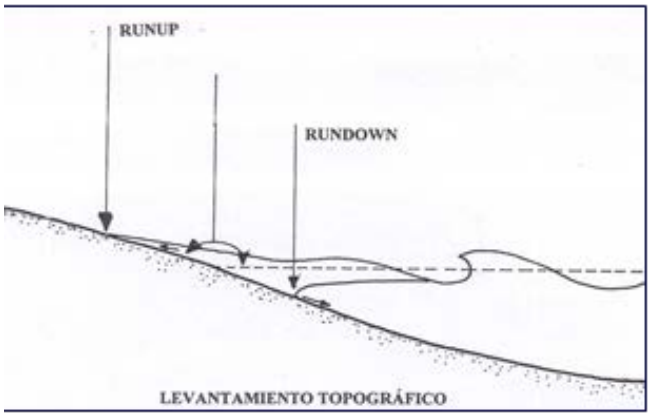

Figura 17 - Esquema de determinación de línea cero (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008)

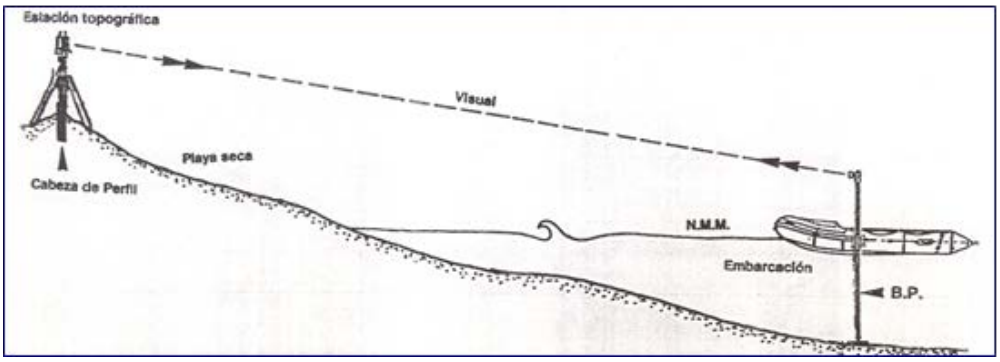

Figura 18 - Esquema de levantamiento según método BP (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008)

Después de la interpolación de estos tres puntos, se determina la línea cero real de la playa. La ventaja de este método es que se determina la línea cero con exactitud y no son necesarios trabajos de corrección posteriores.

9.1.3.5.4. Periodicidad de las campañas

La periodicidad de las campañas será de seis meses para los perfiles y la línea cero. Se realizará en los meses de abril y octubre.

El régimen de mareas un lugar concreto puede definirse como la suma de dos componentes: la marea meteorológica y la marea astronómica. La primera viene condicionada por los agentes atmosféricos (presión, viento, etc.) mientras que la segunda depende de las fuerzas de atracción gravitatoria. Para determinar el nivel de inundación, a este valor hay que sumarle la altura significante y el periodo de pico. Mediante simulaciones temporales de estas variables aleatorias y su posterior ajuste probabilístico es posible determinar los valores característicos para una determinada localización. La función de distribución de las variables se obtiene con base en los registros instrumentales disponibles, teniendo en cuenta para las simulaciones realizadas la dependencia entre las variables aleatorias.

9.1.4. Presentación de resultados

Los datos recogidos son procesados y de ellos se obtienen distintos perfiles y formas en planta que serán representados en tablas y gráficos.

Los gráficos pueden recoger los perfiles batimétricos de cada campaña y compararlos entre ellas. En estos gráficos se mostrará la cota (m) y la distancia a cabeza de perfil (m). A partir de ellos se puede identificar la forma que ha tenido la playa a lo largo del periodo de seguimiento y determinar relaciones de causa-efecto.

También se puede comprar las distintas posiciones de la línea cero en las distintas campañas de seguimiento y determinar la oscilación y evolución de las playas. Esta oscilación en las playas se evalúa comparando la distancia a cabeza de perfil (m) a la línea cero en distintas campañas de seguimiento y permite cualificar y cuantificar la evolución del frente de mar.

Por último, se realiza un trabajo de gabinete en el que se analizan las condiciones climáticas previas de la campaña que permiten conocer las condiciones del mar previas a la toma de los perfiles y comprobar la respuesta de la costa a las condiciones de clima marítimo. En este análisis también se recogen las actuaciones realizadas que puedan afectar el litoral para, por último, asignar los efectos evaluados a sus causas.

9.1.5. Plan de trabajo

A continuación, se va a proceder a definir los perfiles a realizar y los trabajos previos e iniciales.

9.1.5.1. Definición de los perfiles

El primer paso consiste en la definición de las cabezas del perfil. Se proponen cinco perfiles situados entre la gola de Queralt y la playa de Canet de Berenguer. La nomenclatura de los perfiles permite una rápida identificación de estos.

- El primero de ellos (P1 - Casas de Queralt) se sitúa a sotamar de las casas de Queralt, en la escollera de protección existente.
- El segundo perfil (P2 – Gola del Estany) se sitúa en la gola del Estany.
- El tercer perfil (P4 – Corinto Sur) se sitúa al sur de la playa de Corinto, casi en el límite con la playa de Almardá, en el inicio de la Avenida de la Marjal.
- El cuarto perfil (P4 - Almardá) se sitúa al sur de la playa de Almardá, en el inicio del paseo marítimo de Canet de Berenguer.
- El quinto perfil (P5 – Puerto) se sitúa en la playa de Canet de Berenguer, cercano al dique de Puerto Siles.

En la siguiente imagen se muestra la propuesta de perfiles en las distintas playas.

Figura 19 - Localización de los perfiles. Fuente: elaboración propia.

9.1.5.2. Trabajos previos

El siguiente paso después de definir los perfiles y su entorno de localización es llevar a cabo la materialización física sobre el terreno.

Las cabezas de perfil se sitúan en ubicaciones alejadas de la línea de costa y en un punto elevado y estable que permita la completa visión del perfil a realizar. Estas cabezas de perfil se definen por sus coordenadas UTM y los puntos cercanos elegidos que sirven como referencia para su localización.

En el presente estudio, se han ubicado estos puntos mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG). En la siguiente Tabla 3 se muestran la localización de los distintos perfiles:

Nomenclatura	**X**	**Y**
P1 - Casas de Queralt	7409429	4400624
P2 - Gola del Estany	7405826	4399602
P3 - Corinto Sur	7400974	4398156
P4 - Almardá	7398816	4396627
P5 - Puerto	7398431	4395645

Tabla 3 - Coordenadas UTM de los perfiles. Fuente: elaboración propia.

En esta fase también se realizará el levantamiento de la línea cero de todo el tramo de costa objeto del estudio. Estará limitado al norte por los espigones de la gola de Queralt y al sur por el dique del puerto de Canet.

9.1.5.3. Campaña inicial

En la campaña inicial se llevarán a cabo todos los trabajos previos que permitan la implantación del Plan de Vigilancia de la evolución de las playas del Sagunto y Canet de Berenguer. Las fases son las siguientes:

- Reconocimiento de campo y localización de las Cabezas de Perfil.
- Levantamiento topográfico de las Cabezas de Perfil y Referencias consideradas como mínimas para su identificación y localización.
- Levantamiento de la Línea Cero de las playas de Corinto, Almardá y Canet de Berenguer.
- Recopilación de datos de seguimientos anteriores de las playas de Corinto, Almardá y Canet de Berenguer.
- Diagnóstico de Corinto, Almardá y Canet de Berenguer antes del inicio de las obras de estabilización litoral en las playas de La Llosa y Almenara.
- Realización de dos campañas de perfiles batimétricos a lo largo del primer año.
- Realización de tres campañas de levantamiento de la Línea Cero, excluida la previa realizada, a lo largo del primer año.

9.1.5.4. Campaña de seguimiento

La campaña de seguimiento establece los trabajos de vigilancia de una vez finalizadas las obras de estabilización litoral de las playas de La Llosa y Almenara. Estas consisten en cuatro levantamientos anuales de la línea cero y los levantamientos de todos los perfiles 2 veces al año. Las cabezas de perfil y el establecimiento del punto de partida ya se habrían realizado en la campaña inicial, por lo que se tomarían esos datos.

Se propone la redacción de dos informes anuales. El primero se realizaría en la primera mitad del año y estaría compuesto por línea cero y perfiles, y el segundo se realizaría a final de año a partir de todas las campañas y levantamientos realizados. En estos informes se podrán detectar procesos erosivos no esperados y se propondrán medidas para su corrección.

9.1.5.5. Plazo de ejecución del Plan de vigilancia de la evolución de las playas Sagunto y Canet de Berenguer

Por último, se establece el plazo de ejecución del plan de vigilancia de la evolución de las playas Sagunto y Canet de Berenguer.

En el programa de trabajos del ''Proyecto Constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de la Llosa y Almenara'' (Tecnomediterránea, 2017a) se establece un plazo de ejecución de las obras de 12 meses.

En el Estudio de Impacto Ambiental del ''Proyecto Constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de la Llosa y Almenara'' (Tecnomediterránea, 2017b) se establece que cuando que se finalice la ejecución de los espigones de la gola de Queralt, el transporte sólido litoral del volumen de gravas se interrumpirá completamente y el volumen de arenas se verá reducido en un 50% para, al cabo de un año, restituirse completamente.

Debido a estas razones, se plantea un plan de vigilancia de cuatro años para poder observar la evolución de la playa, la posible erosión debido a la interrupción del transporte de sedimentos y si es correcta la estimación contemplada en el Estudio de Impacto Ambiental.

El plan de vigilancia queda resumido en la siguiente tabla.

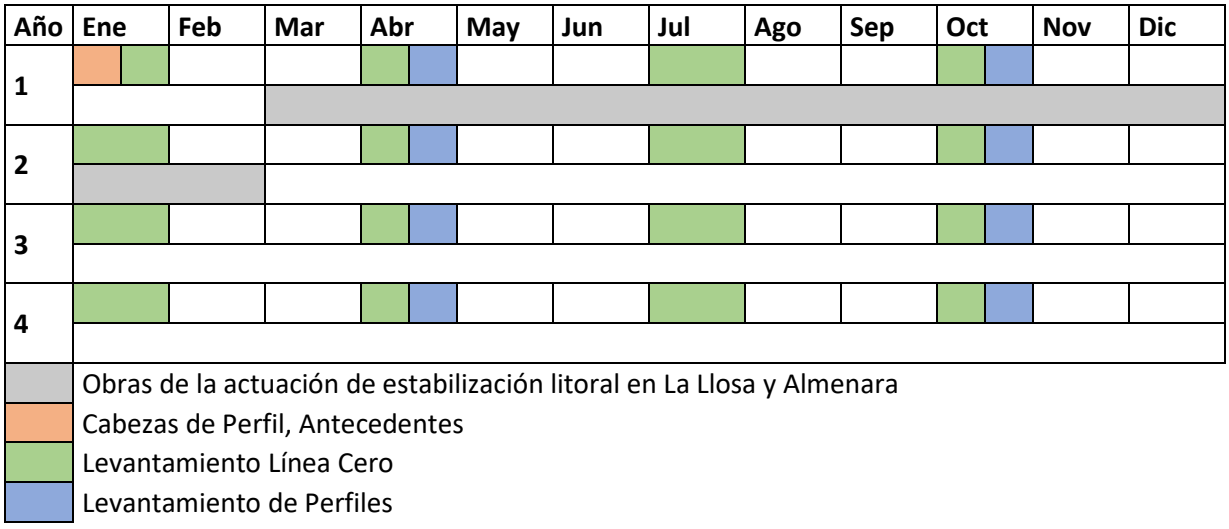

Tabla 4 - Resumen del Plan de Vigilancia. Fuente: elaboración propia.

9.1.6. Valoración económica

Se presenta a continuación la valoración económica del Plan de Vigilancia de la evolución de las playas Sagunto y Canet de Berenguer.

Para su valoración, se ha tomado como referencia el presupuesto del ''Plan de Vigilancia de la evolución de las playas al norte y sur del Puerto de Valencia en el periodo de ejecución de las obras del mismo'' (Laboratorio de Puertos y Costas, 2008).

Concepto		Valoración económica
Campaña inicial - año 1		
Implantación Cabezas de Perfil	1.490,00 €	
Levantamiento Línea Cero (4 campañas)	8.360,00 €	
Levantamiento de Perfiles (2 campañas)	10.340,00 €	
Trabajo de gabinete y edición	3.371,11 €	**23.561,11 €**

Campaña año 2		
Levantamiento Línea Cero (4 campañas)	8.360,00 €	
Levantamiento de Perfiles (2 campañas)	10.340,00 €	
Trabajo de gabinete y edición	3.371,11 €	**22.071,11 €**
Campaña año 3		
Levantamiento Línea Cero (4 campañas)	8.360,00 €	
Levantamiento de Perfiles (2 campañas)	10.340,00 €	
Trabajo de gabinete y edición	3.371,11 €	**22.071,11 €**
Campaña año 4		
Levantamiento Línea Cero (4 campañas)	8.360,00 €	
Levantamiento de Perfiles (2 campañas)	10.340,00 €	
Trabajo de gabinete y edición	3.371,11 €	**22.071,11 €**
TOTAL		**89.774,44 €**

Tabla 5 - Valoración económica. Fuente: elaboración propia.

La valoración económica asciende a **OCHENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS SETENTA EUROS Y 44 CÉNTIMOS (89.774,44 €). (IVA excluido)**

9.2. Propuesta de espigones en la gola de Queralt

Como se ha explicado en el capítulo 8.2, la propuesta planteada en el ''Proyecto Constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de la Llosa y Almenara'' (Tecnomediterránea, 2017a) de construcción de dos espigones con un tramo recto y otro quebrado hacia el sur no soluciona la problemática de la acumulación de gravas en la gola de Queralt y su colmatación (figura). Por ello, se propone un nuevo diseño en planta que sí que lo solucione.

La propuesta consiste en la construcción de dos espigones en martillo para encauzar la gola de Queralt. El primero de ellos, situado en el margen izquierdo de la gola, tendría un tramo recto y otro quebrado hacia el norte. Así, se formaría una trampa para gravas que evitaría que las gravas no pudiesen ser transportadas por la corriente de retorno y el oleaje de dirección NE y ENE y superar la barrera que es el espigón, pudiendo así colmatar la gola de Queralt o trasvasándose a las playas situadas al sur.

El segundo de ellos, situado en el margen derecho de la gola, tendría un tramo recto y otro quebrado hacia el sur. De esta forma, se evitaría el trasvase de arenas a la playa de Casablanca a la gola de Queralt. Además, el tramo quebrado hacia el sur protegería de los temporales a las edificaciones existentes ubicadas al sur de la gola de Queralt.

También sería necesaria la recirculación de las gravas depositadas a barlomar del primer espigón con un periodo que evitase que las gravas superasen la profundidad de cierre, puesto que el espigón dejaría de tener la función de trampa para gravas.

Figura 20 - Propuesta de los nuevos espigones. Fuente: elaboración propia.

El diseño y dimensionamiento de estos espigones exceden los objetivos del presente estudio de afección por lo que se llevará a cabo en un proyecto posterior.

9.2.1. Valoración económica

Para la valoración económica se ha utilizado de referencia los precios y mediciones del ''Proyecto Constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de la Llosa y Almenara'' (Tecnomediterránea, 2017a). Las mediciones se han ajustado para la ejecución únicamente de dos espigones.

VALORACIÓN PARCIAL Nº1 ESPIGONES

CÓDIGO	Ud	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE

1.1	M3	RETIRADA DE ESCOLLERA Y OTROS MATERIALES DE TODOS LOS TAMAÑOS EXISTENTES EN LA PROTECCIÓN DE LA PLAYA, PARA SU POSTERIOR REUTILIZACIÓN, INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE POR EL INTERIOR DE LA OBRA HASTA EL LUGAR DE EMPLEO, COLOCACIÓN (NO CONCERTADA) A CRITERIO DE LA DIRECCIÓN DE LA OBRA. INCLUYE CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO AUTORIZADO DEL MATERIAL SOBRANTE NO UTILIZADO.	5332	10,82	57692,24
1.2	T	ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 5 Y 6 T EN FORMACIÓN DE MANTO DE ESPIGÓN, PROCEDENTE DE CANTERA, INCLUSO EXTRACCIÓN, CARGA, TRANSPORTE HASTA EL PUNTO DE VERTIDO Y COLOCACIÓN POR MEDIOS MARÍTIMOS Y TERRESTRES.	9687,08	19,82	191997,9
1.3	T	ESCOLLERA DE PESO COMPRENDIDO ENTRE 0.5-0.6 TM PROCEDENTE DE CANTERA, EN FORMACIÓN DEL NÚCLEO DEL ESPIGÓN, INCLUSO EXTRACCIÓN, CARGA HASTA EL PUNTO DE VERTIDO, Y COLOCACIÓN CON MEDIOS MARÍTIMOS Y TERRESTRES.	691,08	14,94	10324,74
1.4	M3	ESCOLLERA CLASIFICADA DE CUALQUIER TAMAÑO Y PESO RECUPERADA DE LAS PROTECCIONES SITUADAS EN LAS INMEDIACIONES DE LA OBRA, COLOCADA EN EL NÚCLEO DE LOS ESPIGONES O EN CUALQUIER LUGAR DE LA OBRA, SIN CONCERTAR, INCLUSO EXTRACCIÓN, CARGA, TRANSPORTE HASTA EL PUNTO DE VERTIDO Y COLOCACIÓN.	1814,28	4,05	7347,834
1.5	M2	MANTO DE ESPIGONES O PROTECCIONES CONSTRUIDO CON ESCOLLERA DE TAMAÑO ADECUADO, A CRITERIO DE LA DIRECCIÓN DE OBRA, PROCEDENTE DEL MATERIAL RECUPERADO EN LAS PROTECCIONES EXISTENTES EN LAS INMEDIACIONES DE LA OBRA, CONCERTADA CON MEDIOS MARÍTIMOS Y TERRESTRES, INCLUSO CLASIFICACIÓN Y COLOCACIÓN.	625	8,5	5312,5
1.6	M3	TODOUNO DE RECEBO PROCEDENTE DE CAN TERA, INCLUIDO SUMINISTRO A OBRA, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN.	411,25	3,62	1488,725
TOTAL VALORACIÓN PARCIAL Nº1					**274.163,96 €**

VALORACIÓN PARCIAL Nº2 MEDIDAS CORRECTORAS Y VIGILANCIA AMBIENTAL

CÓDIGO	Ud	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1	Ud	ANALISIS CALIDAD AGUAS CON LA DETERMINACIÓN DE LOS SIGUIENTES PARÁMETROS: SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN TEMPERATURA, SALINIDAD, CARBONO ORGÁNICO TOTAL NITRATOS, NITRÓGENO KJELDAH, ORTOFOSFATOS, PH TRANSPARENCIA, OXÍGENO DISUELTO NITRÓGENO TOTAL, NITRITOS, FÓSFORO TOTAL, CLOROFILA A, E. COLI, E. INTESTINALES.	1	968,87	968,87
2.2	M	SUMINISTRO Y MONTAJE DE CORTINAS ANTITURBIDEZ CON FALDÓN DE 2 A 10 M. DE PROFUNDIDAD, FABRICADAS EN TEJIDO DE POLIPROPILENO REFORZADO CON FIBRA DE PET DE ALTA RESISTENCIA.	512,5	53,38	27357,25
2.3	Ud	PROSPECCIÓN MEDIANTE BUZOS DE LA ZONA. SE CONSIDERAN 2 DÍAS DE TRABAJO DE 4 BUZOS BIÓLOGOS.	1	3955,2	3955,2
2.4	Ud	CAMPAÑA TOPOBATIMÉTRICA	1	3955,2	3955,2
2.5	Ud	MEDICIÓN DE TURBIDEZ	25	160	4000
TOTAL VALORACIÓN PARCIAL Nº2					**40.236,52 €**

VALORACIÓN PARCIAL Nº3 SEGURIDAD Y SALUD

CÓDIGO	Ud	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1	Ud	PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR PARA EL ABONO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS	1	22425	22424,76
TOTAL VALORACIÓN PARCIAL Nº3					22.424,76 €

VALORACIÓN PARCIAL Nº4 GESTIÓN DE RESIDUOS

CÓDIGO	Ud	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.1	Ud	TODOUNO DE RECEBO PROCEDENTE DE CANTERA, INCLUIDO SUMINISTRO A OBRA, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN	419,3	3,62	1517,866
TOTAL VALORACIÓN PARCIAL Nº4					1.517,87 €

VALORACIÓN PARCIAL Nº5 VARIOS

CÓDIGO	Ud	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.1	Ud	CARTEL INFORMATIVO DE OBRAS SEGÚN FORMATO DEL MINISTERIO, INCLUIDO DISEÑO, MAQUETACIÓN, IMPRESIÓN, TRANSPORTE, COLOCACIÓN, CIMENTACIÓN, POSTES, TOTALMENTE INSTALADO	1	1204,8	1204,83
5.2	Ud	INSTALACIÓN DE BOYA DE SEÑALIZACIÓN DE 5 MN DE ALCANCE LUMINOSO CON TODOS SUS ELEMENTOS: LINTERNA MARINA CON DESTELLADOR, PANELES SOLARES, BATERÍA, CADENA Y MUERTO DE FONDEO, INCLUSO COLOCACIÓN EN OBRA.	1	12500	12500,38
TOTAL VALORACIÓN PARCIAL Nº5					**13.705,21 €**
TOTAL VALORACIÓN					**352.048,31 €**

La valoración económica asciende a **TRESCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL CUARENTA Y OCHO EUROS Y 31 CÉNTIMOS (352.048,31 €). (IVA excluido)**

9.3. Alimentación artificial

En el ''Proyecto Constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de la Llosa y Almenara'' (Tecnomediterránea, 2017a) se ha planteado un aporte de arenas procedente de cantera de 25.000 m^3 de arena D= 0.36 mm en el tramo aguas abajo de la gola de Queralt, T.M. de Sagunto. Parte del sedimento se emplearía en la creación de una playa a sotamar del espigón de la gola y el restante se distribuirá en playa seca en una zona determinada por el Servicio de Costas.

Como se ha comentado en el capítulo 8.2, las arenas procedentes de cantera no son aconsejables para playas de uso lúdico ya que presentan aristas y una gran cantidad de finos.

Según las Directrices sobre Actuaciones en Playas (MITECO, 2008), los áridos de nueva aportación deben tener un volumen suficiente como para ser estable de forma natural y compatibles con el medio ambiente y agentes atmosféricos como el viento. Así pues, el material con el que se realizará la alimentación artificial debe tener las mismas características que las presentes en la playa actual y un diámetro igual o mayor.

Las arenas presentes en las playas de Sagunto y Canet de Berenguer tienen un diámetro D_{50} comprendido entre los 0.20 y 0.26 mm (MITECO, 2007), por lo que las arenas a aportar tendrán un diámetro de 0.32 mm.

La procedencia de estas arenas será el yacimiento de arenas situado frente a las playas de Cullera y Sueca, a una distancia de 12 km de la costa. El yacimiento tiene un volumen de arenas explotable de 94.328.029 m^3 y se encuentran libres de contaminación por lo que se considera idóneo para la alimentación artificial. El material explotable está constituido por arenas medias, con un D_{50} promedio de 0.32 mm, de gran calidad y aptos para la regeneración de playas.

El dragado de este material se realizará con una draga de succión en marcha, la misma con la que se transportará 50 km hasta la zona de vertido en la Playa de Corinto.

El vertido se realizará mediante tuberías flotantes debido a la limitación del calado de esta embarcación. El vertido se efectuará a una distancia suficiente de la gola de Queralt para que por el efecto de la dinámica litoral sea redistribuido por las playas de Sagunto y Canet de Berenguer. El extendido y perfilado del material se realizará por medios mecánicos.

La definición de esta alimentación artificial excede los objetivos del presente estudio de afección por lo que se llevará a cabo en un proyecto posterior.

9.3.1. Valoración económica

CÓDIGO	Ud	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1	m3	DRAGADO, TRANSPORTE, BOMBEO, EXTENDIDO Y REPERFILADO DE ARENA	25000	10,05	251250
		TOTAL			**251.250,00 €**

La valoración económica asciende a **DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS (251.250,00 €).(IVA excluido)**

10. Conclusiones

En el presente documento se realiza un estudio de la afección de estabilización del litoral marítimo en las playas de La Llosa y Almenara sobre las playas situadas al sur. El estado actual de las playas situadas en el tramo de costa objeto del estudio, entre la Llosa al norte y Canet de Berenguer al sur, es el resultado de varias causas.

- Las numerosas obras de infraestructuras portuarias entre Castellón y Sagunto suponen barreras totales o parciales para el transporte de sedimentos.
- La ocupación y urbanización del frente litoral que se ha producido desde mediados del siglo pasado. Esto ha contribuido a la destrucción de dunas y depósitos de arena.
- La regulación hidráulica en los ríos provocada por los embalses y regadíos. En los embalses se acumulan sedimentos y actúan como barreras al transporte sedimentario.
- Obras de protección costera con una visión local y no global como espigones transversales y escolleras de protección que han amplificado el problema y fragmentado el litoral.
- Falta de inversión, planificación y seguimiento.
- Los efectos del cambio climático.

Después del estudio de la actuación de estabilización del litoral marítimo en las playas de la Llosa y Almenara, se han identificado las siguientes afecciones:

- Recesión en la línea de costa en los últimos años, con un importante fenómeno de erosión. El puerto de Canet ya no supone una barrera total al transporte de sedimentos.
- Pérdida de arenas en las playas de Sagunto y Canet de. Las gravas ya estaban en estas playas, pero cubiertas por un gran volumen de arenas.
- Colmatación de la gola de Queralt. Las gravas retenidas en el espigón serían transportadas hacia mar adentro por efecto de la corriente de retorno y el oleaje con dirección NE y ENE las transportaría hacia el sur.
- Amplificación de los efectos erosivos en las playas al sur de la gola de Queralt por el aumento de la longitud de sus espigones.
- Utilización de material procedente de cantera para los aportes de arena, recomendables para playas no lúdicas, caso contrario a las playas de Sagunto y Canet de Berenguer.
- Desfase temporal entre las realizaciones de las actuaciones de estabilización de las playas de la Llosa y Almenara y el futuro proyecto de regeneración de las playas de Sagunto y Canet de Berenguer, sin proponer ningún seguimiento o medición de la evolución de las playas.
- Proyecto con una escala inadecuada que no sigue las recomendaciones de valorar los efectos sobre la unidad fisiográfica completa (Puerto de Burriana-Puerto de Sagunto)

Se proponen las siguientes actuaciones:

- “Plan de Vigilancia de la Evolución de las playas de Sagunto y Canet de Berenguer”. Se plantea un plan de vigilancia de 4 años para poder observar la evolución de la playa durante y después de la actuación de estabilización litoral en las Playas de La Llosa y Almenara
- “Propuesta de espigones en la gola de Queralt”. Se propone un nuevo diseño en planta que solucione la problemática existente, con dos espigones en martillo para encauzar la gola de Queralt.
- “Alimentación artificial”. Se plantea la utilización de arenas provenientes de un yacimiento marino.

11. Bibliografía

CEDEX, 2015. Estrategia de actuación del tramo de costa comprendido entre el puerto de Castellón y el puerto de Sagunto (Castellón sur).

Google Earth Pro, 2021.

IGME, 1980. Cartografía geológica hoja 668. Serie Magna 50. Escala 1:50.000.

Laboratorio de Puertos y Costas, U., 2008. Propuesta de Plan de Vigilancia de la evolución de las playas al norte y sur del puerto de Valencia en el periodo de ejecución de las obras del mismo.

M.O.P.T., 1992. ROM 0.3-91. Oleaje. Anejo 1. Clima Marítimo en el Litoral Español.

MITECO, 2010. Ecocartografía de Castellón [WWW Document]. URL https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/ecocartografia-castellon.aspx (accessed 4.19.21).

MITECO, 2008. Directrices sobre actuaciones en playa.

MITECO, 2007. Ecocartografía de Valencia [WWW Document]. URL https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/ecocartografia-valencia.aspx (accessed 4.19.21).

MOP, 1976. Plan indicativo de usos del litoral.

Serra, J.C., 1998. Apuntes de ingeniería de costas : volumen I. Introducción y bases teóricas.

Serra, J.C., Chapapría, V.E., 2021. Opinión | “¿Qué hacemos con nuestras costas?”. Por Vicent Esteban Chapapría y José Serra Peris - Valencia Plaza.

Tecnomediterránea, S.L., 2017a. Proyecto Constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de la LLosa y Almenara.

Tecnomediterránea, S.L., 2017b. “Proyecto constructivo que permita estabilizar el frente litoral en los términos municipales de La Llosa y Almenara (Castellón)”.ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

A. Anexo a la memoria. Objetivos de desarrollo sostenible

Relación del TFG "Estudio de la afección sobre las playas de los términos municipales de Sagunto y Canet de Berenguer de la actuación de estabilización del litoral marítimo en los términos municipales de La Llosa y Almenara. Provincia de Valencia" con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	**Alto**	**Medio**	**Bajo**	**No Procede**
Fin de la pobreza.				X
Hambre cero.				X
Salud y bienestar.				X
Educación de calidad.				X
Igualdad de género.				X
Agua limpia y saneamiento.				X
Energía asequible y no contaminante.				X
Trabajo decente y crecimiento económico.				X
Industria, innovación e infraestructuras.	X			
Reducción de las desigualdades.				X
Ciudades y comunidades sostenibles.	X			
Producción y consumo responsables.				X
Acción por el clima.	X			
Vida submarina.	X			
Vida de ecosistemas terrestres.				X
Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
Alianzas para lograr objetivos.	X			

Tabla 6 - Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

A continuación, se describen los Objetivos y metas de desarrollo sostenible. (UN, 2015) y su relación con el presente trabajo.

ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.

Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. Se propone la construcción de espigones que impedirán la acumulación de gravas en las golas de la zona, permitiendo así el desagüe de la marjal de Almardá para evitar inundaciones. También, estos espigones se diseñarán de forma que se asegure la estabilidad a largo plazo de las playas existentes.

ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.

Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. El litoral de la zona de estudio sufre un fuerte proceso erosivo. Anualmente se producen temporales que afectan a los núcleos poblacionales costeros y que

requieren de obras de emergencia para reconstruir las zonas afectadas. Con la realización de esta actuación, se da una solución a largo plazo a los efectos de los temporales y se frenan los procesos erosivos de las playas.

ODS 13. Acción por el clima.

Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. El cambio climático es una amenaza medioambiental que, en el caso del litoral, provocará un aumento del nivel del mar que supondrá el retroceso de las playas y la alteración de la dinámica litoral. En esta actuación se deben de tener en cuenta estos futuros efectos para asegurar la sostenibilidad de las playas a largo plazo. El seguimiento de las playas permitirá identificar los efectos del cambio climático y

ODS 14. Vida submarina.

Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible. Es necesario llevar a cabo estas actuaciones identificando los posibles impactos negativos en la vida submarina, mitigándolos y estableciendo medidas correctoras y compensatorias.

ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.

El litoral se divide en unidades morfodinámicas por lo que es necesaria la coordinación y compromiso del desarrollo sostenible de todas las autoridades competentes: Dirección General, MITECO, demarcaciones de costas y ayuntamientos.