



Universidad Politécnica de Valencia



Escuela técnica superior de ingenieros
de caminos, canales y puertos

Grado en Ingeniería Civil
Curso 2015-2016

Trabajo de Final de Grado

Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta alternativa “Bomba de Arena” (T.M. Valencia)

Tutor:

Serra Peris, José Cristóbal

Cotutor:

Esteban Chapapría, Vicent De

Autor:

Martí Nicolás , Sergio

Documento nº1 Memoria

- Anejo nº 1 : Situación Actual

- Anejo nº 2 : Geología y Geotecnia

- Anejo nº 3: Batimetría y planimetría

- Anejo nº 4: Climatología

- Anejo nº 5 : Clima Marítimo y Dinámica litoral

- Anejo nº 6 : Deslinde

- Anejo nº 7 : Estudio Fotográfico

- Anejo nº 8 : Estudio de Soluciones

- Anejo nº 9 : Características Alternativa

- Anejo nº 10 : Procedencia del material

- Anejo nº 11 : Programa de trabajos

- Anejo nº 12 : Replanteo

Documento nº 2 Planos

- Plano nº 1 : Localización
- Plano nº2 : Batimetría
- Plano nº3 : Situación actual
- Plano nº4 : Replanteo
- Plano nº 5: Solución
- Plano nº6 : Solución 1.1
- Plano nº7 : Puntos de vertido

Documento nº 3 Presupuesto

- Mediciones
- Cuadro de precios nº1
- Cuadro de precios nº2
- Presupuesto
- Resumen del presupuesto



DOCUMENTO N°1: MEMORIA



ÍNDICE:

1. OBJETO DEL PROYECTO BÁSICO

2. OBJETO DE LA MEMORIA

3. EMPLAZAMIENTO

4. INFORMACIÓN GENERAL
 - 4.1 ANTECEDENTES
 - 4.2 ESTADO ACTUAL
 - 4.3 ESTUDIO FOTOGRÁFICO

5. ESTUDIOS PREVIOS
 - 5.1 BATIMETRÍA Y PLANIMETRIA
 - 5.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 - 5.3 CLIMATOLOGÍA
 - 5.4 CLIMA MARÍTIMO Y DINÁMICA LITORAL
 - 5.5 DESLINDE



6. PROBLEMÁTICA Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
7. CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN
8. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES
9. REPLANTEO
10. PROCESO CONSTRUCTIVO Y PROGRAMA DE TRABAJOS
11. PRESUPUESTO
12. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO
13. CONCLUSIÓN

1. OBJETO DEL PROYECTO BÁSICO

El presente proyecto básico, “Proyecto básico de acondicionamiento de la fachada litoral de la playa de la Garrofera. Propuesta alternativa “Bomba de Arena”. (T.M. Valencia)” el cual tiene por objeto servir como Trabajo de final de grado, referente al Grado de Ingeniería Civil. Dicho proyecto ha sido realizado por: Martí Nicolás, Sergio.

Dicho proyecto tiene como objetivos principales:

- Recuperar la línea de costa, la cual está sometida a una fuerte erosión provocando la regresión del tramo en cuestión.
- Proponer y estudiar las posibles alternativas para la recuperación de la línea de costa.
- Conseguir mediante la alternativa escogida, estabilidad frente a la dinámica litoral y protección frente a temporales.

Para ello se realizará una alimentación artificial de gran envergadura, con el fin de conseguir la regeneración de la playa y dotarle de una vida útil de larga duración.



2. OBJETO DE LA MEMORIA

El objeto de la Memoria, lo que constituye el Documento nº1 de dicho proyecto básico es la realización de una descripción que comprenda la problemática actual de la zona, de las alternativas planteadas y sus limitaciones y finalmente el desarrollo de la alternativa escogida.

Dicho proyecto básico contiene una parte realizada conjuntamente con dos compañeros más: Eduardo Valero Castilla y Marcos Tudela Vicent, en concreto, del Anejo 1 al Anejo 7. Y una segunda parte, la cual desarrolla posibles soluciones a la problemática de la zona, realizada de manera individual.

La parte desarrollada individualmente y objeto de dicha memoria es la correspondiente a la propuesta alternativa “Bomba de Arena”.

3. EMPLAZAMIENTO

La playa de la Garrofera pertenece en su totalidad al término municipal de Valencia, Comunidad Valenciana,.

Se encuentra a una distancia de aproximadamente 9 Km al sur de Valencia y además está integrada dentro del Parque Natural de la Albufera.

Concretamente se encuentra entre la playa de El Saler , con la que limita al norte y con la Gola de Puchol al sur. La playa de la Garrofera tiene una longitud de 2700 metros de arena fina y está situada frente a la urbanización la Casbah.

En la siguiente figura se muestra una imagen de la zona de actuación.

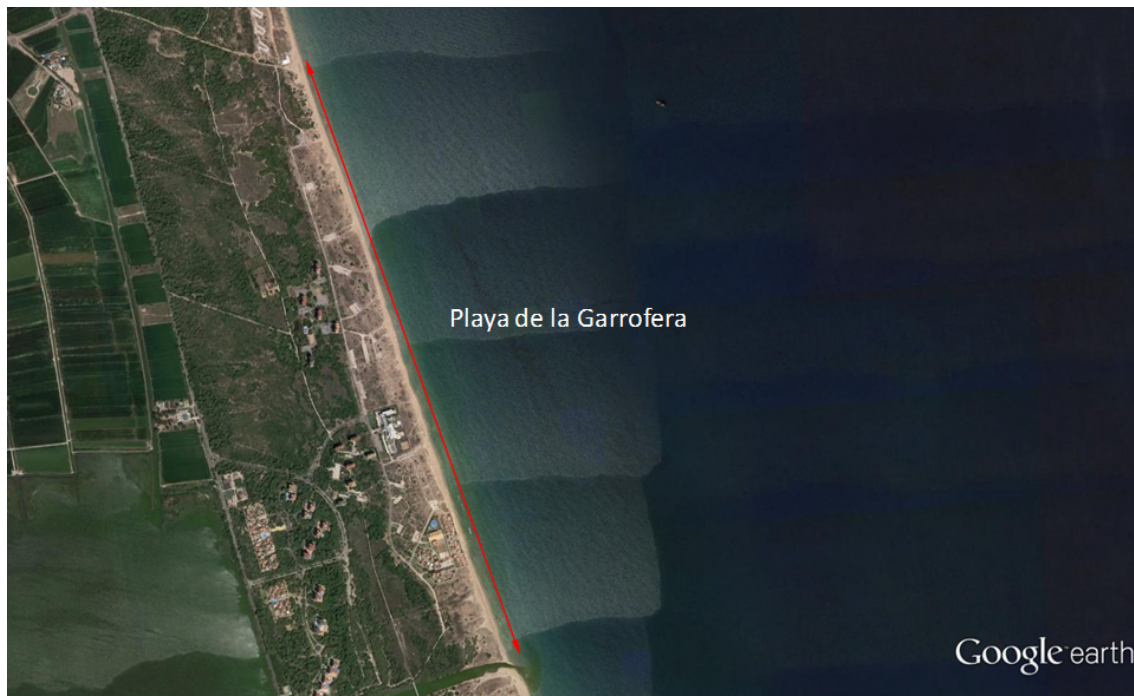


Figura 1: Playa de la Garrofera



Figura 2 : Playa de la Garrofera y playa de El Saler

En el Anejo n°1 de dicho proyecto básico, se puede consultar de una manera más detallada la información acerca de la zona y como acceder a ella mediante los distintos medios de transporte posibles, como automóviles, autobús o incluso mediante bicicleta.

4. INFORMACIÓN GENERAL

A continuación se expone la recopilación de información actual y anterior a la zona de actuación para obtener un conocimiento más preciso sobre la problemática presente que nos permita plantear una solución óptima.

4.1 ANTECEDENTES

Todo lo referente a los antecedentes de la zona se ha analizado en el Anejo nº1 del proyecto, en el cual se especifican las actuaciones realizadas hasta la fecha en lo que al estado de la playa y alrededores se refiere. En dicho Anejo se expone una de las principales causas de la evolución de la línea costera, el Puerto de Valencia, el cual se encuentra situado al norte de la zona afectada.

También están detalladas las últimas actuaciones en cuanto a regeneración de playa se refiere, siendo la última en el año 2013 después de que dos grandes embarcaciones quedaran encalladas a escasos metros de la costa.

4.2 ESTADO ACTUAL

Tal y como se expone en el Anejo nº1, la playa de la Garrofera hace una década contaba con aproximadamente 40 metros de anchura de playa seca, sin embargo, conforme ha transcurrido el tiempo, la línea de costa ha retrocedido. Además, las últimas aportaciones de material fueron realizadas para paliar los daños provocados por el encallamiento de las embarcaciones mencionadas anteriormente, no se dotó a la playa con más material del que había perdido por dicha acción.

Actualmente presenta 17 metros de anchura de playa seca y se encuentra en regresión debido a que el aporte de material sedimentario se ha visto reducido muy considerablemente.

4.3 ESTUDIO FOTOGRÁFICO

Se llevaron a cabo diversas visitas a la zona en cuestión con el fin de realizar un estudio fotográfico de manera que se recogiera la situación actual y problemática existente mediante imágenes.

Dicho estudio fotográfico se encuentra detallado en el Anejo nº 7: “Estudio Fotográfico”, el cual permite realizar un análisis e identificación de los problemas presentes en la playa de La Garrofera.

Se adjuntan diversas fotografías realizadas en la visita de campo.



Figura 3: Anchura playa de la Garrofera



Figura 4: Anchura playa de la Garrofera



En las figuras adjuntadas se observa la escasa anchura de playa (17 metros) y la proximidad existente entre el muro de la urbanización y el mar. Se puede apreciar la fuerte erosión de la línea de costa y el posible riesgo de afección a la urbanización en época de temporales.

5. ESTUDIOS PREVIOS

A continuación se exponen los estudios previos necesarios para el conocimiento de la zona desde el punto de vista ingenieril, de manera que se pueda plantear y desarrollar una solución que cumpla con todas las especificaciones impuestas por dicha información recabada en los siguientes estudios y ejecutarla.

5.1 BATIMETRÍA Y PLANIMETRÍA

En el Anejo n.º 3 “Batimetría y Planimetría” se describe lo correspondiente a la batimetría de la zona y presenta un plano de aclaración en el que se pueden apreciar la información necesaria con respecto a las cotas de las profundidades del mar.

También se pueden consultar en el Plano n.º 2 correspondiente al Documento n.º 2 del proyecto básico en cuestión.

5.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En cuanto a la geología y geotecnia de la zona de la Garrofera y el Saler, se puede consultar la información en el Anejo n.º 2 “Geología y Geotecnia” donde figuran los estudios realizados sobre la zona en la que discurrirán las actuaciones.

Tal y como se define en el anejo correspondiente, en la zona de la playa se encuentran arenas finas silíceas lavadas, mientras que en la zona del interior se pueden encontrar arcillas y limos.

La topografía es sensiblemente horizontal, y las pendientes no son superiores al 5 por ciento en ninguno de los casos.

El área es totalmente estable, tanto naturalmente como bajo la acción del hombre, puesto que la capacidad portante está clasificada como media/alta.

5.3 CLIMATOLOGÍA

Las características climáticas de la zona de actuación son las correspondientes a la ciudad de Valencia, y todas ellas se pueden consultar en el Anejo nº 4 “Climatología”.

Dicho anejo contempla datos referentes a la temperatura media anual la cual es de 17,6 grados centígrados. Las precipitaciones alcanzan su máximo en la estación otoñal, por lo que los posibles temporales se producen en dicha época, las mínimas se producen en las estaciones de primavera y verano. En lo que a nieve se refiere, en la zona de actuación es muy inusual con un periodo de retorno de entre 10 y 15 años.

El clima mediterráneo es el que impera en Valencia y por lo tanto en la zona de actuación.

Por lo tanto, la época de primavera es la más indicada para realizar operaciones en la zona de actuación, puesto que en la época estival existe una gran afluencia de personas.

5.4 CLIMA MARÍTIMO Y DINÁMICA LITORAL

Los estudios realizados referentes al clima marítimo y dinámica litoral están presentes en el Anejo nº 5, en el cual se exponen todos los factores influyentes o condicionantes de los procesos en el litoral.

Los factores o agentes climáticos destacados en el anejo son el oleaje, el régimen de vientos y las corrientes.

En cuanto a los oleajes de carácter general se ha determinado dicho anejo una altura de ola media inferior a 1 metro, a lo largo del año predominan situaciones de baja energía. Durante el otoño e invierno es cuando más probabilidades hay de que se den situaciones de alta energía.

La dirección predominante de los vientos es Oeste y alcanzan una velocidad media anual aproximada de 8 m/s, sin embargo en la época estival, los vientos rolan hacia las direcciones de componente Este.

Estos factores climáticos son fundamentales para determinar la dinámica litoral. El transporte sólido litoral transcurre en dirección Norte-Sur y la zona de actuación está situada al sur del puerto de Valencia, lo que supone ser una barrera al transporte de sedimentos el cual es 65.000 m³/año en dicha dirección.

5.5 DESLINDE

El deslinde está descrito en el Anejo nº 6, el cual aporta la información acerca del Dominio Público Marítimo Terrestre puesto que debe sentar las bases con el objeto de promover una protección eficaz sobre la costa y dominio privado.

En dicho anejo se puede encontrar de manera detallada las delimitaciones de la zona de actuación.

6. PROBLEMÁTICA Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En el Anejo nº1 “Situación Inicial” se ha expuesto la problemática de la zona de actuación y sus causas principales.

En primer lugar y como se ha mencionado anteriormente, la zona de actuación está situada al sur del puerto de Valencia y puesto que el transporte de sedimentos es dirección Norte-Sur, el puerto supone una barrera total de sedimentos para la playa de la Garrofera y por ello la playa se encuentra en regresión, puesto que no recibe el sedimento suficiente para soportar los temporales y oleajes de alta energía.

En segundo lugar, dicha alteración de la dinámica litoral afecta también a los fondos marinos y en concreto a especies retenedoras de material, lo que aún provoca mayor erosión en la playa.

Además como se ha expuesto en el Anejo nº5 “Clima marítimo y dinámica litoral” , con respecto a la sedimentología, también se ve afectada por la falta de aportación de sedimentos por parte de los ríos provocada por la construcción de presas.

Por todas estas causas, la playa se encuentra en recesión constante, habiendo actualmente en la zona de actuación 17 metros de playa seca, siendo entre 45-55 metros el rango generalmente estipulado. Además, hay riesgo existente de daños a las infraestructuras cercanas a la playa, como la urbanización La Casbah.



Por todo ello, se ha decidido estudiar una serie de alternativas que traten de solucionar dichos problemas. Este estudio de soluciones está detallado en el Anejo nº 8 “Estudio de soluciones”, en el cual se exponen una serie de actuaciones propuestas sometidas a un análisis multicriterio de funcionalidad, estética, impacto ambiental y coste.

Las actuaciones estudiadas han sido, entre otras:

La construcción de espigones transversales a la costa, la cual fue descartada puesto que no hay suficiente transporte de sedimentos para ser captados por las obras y además, dividía la playa en tramos generando incomodidad en los usuarios de la misma.

Otras actuaciones planteadas fueron, la construcción de diques exentos emergidos, alternativa descartada por la afección estética que suponía. Y la construcción de diques exentos sumergidos, la cual fue descartada también puesto que se pretende dar una mayor funcionalidad en términos de vida útil.

Finalmente en función de la valoración final, la alternativa escogida ha sido la regeneración de la fachada litoral mediante alimentación artificial.

7. CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN

Las características de la alternativa escogida como solución están descritas en el Anejo nº 9 “Características de la Alternativa”.

La propuesta de dicha alternativa recibe el nombre de “Bomba de Arena” y consiste en aportar un volumen muy elevado de material similar o mayor al presente actualmente en la playa. Dicho volumen será mayor del necesario y requerido para la regeneración, para de esta manera, dotarle de una duración de largo plazo.

Puesto que se conoce el valor anual aproximado de transporte de sólido litoral correspondiente a 65.000 m³/año dirección Norte-Sur, el cual se ha descrito en el Anejo nº 5 “Clima marítimo y dinámica litoral”, se ha obtenido el volumen necesario para darle una vida útil a dicha solución de 15 años aproximadamente, el cual equivale a 1.000.000 m³, descrito en el Anejo nº9 “Características de la Alternativa”.



Por lo tanto, la solución consiste en localizar un yacimiento marino de material que cumpla las características exigidas por las condiciones de la playa, las cuales consisten en tener un diámetro medio D_{50} mayor o igual que el presente en la misma actualmente y sea material libre de bacterias y contaminantes.

Una vez localizado el lugar de extracción, dragar el material mediante una draga de gran capacidad de cántara, denominadas dragas Jumbo, de las cuales existen pocas unidades en el mercado, que me permita realizar las operación de extracción y transporte de la cantidad requerida en el menor tiempo posible.

La draga Jumbo empleada tiene una capacidad de cántara de 30.500 m³ y una capacidad de transporte en carga máxima de 12 nudos.

Posteriormente, realizar el vertido a lo largo de la costa, repartido equitativamente en tres puntos de la zona mediante el conocimiento de sus coordenadas, las cuales figuran en el Anejo n° 12 “Replanteo”.

El calado de la draga empleada es de 13 metros, por ello según la descripción del Anejo n° 3 “Batimetría y planimetría”, la draga deberá realizar el vertido desde una distancia a la línea de costa de 1500 metros mediante tuberías flotantes asistidas por pontonas para un correcto vertido.

Finalmente una vez se vayan completando los acopios de material, realizar la extensión de una parte del material depositado, en concreto del 25% del total, puesto que sería la cantidad suficiente para la recuperación de anchura de la playa seca. La extensión se realizará mediante maquinaria específica y devolviéndole su estado natural para el disfrute de los usuarios.

De esta manera, se realiza el acondicionamiento de la fachada litoral de la playa y se le dotará de suficiente sedimento adicional para afrontar la erosión de la línea de costa durante la duración contemplada en el proyecto y se eliminan los posibles riesgos a los que se encontraban expuestas las infraestructuras cercanas. Además el tiempo de duración de la obra no afectará al periodo estival y por tanto, a los usuarios.

8. PROCEDENCIA DE MATERIALES

El lugar de procedencia de los materiales corresponde a un yacimiento marino situado frente a las costas de Cullera, a 10 km mar adentro, el cual presenta una profundidad de entre 60-80 metros y un volumen de material aproximado de 90 millones de m³.

Dicho yacimiento está dividido en áreas de la A a la E, según la cantidad de material similar y el porcentaje de finos. En este caso, se extraerán del área C, la cual se encuentra a una distancia de 25 km del lugar de vertido y cumple con las características exigidas para su utilización.

El material existente en el área corresponde a arena fina con un diámetro medio $D_{50} = 0,32$ mm, el cual es superior al actual en la playa de 0,25 mm y no presenta contaminación.

Toda la información referente a la procedencia del material está recogida en el Anejo n° 10 "PROCEDENCIA DE MATERIALES".

La draga acudirá a la zona de extracción del material mediante el conocimiento de las coordenadas exactas.

Finalmente se adjunta una imagen de dicho yacimiento.

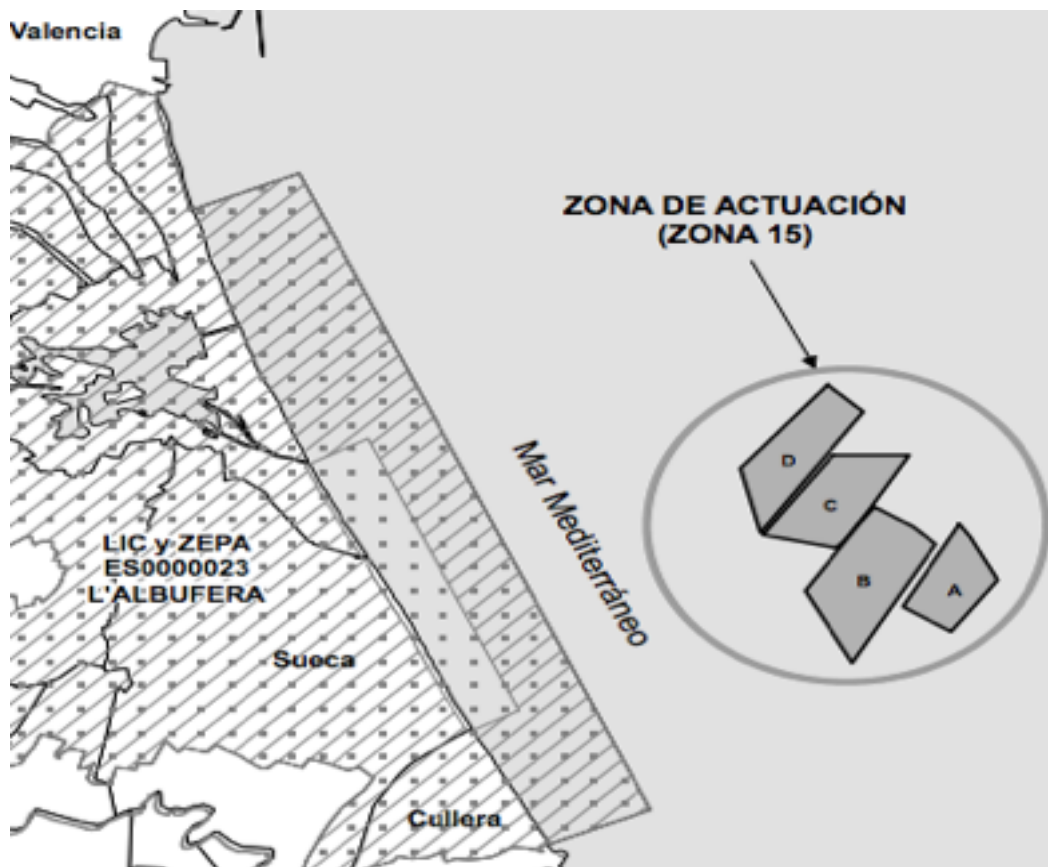


Figura 5: Yacimiento de material a dragar



9. REPLANTEO

En el Anejo n°12 “REPLANTEO” , donde se exponen las bases de replanteo correspondientes a los 3 puntos donde se realizarán los acopios del material dragado.

Dichas bases de replanteo se basan en la señalización de las zonas de vertido mediante el conocimiento de las coordenadas de dichos puntos.

Es fundamental una correcta señalización, para que la pontona sobre la que descansa la tubería de descarga de material, se sitúe correctamente frente a la zona concreta de deposición del material.

10. PROCEDIMIENTO Y PROGRAMA DE TRABAJOS

Todas las actuaciones realizadas en cuanto al proceso llevado a cabo y el programa de trabajos está contemplado en el Anejo n° 11 “PROGRAMA DE TRABAJOS”.

Como se ha expuesto anteriormente, la época más indicada para realizar las obras es en primavera, las cuales consistirán en diversas actuaciones.

En primer lugar se realizarán las operaciones previas relativas al replanteo, vallado perimetral de la zona y señalización marítima y terrestre. La señalización marítima se realiza mediante boyas cardinales con iluminación para trabajos nocturnos, dispuestas a lo largo de la zona de actuación, impidiendo así la circulación de embarcaciones cercanas a la Playa de la Garrofera y el Saler. Se impide el paso a la playa de El Saler también, puesto que se ha considerado un volumen de material suficiente para incluir en la actuación a ambas playas.

Una vez realizadas dichas operaciones, se procede al dragado, transporte y vertido del material, efectuando tal proceso las veces necesarias hasta concluir los tres acopios de manera completa.

El extendido se realiza de una parte del material aportado (25% del total), puesto que el resto se dejará acumulado para que la propia dinámica litoral desplace el material en dirección sur conforme transcurran los años.



Dicha operación de extendido comenzará cuando se haya completado el primer acopio.

Simultáneamente la draga comenzará a verter el material sobre el segundo punto de vertido estipulado y no se comenzará su extensión hasta que finalice el vertido, la misma operación se repite en el tercer acopio.

Una vez haya finalizado el tercer acopio, ya no serán necesarios más trabajos de la draga, por lo que se retirará la señalización marítima.

Para la extensión del material se emplearán 3 palas cargadoras de gran capacidad, una para cada acopio.

La extensión del material tiene una duración mayor que los trabajos de dragado y vertido, por lo que las palas seguirán extendiendo el material hasta completar la operación.

Una vez finalizadas dichas actuaciones, se procederá a la retirada de la señalización terrestre y vallado perimetral permitiendo el acceso de usuarios a la playa.

Como consideraciones cabe destacar que la draga trabajará las 24 horas del día , los 7 días de la semana hasta completar los trabajos puesto que los factores climáticos lo permiten en dicha época del año.

Según el diagrama de Gantt realizado en base a los rendimientos de las máquinas y la duración estimada de las operaciones previas contempladas en dicho Anejo nº11, la duración de la obra será de 36 días, lo cual es un periodo breve debido al empleo de la draga tipo Jumbo que permite realizar los trabajos de dragado, transporte y vertido de una manera muy rápida.

11. PRESUPUESTO

El presupuesto está definido en el Documento nº3 del proyecto básico y se ha realizado en base al estudio de precios de las unidades actualmente presentes en las bases de datos del mercado.

PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL

TOTAL CAPÍTULO 1 Actuaciones Previas.....	9.832,49
TOTAL CAPÍTULO 2 Dragado.....	12.730.669,11
TOTAL CAPÍTULO 3 Extendido..	27.500
TOTAL.....	12.768.001,60

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		12,768,001.60
13.00% Gastos generales.....	1,659,840.21	
6.00% Beneficio industrial.....	766,080.10	
SUMA DE G.G. y B.I.		2,425,920.31
16.00% I.V.A.....		2,431,027.51
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		17,624,949.42
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		17,624,949.42

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DIECISIETE MILLONES SEISCIENTOS VEINTICUATRO MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

12. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO BÁSICO

Documento nº1 Memoria

- Anejo nº 1 : Situación Actual
- Anejo nº 2 : Geología y Geotecnia
- Anejo nº 3: Batimetría y planimetría
- Anejo nº 4: Climatología
- Anejo nº 5 : Clima Marítimo y Dinámica litoral
- Anejo nº 6 : Deslinde
- Anejo nº 7 : Estudio Fotográfico
- Anejo nº 8 : Estudio de Soluciones
- Anejo nº 9 : Características Alternativa
- Anejo nº 10 : Procedencia del material
- Anejo nº 11 : Programa de trabajos
- Anejo nº 12 : Replanteo



Documento nº 2 Planos

- Plano nº 1 : Localización
- Plano nº2 : Batimetría
- Plano nº3 : Situación actual
- Plano nº4 : Replanteo
- Plano nº 5: Solución
- Plano nº6 : Solución 1.1
- Plano nº7 : Puntos de vertido

Documento nº 3 Presupuesto

- Mediciones
- Cuadro de precios nº1
- Cuadro de precios nº2
- Presupuesto
- Resumen del presupuesto



13. CONCLUSIÓN

Con todo ello, se concluye la memoria que a su vez con el Documento nº 2 PLANOS, con el Documento nº 3 PRESUPUESTO, y los correspondientes Anejos, se constituye el “ PROYECTO BÁSICO DE ACONDICIONAMIENTO DE LA FACHADA LITORAL DE LA PLAYA DE LA GARROFERA. PROPUESTA DE ALTERNATIVA “BOMBA DE ARENA” (T.M. VALENCIA)” queda definido para ser presentado como Trabajo final de grado.

Valencia, Junio de 2016

Autor del proyecto básico: Martí Nicolás, Sergio.