

TRABAJO FINAL DE MASTER

Estudio, diagnóstico y propuesta de soluciones para la rehabilitación de la Cala de Pope, T.M. Jàvea, Alicante

Valencia, Julio de 2017

TITULACIÓN: Máster en Caminos Canales y Puertos

Curso: 2015/2017

AUTOR: Alejandro Pérez Ramírez de Arellano

TUTOR: José Serra Peris



ÍNDICE GENERAL DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº1:

- MEMORIA
- ANEXOS:
 - ANEXO Nº1: ENCUADRE GEOGRÁFICO
 - ANEXO Nº2: ANTECEDENTES, EVOLUCIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL.
 - ANEXO Nº3: TOPOGRAFÍA, BATIMETRÍA, DESLINDE.
 - ANEXO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO.
 - ANEXO Nº5: CLIMA MARÍTIMO.
 - ANEXO Nº6: DINÁMICA LITORAL.
 - ANEXO Nº7: ESTUDIO DE SOLUCIONES.
 - ANEXO Nº8: JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS.
 - ANEXO Nº9: PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES.
 - ANEXO Nº10: PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.
 - ANEXO Nº11: BALIZAMIENTO.
 - ANEXO Nº12: EQUIPAMIENTOS.
 - ANEXO Nº13: GESTIÓN DE RESIDUOS.
 - ANEXO Nº14: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.
 - ANEXO Nº15: PROGRAMA DE TRABAJO.

DOCUMENTO Nº2:

- PLANOS:
 - PLANO Nº1: LOCALIZACIÓN
 - PLANO Nº2: ESTADO ACTUAL
 - PLANO Nº3: DESLINDE
 - PLANO Nº4: SOLUCIÓN
 - PLANO Nº5: SECCIÓN TRANSVERSAL DIQUE EXENTO SUMERGIDO.
 - PLANO Nº6: PERFILES PLAYA

DOCUMENTO Nº3:

- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

DOCUMENTO Nº4:

- PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº5:

- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº6:

- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.



DOCUMENTO 1: MEMORIA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	SITUACIÓN.....	6
2.1.	ENCUADRE GEOGRÁFICO.....	6
2.2.	ENCUADRE SOCIOECONÓMICO.....	6
2.3.	ACCESOS.....	6
3.	ANTECEDENTES.....	7
4.	ESTUDIOS PREVIOS.....	7
4.1.	TOPOGRAFÍA, BATIMETRÍA Y USOS DEL SUELO.....	7
4.2.	CLIMA MARÍTIMO.....	7
4.3.	DINAMICA LITORAL.....	8
5.	SOLUCIONES POSIBLES.....	9
6.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	9
7.	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	10
8.	CLASIFICACIÓN DEL CONSTRATISTA.....	10
9.	DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.....	10
10.	PRESUPUESTO DE OBRAS.....	10
11.	BIBLIOGRAFIA.....	10
12.	DOCUMENTOS CONSTITUYENTES DEL PROYECTO.....	11
13.	CONCLUSIONES.....	11

1. INTRODUCCIÓN.

El presente estudio, “Estudio, diagnóstico y propuesta de soluciones en la Cala de Pope, T.M. Jávea, Alicante”, sus principales objetivos son:

- Estudio de la costa de la Cala de Pope para conocer las causas de la regresión de la costa producida en estos últimos años.
- Analizar todas las alternativas posibles para la rehabilitación de la Cala. Dicho análisis constará de una parte cualitativa y otra parte económica.
- Propuesta de una alternativa considerando los análisis anteriores.

2. SITUACIÓN.

2.1. ENCUADRE GEOGRÁFICO.

La cala de Pope o Cala de Tangó está localizada en el norte de la costa de Xàbia o Jávea justo al sur de cabo de San Antonio, junto a la escollera de Levante del puerto de Jávea en la provincia de Alicante de la Comunidad Valenciana.

El tramo consta de 50 metros de longitud y 5 metros de longitud situada detrás del club náutico de Jávea y cercano a la Reserva Marítima del Cabo de San Antonio. Podremos encontrarnos con dos rutas de senderismo, un restaurante y los servicios de una playa, es decir bandera que indique el estado del agua del mar, baños, papeleras y servicios de limpieza.

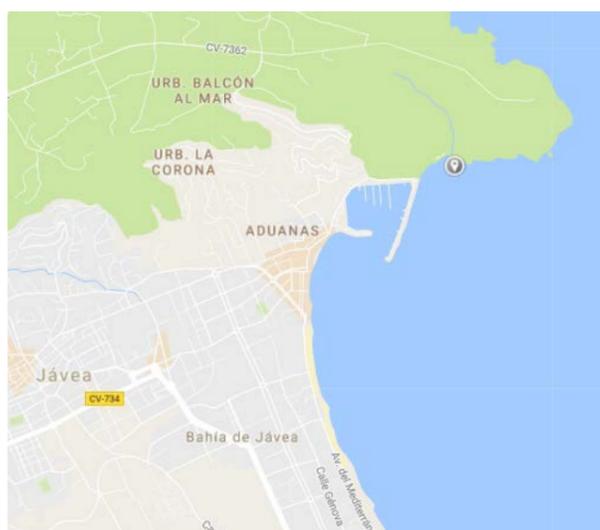


Figura 1: Situación de la Cala de Pope en Jávea. Fuente: Google maps.

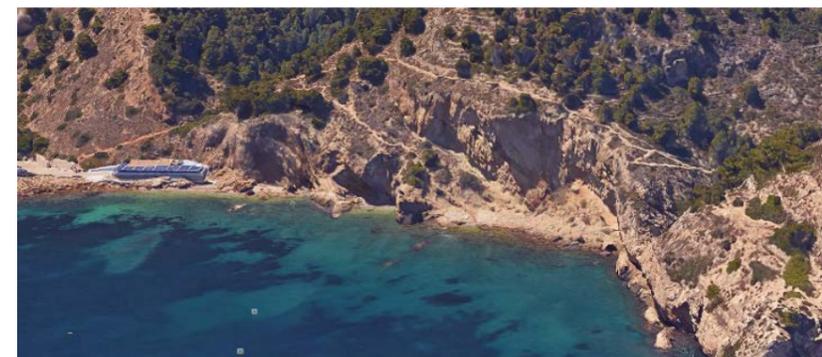


Figura 2: Vista a aérea de la Cala de Pope. Fuente: Google Earth.

2.2. ENCUADRE SOCIOECONÓMICO.

En cuanto a las características socioeconómicas, Jávea consta de una población de 27.861 habitantes habiéndose producido decrecimiento de la población. Entre los cuales más de la mitad son de origen extranjero (53,1%), siendo mayoritariamente de Reino Unido y Alemania. Su superficie es de 68,459 km².

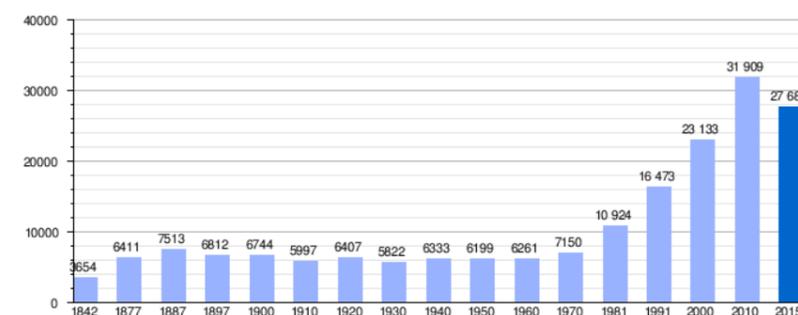


Figura 3: Evolución demográfica. Fuente: INE

Su actividad económica se centra principalmente en el turismo (principal motor de la economía local) el cual va de la mano con el sector de la construcción. La población de Jávea llega a doblarse en verano siendo aun así importante en el resto del año. Esto provoca que otras actividades se desarrollen tales como la restauración la hostelería, y actividades de recreo... En otra escala nos encontramos con la agricultura (naranjales y viñedos), ganadería aun siendo esta de muy poca importancia los animales de mayor importancia era las cabras y ovejas. Y Finalmente la pesca que sigue provocando ingresos debido al puerto natural situado bajo las estribaciones del cabo de San Antonio.

2.3. ACCESOS.

La única forma de llegar a la Cala es andando fácilmente desde el puerto de Jávea. Estos accesos serán señalizados (señalización PR-355) sin embargo no hay posibilidad de acceso para los discapacitados.

En lo referido a el acceso al puerto de Jávea tomando como punto de referencia Valencia. Saldremos de Valencia por la V-31 y luego tomaremos la N-332 hacia la CV-734. Finalmente, la salida A-134 hacia Jávea y una vez ahí seguiremos hasta el puerto donde una vez ahí seguiremos por la carretera interior de este hasta llegar a la zona de aparcamiento donde veremos la señalización que nos conducirá hasta la Cala.

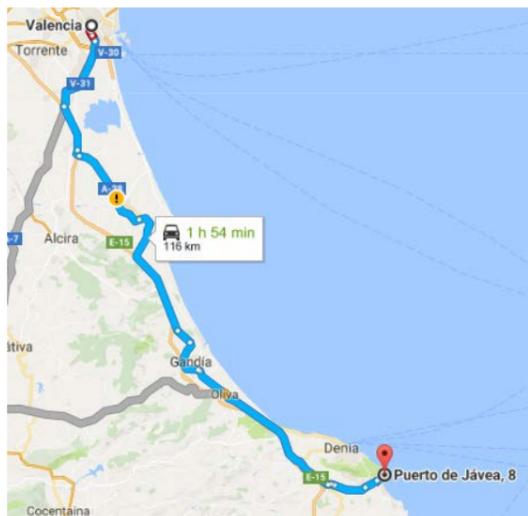


Figura 4: Acceso desde Valencia.

3. ANTECEDENTES.

A partir del año 2006, una serie de temporales provocó la paulatina desaparición de la cala. Además de desprendimientos del acantilado que han influenciado a la no existencia de la playa a día de hoy.

Podemos ver la diferencia de la Cala de Pope a lo largo del tiempo gracias a dos fotografías tomadas desde el mismo punto con una diferencia de unos 50 años. En estas imágenes se ve cómo la cala se encuentra a día de hoy totalmente inexistente.



Figura 5: Vista de la Cala de Pope en los años 60.



Figura 6: Vista de la Cala de Pope en la actualidad.+

4. ESTUDIOS PREVIOS.

4.1. TOPOGRAFÍA, BATIMETRÍA Y USOS DEL SUELO.

Toda la información requerida la podemos encontrar en la página web del Instituto de Cartografía, respecto a la batimetría la hallamos gracias a la Dirección General de Puertos y Costas. Encontraremos toda la información en el anexo 3.

4.2. CLIMA MARÍTIMO.

Para el diseño de las obras (altura de ola, periodo y dirección) es necesario conocer los parámetros del oleaje para ello es necesario analizar el clima marítimo. Para dicho análisis nos basaremos en la normativa española en proyectos portuarios, las Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM). “Su objetivo fundamental se viene refiriendo a una Normalización en el ámbito de la planificación, proyecto, ejecución y explotación de los Puertos, para garantizar mayores calidades y seguridad en las infraestructuras marítimas españolas, avalándose mejores optimizaciones de sus diseños y objetivando procedimientos con respecto a la supervisión entre las mismas.” [1] En este caso nos basaremos en la ROM 0.3-91 la cual incluye la caracterización del clima marítimo en las costas españolas.

Los datos a analizar se clasifican por el modo de obtención, por simulación numérica (puntos SIMAR) e instrumentales (boyas). Para nuestro análisis, nos basaremos en los datos obtenidos del punto SIMAR 2088106 (Puertos del Estado) y en nuestro caso nos dispondremos de datos de boya.

En el estudio del oleaje nos basaremos en la composición de la rosa de viento anual donde se puede observar el oleaje entre las direcciones efectivas, dichas direcciones son aquellas a las que alcanzan la zona a estudiar. Para la Cala de Pope el rango a estudiar es de Este hasta Sur debido a que la cala se encuentra al sur del cabo de San Antonio el cual le impide que le llegue el oleaje del Norte y parte del Este.

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

En lo referido al régimen medio del oleaje en la cala de Pope, podemos observar en la tabla 1 como más del 75% de las olas que llegan no sobrepasan la altura de un metro, y más de un 95% no pasan de los dos metros.

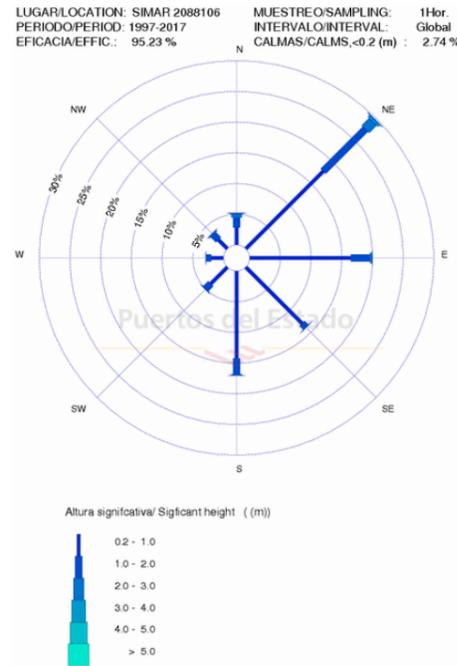


Figura 7: Rosa del oleaje 1997-2017. Fuente: Puertos del Estado.



Figura 8: Cala de pope (rojo) pantallas del oleaje (azul).

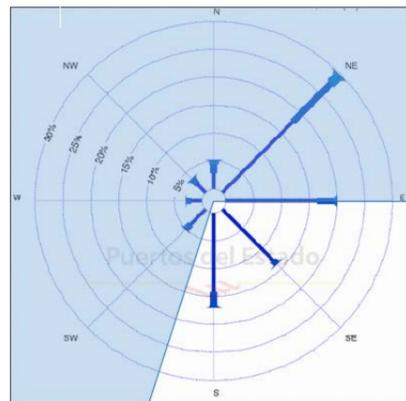


Figura 9: Rosa de oleaje con direcciones efectivas.

Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Hs (m)											Total	
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0		> 5.0
CALMAS	3.526											3.526	
N	0.0	.259	.626	.349	.179	.058	.027	.004	-	-	-	-	1.502
NNE	22.5	.697	1.850	1.292	.505	.134	.076	.022	.004	.004	-	-	4.585
NE	45.0	1.756	4.813	2.874	1.157	.554	.219	.183	.080	.022	.004	.009	11.673
ENE	67.5	3.714	7.495	3.370	1.502	.684	.255	.179	.098	.031	.004	-	17.331
E	90.0	4.979	5.005	1.153	.380	.121	.036	.022	.004	-	-	-	11.700
ESE	112.5	4.867	3.365	.474	.080	.013	.013	-	-	-	-	-	8.813
SE	135.0	5.501	4.375	.273	.036	.009	-	-	-	-	-	-	10.194
SSE	157.5	3.732	5.685	1.283	.134	.004	-	-	-	-	-	-	10.838
S	180.0	1.104	1.305	.174	.027	-	-	-	-	-	-	-	2.610
SSW	202.5	.733	1.171	.152	.036	-	-	-	-	-	-	-	2.092
SW	225.0	.751	3.079	.988	.063	-	-	-	-	-	-	-	4.880
WSW	247.5	.362	2.632	2.489	.585	.049	.009	.004	-	-	-	-	6.132
W	270.0	.121	.612	.577	.098	.036	.009	-	-	-	-	-	1.452
WNW	292.5	.152	.349	.313	.125	-	-	-	-	-	-	-	.999
NW	315.0	.085	.366	.340	.080	.009	-	-	-	-	-	-	.880
NNW	337.5	.147	.335	.228	.116	.009	.004	.013	-	-	-	-	.854
Total	3.526	28.960	43.064	16.326	5.104	1.680	.648	.429	.188	.058	.009	.009	100 %

Tabla 1: Altura de ola por dirección.

Sin embargo, nos encontramos con temporales sobre todo en otoño y en menor medida en invierno donde la altura de ola, aunque poco probable llegue a los 4 metros.

4.3. DINAMICA LITORAL.

En el anexo 6 encontraremos con más detalle todos los cálculos realizados por la obtención del volumen de material litoral que llega a nuestra cala de estudio. Para dichos cálculos nos basamos en la formulación recomendada por SPM (Shore Protection Manual) la cual se basa en el flujo de energía. La expresión es la siguiente:

$$Q \left(\frac{m^3}{año} \right) = 1290 \cdot P_1 \left(\frac{J}{m \cdot seg} \right)$$

Donde P1 es:

$$P_1 = \frac{\rho}{20} \cdot g^{\frac{3}{2}} \cdot h_{SO}^{\frac{5}{2}} \cdot F(\alpha_0)$$

Si la desarrollamos según las recomendaciones de SPM tenemos:

$$Q \left(\frac{m^3}{año} \right) = 2030 \cdot 10^3 \cdot H_{SO}^{\frac{5}{2}} \cdot (Cos \alpha_0)^{\frac{1}{4}} \cdot Sin 2 \alpha_0$$

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

Finalmente, los resultados obtenidos para nuestro rango de direcciones es el siguiente:

Dirección	0,25	0,75	1,25	1,75	2,25	2,75	3,25	3,75	4,25	4,75	5,25
E	1135	5529	9774	14983	23498	16273	3801	0	0	0	0
EES	1356	1865	837	1159	1086	0	0	0	0	0	0
SE (ESTE)	43	85	175	10	0	0	0	0	0	0	0
SE(S)	29	58	120	7	0	0	0	0	0	0	0
SSE	82	90548	31535	2120	0	0	0	0	0	0	0
S	1326	5246	11440	0	0	0	0	0	0	0	0
SSW	218	470	322	0	0	0	0	0	0	0	0

Dirección	TOTAL	Dirección	Suma	Total bruto	Dirección
E	74992,4803	N-S			
EES	6302,44645	N-S	81607,6079		
SE (Este)	312,681141	N-S		61913,0908	S-N
SE (S)	214,244485	S-N			
SSE	124285,134	S-N	143520,699		
S	18011,6649	S-N			
SSW	1009,65487	S-N			
Total neto	225128,307				

Tabla 2: Resultados balance.

5. SOLUCIONES POSIBLES.

Para resolver la problemática expuesta, se exponen alternativas diferentes las cuales serán más detalladamente explicadas y razonadas en su correspondiente anexo. Las alternativas son:

- Alternativa: 0

No actuar.

- Alternativa: 1

Diques transversales: Espigón.

- Alternativa: 2

Dique exento sumergido.

- Alternativa: 3

Alimentación artificial + Regeneración de dunas.

- Alternativa: 4

Espigón + Alimentación artificial +dunas

- Alternativa: 5

Diques exentos sumergidos + Alimentación artificial + dunas.

Posteriormente, dándole un cierto valor a cada criterio se determina la solución más adecuada para nuestra problemática:

Parámetros	Funcional	Económico	Medio ambiente	Estético	Total
Peso	4	3	3	2	-
A0	1	7	5	1	42
A1	2	4	6	2	42
A2	3	5	4	9	57
A3	3	6	8	10	74
A4	7	4	6	7	72
A5	9	5	3	10	80

Tabla 3: Valoración de las propuestas.

6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN.

Para la regeneración de la cala de Pope hemos optado por una mezcla de obra dura y obra blanda que cumple bien los requisitos planteados. Esta solución se basa en la creación de dos diques exentos sumergidos, los cuales cumplen su labor de reducir la energía del agua y además no tienen ningún impacto visual para los usuarios. Estos diques constan de 40 metros de longitud, están separados de 60 metros y a una distancia de la costa de aproximadamente 60 metros, a la profundidad de -6 metros.

Su modo de construcción será por vía marítima como se detalla más extensamente en el anejo 10. Y tendrá situado en cada punta del morro una baliza que advierta del peligro a las embarcaciones.

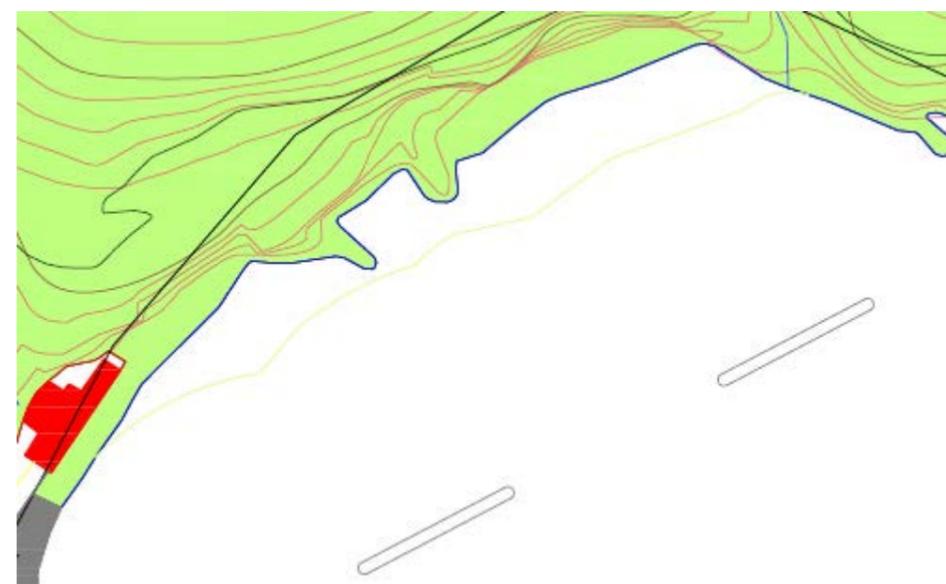


Tabla 4: Solución adoptada.



Una vez construidos ambos diques, se dará comienzo a la alimentación artificial para generar una playa estable y balanceada, y a la regeneración del cordón dunar. El diámetro medio será de 40 mm y se prevé un volumen de material de un poco menos de 39.000 m³, el cual se repartirá entre el cordón dunar, la playa seca y la playa sumergida.

7. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

En el anexo 14, se determina que el plazo en el cual se espera acabar la obra es de 5 meses y medio, especialmente en los correspondientes a primavera y verano donde hay menos posibilidad de temporales altos y la construcción por vía marítima es más segura y eficaz.

8. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.

Según la Ley de Contratos del sector Públicos (LCSP), los contratistas aptos para poder trabajar en estos proyectos deben ser clasificados de la siguiente manera:

- Grupo A: Movimiento de tierras y perforaciones.
 - Subgrupo 1: Desmontes y vaciados.
 - Subgrupo 2: Explanaciones.
 - Subgrupo 3: Cantera.
- Grupo E: Hidráulicas.
 - Subgrupo 1: Abastecimientos y saneamientos.
- Grupo F: Marítimas.
 - Subgrupo 2: Escolleras.
 - Subgrupo 6: Faros, Radiofaros y señalización marítima.
 - Subgrupo 7: Obras marítimas sin cualificación específica.
- Grupo G: Instalaciones eléctricas.
 - Subgrupo 1: Alumbrados, iluminaciones y balizamientos luminosos.

9. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.

Por el cumplimiento del artículo 127 del Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre, en el cual se aprobó el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, y del artículo 107 de la Ley 30/2007 de 30 de octubre de Contratos del Sector Público, se manifiesta que el proyecto entra dentro de una obra completa por lo descrito en el artículo 125 del Real Decreto de 1098/2001 de 12 de octubre. Es decir, el proyecto: "Estudio, diagnóstico y propuesta de soluciones para la rehabilitación de la Cala de Pope, T.M Valencia" cumple con los requisitos para la utilización de la obra, y es susceptible de ser entregada al uso general.

Por lo mencionado, se garantiza que la obra cumple con todos los requisitos de obra completa, exigida en la Ley 3/2007 del 4 de julio de la Obra Pública.

10. PRESUPUESTO DE OBRAS.

Según se ha elaborado el proyecto en base a las mediciones correspondientes y a los precios unitarios disponemos del Presupuesto de Ejecución material que asciende a un total de un millón quinientos sesenta y un mil cuatrocientos setenta y dos euros con cincuenta y 7 céntimos (1.561.472,57 €), una vez ya aplicado todos los aumentos correspondientes de I.V.A, gastos generales y beneficio industrial.

11. BIBLIOGRAFIA.

- Ministerio de Medio Ambiente (2008): Directrices sobre actuaciones en playas.
- Ministerio de Medio Ambiente. Directrices para el tratamiento del borde costero.
- Ministerio de Medio Ambiente. Guía de Playas: Información sobre el patrimonio español de playas.
- Puertos del Estado. ROM 0.3-91. Oleaje del clima marítimo español. <http://www.puertos.es/>
- Puertos del Estado. ROM 0.5-05. Normativa y recomendaciones aplicables.
- Puertos del Estado. Conjunto de datos REDMAR.
- Puertos del Estado (2008). Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas.
- Ministerio de Industria. Instituto Geológico y Minero de España. (1973): Mapa geotécnico general.
- Department of Army (1984): Shore Protection Manual. US Army Corps of Engineers.
- Ecocartografías. Ecocartografía de Alicante y Valencia. <http://www.ecocartografias.com/>
- Agencia Estatal de Meteorología. <http://www.aemet.es/>
- Medina Folgado J. R.: Asignatura: Proyecto y Construcción de Obras Marítimas. Universidad Politécnica de Valencia.
- Serra Peris, J. C.: Asignatura: Ingeniería de Costas y Planificación y Gestión Litoral. Universidad Politécnica de Valencia.



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

12. DOCUMENTOS CONSTITUYENTES DEL PROYECTO.

DOCUMENTO Nº1:

- MEMORIA
- ANEXOS:
 - ANEXO Nº1: ENCUADRE GEOGRÁFICO
 - ANEXO Nº2: ANTECEDENTES, EVOLUCIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL.
 - ANEXO Nº3: TOPOGRAFÍA, BATIMETRÍA, DESLINDE.
 - ANEXO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO.
 - ANEXO Nº5: CLIMA MARÍTIMO.
 - ANEXO Nº6: DINÁMICA LITORAL.
 - ANEXO Nº7: ESTUDIO DE SOLUCIONES.
 - ANEXO Nº8: JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS.
 - ANEXO Nº9: PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES.
 - ANEXO Nº10: PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.
 - ANEXO Nº11: BALIZAMIENTO.
 - ANEXO Nº12: EQUIPAMIENTOS.
 - ANEXO Nº13: GESTIÓN DE RESIDUOS.
 - ANEXO Nº14: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.
 - ANEXO Nº15: PROGRAMA DE TRABAJO.

DOCUMENTO Nº2:

- PLANOS:
 - PLANO Nº1: LOCALIZACIÓN
 - PLANO Nº2: ESTADO ACTUAL
 - PLANO Nº3: DESLINDE
 - PLANO Nº4: SOLUCIÓN
 - PLANO Nº5: SECCIÓN TRANSVERSAL DIQUE EXENTO SUMERGIDO.
 - PLANO Nº6: PERFILES PLAYA

DOCUMENTO Nº3:

- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

DOCUMENTO Nº4:

- PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº5:

- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
DOCUMENTO Nº6:

- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

13. CONCLUSIONES.

Finalmente queda concluida la memoria que junto el resto de los documentos constituye en su totalidad con el proyecto: "Estudio, diagnóstico y propuesta de soluciones para la rehabilitación de la Cala de Pope, T.M. Jávea, Valencia".

