



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA AMPLIACIÓN DEL
PUERTO DE GANDÍA (VALENCIA) PARA USOS NÁUTICO-
DEPORTIVOS. OBRAS DE ABRIGO Y REORDENACIÓN
INTERIOR.

Presentado por

Escudero Serrano, Mónica

Para la obtención del

Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2019/2020

Fecha: Diciembre 2020

Tutor: Molines LLodrá, Jorge

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

DOCUMENTO Nº2: ANEJOS

ANEJO Nº1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

ANEJO Nº2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO Nº3. CLIMATOLOGÍA Y CONDICIONES FÍSICAS

ANEJO Nº4. CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO

ANEJO Nº5. CLIMA MARÍTIMO

ANEJO Nº6. ESTUDIO DE OFERTA Y DEMANDA

ANEJO Nº7. ESTUDIO DE SOLUCIONES EN PLANTA

ANEJO Nº8. ESTUDIO DE SOLUCIONES DE LAS OBRAS DE
ABRIGO

ANEJO Nº9. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

ANEJO Nº10. VALORACIÓN ECONÓMICA

DOCUMENTO Nº3: PLANOS



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA AMPLIACIÓN DEL
PUERTO DE GANDÍA (VALENCIA) PARA USOS NÁUTICO-
DEPORTIVOS. OBRAS DE ABRIGO Y REORDENACIÓN
INTERIOR.

Presentado por

Escudero Serrano, Mónica

Para la obtención del

Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2019/2020

Fecha: Diciembre 2020

Tutor: Molines LLodrá, Jorge

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.	Objeto del estudio y organización del TFG.....	9
2.	Localización	10
3.	Antecedentes y estado actual	11
4.	Estudios previos	12
4.1	Geología y geotecnia	12
4.2	Climatología y condiciones físicas	13
4.3	Criterios generales de proyecto	13
4.4	Clima marítimo	13
4.5	Estudio de demanda y flota tipo	14
5.	Estudio de soluciones.....	15
5.1	Estudio de soluciones en planta.....	15
5.2	Estudio de soluciones de las obras de abrigo	18
6.	Dimensionamiento de las obras de abrigo.....	19
7.	Dragado	20
8.	Dimensionamiento del muelle	21
9.	Valoración económica.....	22
10.	Conclusión	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Accesos al Puerto de Gandía	10
Ilustración 2. Usos del Puerto de Gandía. (Fuente: valenciaport.com)	11
Ilustración 3. Batimetría del Puerto de Gandía. (Fuente: navionics)	12
Ilustración 4. Planta alternativa I	15
Ilustración 5. Planta alternativa II	16
Ilustración 6. Planta alternativa escogida.	17
Ilustración 7. Sección 1.....	19
Ilustración 8. Sección 2.....	19
Ilustración 9. Sección muelle.....	21
Tabla 1. Coordenadas del puerto de Gandía.....	10
Tabla 2. Valoración final de las alternativas.....	16
Tabla 3. Valoración final elementos del manto	18

1. Objeto del estudio y organización del TFG

El presente estudio denominado “Estudio de soluciones para la ampliación del Puerto de Gandía (Valencia) para usos náutico-deportivos. Obras de abrigo y reordenación interior” tiene por objetivo la realización del Trabajo de Final de Grado para la obtención del Grado en Ingeniería Civil.

En este trabajo se estudian varias alternativas para la ampliación del Puerto de Gandía con el fin de que pueda acoger un mayor número de embarcaciones de recreo, ya que, actualmente cuenta con un número muy reducido de amarres. Posteriormente se desarrolla la alternativa elegida.

Esta memoria recoge los aspectos más importantes, estando todo más detallado en los correspondientes anejos y planos.

2. Localización

El puerto se encuentra en la ciudad de Gandía, capital de la comarca de La Safor, aproximadamente 65 km al sur de Valencia, en la Comunidad Valenciana (España).

Las coordenadas del puerto son las siguientes:

LOCALIZACIÓN DEL PUERTO	
LATITUD	38°59'41.24" N
LONGITUD	0°8'58.34" W
CARTA NAÚTICA	475

Tabla 1. Coordenadas del puerto de Gandía.

En cuanto a los accesos el Puerto de Gandía se conecta mediante la N-337 y desde ésta al resto de la Red de carreteras enlazando con:

La AP-7/E-15 por medio de los accesos de Xeraco (Norte) y Oliva (Sur).

El oeste de la Península Ibérica a través de la autovía A-35 mediante la carretera CV-60.



Ilustración 1. Accesos al Puerto de Gandía

3. Antecedentes y estado actual

El puerto de Gandía data del siglo XIX, concretamente fue inaugurado en enero de 1893. Desde su construcción el puerto fue utilizado principalmente para tráfico de mercancías, así como para actividades pesqueras.

En 1946, tras la Segunda Guerra Mundial el Estado declara el puerto de Gandía “de interés general” y en 1985 la Autoridad Portuaria de Valencia incorpora el Puerto de Gandía a su ámbito de gestión.

No es hasta el año 1967 cuando se inician las obras de construcción de la prolongación del dique norte, dando al puerto la configuración actual. Un año más tarde de terminar esta prolongación del dique hacia aguas adentro, se inicia la prolongación del dique hacia la playa. Esta última prolongación, origina una zona de aguas abrigadas que es la actual dársena deportiva del Puerto de Gandía.

Actualmente, el Real Club Náutico de Gandía cuenta con un total de 301 amarres, 265 correspondientes a la dársena interior y 36 en los pantalanes exteriores. La mayoría de los amarres se distribuyen en cuatro pantalanes fijos de hormigón, y el resto en dos líneas de atraque al norte y sur de la dársena deportiva.

Además del uso náutico-deportivo, el puerto de Gandía cuenta con una zona de uso comercial (zona verde) y otra de uso pesquero (zona azul) tal y como podemos observar en la siguiente imagen.



Ilustración 2. Usos del Puerto de Gandía. (Fuente: valenciaport.com)

4. Estudios previos

4.1 Geología y geotecnia

Es necesario realizar una de estudios previos para conocer las características de la zona de estudio. Puesto que se trata de un trabajo de carácter académico y no se disponen de medios para realizar ensayos, se intenta dar una visión general del encuadre geológico y geotécnico de la zona. Para ello se utilizan los mapas geológicos y geotécnicos proporcionados por el Instituto Geológico y Minero de España.

De la HOJA 796 (30-31) GANDÍA del Mapa Geológico de España se extraen las propiedades geológicas de la zona y los materiales presentes en ella.

Además, se toman las propiedades geotécnicas generales de la zona junto con las características litológicas, geomorfológicas, hidrológicas y geotécnicas de la Memoria del Mapa Geotécnico General.

Por otro lado, también es necesario conocer la batimetría de la zona porque determinará la necesidad o no de dragar y en caso afirmativo el volumen necesario. A continuación se adjunta una imagen de la batimetría del área de estudio aunque ésta se encuentra más detallada en el plano de batimetría.

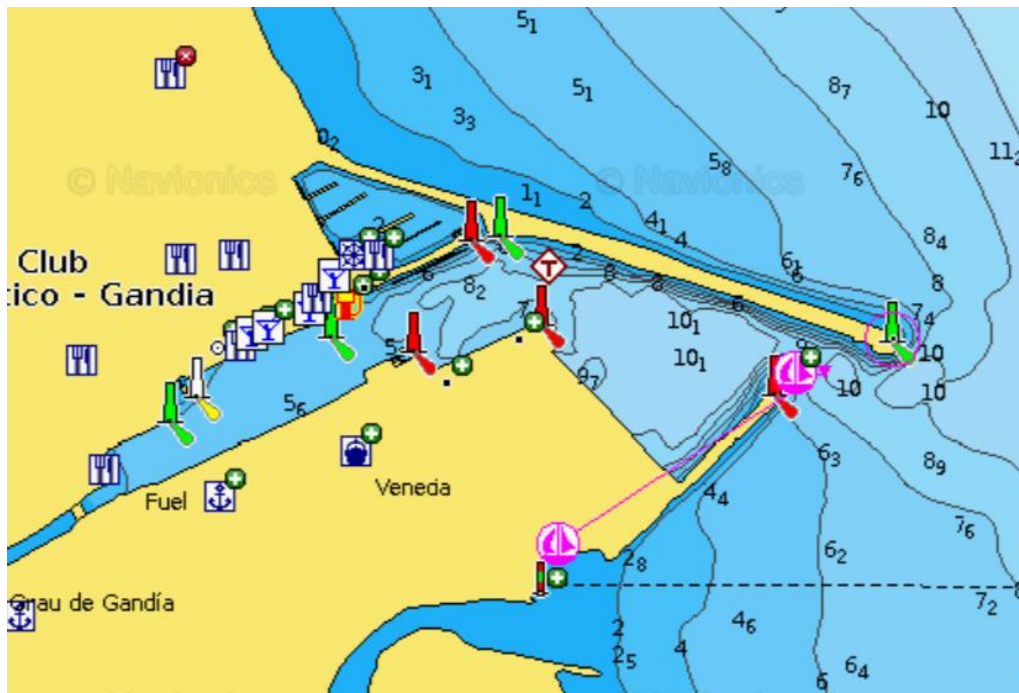


Ilustración 3. Batimetría del Puerto de Gandía. (Fuente: navionics)

4.2 Climatología y condiciones físicas

El estudio del clima y las condiciones físicas de la zona sirven para determinar cómo afectan estas a las obras.

Para la caracterización local se analizarán las siguientes variables climáticas: régimen de temperaturas, precipitaciones, régimen de vientos, humedades, nieblas e irradiación solar.

Como aspectos importantes cabe destacar el fenómeno conocido como gota fría que consiste en fuertes lluvias torrenciales que ocurren principalmente en los meses de otoño y que podrían producir retrasos en la ejecución de las obras. Y la temperatura que es suave durante todo el año.

Con todo esto, se puede afirmar que las condiciones físicas y climáticas para la realización de la ampliación son favorables.

4.3 Criterios generales de proyecto

Es necesario conocer los criterios generales de proyecto para el desarrollo del clima marítimo.

Se obtienen los índices IRE e ISA por la metodología de la ROM 0.0-01, obteniéndose una repercusión económica media y una repercusión social y ambiental baja. A partir de estos índices se deduce una vida útil de 25 años y una probabilidad conjunta de fallo de 0.1.

A partir de estos datos se calcula el período de retorno que resulta de 250 años.

4.4 Clima marítimo

Resulta fundamental la caracterización del clima marítimo para conocer cómo afectará el oleaje a las obras de abrigo y concretamente para saber con qué altura de ola incide este en ellas.

Se han analizado los datos correspondientes al régimen extremal y al régimen medio utilizando para ello el Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado de la Boya de Valencia, que es la más cercana al Puerto de Gandía y así como la ROM 0.3 y la ROM 0.4-95.

Cabe destacar que el oleaje más frecuente es el procedente de la dirección NE y que además es el que tiene una mayor altura de ola significativa.

Se concluye que para régimen extremal con una banda de confianza del 90% y un periodo de 250 años, se obtiene una altura de ola significativa $H_s = 8,3$ metros. Mientras que para régimen medio, admitiendo una probabilidad de no excedencia de 99%, obtenemos una altura de ola significativa de 3,5 metros, y un periodo pico de 7,66 segundos.

La ola de cálculo necesaria para el diseño de la ampliación del dique es la altura de ola significativa corregida al pie de la obra de abrigo.

Si el dique se encuentra en aguas reducidas, la rotura del oleaje se produce por fondo, es decir, antes de llegar al dique, y el diseño se realiza para una ola de cálculo independiente del temporal. Por otro lado, si el dique está en aguas profundas, las olas rompen al chocar contra el dique y la ola de diseño es H_{sd} .

Para ello es necesario propagar el oleaje hasta pie de dique, propagándolo obtenemos que para régimen extremal la ola rompe por fondo en todas las direcciones a una profundidad de 6 metros y que para régimen medio la ola no llega a romper.

4.5 Estudio de demanda y flota tipo

Se realiza un estudio de demanda para justificar la ampliación del puerto en primer lugar y, en segundo lugar, determinar la flota tipo de la ampliación. Para ello se estudian las nuevas matriculaciones de embarcaciones de recreo mediante los datos obtenidos del ANEN que nos muestran un aumento de matriculaciones en los últimos años. Además se estudia la demografía y renta bruta per cápita tanto en Gandía como en poblaciones de su alrededor, así como la proyección demográfica de Gandía, concluyendo que ésta sufrirá un aumento de la población y que la renta bruta per cápita está aumentando en los últimos años. Además se realiza una comparación del número de amarres del puerto de Gandía con puertos vecinos con características similares, donde se puede comprobar que hay un déficit de amarres y que junto a las óptimas condiciones climatológicas, de longitud de costa y del gran turismo que recibe cada año Gandía se hace patente la necesidad de realizar una ampliación de su oferta de amarres.

Se concluye que para el año 2033, Gandía necesitaría unos 757 amarres en total para suplir el déficit que tiene y aumentar a 1 su relación amarres por cada 100 habitantes. Con la ampliación se intentará aumentar esta relación y aproximarse a dicho número de amarres.

En cuanto a la flota tipo, se compara el porcentaje de embarcaciones actuales en el puerto por eslora con otros clubes náuticos y se concluye que la ampliación debe centrarse en embarcaciones de esloras de 12 metros en adelante.

5. Estudio de soluciones

5.1 Estudio de soluciones en planta

Se han propuesto varias alternativas en planta para la ampliación del Puerto de Gandía y se ha realizado un análisis multicriterio para la elección de la más adecuada.

La alternativa I consiste en ampliar la actual dársena deportiva, mediante la demolición de 208 metros de un tramo del dique existente, desde el Restaurante Ripoll hasta 118 metros antes de llegar a la obertura del ancho de bocana y crear un nuevo tramo de dique consiguiendo una ampliación de 73 amarres.



Ilustración 4. Planta alternativa I

La alternativa II consiste en la construcción de un nuevo contradique paralelo al ya existente para crear una nueva zona abrigada capaz de albergar nuevos amarres. En esta alternativa es además necesario realizar una prolongación del dique norte para resguardar la nueva dársena e impedir la entrada de oleaje. Esta alternativa suma 203 amarres a los ya existentes.



Ilustración 5. Planta alternativa II

La alternativa III supone crear un nuevo dique que arranque con la misma alineación que el la alternativa I pero mucho mayor y que termine en el morro del dique actual, conservando el morro de cubos actual que se uniría al nuevo dique de cubípodos mediante un transición en cuña aumentando el espesor del filtro y formando así una gran superficie abrigada. En esta alternativa se demolería la prolongación hacia la playa del dique norte y un tramo del mismo para crear una nueva bocana con un ancho mayor al de la bocana existente. También se cerraría la bocana actual y se crearía una zona de varada. Esta solución en planta está basada en la planta propuesta por Valenciaport pero con una propuesta de amarres y reordenación interior propia. Con esta alternativa tendríamos un total de 730 amarres, aumentando en 429 el número de amarres disponibles actualmente.

Realizando el análisis multicriterio se ha obtenido la siguiente tabla, mostrando que la mejor alternativa es la III.

	ALTERNATIVA I	ALTERNATIVA II	ALTERNATIVA III
Condicionantes económicos	20	15	15
Condicionantes funcionales	10	15	25
Condicionales ambientales	16	16	16
Condicionantes técnicos	12	12	16
Condicionantes estéticos	8	6	8
Condicionantes legales	25	25	25
TOTAL	86	94	110

Tabla 2. Valoración final de las alternativas

A continuación se muestra la solución escogida en planta:

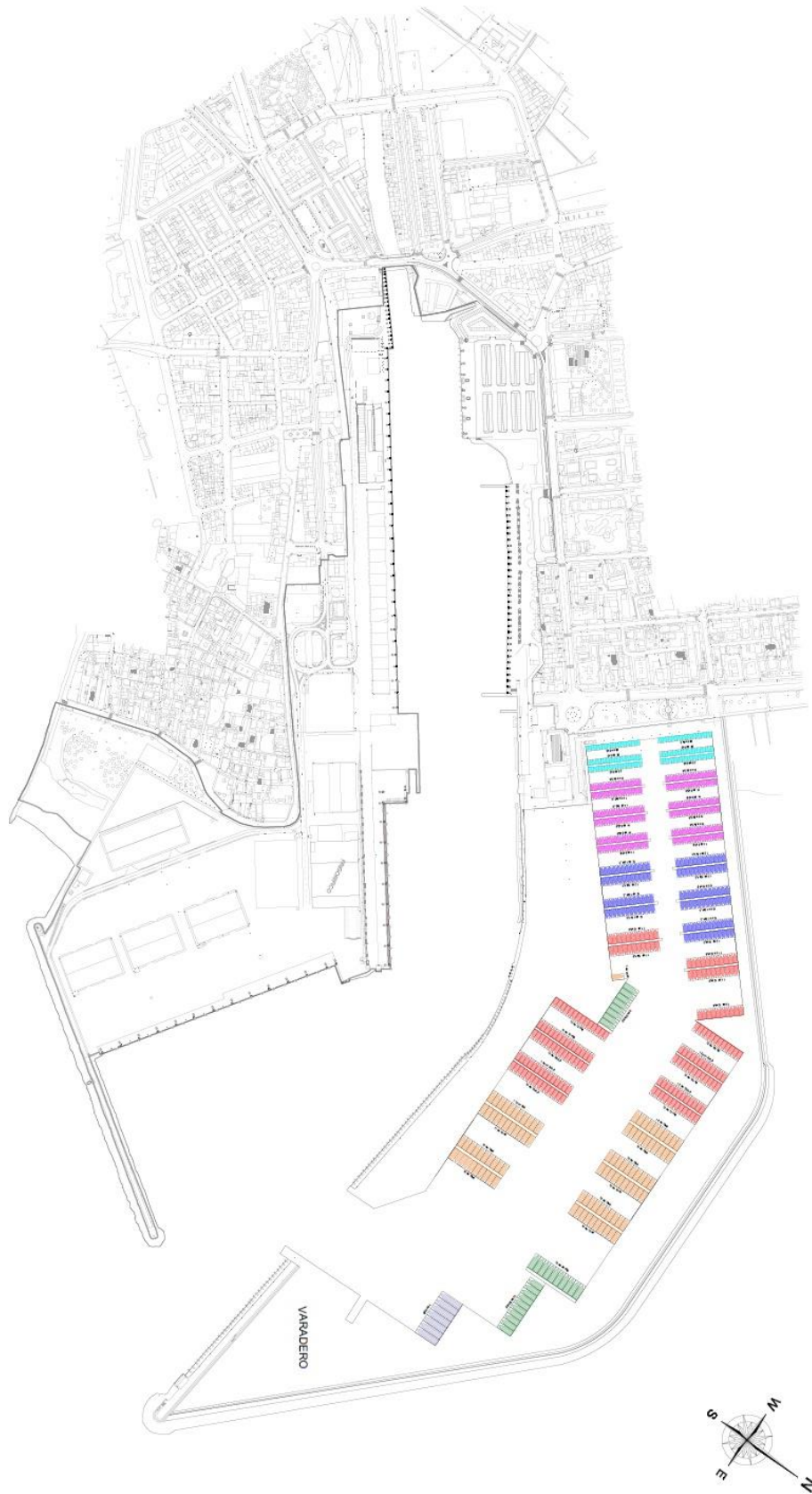


Ilustración 6. Planta alternativa escogida.

5.2 Estudio de soluciones de las obras de abrigo

Se realiza un estudio de las posibles soluciones para el dique en talud. Siendo las alternativas planteadas las siguientes:

- Dique con escollera bicapa.
- Dique con cubos bicapa.
- Dique con Cubípodos monocapa.
- Dique con Cubípodos bicapa.
- Dique con acrópodos monocapa.

La alternativa de manto de escollera se descarta por no disponer de piezas tan grandes como las que se necesitan para nuestro dique.

Como se muestra a continuación, la mejor alternativa es la de cubípodos monocapa para el manto del dique y es la alternativa escogida.

	Cubípodos 2	Cubos	Cubípodos 1	Acrópodos
Criterios económicos	10	15	20	15
Criterios ambientales	16	12	16	16
Criterios funcionales	25	15	25	10
Criterios estéticos	16	12	16	12
TOTAL	67	54	77	53

Tabla 3. Valoración final elementos del manto

6. Dimensionamiento de las obras de abrigo

Una vez escogida la solución, se ha realizado el dimensionamiento de la obra de abrigo. Para ello se han cogido dos secciones representativas del dique. La primera correspondiente a la primera alineación del dique y otra correspondiente a la segunda alineación.

Se han dimensionado las diferentes partes que conforman el dique: manto principal, filtro, berma de pie y espaldón.

Por último, se ha comprobado su estabilidad frente a vuelco y deslizamiento, resultando estable en ambos casos.

Las secciones representativas son las siguientes, y corresponden respectivamente a la primera alineación del dique y la segunda.

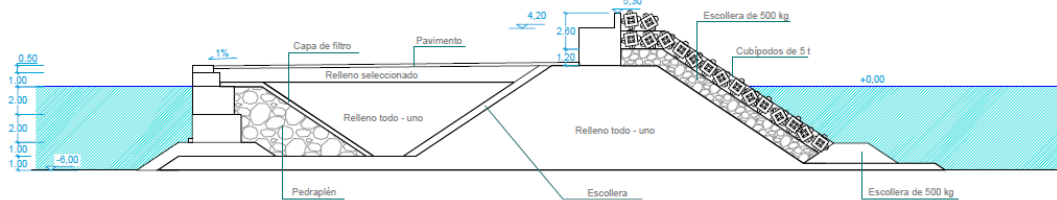


Ilustración 7. Sección 1

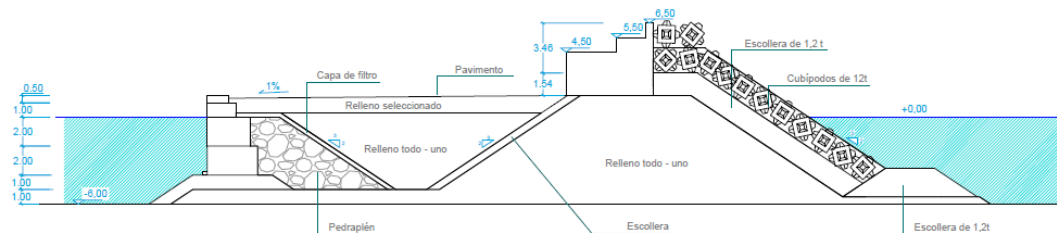


Ilustración 8. Sección 2

7. Dragado

Se establecerá un dragado a la cota -4 en toda la nueva dársena deportiva para que las embarcaciones de mayor eslora no tengan problemas de navegabilidad y así quedarnos del lado de la seguridad.

8. Dimensionamiento del muelle

Se propone construir un muelle de bloques de hormigón, que resiste por gravedad. La estructura estará formada por tres bloques de hormigón, colocados uno encima del otro. Sobre el bloque superior se colocará una viga cantil. Las dimensiones de los distintos bloques se muestran en la siguiente imagen:

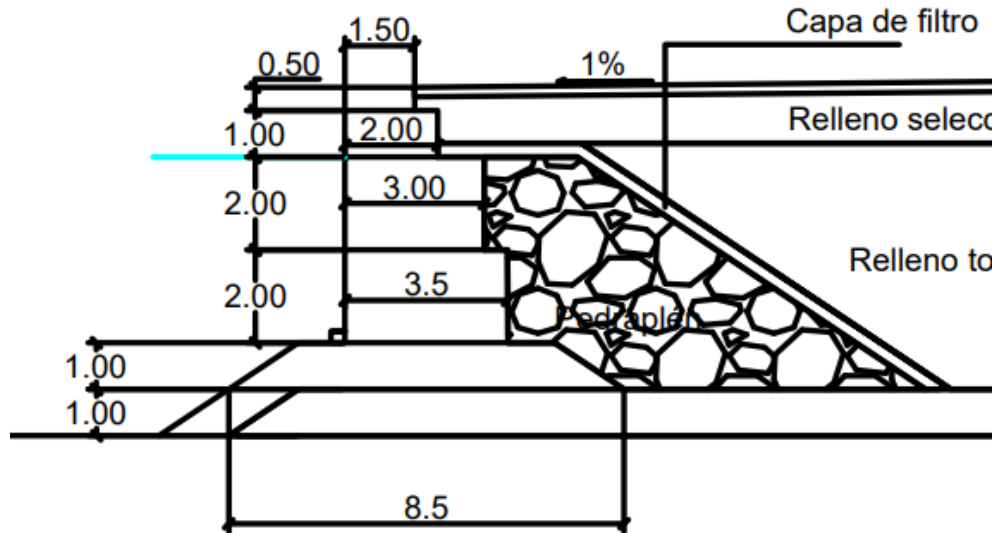


Ilustración 9. Sección muelle

Se ha realizado la comprobación del muelle frente a deslizamiento, vuelco y hundimiento verificando que se cumple para las tres.

9. Valoración económica

A continuación, se muestra un cuadro resumen del presupuesto ordenado por capítulos:

RESUMEN VALORACIÓN ECONÓMICA

	IMPORTE	PORCENTAJE
CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS	7.310,00 €	0,04%
CAPÍTULO 2 DEMOLICIONES	248.500,00 €	1,23%
CAPÍTULO 3 DRAGADO	1.543.679,52 €	8%
CAPÍTULO 4 OBRAS DE ABRIGO	12.105.867,08€	60%
CAPÍTULO 5 MUELLE	6.042.814,09 €	30%
CAPÍTULO 6 OPERACIONES COMPLEMENTARIAS	211.088,10 €	1%
IMPORTE TOTAL DE LA OBRA	20.159.258,78€	

10. Conclusión

Después de la información recogida en la presente memoria, teniendo en cuenta su desarrollo en los correspondientes anejos y junto con el resto de los documentos que componen el “Estudio de Soluciones para la Ampliación del Puerto de Gandía (Valencia) para usos náutico-deportivos. Obras de Abrigo y Ordenación Interior”, se puede concluir que la solución propuesta y desarrollada satisface las necesidades exigidas, cumple con la normativa vigente y no supone un impacto negativo sobre el medio, a su vez puede ser factible en términos económicos.

Autor: Mónica Escudero Serrano



Valencia, diciembre 2020

Anexo Objetivos de Desarrollo Sostenible

Relación del TFG/TFM “Estudio de soluciones para la ampliación del puerto de Gandía (Valencia) para usos náutico-deportivos. Obras de abrigo y reordenación interior” con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

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

Objeto

En el año 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar atrás a nadie. La Agenda define un total de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), los cuales son de aplicación universal para impulsar el crecimiento económico, el compromiso con las necesidades sociales y la protección del medio ambiente.

Análisis de los objetivos

Los objetivos de análisis definidos por la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030 son:

- **ODS 1. Fin de la pobreza.**
Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
- **ODS 2. Hambre cero.**
Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
- **ODS 3. Salud y bienestar.**
Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
- **ODS 4 Educación de calidad.**
Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
- **ODS 5. Igualdad de género.**
Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
- **ODS 6. Agua limpia y saneamiento.**
Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
- **ODS 7. Energía asequible y no contaminante.**
Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
- **ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.**
Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
- **ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.**
Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.
- **ODS 10. Reducción de las desigualdades.**
Reducir la desigualdad en y entre los países.
- **ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.**

Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

- **ODS 12. Producción y consumo responsables.**
Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- **ODS 13. Acción por el clima.**
Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- **ODS 14. Vida submarina.**
Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- **ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.**
Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
- **ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.**
Promover sociedades, justas, pacíficas e inclusivas.
- **ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.**
Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

Se ha creado una tabla, detallada a continuación, con la que se pretende medir la relación y el grado de influencia que este proyecto tendrá sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.				X
ODS 4. Educación de calidad.				X
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.		X		
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.		X		
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.				X
ODS 10. Reducción de las desigualdades.			X	
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.	X			
ODS 12. Producción y consumo responsables.	X			
ODS 13. Acción por el clima.	X			
ODS 14. Vida submarina.	X			
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				X
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.			X	

Conclusiones

Tras el análisis de la tabla anterior llegamos a la conclusión de que el proyecto que se ha presentado no repercutirá directamente en objetivos como “Fin de la pobreza”, “Hambre cero” o “Igualdad de género”, pero si que repercutirá de manera directa en objetivos como “Salud y bienestar” de todas las personas en un grado alto.

Respecto al medio ambiente se puede ver claramente que tendrá un efecto mayor, objetivos como “Vida submarina”, “Ciudades y comunidades sostenibles”, “Producción y consumo responsables” y “Acción por el clima” se verán, un alto grado, influenciados por el proyecto. Con una menor influencia, el proyecto repercutirá en objetivos como “Energía asequible y no contaminante”, “Reducción de las desigualdades”, Trabajo decente y crecimiento económico” y “Alianzas para lograr objetivos”.