



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

**Escuela Técnica
Superior de Ingeniería
de Caminos, Canales y
Puertos**



DISEÑO Y CÁLCULO DE LA AMPLIACIÓN DEL PUERTO DEPORTIVO DE POBLA DE FARNALS, VALENCIA

Grado en Ingeniería Civil
Curso: 2016/2017

Autor: Górriz Redón, Miguel
Tutor: Domingo Aleixandre, Jesús

Valencia, Junio de 2017



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

**Escuela Técnica
Superior de Ingeniería
de Caminos, Canales y
Puertos**



DOCUMENTO Nº1.- MEMORIA

Autor: Górriz Redón, Miguel
Tutor: Domingo Aleixandre, Jesús

Valencia, Junio de 2017



Índice

1. Objetivo y alcance	4
2. Localización	5
3. Antecedentes y estado actual	9
4. Definición	10
5. Estudios previos	11
6. Geología y geotecnia	11
7. Climatología	12
8. Clima marítimo. Oleaje	12
9. Estudio de alternativas	13
9.1 Estudio de alternativas en planta	13
9.2 Estudio de la tipología de los pantalanes	15
9.3 Estudio de la tipología de los muelles	16
10. Cálculo	19
10.1 Dique de abrigo	19
10.2 Pantalanes	20
11. Definición de superficies	20

12. Dimensionamiento de la gasolinera	21
13. Amarres	22
14. Iluminación y red eléctrica	23
15. Abastecimiento de agua potable	24
16. Saneamiento y alcantarillado.....	25
17. Balizamiento	25
18. Conclusión	26
19. Documentos que constituyen el proyecto	26
Apéndice.....	28

Índice de imágenes, tablas y gráficos

Imagen nº 1.- Situación de Pobla de Farnals	5
Imagen nº 2.- Situación del Puerto Deportivo de Pobla Marina. Fuente, Google Earth	6
Imagen nº 3.- Emplazamiento del Puerto Deportivo de Pobla Marina. Fuente, Google Earth	7
Imagen nº 4.- Acceso a Pobla Marina desde la V-21 en dirección Valencia-Sagunto	8
Imagen nº 5.- Acceso a Pobla Marina desde la V-21 en dirección Sagunt-Valencia.....	8
Imagen nº 6.- Boceto de la segunda alternativa	15
Imagen nº 7.- Sección de un muelle en talud con pilas de bloques de hormigón	18
Tabla nº 1.- Resumen de características de las capas del dique de abrigo	19
Tabla nº 2.- Secciones de las líneas de iluminación y abastecimiento	23

1. Objetivo y alcance.

En el presente documento se desarrolla el Trabajo Final de Grado, en el cuál se pretenden reflejar los conocimientos adquiridos por el alumno en las diferentes asignaturas impartidas a lo largo de la titulación. Supone una primera toma de contacto con el proceso de medición, diseño y cálculo de una construcción de dimensiones y situación reales a todos los efectos.

Los contenidos que se plantean y desarrollan en el texto, contemplan la ejecución de trabajos habituales de la Ingeniería Civil de diferentes ámbitos y tipologías:

- Demolición y desmantelamiento de obras previas.
- Diseño y cálculo de elementos característicos de obras marítimas.
- Actuaciones para la protección y defensa frente a acciones naturales.

Con todo esto, el objetivo del Trabajo Final de Grado supondrá el desarrollo de una serie de documentos en los que se realizan el diseño y cálculo de la ampliación del puerto deportivo Pobla Marina de Pobla de Farnals, incluyendo una serie de toma de decisiones en lo referente a la estructuración final del puerto y las diferentes estructuras que lo conformarán.

Además, se incluirá el diseño de algunas instalaciones de servicios, de las que actualmente dispone el puerto y que habrán de ser ampliadas para dar alcance a la totalidad de la ampliación.

2. Localización.

- Situación

El puerto deportivo Pobla Marina perteneciente al municipio de Pobla de Farnals en la Comunidad Valenciana, localidad con un censo de más de 7.300 habitantes, rodeada por los términos municipales de El Puig, Rafelbuñol y Masamagrell al norte, oeste y sur respectivamente y en contacto con el Mar Mediterráneo por el este.

La localidad se encuentra situada en la zona sur de la comarca de l'Horta Nord, a mitad de camino ente Sagunto y Valencia. Por su parte, el puerto deportivo se sitúa a tan solo cuatro kilómetros del núcleo urbano de Pobla de Farnals y a trece kilómetros y medio de Valencia.



Imagen nº 1.- Situación de Pobla de Farnals



Imagen nº 2.- Situación del Puerto Deportivo de Pobla Marina. Fuente, Google Earth

- Emplazamiento

El emplazamiento de la obra se localiza en la zona sur del puerto deportivo, en la primera zona de playa delimitada por dos espigones transversales y que ya cuenta con la protección frente al oleaje que proporciona la prolongación del dique de abrigo de dirección norte-sur.

La localización exacta del puerto Pobla Marina es:

39° 33' 36,28" N

0° 17' 08,42" O



Imagen nº 3.- Emplazamiento del Puerto Deportivo de Pobla Marina. Fuente, Google Earth

- Accesibilidad

El acceso por carretera se realizará desde la autovía V-21, bien sea tomando la salida 9 si la aproximación es desde Valencia, o bien por la salida 7 si se circula en dirección norte-sur. Las siguientes imágenes se han extraído de Google Maps y muestran la entrada a la urbanización de Pobla Marina por las dos entradas mencionadas anteriormente.

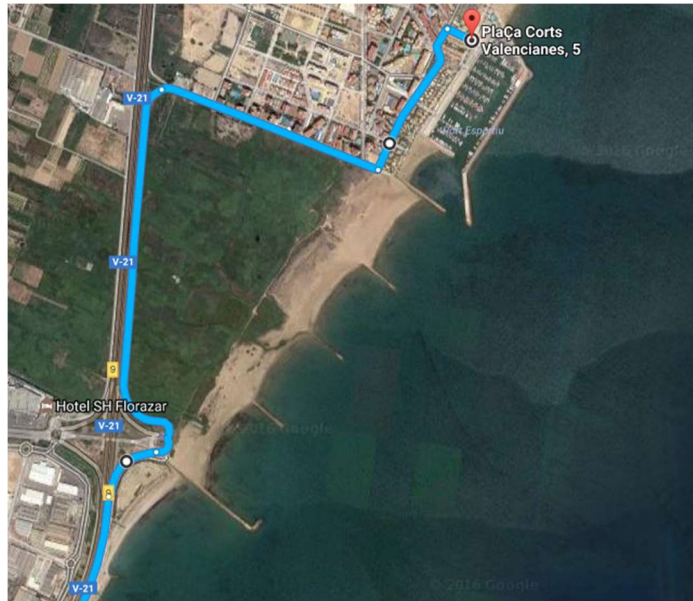


Imagen nº 4.- Acceso a Pobla Marina desde la V-21 en dirección Valencia-Sagunto

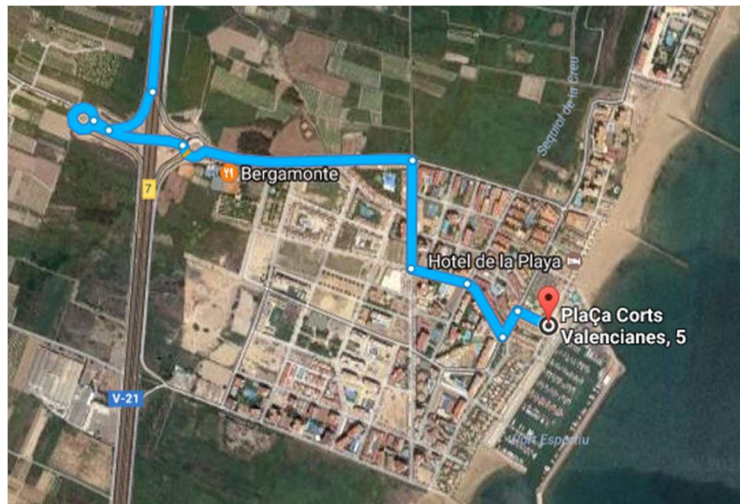


Imagen nº 5.- Acceso a Pobla Marina desde V-21 en dirección Sagunto-Valencia

Por otra parte, también se establece una buena conexión con localidades próximas pertenecientes a L'Horta Nord, mediante la carretera CV-32 y cruzando la autovía por la salida 9 o por el Camino del Mar que cruza la autovía sobre la salida 7.

Además, existe un sistema constituido por una red de líneas de autobuses metropolitanos que ofrece comunicación frecuente entre Valencia y los municipios de su área metropolitana que incluye paradas tanto en el núcleo urbano de Pobla de Farnals como en la urbanización en la que se encuentra Pobla Marina.

El sistema ferroviario de cercanías de la ciudad de Valencia no ofrece parada en el municipio de Pobla de Farnals, aunque la línea regular con Castellón si ofrece paradas con los municipios adyacentes de El Puig y Masalfasar con una gran intensidad diaria.



3. Antecedentes y estado actual.

En la actualidad, el puerto deportivo Pobla Marina está delimitado por tres alineaciones de diques de abrigo que lo protegen de los temporales más significativos que suelen producirse en las costas mediterráneas españolas.

Desde el norte del puerto nace un dique transversal a la costa con una orientación respecto a la misma en torno a 120º y con dirección sureste de 150 metros de longitud.

Desde el extremo este de este tramo, comienza el dique de abrigo de mayor longitud, paralelo a la línea de costa, con 400 metros.

Finamente, con una inclinación de 145º respecto al dique principal se observa el tercer tramo de 180 metros, que además de dar mejor protección al puerto, protege el primer tramo de la costa sur de Pobla de Farnals que se encuentra encajada entre un espigón transversal y el dique Sur del puerto, los cuales también contribuyen en la protección al puerto bajo temporales de procedencia sur y sureste.

Esta composición perimetral del puerto constituye en su interior una lámina de agua aproximada de 5,5 hectáreas junto con una zona terrestre para servicios auxiliares de 2 hectáreas.

En esta superficie, Pobla Marina cuenta con un total de 640 amarres de entre 5 y 25 metros de eslora distribuidos en nueve pantalanes y el muelle de Levante. Los amarres de hasta 12 metros de eslora cuentan con finger, mientras que para barcos mayores el amarre se realiza mediante muertos, cadena y guía.

La profundidad del interior del puerto, cuenta con calado entre 2 y 3 metros en los canales de navegación interiores, siendo la bocana la parte más problemática en este aspecto, debido a que tras algunos temporales se producen significativas deposiciones de sedimentos en esta zona que producen una disminución del calado en la entrada del puerto con consecuencias a la entrada y salida de los barcos de mayor calado.

Ante este problema, se optó por dotar al puerto de los servicios de una draga mecánica que realiza trabajos de dragado en las zonas en que estas operaciones son necesarias, centrando su principal actividad en la bocana del puerto.

Algunos de los servicios incluidos o disponibles son: servicio a la navegación 24 horas, vigilancia nocturna, red eléctrica y de agua, duchas y vestuarios, gasolinera y parking, que deberán ser modificados conforme al aumento de amarres que se pretende ejecutar.

El plan de ampliación del puerto, pretende ofrecer un aumento de los amarres en la costa valenciana, acercando así la capacidad de la náutica deportiva de Valencia a los valores pretendidos en años anteriores.



4. Definición.

La actuación sobre el puerto deportivo de Pobla Marina se estructura en una serie de acciones destinadas a modificar la geometría del mismo, así como a ampliar su capacidad incrementándola entre un 30 y un 50% y alcanzando valores cercanos a los 900 amarres, al tiempo que se pretenden mantener todos los usos y servicios actuales originando la menor afección al entorno y al puerto actual.

La afección a los servicios de iluminación, red eléctrica y red de agua del puerto existentes deberá ser mínima, valorándose muy positivamente que los procesos de ejecución no interfieran en gran medida con estas instalaciones y que los trabajos de desmantelamiento de estructuras ya existentes sean lo más reducidos posible.

El primer elemento crítico de esta obra lo encontramos en la estación de servicio de la gasolinera, situada en el extremo del espigón que delimita el puerto por el sur y que si se desmantelara con el objetivo de ampliar el puerto por el sur, supondría un incremento de la complejidad constructiva de la obra. Debido a la dificultad que supone el traslado provisional a otro punto interior del puerto se optaría por eliminar este servicio durante el tiempo que duren las obras, considerando la realización de las medidas necesarias para paliar la afección que supone la pérdida de este servicio a los usuarios.

El otro punto crítico dentro del puerto deportivo, lo constituye la zona de varada, que cuenta, durante gran parte del tiempo, con una intensa actividad de mantenimiento y reparación de las actividades, de forma que si existiera la necesidad de realizar modificaciones sobre esta zona durante periodos amplios de tiempo, se debería proporcionar otra superficie para la realización de estos trabajos.



5. Estudios previos.

Para la realización de este apartado, debido a la imposibilidad que supone la realización de cualquier tipo de trabajo de campo para la elaboración de un Trabajo Final de Grado, se ha recurrido a diversas fuentes virtuales con el objetivo de encontrar la información requerida.

El *Anejo 1.- Estudios previos.*, recoge información correspondiente a diversos aspectos como son la morfología, patrimonio natural, litología, cartografía y batimetría interior del puerto. Esta última queda complementada en el *Plano nº 5.- Batimetría*, en el que se representa la batimetría del puerto.

Para la obtención de toda esta información se ha recurrido a varias fuentes públicas como el Instituto Geológico y Minero de España, el Instituto Geográfico Nacional y la web del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Además, se ha contado con la información aportada por los agentes que actualmente dirigen el puerto deportivo Pobla Marina.

6. Geología y geotecnia.

El *Anejo 2.- Geología y geotecnia.*, se ha desarrollado del mismo modo que el anterior debido a las dificultades que supone la falta de recursos para la elaboración de un TFG. Este anejo se desarrolla en dos apartados principales.

El primero de ellos, lo constituye la información geológica del terreno en el que se ubica el puerto deportivo. Para la estructuración se ha dividido la información a presentar en cuatro apartados: la fisiología, describiendo el relieve del entorno de Pobla de Farnals; la geología, extraída fundamentalmente del Mapa Geológico General accediendo a la hoja nº 696 nombrada Mapa de Burjasot; la tectónica, que nombra los principales sistemas de pliegues y fracturas; y por último, la hidrología típica del entorno en el que se encuentra el puerto.

Por otro lado, la geotecnia ocupa la segunda parte del documento. De una manera similar al apartado geológico, se ha recurrido al Mapa Geotécnico General, dentro del cual se ha accedido a la hoja nº 56 en la que se describe con más detalle la información geotécnica de esta zona.



7. Climatología.

El objetivo por el que se realiza el *Anejo 3.- Climatología*, es definir las características del clima en el entorno de Pobla de Farnals. Para poder determinar si los valores habituales de temperatura, precipitaciones y viento, pueden resultar críticos en la ejecución de las obras.

Para determinar estas características, se han localizado dos de las estaciones meteorológicas más cercanas al emplazamiento del puerto, con el objetivo de extender estos datos a la futura ubicación de las obras. La estación meteorológica nº 8416 se sitúa en el Jardín de Viveros de Valencia, mientras que la nº 8414ª está emplazada en el Aeropuerto de Manises, ambas a menos de 20 kilómetros del puerto.

La información recopilada en este documento recoge valores medios tanto de máximos como de mínimos, que en ninguno de los aspectos climáticos que se han estudiado podrían suponer una situación de riesgo en el seguimiento de los programas de trabajo de la ampliación del puerto.

8. Clima marítimo. Oleaje.

Para la caracterización del clima marítimo será necesario evaluar tanto el oleaje como el régimen de vientos y los valores y variabilidad de las mareas. Pero, como se explica en el *Anejo 4.- Clima marítimo. Oleaje.*, el régimen de vientos ya se ha definido anteriormente en el documento dedicado a la climatología de la zona de Pobla de Farnals, y por lo que respecta a las mareas, dado que nos encontramos en la costa mediterránea, la variabilidad del nivel del mar debido a las mareas astronómicas, no resulta relevante.

Por el contrario, la caracterización del oleaje si es un punto fundamental en todos los trabajos relacionados con el mar o ubicados en zonas costeras. Pero esta necesidad de evaluación del entorno resultará más importante si cabe, ante la necesidad de diseñar y calcular estructuras que estarán directamente en contacto con el mar como será el caso de los pantalanes, muelles y en mayor medida de los diques de abrigo de un puerto.

Después de determinar las características del oleaje en un punto de información conocido como es la boya costera de Valencia II con código 1619, será necesario calcular la afección que tiene en el oleaje la aproximación del mismo hacia a costa. Proceso para el que será fundamental considerar los efectos de asomeramiento y refracción, mientras que la difracción y la reflexión no se producirán ante la carencia de obstáculos frente a la costa de Pobla de Farnals.

Para realizar el cálculo de estos fenómenos y definir las características de los oleajes más desfavorables que puedan llegar al puerto, utilizaremos la aplicación Wave Calculator, que nos dará la altura de ola que tendremos a la profundidad a la que se encuentran las estructuras de abrigo.



9. Estudio de alternativas.

Este apartado se ha desarrollado en el documento *Anejo 5.- Estudio de alternativas.*, en el cual se ha realizado una división del mismo en tres apartados, en los que se atiende a la elección de la distribución en planta que va a tomar el nuevo puerto deportivo de Pobla de Farnals, la tipología de los nuevos elementos de amarre de los que dispondrá y de la tipología de muelles que lo conformarán.

9.1 Estudio de alternativas en planta

El principal objetivo del estudio de soluciones en planta es llevar a cabo la elección de la alternativa más adecuada atendiendo a diferentes criterios como son la funcionalidad, la economía, el aspecto, los condicionantes ambientales y las dificultades técnicas.

Una vez planteadas las tres alternativas, se procede a la valoración de cada una de ellas para cada uno de los cinco criterios anteriores y puntuando sobre una escala de uno a cinco.

- Alternativa 1.

Presenta una ampliación por el norte del puerto. Las principales ventajas de esta alternativa son una conservación de las características de la bocana, lo que garantiza una calma en el interior del puerto semejante a la existente y una ubicación de las obras más alejada del espacio de interés natural existente al sur del puerto.

Por otra parte, se hace necesario un mayor volumen de movimiento de tierras y una mayor exposición en la zona norte, por la que golpearán los temporales más exigentes y que durante la fase de ejecución puede provocar importantes daños materiales.

- Alternativa 2.

La segunda alternativa, presenta grandes diferencias respecto a la primera en todo lo que se refiere a las ventajas y desventajas. La proximidad de las obras al marjal de interés natural presente al sur del núcleo residencial del puerto de Pobla de Farnals, podría generar problemas ambientales. Siguiendo con algunas desventajas, esta opción presenta una reubicación de la estación de repostaje, lo que conllevaría una serie de actuaciones adicionales.



Frente a esto, tenemos una nula afección a la dinámica litoral, pues no se modifica la geometría perimetral del puerto. Además, todos los trabajos se realizan bajo un alto grado de protección frente a los temporales.

Esta alternativa contempla un menor aumento del número de amarres para embarcaciones de poca eslora. Se plantea la posibilidad de la ejecución de una marina seca sobre el nuevo muelle, para lo que se deja disponible un área sobre la explanada de esta ampliación del muelle de Poniente.

- Alternativa 3.

La última estructuración en planta para la ampliación del puerto de Pobla Marina también supone una ampliación sur del puerto. En esta ocasión se mantiene la ubicación de la gasolinera, y se plantea una reconstrucción del último ramo del dique de Levante que permita la ejecución de pantalanes de mayor longitud.

La principal restricción con la que cuenta esta alternativa, además de la proximidad al marjal, es una enorme afección a la dinámica litoral. En cambio, se evita la reubicación de la estación de servicio y se plantean más amarres que en la segunda alternativa sin necesidad de construir una instalación para amarres en seco.

- Solución en planta mejor valorada.

Después de realizar la valoración y comparación de las tres alternativas, con una puntuación de 145, la mejor valorada resulta la segunda. El factor más determinante y diferenciador ha sido el criterio ambiental y la nula afección que esta opción plantea a la dinámica litoral, gracias a que la totalidad de la ampliación se queda integrada en una zona que ya estaba protegida por la prolongación de dique de Levante y el espigón de protección a la costa.



Este es el aspecto general del puerto deportivo Pobla Marina tras la ampliación según la segunda alternativa.



Imagen nº 6.- Boceto de la segunda alternativa

9.2 Estudio de la tipología de los pantalanes

El estudio de tipología de pantalanes se realiza bajo la misma estructura que la elección de la planta del puerto, y atendiendo a los cinco criterios definidos para esta, pero modificando la importancia de cada una de ellas. En esta ocasión solo se presentan dos alternativas, la primera de ellas se trata de pantalanes flotantes, mientras que la segunda la constituyen pantalanes fijos de pilas de hormigón.

- Pantalanes flotantes.

Resulta una tipología muy extendida fundamentalmente en emplazamientos con una serie de restricciones. Serán de gran utilidad en puertos con grandes variaciones de nivel del mar debido a amplias carreras de marea, en los que los pantalanes fijos pueden tener cotas sobre el nivel del mar que en determinadas horas del día dificulten o imposibiliten el uso de la instalación.



También resultan eficientes en zonas de grandes profundidades en las que sería muy costosa la ejecución de pilas, como principal inconveniente está la elevación del coste de mantenimiento.

- Pantalanos fijos.

También resulta una tipología muy extendida en la que prima la simplicidad de la estructura. Existe cierta variabilidad en la conformación de las pilas, pudiendo ser construidas mediante bloques de hormigón, como es el caso a evaluar, o mediante pilotes prefabricados o ejecutados *in situ*.

Esta tipología resulta más estable que la anterior y, a pesar de que pueda resultar más costosa la ejecución de estas estructuras, se suele producir un ahorro en el mantenimiento de las mismas.

- Tipología de pantalanos mejor valorada.

La valoración de las dos tipologías ha dejado una diferencia mínima entre ambas. La tipología de pantalanos fijos, con una valoración de 129 ha resultado por encima de los pantalanos flotantes, gracias solamente, al criterio estético y sobre todo a la concordancia con la tipología de las estructuras que constituyen el puerto antiguo.

9.3 Estudio de la tipología de los muelles

Para llevar a cabo la elección de la tipología de muelle más adecuada se han valorado tres alternativas, las cuales se han puntuado según los cinco criterios seguidos en el resto de apartados del estudio de soluciones.



- Alternativa 1. Muelle de bloques de hormigón.

La ejecución de un muelle conformado por bloques de hormigón prefabricados, conlleva una serie de ventajas frente al resto de tipologías. Principalmente, para la ejecución de estos tipos de muelles son necesarias una serie de actuaciones de relativa facilidad constructiva dentro de la complejidad propia de las actuaciones portuarias.

Además, para la realización de estos trabajos, no es necesaria maquinaria demasiado específica, que llevaría asociado un riesgo de interrupción de las obras debido a posibles averías. Por otro lado, el paramento vertical que constituyen los bloques puede ocasionar problemas de resonancia de las olas que entren en el puerto.

- Alternativa 2. Muelle de tablestacas.

La segunda alternativa, también la conforma una tipología con paramento vertical. Este hecho mantiene el riesgo de resonancia del oleaje que se ha mencionado en los muelles de bloques de hormigón y además, la maquinaria de hincado sí que puede resultar más limitada en cuanto a la disponibilidad, originando el riesgo de retrasos mencionado anteriormente.

La principal ventaja de estos muelles es el reducido material utilizado en su construcción, ya que el grueso de los trabajos los constituye el movimiento de tierras y el hincado, lo que puede permitir una reducción de los costes de la obra.

- Alternativa 3. Muelle en talud con pilas de bloques de hormigón.

La última alternativa planteada presenta mayores diferencias. En primer lugar, se trata de un muelle con talud, lo que elimina el riesgo de resonancia en el interior del puerto, y en segundo lugar, origina una reducción de los volúmenes de movimiento de tierras.

El principal inconveniente, sería el gran número de elementos prefabricados que constituirán la superestructura, que, según la inclinación del talud, podría tener gran anchura y deberá ir acompañada de un gran número de pilas de bloques.

- Tipología de muelle mejor valorada.

La valoración de las tres tipologías, deja como alternativa más adecuada al muelle en talud con pilas de bloques de hormigón. La principal razón para la idoneidad de esta solución, recae en que es la única tipología que presenta un talud bajo el muelle en lugar de un paramento vertical.

Con esta diferencia, el criterio funcional resulta muy bueno, gracias a que se evita por completo la posible resonancia del oleaje en el interior del puerto, asegurando una seguridad funcional mucho más elevada.

Este es el aspecto aproximado de una sección del muelle según la tercera alternativa.

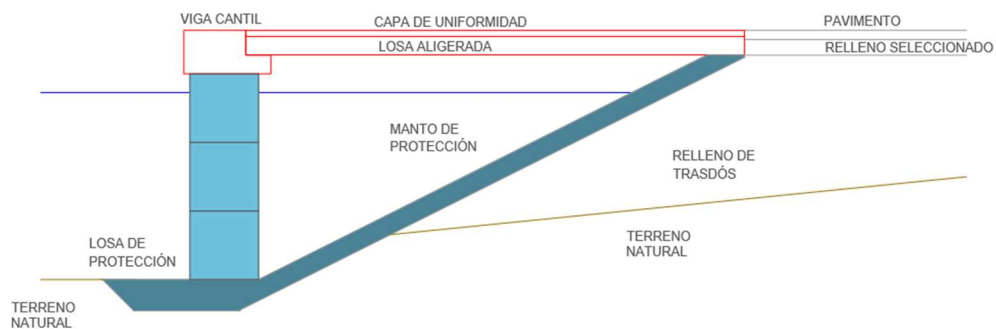


Imagen nº 7.- Sección de un muelle en talud con pilas de bloques de hormigón

10. Cálculo.

En el *Anejo 6.- Cálculo. Diques de abrigo y pantalanés.*, se desarrollan los procesos de cálculo y dimensionamiento realizados para cada uno de estos elementos, siguiendo la normativa requerida y exigible para cada uno de ellos.

10.1 Dique de abrigo

Para realizar el cálculo y dimensionamiento del dique de abrigo Sur del puerto de Pobla de Farnals, se han desarrollado dos métodos paralelos: mediante la fórmula de Iribarren en la cual no se contemplan averías en la estructura y mediante la fórmula de Hudson, que sí que incluye un grado de averías determinado.

De la misma forma, se ha ampliado el abanico de posibilidades en lo que respecta a la tipología de elementos que conformarán el manto principal y la inclinación que tendrá el talud del mismo. Los cálculos para las dos metodologías incluyen mantos de escollera, bloques paralelepípedicos y tetrápodos, además, contemplan taludes de 3H/2V, 2H/1V y 5H/2V.

Con todas las posibilidades calculadas, se opta por boques de escollera, puesto que la existencia de un dique de protección de la costa en el emplazamiento del futuro dique de abrigo, permitirá la reutilización de parte de estos elementos.

Por otro lado se determina que un peso unitario de 4,5 toneladas permitirá, del mismo modo, un mayor grado de reutilización de esta escollera. Finalmente, se opta por un talud 5H/2V, que da valores para pesos unitarios de escollera de 4,5 toneladas, intermedios a los exigidos por los métodos presentados.

A partir del peso unitario de los elementos de manto principal, siguiendo una serie de fórmulas, se determina el espesor del manto principal así como el peso unitario y espesor del manto intermedio. Todos estos valores quedan enumerados en la siguiente tabla:

	Manto principal	Capa intermedia
Espesor (m)	2,37	1,10
Peso unitario (Tn)	4,5	0,45

Tabla nº 1.- Resumen de características de las capas del dique de abrigo



10.2 Pantalanes

Como se define en el segundo apartado del *Anejo 6.- Cálculo. Diques de abrigo y pantalanes.*, las principales acciones a las que estará sometido un pantalán serán, el tiro horizontal debido a los amarres y la sobrecarga de uso debida al acceso de los usuarios hasta sus embarcaciones, además de los pesos propios de la estructura.

Una vez definida la geometría y los materiales de cada uno de los elementos que conforman estas estructuras, es necesario realizar dos comprobaciones fundamentales que garanticen la funcionalidad de las mismas: comprobación de vuelco y comprobación de deslizamiento a las que se les exige unos coeficientes de seguridad mayores a 1,5.

Después de realizar estos cálculos, se obtienen coeficientes de 3,22 frente al vuelco y de 1,61 frente al deslizamiento, de forma que se garantiza la estabilidad de las estructuras.

11. Definición de superficies

La lámina de agua del puerto deportivo Pobla Marina, tras la ampliación, contara una superficie total de 86.247 m², conformados por:

S. bocana	3.649 m ²
S. puerto antiguo	54.477 m ²
S. ampliación	28.121 m ²

La superficie seca del puerto quedara constituida por un total de 40.202 m².

S. dique levante	15.967 m ²
S. dique sur	2.726 m ²
S. muelle levante	7.712 m ²
S. muelle poniente	900 m ²
S. ampliación muelle poniente	1.800 m ²
Área mantenimiento	10.573 m ²
Gasolinera	524 m ²

Con todo esto, el área total ocupada por el puerto deportivo de Pobla de Farnals será de 126.449 m².



12. Dimensionamiento de la gasolinera

Con la elección de la segunda alternativa del estudio de soluciones en planta, aparece un problema en relación a la situación del servicio de abastecimiento de combustible: el desmantelamiento de la estructura en la que se encontraba la gasolinera.

Este muelle cerraba el puerto por el sur y ofrecía la línea de amarres más meridional. Con la elección de esta nueva distribución en planta del puerto, la supresión de este elemento otorga una mayor capacidad al mismo para albergar grandes embarcaciones al tiempo que permite una mejor integración entre la zona antigua y la ampliación.

Por otro lado, la reconstrucción permite incrementar la capacidad de este servicio en la medida en que lo hace la capacidad de Pobla Marina continuando con la doble disponibilidad de combustible de gasolina y gasóleo. La nueva instalación también se sitúa en el extremo meridional del puerto, junto al dique de abrigo que cierra el puerto por el sur.

Los cálculos realizados en el *Anejo 7.- Instalaciones de combustible.*, parten del nuevo número de amarres y el incremento de la demanda de combustible que esto conlleva, la instalación se resuelve con dos depósitos de 25.000 litros destinados cada uno a un tipo de combustible.

Estos dos depósitos, acompañados del resto de elementos necesarios para el seguro funcionamiento de la instalación, se han seleccionado por catálogo bajo el cumplimiento de la normativa UNE 62350-3 para tanques de almacenamiento de carburantes y combustibles de capacidad mayor a 3.000 litros.



13. Amarres.

Como se ha adelantado en la descripción de la alternativa finalmente escogida, los amarres de la ampliación del puerto deportivo de Pobla Marina se dispondrán en seis líneas de amarre, dos de ellas para embarcaciones de esloras hasta 20 metros y el resto para esloras máximas de 15 metros.

Se dispondrá de un total de 42 amarres: el muelle Sur, de 135 metros albergará 21 amarres con una anchura próxima los 6,5 metros y de forma similar, la alineación sur del primer pantalán, también de 135 metros, albergará los otros 21 amarres.

Respecto a los 82 amarres para embarcaciones de esloras máximas de 15 metros, se dividirán en tres alineaciones de 19 amarres y una cuarta de 25 (situada en el lado norte del primer pantalán) todos ellos con una anchura en torno a los 5,5 metros.

Las alineaciones de 19 amarres se situarán sobre los pantalanes de 105 metros de longitud, dos de ellas sobre el segundo pantalán de la ampliación y la tercera sobre el pantalán más meridional del puerto antiguo, que gracias a la demolición de la gasolinera y la mayor anchura del canal de navegación permite el acceso a embarcaciones de estos tamaños.

Por otra parte, introduciendo los apartados de red eléctrica y abastecimiento de agua potable, se considera que los 19 amarres pertenecientes al pantalán ya existente se abastecerán de la red eléctrica y de abastecimiento de la zona antigua. De esta forma, las nuevas instalaciones solo darán servicio a 115 amarres.

Con todo esto, el pantalán número dos de la ampliación contará con 19 amarres a cada lado y por tanto, se instalarán 10 cajas dobles de distribución tanto en la línea de amarre norte como en la sur.

El primer pantalán, tendrá una distribución asimétrica de amarres pero se establecerán cajas de distribución con una separación uniforme de 11 metros, instalando 13 cajas dobles en el lado norte del pantalán y 12 en el lado sur.

Por último, en el muelle Sur se instalan 11 cajas dobles para el abastecimiento de 21 amarres, con una equidistancia de 13 metros.

Toda esta descripción anteriormente redactada se complementa gráficamente expuesta en el *Plano nº11.- Amarres.*

14. Iluminación y red eléctrica.

Para la realización del dimensionamiento tanto de las líneas de iluminación como de las líneas de fuerza para el suministro eléctrico a los amarres, se ha elaborado el *Anejo 8.- Aluminado y red eléctrica.*

Para llevar a cabo este documento se ha establecido que la instalación eléctrica de la nueva zona de Pobla Marina, es completamente independiente de la red preexistente. De esta forma, el suministro a los amarres y la iluminación del puerto no se verán afectados durante los trabajos de ampliación y como consecuencia de esto, los nuevos amarres para embarcaciones de hasta 15 metros de eslora que aparecen en el pantalán más meridional de la zona antigua, se abastecerán de esa red y no se incluirán en el dimensionamiento.

El proceso de cálculo comienza estableciendo las potencias que consumen las diferentes embarcaciones, que se definen como 5 kW para esloras de hasta 20 metros y 3 kW para esloras de hasta 15 metros, y un coeficiente de simultaneidad. Por su parte, toda la iluminación cuenta con luminarias tipo LED, tanto en el muelle como en los pantalanes. La gasolinera tendrá una demanda de 7 kW.

Con la demanda determinada, según la Normativa Tecnológica NTE-IER de 1984 se exige un transformador de 400kVA. Desde este partirán 4 líneas de alumbrado para cada uno de los dos pantalanes, el muelle Sur y la prolongación del muelle de Poniente; además de 4 líneas de fuerza para cada una de las alineaciones de amarres y el servicio de abastecimiento de combustible.

A partir de las potencias de cada línea, se hallan las intensidades, y gracias a estas y siguiendo la norma UNE 20460-5-523:2004, las secciones de cada línea que se modificarán para el cumplimiento de las pérdidas máximas de potencia y tensión que exige el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Después de las modificaciones para el cumplimiento de estas exigencias, las secciones de cada una de las líneas son las siguientes:

Línea	Sección (mm ²)
Aluminado del muelle Sur.	1,5
Aluminado del pantalán 1.	1,5
Aluminado del pantalan 2, más septentrional.	1,5
Aluminado de la alineación muelle y gasolinera.	1,5
Abastecimiento del muelle 1, más meridional.	50
Abastecimiento del pantalán 2.	70
Abastecimiento del pantalan 3, más septentrional.	25
Abastecimiento de la gasolinera.	10

Tabla nº 2.- Secciones de las líneas de iluminación y abastecimiento



15. Abastecimiento de agua potable.

La descripción de la red de abastecimiento de agua potable y el dimensionamiento de la misma, se han desarrollado en *Anejo 9.- Abastecimiento de agua potable.*, en el que se tiene en cuenta la línea de distribución desde la salida del contador general del puerto hasta su distribución en cada uno de los amarres.

Para garantizar el suministro de agua durante la ejecución de la obra en la zona preexistente, se opta por una bifurcación a la salida del contador principal, de forma que la red del puerto deba permanecer el mínimo tiempo sin funcionamiento. La nueva red cuenta con tres líneas de distribución además de dos líneas principales.

Para el dimensionamiento de la línea, esta se configura únicamente para el abastecimiento a las embarcaciones, dando un caudal por embarcación de 20l/min y determinando a partir de este y de un coeficiente punta, el caudal que habrá de circular por cada tramo de tubería.

Dependiendo del caudal del tramo, se hallará el diámetro necesario que se ajustará inicialmente al diámetro inmediatamente superior dentro de la variabilidad presente en el mercado.

Después de realizar el primer dimensionamiento, se precisarán dos comprobaciones: la primera de velocidad del flujo y la segunda de presiones mínimas.

La comprobación de velocidad tendrá un mínimo de 0,3 metros por segundo, que se cumplirá para todos los casos, y una recomendación entre 0,6 y 2,3 metros por segundo que inicialmente no se cumple en todas los tramos, por lo cual, se opta por disminuir los diámetros de las tuberías hasta el diámetro nominal inmediatamente inferior, de forma que se consiguen valores ente los recomendados.

La comprobación de presiones mínimas trae consigo la necesidad de colocación de una bomba que dé una presión a su salida de 12 m.c.a., puesto que el cálculo de pérdidas de presión da valores máximos en régimen normal de funcionamiento cercanos a 1,4 m.c.a. Con estas presiones a la salida de la bomba, se garantizan 10 m.c.a. de presión en todas las tomas de los amarres.

Por último, para la segunda parte de la comprobación de las presiones se considera una situación de incendio y se sigue, por tanto, la normativa UNE23-500 que establece unos caudales adicionales de 8,33 litros por segundo en dos hidrantes de riego contiguos, que en el caso de nuestra red serán los dos únicos que se necesitan para cumplir con la separación mínima.

Con estas variaciones, se determinan las pérdidas de presión en los hidrantes y se comprueba que con una presión de salida de 12 m.c.a. en la bomba, la presión en el hidrante más desfavorable es superior a 10 m.c.a., como exige la normativa.



16. Saneamiento y alcantarillado.

Para la evacuación de las aguas residuales generadas por las embarcaciones, se establecerá un régimen de recogida mediante el uso de un camión cisterna con capacidad de acceso a todos los puntos, que procederá al transporte de estos residuos hasta la estación depuradora de aguas residuales de la L'Horta Nord a la cual corresponde el municipio.

Por su parte, la gasolinera contará con una canaleta perimetral para la recogida de los posibles derrames que se produzcan durante el abastecimiento de las embarcaciones. Estos residuos, se almacenarán en un depósito situado junto a la estación de servicio, que también será vaciado por el camión cisterna.

Por su parte, las aguas pluviales procedentes de los muelles y pantalanes, se verterán al mar, gracias a la inclinación que se le da a estos elementos.

17. Balizamiento.

La ejecución de la obra se realiza bajo las dimensiones de los diques de abrigo preexistentes en el puerto de Pobla Marina y de esta forma, el balizamiento de entrada al puerto continuará siendo suficiente.

Ante la sustitución del espigón transversal a la costa en el que se ubica el balizamiento de la bocana a babor del buque que entra, será necesario el desmantelamiento de este elemento, para su posterior colocación sobre el extremo del dique de abrigo Sur.

Respecto al balizamiento existente en la bocana interior, la señal verde de estribor del buque, que entra se mantendrá en su emplazamiento actual, pero la marca complementaria será retirada, puesto que se sitúa en el dique de abrigo junto al emplazamiento actual de la gasolinera.

Actualmente, la playa al sur del puerto, sobre la que se emplazará la ampliación, cuenta con una serie de boyas que delimitan el canal de navegación para la entrada al puerto. Estos elementos se retirarán puesto que las nuevas estructuras ya delimitarán los canales de navegación en el interior del puerto.

18. Conclusión.

Según lo visto en la presente memoria, así como en el resto de documentos que conforman el Trabajo Final de Grado “Diseño y cálculo de la ampliación del puerto deportivo Pobla Marina, en Pobla de Farnals (Valencia)”, se cumplen los objetivos planteados garantizándose el incremento de amarres que se pretendía conseguir en Pobla Marina. Además, se deja un área dentro del mismo, sobre la prolongación del muelle de Poniente, enfocada a la futura construcción de una marina seca que permitirá la creación de un significativo número de amarres de pequeña eslora que podrán complementar lo ofrecido en esta ampliación.

19. Documentos que constituyen el Trabajo Final de Grado.

Documento nº1.- Memoria y anejos.

Memoria

Anejos

- 1.- Estudios previos.
- 2.- Geología y geotecnia.
- 3.- Climatología.
- 4.- Clima marítimo. Oleaje.
- 5.- Estudio de alternativas.
- 6.- Cálculo.
- 7.- Instalación de combustible.
- 8.- Red eléctrica y alumbrado.
- 9.- Red de abastecimiento de agua potable.
- 10.- Documentación fotográfica.

Documento nº2.- Planos.

- 1.- Ubicación.
- 2.- Planta General.
- 3.- Accesos.
- 4.- Definición de superficies.
- 5.- Batimetría.
 - 5 a.- Batimetría exterior de Pobla Marina.
 - 5 b.- Batimetría interior de Pobla Marina.
- 6.- Secciones de batimetría interior (dragado).
- 7.- Dique de abrigo.
- 8.- Muelle.
- 9.- Pantalán.
- 10.- Gasolinera.
- 11.- Amarres.
- 12.- Red de alumbrado.
- 13.- Red eléctrica.
- 14.- Red de abastecimiento de agua potable.



APÉNDICE.- BIBLIOGRAFÍA



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIOAMBIENTE

<http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccion->

[costa/ecocartografias/ecocartografia-valencia.aspx](http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/ecocartografia-valencia.aspx)

CONSELLERIA DE AGRICULTURA, MEDIO AMBIENTE, CAMBIO CLIMÁTICO Y

DESARROLLO RURAL <http://www.agroambient.gva.es/web/biodiversidad/marjal-de-rafaell-i-vistabella>

MINISTERIO DE FOMENTO

<http://signa.ign.es/signa/>

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIAS Y COMPETITIVIDAD, INSTITUTO
GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

<http://www.igme.es/actividadesIGME/lineas/cartoGeo.htm>

Mapa Geotécnico General a escala 1:200.000 > Hoja 56 - VALENCIA

<http://info.igme.es/cartografia/geotecnico200.asp?hoja=56>

Mapa Geológico General a escala 1:200.000 > Hoja 595 Burjasot - VALENCIA

<http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/magna50/pdfs/d6G50/Magna50696.pdf>

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

<http://www.ign.es/web/ign/portal>

INSTITUTO CARTOGRAFICO NACIONAL

<http://www.icv.gva.es/ca/inicio;jsessionid=AB2FD0230F3B47E80D7ADDBF957F80CC>

CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

<https://www.cnig.es/>

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, ATLAS CLIMÁTICOS

http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_climatico

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, VALORES EXTREMOS

http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/efemerides_extremos

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA, VALORES CLIMATOLÓGICOS NORMALES
<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>

MINISTERIO DE FOMENTO, PUERTOS DEL ESTADO, DATOS HISTORICOS BOYA COSTERA DE VALENCIA II
<http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>

MINISTERIO DE FOMENTO, PUERTOS DEL ESTADO, CLIMA MEDIO DEL OLEAJE EN LA BOYA COSTERA DE VALENCIA II
http://calipso.puertos.es/BD/informes/medios/MED_1_1_1619.pdf

MINISTERIO DE FOMENTO, PUERTOS DEL ESTADO, EXTREMOS MÁXIMOS DEL OLEAJE POR DIRECCIONES EN LA BOYA COSTERA DE VALENCIA II
http://calipso.puertos.es/BD/informes/extremales/EXT_1_1_1619.pdf

CATALOGO DE DEPOSITOS Y ELEMENTOS AUXILIARES PARA EL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE
<http://www.lapesa.es/>

CATALOGO DE LUMINARIAS PARA LAS REDES DE ALUMBRADO
http://www.atpiluminacion.com/files/descargas/catalogos/atp_iluminacion_catalogo_led-enero-2017.pdf

NORMATIVA TECNOLÓGICA, NTE-IER
http://www.preoc.es/download/ADS/D36XA005/NTE-IER%20Instalaciones%20de%20electricidad%20red%20exterior.pdf?cookie_check=1

UNE 20460-5-23:2004.
https://emacsan.wikispaces.com/file/view/UNE_2020460-5-523.2004.pdf

UNE 62350-3
http://www.webaero.net/ingenieria/equipos/Estaticos/Tanques/Normativa_Codigo/UNE/2005_UNE%20EN_12285_2%20Tanques%20horizontales%20cilindricos%20horizontales_pared%20simple%20o%20doble_almacenamiento%20aereo.pdf



REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN E INSTRUCCIONES TÉCNICAS
COMPLEMENTARIAS

http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/ITC_BT_07.pdf

ROM 0.2-90 ACCIONES EN EL PROYECTO DE OBRAS MARÍTIMAS Y PORTUARIAS

<http://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%200.2-90.pdf>

ROM 1.0-09 RECOMENDACIONES DEL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE
ABRIGO

<http://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%201.0-09.pdf>

ROM 2.0-11 RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO Y EJECUCIÓN EN OBRAS DE
ATRAQUE Y AMARRE

<http://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%202.0-11.pdf>

ROM 3.1-99 PROYECTO DE LA CONFIGURACIÓN MARÍTIMA DE LAS PUERTOS:
CANALES DE ACCESO Y ÁREAS E FLOTACIÓN

<http://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%203.1-99.pdf>

PLATAFORMA DE CÁLCULO DE OLEAJE "Wave Calculator".

<http://www.coastal.udel.edu/faculty/rad/wavetheory.html>

UPV ICCP, RUNET (2015). Proyecto básico de ampliación y mejora del Puerto Deportivo de "La Goleta" (T.M. Oliva, Valencia).

UPV ICCP, RUNET (2014). Ampliación Sur del puerto de Las Casas de Alcanar (Tarragona).

UPV ICCP, RUNET (2015). Proyecto de ampliación del Puerto Deportivo del Perelló (T.M. Sueca)