



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE MASTER

Proyecto básico y estudio de viabilidad del nuevo puerto
deportivo del Perelló (Valencia)

Presentado por

Barrachina Cucarella, Alexis

Para la obtención del

Master en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Curso: 2018/2019

Fecha: Septiembre 2019

Tutor: Gómez Martín, Maria Esther

Cotutor: Bayarri Cebrián, Francisco José

ÍNDICE

DOCUMENTO N°1

Memoria

Anejos

Anejo 01: Antecedentes y Estado Actual

Anejo 02: Topografía y Batimetría

Anejo 03: Carácter General y Operativo de la Obras

Anejo 04: Medio Físico

Anejo 05: Geología y Geotecnia

Anejo 06: Dimensionamiento Interno

Anejo 07: Procedencia de Materiales

Anejo 08: Estudio de Demanda

Anejo 09: Estudio de Soluciones

Anejo 10: Cálculo y Dimensionamiento del Muelle

Anejo 11: Cálculo y Dimensionamiento del Pantalán

Anejo 12: Gestión del Material de Dragado

Anejo 13: Pavimentos y Firmes

Anejo 14: Red de Agua Potable e Incendios

Anejo 15: Red de Saneamiento

Anejo 16: Red Eléctrica y Alumbrado

Anejo 17: Mobiliario Urbano

Anejo 18: Replanteo

Anejo 19: Programa de Trabajos

Anejo 20: Valoración Económica

Anejo 21: Estudio de Viabilidad Económica

DOCUMENTO N°2

Planos

Plano 01. Localización

Plano 02. Planta actual

Plano 03. Topografía

Plano 04. Usos actuales

Plano 05. Planta del puerto

Plano 06. Superficie del puerto
Plano 07. Planta del dique
Plano 08. Sección del dique
Plano 09. Secciones muelles
Plano 10. Secciones pantalán
Plano 11. Dragado del puerto
Plano 12. Pavimentos del puerto
Plano 13. Pavimentos. Secciones
Plano 14. Instalación Agua Potable I
Plano 15. Instalación Agua Potable II
Plano 16. Instalación Agua Potable. Secciones
Plano 17. Protección contra incendios
Plano 18. Instalación de saneamiento. Red
Plano 19. Instalación de saneamiento. Pendientes muelles
Plano 20. Instalación de saneamiento. Secciones
Plano 21. Instalación eléctrica. Media Tensión.
Plano 22. Instalación eléctrica. Centro de Transformación
Plano 23. Instalación eléctrica. Baja Tensión.
Plano 24. Instalación eléctrica. Alumbrado
Plano 25. Instalación eléctrica. Secciones.
Plano 26. Mobiliario
Plano 27. Replanteo



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

DOCUMENTO Nº1

MEMORIA Y ANEJOS



MEMORIA

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

ÍNDICE

1	Objeto.....	7
2	Antecedente y estado actual.....	7
2.1	Localización	7
2.2	Antecedentes administrativos	8
2.3	Estado actual	9
2.3.1	Usos portuarios.	9
2.4	Análisis del estado actual	11
3	Estudios previos	11
3.1	Topografía y Batimetría.....	11
3.2	Carácter general y operativo de las obras.....	11
3.2.1	Carácter general	12
3.2.2	Carácter operativo.....	12
3.2.3	Periodo de retorno	13
3.3	Medio físico.....	13
3.3.1	Oleaje	13
3.3.2	Viento	17
3.3.3	Marea	18
3.4	Estudio geológico y geotecnico.....	20
3.5	Requerimientos para el dimensionamiento interno.....	21
3.5.1	Requerimientos en alzado.....	22
3.5.2	Requerimientos en planta.....	22
3.5.3	Área de maniobra.....	23
4	Justificación de la nueva instalación deportiva.....	23
4.1	Evolución de los puertos, instalaciones y amarres para uso deportivo y recreativo en España.	24
4.2	Variación anual de los precios medios de cesión de amarres por comunidades.	25
4.3	Variación anual de las tarifas de alquiler de amarres por comunidades.	26
4.4	El mercado de las embarcaciones de recreo.....	27
5	Estudio de soluciones.....	28
5.1	Alternativa 1	28
5.2	Alternativa 2	28
5.3	Alternativa 3.....	29
5.4	Análisis multicriterio y solución adoptada	30
6	Obras de atraque.....	31

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

6.1	Verificación de seguridad estructural del muelle	32
7	Obras de amarre.....	34
7.1	Verificación de seguridad estructural de los pantalanes	35
8	Dragado de la dársena interior del puerto.....	37
9	Pavimentos y firmes	38
10	Red de agua potable e incendios	39
11	Red de saneamiento.....	41
11.1	Cálculo de la red de drenaje.....	42
12	Red eléctrica y alumbrado	43
12.1	Centro de transformación	46
13	Mobiliario urbano	46
14	Plazo de ejecución.....	46
15	Valoración económica	47
16	Estudio de viabilidad económica.....	47
16.1	Estudio económico-financiero	48
16.1.1	Ingresos por la cesión de amarres.....	48
16.1.2	Costes de explotación	49
16.2	Tarifas	51
16.3	Rentabilidad de la concesión.....	52
16.3.1	Hipótesis.....	52
16.3.2	Cálculo de la rentabilidad.....	52
17	Bibliografía	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación del Perelló.....	7
Ilustración 2. Vista aérea del puerto de El Perelló.....	8
Ilustración 3. Boya de Valencia. Código 2630. Fuente Puertos del Estado.....	13
Ilustración 4. Rosa de vientos anual. Fuente Puertos del Estado.....	17
Ilustración 5. Referencia del nivel del mar. Mareógrafo de Valencia.....	19
Ilustración 6. Mapa geológico. Hoja nº747. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España..	20
Ilustración 7. Alternativa 1.....	28
Ilustración 8. Alternativa 2.....	29
Ilustración 9. Alternativa 3.....	30
Ilustración 10. Triángulo de potencias.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del puerto.....	8
Tabla 2. Distribución de amarres en el puerto de El Perelló.....	10
Tabla 3. Distribución de flota pesquera.....	10
Tabla 4. Índices IRE e ISA.....	12
Tabla 5. Índice IREO e ISAO.....	13
Tabla 6. Probabilidad de ocurrencia de Hs con Tp.....	14
Tabla 7. Probabilidad de ocurrencia del oleaje en función de la dirección de ocurrencia.....	15
Tabla 8. Alturas de ola de las direcciones principales.....	15
Tabla 9. Ajuste de la altura de ola significativa.....	16
Tabla 10. Periodo pico para cada altura de ola direccional.....	16
Tabla 11. Altura de ola significativa en las proximidades del puerto.....	16
Tabla 12. Altura de ola en el interior del puerto.....	16
Tabla 13. Probabilidad de ocurrencia del viento.....	17
Tabla 14. Incremento medio del nivel del mar en 2100. Fuente Quinto Informe del IPCC.....	19
Tabla 15. Anchura entre pantalanes principales.....	23
Tabla 16. Radio de maniobra para las embarcaciones de diseño.....	23
Tabla 17. Análisis multicriterio.....	30
Tabla 18. Distribución de amarres de la solución adoptada.....	31
Tabla 19. Coeficientes de seguridad mínimo frente al deslizamiento y al vuelco.....	33
Tabla 20. Combinación de acciones del muelle de servicios.....	33
Tabla 21. Comprobación frente al deslizamiento y al vuelco del muelle de servicios.....	34
Tabla 22. Longitud de los pantalenes.....	34
Tabla 23. Combinación de acciones de los pantalanes.....	35
Tabla 24. Comprobación frente al deslizamiento y al vuelco.....	35
Tabla 25. Resultado carga hundimiento de los pilotes.....	36
Tabla 26. Área y volumen de dragado.....	37
Tabla 27. Consumo mínimo por pantalán.....	39
Tabla 28. Pérdidas de carga en la red.....	41
Tabla 29. Presión del sistema en los ramales principales.....	41
Tabla 30. Dimensionamiento de la red de aguas pluviales.....	42
Tabla 31. Dimensionamiento de la red de residuales.....	43
Tabla 32. Dimensionamiento de la red de depuración de hidrocarburos.....	43
Tabla 33. Potencia real de cada pantalán.....	44

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Tabla 34. Potencia para las edificaciones.....	44
Tabla 35. Potencia para el alumbrado.	44
Tabla 36. Distribución de amarres	48
Tabla 37. Ingresos por la venta de los amarres.....	48
Tabla 38. Ingresos por la venta de los amarres actualizada.	49
Tabla 39. Coste anual de explotación del personal.....	49
Tabla 40. Estimación de coste anual de gastos varios.	49
Tabla 41. Estimación anual de gastos de conservación.	50
Tabla 42. Estimación anual del canon de ocupación.	50
Tabla 43. Resumen de los costes estimados anuales.....	50
Tabla 44. Tarifas amarres en alquiler y en cesión.	51
Tabla 45. Tarifa de alquiler de amarres	51
Tabla 46. Tarifa de cesión de amarres.	51
Tabla 47. VAN y TIR	52
Tabla 48. VAN y TIR Escenario 1.....	53
Tabla 49. Tarifas Escenario 2.....	53
Tabla 50. VAN y TIR Escenario 2.....	53

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Evolución de los puertos deportivos en España (1976-2015). Fuente FEAPDT.....	24
Gráfica 2. Evolución de los amarres en España (1976-2015). Fuente FEAPDT	25
Gráfica 3. Evolución de los precios medios de cesión de amarres en España.	26
Gráfica 4. Evolución de la tarifa media de alquiler de amarres en España.....	26
Gráfica 5. Evolución de las matriculaciones de embarcaciones en España.	27

1 OBJETO

La finalidad del presente documento, titulado *“Proyecto básico y estudio de viabilidad del nuevo puerto deportivo del Perelló (Valencia)”*, es el de realizar el Trabajo Final de Máster para obtener el título del Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universitat Politècnica de València.

El objeto de este trabajo es el de realizar una propuesta de remodelación de las instalaciones náuticas-deportivas del puerto del Perelló, una valoración económica de lo que costaría realizar este proyecto y un estudio de viabilidad económica de si esta propuesta fuera rentable durante su fase de explotación para amortizar a largo plazo toda la inversión.

2 ANTECEDENTE Y ESTADO ACTUAL.

2.1 LOCALIZACIÓN

El Perelló se encuentra a unos escasos 20 km al sur de Valencia. Es una entidad Local Menor perteneciente al municipio valenciano de Sueca, en la comarca de la Ribera Baixa. El término del Perelló tiene casi unos 5 km cuadrados de extensión, incluidos en su totalidad en el Parque Natural de la Albufera. Aunque pertenece a la comarca de la Ribera Baixa, su desembocadura del lago de la Albufera, marcan los límites naturales entre las comarcas de la Ribera Baixa y de L’Horta Sud, es decir, también es el límite natural entre El Perelló y el municipio de Valencia.

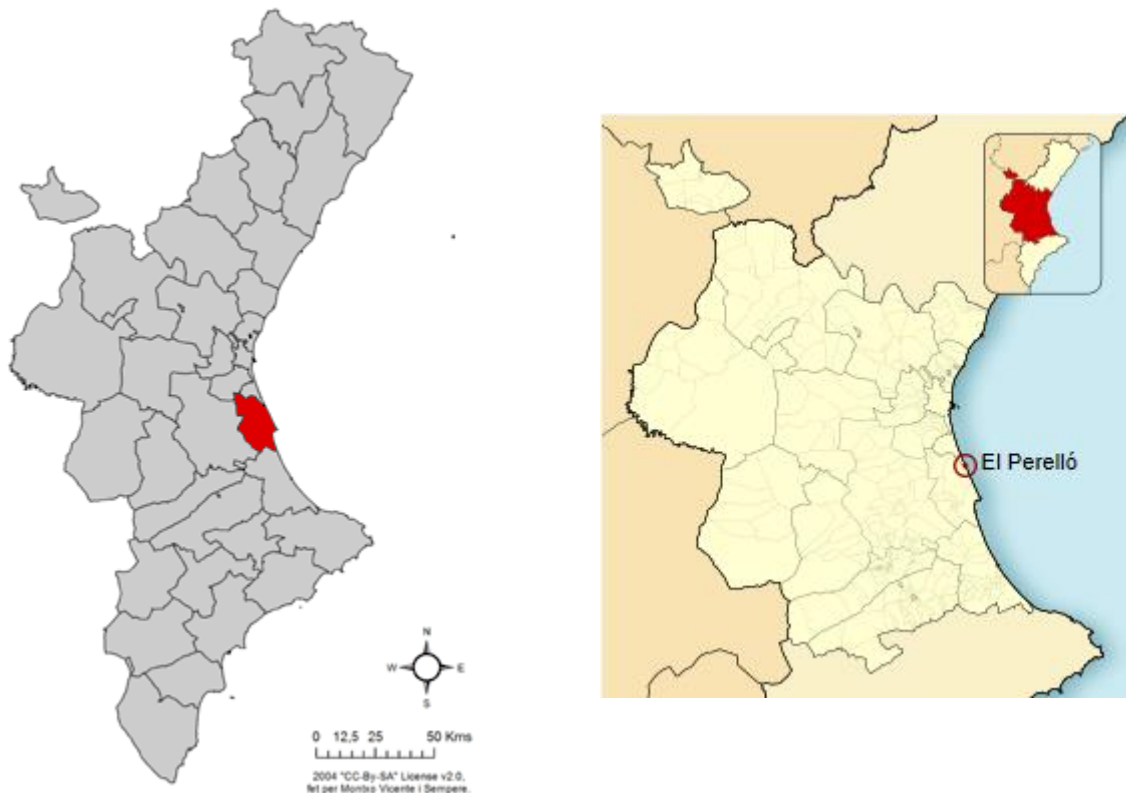


Ilustración 1. Ubicación del Perelló

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ (VALENCIA)

El puerto del Perelló presenta una interacción directa con la Albufera, ya que se encuentra ubicado en una de las tres desembocaduras que existen, concretamente, la que se encuentra más al sur. Como se mencionó en el anterior párrafo, la desembocadura pertenece al límite natural de separación entre dos comarcas.



Ilustración 2. Vista aérea del puerto de El Perelló.

Las coordenadas exactas del puerto del Perelló son:

Tabla 1. Coordenadas del puerto.

Situación del puerto	
Latitud	39°16'05"N
Longitud	00°17'00"W
Carta Náutica	476

Aunque el Perelló cuente con una población en torno a los 2000 habitantes, durante los meses estivales, la población se puede multiplicar por diez.

2.2 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

El puerto de El Perelló se construyó en el año 1970 y pertenece a la red de puertos autonómica de la Generalitat Valenciana. La gestión del puerto de El Perelló se realiza mediante un modelo de gobernanza basado en la una gestión indirecta mediante una concesión dependiente de la Generalitat. La gestión del puerto la realiza el Club Náutico de El Perelló mediante una concesión de 30 años.

En el año 2000 se caducó su concesión, pero se ha mantenido la gestión sin una renovación de la concesión durante los últimos años. La disposición transitoria segunda de la *Ley 2/2014, de 13 de junio, de Puertos de la Generalitat* establece que aquellas instalaciones náutico-deportivas cuyo título habilitante se finalizara durante los siguientes tres años a partir de la entrada en vigor de dicha Ley, se podría mantener, en régimen de autorización, las condiciones establecidas en el título extinguido durante un plazo máximo de tres años a contar desde la entrada en vigor de la Ley.

Actualmente, están en negociaciones para determinar el modelo de gobernanza portuaria a establecer a los próximos años que garantice el futuro de la instalación náutica-deportiva de El Perelló.

2.3 ESTADO ACTUAL

En la actualidad, el puerto de El Perelló dispone de una superficie de agua abrigada de 33.727 m² y un área de tierra de 7.922,73 m² que se distribuye de la siguiente manera según los usos y superficies:

- Superficie Terrestre:
 - Explanada usos comunes: 2.421,94 m²
 - Piscina: 463,34 m²
 - Varadero: 3.245 m²
 - Edificación:
 - Edificio social: 1.730,75 m²
 - Gasolinera: 61,7 m²
- Superficie de agua:
 - Superficie neta de amarres: 4.943 m²

La bocana está orientada al sureste, para evitar los temporales principales que se producen a lo largo de la costa mediterránea, con una longitud de las infraestructuras de abrigo de unos 140 metros, cuyo trazado comienza junto al paseo que delimita la playa del Norte y su alineación es sensiblemente perpendicular a la línea de costa. Por la playa del Sur está delimitado por otro dique de menor entidad. La tipología de las obras de abrigo la de dique en talud mediante escollera natural y tiene un calado entre 1,7-2 metros de profundidad.

El muelle que nos encontramos en este puerto tiene una longitud de más de 700 metros si contamos también con todas las alineaciones de los pantalanes y tiene un calado de 1,8 metros de profundidad.

Respecto a los amarres, existen un total de 8 pantalanes de hormigón prefabricado y combinan diferentes tipologías de atraque, ya sea mediante finguers o mediante muerto. Esto se puede visualizar en el *Apéndice I del Anejo 01: Antecedentes y estado actual*.

2.3.1 Usos portuarios.

Los usos portuarios que podemos encontrar en el puerto del Perelló son los siguientes:

- **Usos deportivos:**

En el puerto del Perelló se diferencian claramente dos zonas deportivas, por un lado, la zona que pertenece al Club Náutico del Perelló, que como se estableció en el apartado anterior, está en régimen de concesión con la Generalitat Valenciana y dónde las embarcaciones atracan en

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

los pantalanes existentes. Y, por el otro lado, la zona de gestión directa de la Generalitat, dónde las embarcaciones se encuentran fondeadas a unos muertos.

En la siguiente tabla se refleja la distribución de los amarres que encontramos en el puerto en función de su eslora y del tipo de gestión portuaria que se presenta:

Tabla 2. Distribución de amarres en el puerto de El Perelló.

CONCESIÓN				GESTIÓN DIRECTA			
Eslora	Manga	Nº Amarres	Superficie	Eslora	Manga	Nº Amarres	Superficie
4	2	10	80	4	2	40	320
5	2.1	30	315	5	2.1	40	420
6	2.3	45	621	6	2.3	20	276
7	2.75	45	866.25	TOTAL		100	1016
8	3.4	30	816				
9	3.5	11	346.5				
10	3.5	10	350				
12	4	5	240				
TOTAL		186	3635				

- **Usos pesqueros:**

En el puerto del Perelló no hay ningún espacio destinado para el almacén de pesca, ni tendadero de redes, ni lonja. Únicamente existe un amarre para que atraquen y puedan cargar y descargar los barcos pesqueros de la zona.

La flota que disponemos en el puerto es la siguiente:

Tabla 3. Distribución de flota pesquera.

TOTAL	e < 10 m	10 < e < 15	15 < e < 20	20 < e	TRB
7	6	1	0	0	28.45

- **Usos complementarios**

Analizando los demás usos que se puede encontrar en el puerto del Perelló, tenemos una superficie cubierta destinada para talleres de 448 m², un área de carenaje de 1131 m², 550 m² destinados al restaurante del Club Náutico y una superficie de hibernaje de 550 m².

Además, el puerto del Perelló cuenta con las siguientes instalaciones:

- Grúa fija: 10 Tn.
- Agua potable
- Combustible
- Varadero
- Alumbrado/Electricidad
- Muelle de espera
- Reparación y mantenimiento
- Capitanía del puerto

- Duchas
- Aseos
- Piscina
- Sistemas de extinción de incendios
- Salvavidas
- Primeros auxilios
- VHF canal 9

2.4 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

Tras reflejar el estado actual en el que se encuentra el puerto del Perelló y algunas consideraciones detalladas por parte del Área de Explotación De Puertos de la Generalitat Valenciana, se detallará algunos condicionantes y criterios para tener en cuenta a la hora de proponer las diferentes alternativas y dar una solución final:

- Para no interferir con la dinámica litoral que se produce en la costa del mediterráneo, las obras de abrigo no se verán modificadas.
- El puerto se encuentra encajado en el entorno urbano, imposibilitando su ampliación, tanto al norte como al sur.
- La zona que presenta una gestión directa por parte de la Generalitat Valenciana no presenta ninguna superficie para que las embarcaciones se puedan amarrar y atracar en condiciones de seguridad.
- Estructura obsoleta y sin una clara ordenación.
- Edificios sobredimensionados para las prestaciones que puede ofrecer el puerto.
- Instalaciones obsoletas. En los años en los que se construyó, aún no era de obligado cumplimiento la construcción de un centro de transformación.
- En ciertos temporales, se produce una resonancia del oleaje, provocando una amplificación de este y pudiendo elevar las embarcaciones al muelle.

3 ESTUDIOS PREVIOS

En el siguiente apartado, se describirán una serie de estudios previos necesarios para poder realizar una actuación en el puerto.

3.1 TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

En el *Anejo 02: Topografía y batimetría* se determinan las coordenadas de los puntos establecidos en el reconocimiento topográfico que nos facilitó el Área de Explotación de Puertos de la Generalitat Valenciana y la batimetría se obtuvo del visor *kmz* que tienes el Ministerio para la Transición Ecológica.

En el caso de realizarse el proyecto sería necesario determinar las coordenadas topográficas como las batimétricas.

3.2 CARÁCTER GENERAL Y OPERATIVO DE LAS OBRAS

En el siguiente apartado se detallará el carácter general y operativo de las obras según lo establecido en la *ROM 0.0-01. Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras*

marítimas y portuarias, a partir de los índices de repercusión económica (IRE) y de los índices de repercusión social y ambiental (ISA).

3.2.1 Carácter general

La importancia de un tramo de obra marítima, así como la repercusión económica, social y ambiental generada en caso de destrucción o pérdida de funcionalidad se valorará por medio del carácter general del tramo.

Todos los tramos de la obra cuya destrucción o pérdida total de servicio tenga similares repercusiones económicas, sociales y ambientales, tendrán el mismo carácter general. Y, aquellos tramos de la obra cuyo fallo implique repercusiones significativas diferentes, tendrán un carácter general propio. En nuestro caso, sólo dispondremos del carácter general correspondiente al muelle.

El carácter general de la obra se establecerá en función de los siguientes índices:

- Índice de repercusión económica, IRE
- Índice de repercusión social y ambiental, ISA

El procedimiento para determinar ambos índices de repercusión está reflejado en el *Anejo 03: Carácter general y Operativo de las obras* y estos valores son:

Tabla 4. Índices IRE e ISA

IRE	ISA
5	4

Lo que significa que la obra marítima se clasifica, según lo establecido por la *ROM 0.0* como “*R₁: Obras con una repercusión económica baja*” y “*S₁: Obras sin repercusión social y ambiental significativa*”.

A partir de los valores obtenidos en los índices IRE e ISA se adoptan los siguientes valores del proyecto:

- Vida útil mínima: **15 años**
- Máxima probabilidad conjunta en la fase de servicio para los ELU: **0,20**
- Máxima probabilidad conjunta en la fase de servicio para los ELS: **0,20**

Los parámetros obtenidos tienen un carácter mínimo, según lo establecido en la *ROM 0.0*. Dado que está previsto que la explotación del puerto deportivo se otorgue en concesión por un periodo máximo de 30 años, para los cálculos futuros, se adopta este valor con el fin de garantizar las condiciones de seguridad mínimas de las obras.

3.2.2 Carácter operativo

Las repercusiones económicas y los impactos sociales y ambientales que se producen cuando una obra marítima deja de operar o reduce su nivel de operatividad, se valorarán por medio de su carácter operativo.

El carácter operativo de una obra marítima se establecerá en función de los siguientes índices:

- Índice de repercusión económica operativo, IREO
- Índice de repercusión social y ambiental operativo, ISAO

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ (VALENCIA)

De la misma manera, los índices IREO e ISAO son:

Tabla 5. Índice IREO e ISAO

IREO	ISAO
4	4

Con lo que la obra se puede clasificar como “ $R_{0,1}$ obras con una repercusión económica operativa baja” y “ $S_{0,1}$: Obras sin repercusión social y ambiental significativa”.

A partir de los valores obtenidos en los apartados anteriores, se toman los siguientes valores de proyecto:

- Operatividad mínima: **0.85**
- Número medio de paradas: **10 paradas**
- Duración máxima de una parada: **24h**

3.2.3 Periodo de retorno

La relación entre el periodo de retorno de cada tramo de una obra se obtiene en función de la probabilidad de fallo y la vida útil de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$T_r = -\frac{n}{\text{Ln}(1 - p_{f,ELU})} = -\frac{30}{\text{Ln}(1 - 0.2)} = 135 \text{ años}$$

3.3 MEDIO FÍSICO

En el siguiente apartado se definirán los parámetros necesarios para caracterizar el oleaje y el viento procedente de nuestra zona de estudio. Toda la metodología de cálculo del medio físico se detalla en el *Anejo 04: Medio Físico*.

3.3.1 Oleaje

Primero se analizará la propagación del oleaje que se produce en el entorno de la zona de estudio. Para ello utilizaremos los informes que nos proporciona Puertos del Estado de todas sus boyas repartidas por todo el litoral español. En nuestro caso de estudio, emplearemos los datos de la boya de Valencia, código 2630, que se encuentra a una profundidad de 260 metros.



Ilustración 3. Boya de Valencia. Código 2630. Fuente Puertos del Estado

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Para asegurarnos de que los datos que nos proporciona la Boya de Valencia están realmente en aguas profundas y que los datos no se ven afectados por el fondo marino, se realiza una comprobación de profundidades. En el caso de que nos encontremos en aguas profundas, se debe cumplir la siguiente relación:

$$\frac{d}{L_0} \geq 0,5 \left(\text{siendo } L_0 = \frac{T_p^2 \cdot g}{2 \cdot \pi} \right)$$

Para obtener el periodo pico, utilizamos los datos referidos al régimen extremal para un periodo de retorno de T= 475 metros.

- $H_s : 8,76 \text{ m}$
- $T_p : 3.48 \cdot H_s^{0.63} = 3.48 \cdot 8.76^{0.63} = 13,657 \text{ seg}$

Donde, la longitud de la onda para este periodo es de:

$$L_0 : \frac{T_p^2 \cdot g}{2 \cdot \pi} = 261,2 \text{ metros}$$

$$d_0 : \frac{L_0}{2} = 130.6 \text{ m} < 260 \text{ m}$$

$$\frac{d}{L_0} = \frac{260}{261,2} = 0.9954 > 0.5$$

Con estas comprobaciones podemos establecer que los datos pertenecientes de la boya se encuentran en aguas profundas, por lo que podemos realizar la suposición de que son la representación del oleaje incidente en nuestra zona de estudio.

• **Regímenes medios**

El régimen medio relaciona los diversos valores de la variable altura de ola significativa con la probabilidad de que los valores no sean superados en el año climático medio. Según se establece en el *Anejo 04: Medio Físico*, los datos que se reflejan en la boya de Valencia, se obtiene la siguiente probabilidad de ocurrencia de una altura de ola significativa para un periodo pico determinado:

Tabla 6. Probabilidad de ocurrencia de Hs con Tp

Hs (m)	Tp (s)											TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
≤ 0.5	0.041	4.099	9.038	8.34	6.957	3.66	0.937	0.159	0.149	0.007		33.387
1		1.075	12.38	12.004	6.816	5.423	4.144	0.646	0.149	0.01		42.647
1.5			0.774	6.971	2.689	1.752	2.094	1.123	0.484	0.003		15.89
2				0.964	1.445	0.788	0.774	0.463	0.584	0.038		5.056
2.5				0.014	0.263	0.415	0.38	0.207	0.339	0.045		1.663
3					0.031	0.131	0.18	0.121	0.145	0.038		0.646
3.5					0.003	0.052	0.138	0.069	0.111	0.021		0.394
4						0.003	0.076	0.041	0.055	0.017		0.192
4.5							0.007	0.014	0.031	0.01		0.062
5								0.003	0.007	0.007	0.007	0.024
>5									0.003	0.021	0.015	0.039

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Hs (m)	Tp (s)											TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
TOTAL	0	0.041	5.174	22.192	28.293	18.204	12.224	8.733	2.853	2.075	0.211	100

Y en la siguiente tabla la probabilidad de ocurrencia de cada altura de ola en función de la dirección de ocurrencia del oleaje.

Tabla 7. Probabilidad de ocurrencia del oleaje en función de la dirección de ocurrencia.

DIRECCIÓN	Hs (m)												TOTAL
	≤ 0.2	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	>5	
CALMAS	3.794												3.794
N 0		0.279	0.6	0.414	0.207	0.062	0.021	0.003					1.586
NNE 22.5		0.752	1.883	1.321	0.586	0.135	0.062	0.017	0.003	0.003			4.762
NE 45		1.921	4.933	2.677	1.09	0.514	0.224	0.155	0.086	0.024	0.01	0.028	11.662
ENE 67.5		4.005	7.34	3.353	1.445	0.697	0.276	0.183	0.093	0.034	0.014	0.01	17.45
E 90		4.967	5.012	1.09	0.348	0.103	0.028	0.017	0.007				11.572
ESE 112.5		4.898	3.439	0.448	0.1	0.017	0.014	0.003	0.003				8.922
SE 135		5.595	4.405	0.269	0.041	0.007						10.317	
SSE 157.5		3.732	5.64	1.228	0.124	0.003						10.727	
S 180		1.104	1.211	0.172	0.021								2.508
SSW 202.5		0.717	1.093	0.155	0.031								1.996
SW 225		0.842	2.88	0.931	0.059								4.712
WSW 247.5		0.4	2.525	2.408	0.566	0.059	0.007	0.003				5.968	
WSW 270		0.128	0.566	0.548	0.124	0.034	0.007					1.407	
WNW 292.5		0.135	0.335	0.314	0.11	0.007						0.901	
NW 315		0.093	0.352	0.321	0.086	0.014						0.866	
NNW 337.5		0.155	0.348	0.21	0.107	0.007	0.003	0.02				0.85	
TOTAL	3.794	29.723	42.562	15.859	5.045	1.659	0.642	0.401	0.192	0.061	0.024	0.038	100

Centrándonos en nuestras direcciones de estudio, tenemos la siguiente media ponderada de las alturas de ola en función de la dirección de propagación:

Tabla 8. Alturas de ola de las direcciones principales.

Dirección	Hs (m)
NE	1.308
ENE	1.211
E	0.886
ESE	0.770
SE	0.747

Debido a que tenemos que garantizar la operatividad mínima dentro de la dársena del puerto, se debe calcular la altura de ola con un valor umbral cuya probabilidad de no excedencia no sea inferior al de un determinado valor. Para fijar dicha probabilidad, se parte de lo establecido en el apartado 3.2.2. dónde la operatividad mínima es del 85%. Por lo tanto, se va a

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

ajustar la altura de ola significativa con los diferentes parámetros de la distribución de *Wiebull* establecida en el *Anejo 03: Medio Físico* para cada dirección de estudio diferente:

Tabla 9. Ajuste de la altura de ola significativa.

Dirección	NE	ENE	E	ESE	SE
F(Ha)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
A	1.08	1.07	0.45	0.29	0.28
B	0	0	0.19	0.22	0.23
C	1.81	1.68	1.05	0.95	1.12
Hs,boya	1.54	1.57	1.02	0.79	0.73

Y, para cada altura de ola significativa se le asocia su correspondiente periodo pico:

Tabla 10. Periodo pico para cada altura de ola direccional.

Dirección	Hs,boya	Tp,boya
NE	1.54	6.24
ENE	1.57	6.29
E	1.02	5.47
ESE	0.79	5.27
SE	0.73	5.22

Una vez obtenido la altura de ola significativa en nuestra boya de referencia, es necesario realizar la propagación del oleaje hasta las proximidades de nuestro puerto. A medida que el oleaje se va acercando a la costa, sufre diversas modificaciones y amortiguamientos debidos al fondo marino. Estos fenómenos son el asomeramiento y la refracción

Por lo tanto, para una dirección de la costa de 66° respecto al norte se obtiene las siguientes alturas de ola a dos metros de profundidad para las direcciones del oleaje NE, ENE y SE:

Tabla 11. Altura de ola significativa en las proximidades del puerto.

Dirección	Hs (m)
NE	1,10
ENE	1,12
SE	0,34

Una vez nuestro frente de oleaje se ha propagado hasta las proximidades del puerto, al encontrarnos un obstáculo, como es el caso del dique, la ola se ve afectado por el fenómeno de la **difracción**. Por lo que, aplicando los ábacos de Wiegel se obtienen las siguientes alturas de ola:

Tabla 12. Altura de ola en el interior del puerto.

Dirección	Hs (m)
ENE	0,308
SE	0,34

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

3.3.2 Viento

A continuación, se determinará la caracterización del viento que se propaga hasta el puerto del Perelló, tanto en condiciones medias como en condiciones extremas. En primer lugar, para la caracterización del régimen medio se utilizará los datos que proporciona en la plataforma informática Puertos del Estado en la Boya de Valencia.

Analizando las diferentes probabilidades de ocurrencia para cada dirección, se puede observar que la dirección que presenta una mayor ocurrencia durante un periodo anual es la WSW, tal y como se puede observar en la siguiente rosa de vientos:

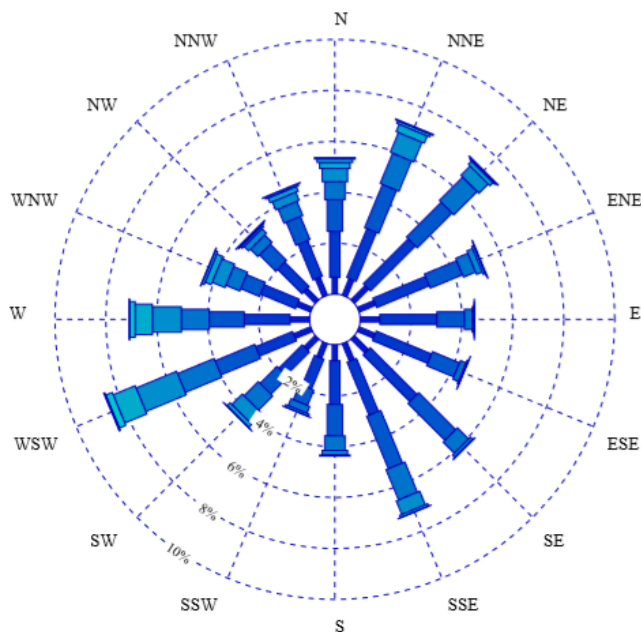


Ilustración 4. Rosa de vientos anual. Fuente Puertos del Estado

Y, en la siguiente tabla, se muestra el desglose de la distribución conjunta de la dirección y la velocidad media que se puede encontrar en esta zona. En la tabla aparecen remarcadas las direcciones que afectan a nuestra zona de estudio:

Tabla 13. Probabilidad de ocurrencia del viento

DIRECCIÓN	Ve (m/s)									TOTAL
	≤ 1	2	4	6	8	10	12	14	≥ 14	
CALMAS	12.746									12.746
N	0	0.655	1.808	1.245	0.704	0.517	0.238	0.131	0.066	5.364
NNE	22.5	0.704	2.08	1.835	1.287	0.838	0.307	0.103	0.045	7.199
NE	45	0.783	2.501	1.932	1.294	0.524	0.172	0.059	0.024	7.289
ENE	67.5	0.704	2.232	1.373	0.517	0.241	0.09	0.01	0.017	5.184
ENE	90	0.769	2.242	1.08	0.034	0.069	0.007	0.003	0.003	4.207
ESE	112.5	0.683	2.346	1.156	0.231	0.055	0.003	0.007		4.481
SE	135	0.773	2.704	2.052	0.621	0.124	0.124			6.398
SSE	157.5	0.738	2.253	2.235	1.283	0.576	0.1	0.003		7.188
S	180	0.624	1.711	1.235	0.576	0.179	0.041			4.366

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

DIRECCIÓN	Ve (m/s)									TOTAL
	≤ 1	2	4	6	8	10	12	14	≥ 14	
SSW 202.5		0.611	1.273	0.655	0.29	0.093	0.094			3.016
SW 225		0.614	1.294	0.945	0.76	0.583	0.162	0.014	0.007	4.379
WSW 247.5		0.717	1.57	1.683	1.559	1.718	0.935	0.269	0.052	8.503
W 270		0.762	1.801	1.369	1.097	1.142	0.676	0.21	0.031	7.088
WNW 292.5		0.593	1.49	0.8	0.586	0.545	0.255	0.097	0.021	4.387
NW 315		0.635	1.359	0.897	0.41	0.248	0.086	0.052	0.021	3.708
NNW 337.5		0.762	1.514	0.983	0.604	0.348	0.2	0.069	0.017	4.497
TOTAL	12.746	11.127	30.178	21.475	11.853	7.8	3.49	1.027	0.304	100

Del mismo modo que se hizo con el oleaje, se realiza un reajuste de la velocidad del viento para cada dirección utilizando la función de distribución Weibull y que la probabilidad de no excedencia no supere el 0,85, fijado por el *Índice de Repercusión Económica Operativa*:

Dirección	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
<i>F(Ve)</i>	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
A	3.72	5.32	4.23	4.03	6.67	8.99	8.32	6.71	4.65	5.78
B	0.67	0.06	0.41	0.13	-0.88	-1.59	-1.48	-0.75	0.25	-0.42
C	1.98	2.3	1.95	1.97	2.5	2.93	2.65	2.11	1.58	1.88
Ve	5.82	7.09	6.29	5.71	7.74	9.6	9.12	8.34	7.23	7.71

Por otro lado, para la caracterización del régimen extremal utilizamos lo expuesto en el *Atlas de Viento del Litoral Español* de la ROM 0.4-95 – *Acciones climáticas II: Viento*. Nuestra zona de estudio pertenece al Área VII. Con todo lo desarrollado en el apartado correspondiente del viento en el *Anejo 04: Medio Físico*, la velocidad del viento en condiciones extremales en la dirección del viento predominante (WSW) es de **28,86 m/s**

3.3.3 Marea

Dada la proximidad al puerto de Valencia, se puede considerar como válidos los datos proporcionados en el Informe del mareógrafo de Valencia (RED de MAREógrafos de Puertos del Estado) para calcular el Nivel del Mar en el puerto de El Perelló.

En la siguiente imagen se refleja los diferentes niveles de referencia que hay respecto al mareógrafo. Se puede observar que la máxima variación del mar que se puede observar en el puerto de Valencia es de 1,32 metros, tal y como se refleja en la siguiente ilustración:

Referencias de nivel del mar

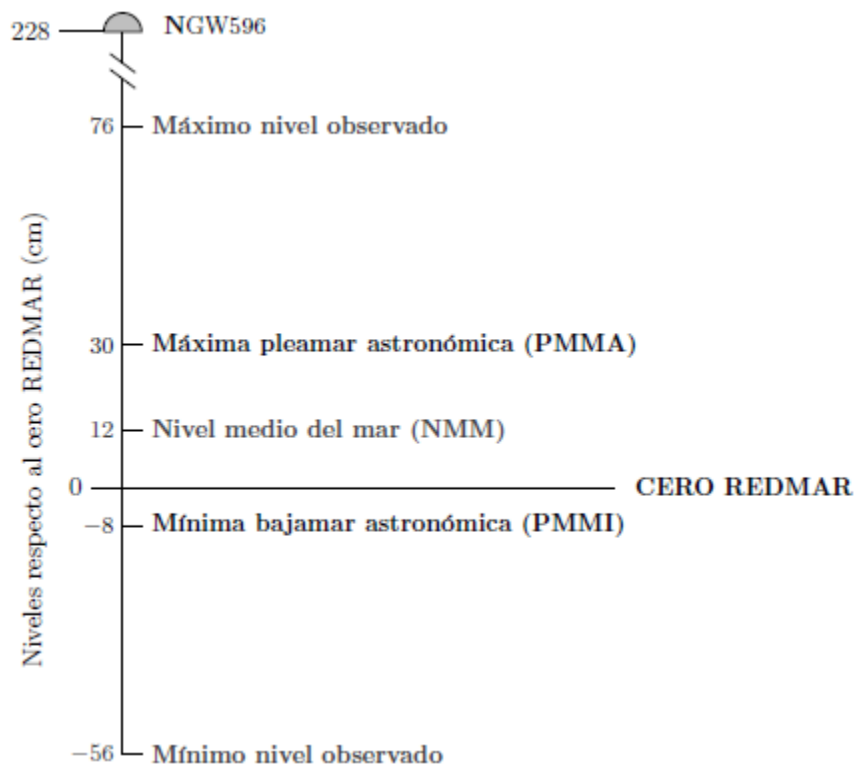


Ilustración 5. Referencia del nivel del mar. Mareógrafo de Valencia.

Además de esta variación del nivel del mar debido a las mareas, hay que tener en cuenta el aumento del nivel del mar debido al cambio climático. Según se establece en el quinto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático del 2013, adjunto un fragmento al final del *Anejo 04: Medio Físico*, se analizan cuatro escenarios diferentes de cómo estará la concentración de los gases de efecto invernadero al final del siglo XXI. En este informe, el incremento del nivel del mar es de:

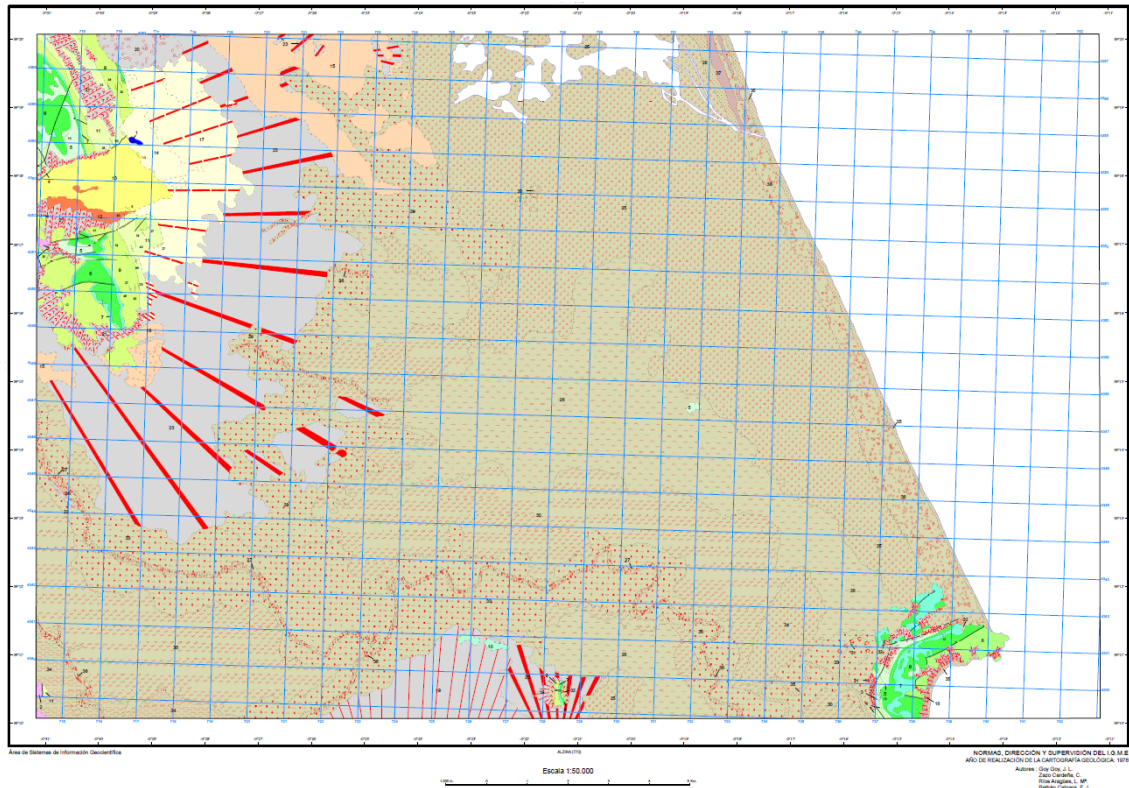
Tabla 14. Incremento medio del nivel del mar en 2100. Fuente Quinto Informe del IPCC

	RCP2.6	RCP4.5	RCP6.0	RCP8.5
Incremento global del nivel del mar en 2100 (m)	0,44 (de 0,28 a 0,61)	0,53 (de 0,36 a 0,71)	0,55 (de 0,38 a 0,73)	0,74 (de 0,52 a 0,98)

El escenario RCP8.5 es un escenario muy pesimista, por lo que, se ha descartado en los futuros cálculos de la coronación de las infraestructuras, por lo tanto, se escogerán los escenarios RCP4.5 y el RCP6.0. La vida útil de nuestro puerto era de 30 años, donde para ambos escenarios rondaríamos los 30 cm de aumento del nivel del mar

3.4 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTECNICO.

Según establece el Instituto Geológico y Minero de España, el Perelló pertenece a la Hoja Magna 50 número 747 (29/29), Sueca.



LEYENDA

ERA	PERÍODO	SUBPERÍODO	CUATERNARIO		
			PLEISTOCENO	HOLOCENO	
TERCIARIO	NEÓGENO	MIOCENO	TORTONIENSE	14, 15	
			HELVETIENSE	13	
		CRETÁCICO	SUPERIOR	SANTONIENSE	10, 9, 8
				CONIACIENSE	7
				TURONIENSE	6
	INFERIOR	CENOMANIENSE	4		
		INFERIOR	3		
	MÁS	KIMMER. INF.			
		OXFORD. SUP.	3		
	TRIÁSICO	KEUPER	2		

VOLCANICAS



- 38 DUNAS RECIENTES. Arenas
- 37 SURCO INTERDUNAR. Arenas
- 36 ALLUVIAL. Arenas y limos
- 35 PLAYA. Arenas
- 34 PLAYA DEL GLACIS. Arcillas marrones
- 33 LIMOS DE INUNDACIÓN. Limos arenosos
- 32 COLUVION RECIENTE. Arcillas y cantos angulosos
- 31 CAUCE ABANDONADO. Limos arenosos
- 30 LIMOS PARDOS FLUVIALES. Limos arenosos
- 29 LIMOS DE DERRAME DE GLACIS. Limos pardos
- 28 DUNAS SUBFOSILES. Arenas algo rojizas
- 27 TERRAZA 2m. Arenas, limos y cantos
- 26 LIMOS PARDOS OSCUROS. Limos arenosos
- 25 LIMOS GRISOS DE ALBUFERA. Limos orgánicos
- 24 TURBA
- 23 GLACIS DE ACUMULACIÓN. Niveles de arcillas y cantos con costras discontinuas
- 22 TERRAZA 5m. Arenas, limos y cantos
- 21 COLUVION ANTIGUO. Arcilla y cantos angulosos cementados
- 20 PIE DE MONTE. Arcillas rojas, cantos de caliza angulosos encostrados superficialmente
- 19 CONO DE DEYECCIÓN. Arcillas rojas con cantos subredondeados
- 18 RASA MARINA. Bancal marino con escaso depósito conglomerático
- 17 GLACIS DE COBERTERA. Limos con módulos calcáreos. Sobre Terciario
- 16 COSTRAS. Calizas pulverulentas, baldosas y hojosas. Sobre Terciario
- 15 Margas y niveles de areniscas
- 14 Conglomerado, arenas y caliza arenosa
- 13 Caliza arenosa
- 12 Arcillas verdes y rojas con yeso
- 11 Margas y calizas lacustres
- 10 Calizas y dolomías con pasadas arenosas
- 9 Dolomías y calizas recristalizadas
- Silex
- 8 Brechas poligénicas y calizas
- 7 Margas y calizas asociadas
- 6 Dolomia cristalina masiva
- 5 Alternancia dolomia y dolomia arcillosa
- 4 Dolomia cristalina y pasadas margosas en la base
- 3 Alternancia de calizas arcillosa y margas
- 2 Arcillas versicolores
- 1 Basalto olivínico

Ilustración 6. Mapa geológico. Hoja nº747. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Según se puede apreciar en el mapa geológico, en la zona de estudio predominan materiales propios del cuaternario. Existe una amplia llanura prelitoral ocupada casi exclusivamente por la Albufera y los depósitos del Júcar y del Magro, que han contribuido a su colmatación, favorecida también por el cierre de la flecha litoral que desde la desembocadura del Turia se prolonga hasta el Cabo de Cullera.

Para el estudio geotécnico de la zona, debido a la falta de medios para realizar una campaña geotécnica, empleamos, como fuente de información, el estudio geotécnico que realizó la empresa GIA (*Grupo de Ingeniería y Arquitectura S.L.*) para un proyecto que se planteó en el puerto en el año 2008.

Se realizaron dos sondeos rotativos en tierras, de los cuales se obtuvo la siguiente información estratigráfica:

Sondeo 1			Sondeo 2		
Nivel	Tipo de suelo	Cota del techo del estrato	Nivel	Tipo de suelo	Cota del techo del estrato
0	Rellenos antrópicos	+1.52	0	Rellenos antrópicos	+2.09
A	Arenas limosas uniformes	+1.37	A	Arenas limosas uniformes	+1.49
B	Arcillas limosas firmes	-10.93	B	Arcillas limosas firmes	-13.56

De los anteriores sondeos se obtuvieron los siguientes valores de los parámetros representativos:

		γ sat (kN/m ³)	E' (kN/m ²)	Corto plazo		Largo plazo	
				c _u (kN/m ²)	ϕ	c' (kN/m ²)	ϕ
0	Rellenos antrópicos	19	---	0	27°	0	27°
A	Arenas limosas uniformes	20	20.000-25.000	0	32°	0	32°
B	Arcillas limosas firmes	20	15.000-20.000	100	0°	10	30°

3.5 REQUERIMIENTOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO INTERNO

En el siguiente apartado se detallarán los parámetros necesarios para tener en cuenta en el futuro diseño en planta de la ordenación interna para la remodelación de la dársena interior del puerto de El Perelló. Todos los cálculos se describen en el *Anejo 06: Dimensionamiento Interno*.

Para determinar el calado necesario se detallan las dimensiones de las embarcaciones tipo que vamos a tener en nuestro puerto:

Eslora (m)	Manga (m)	Calado (m)
14	5,00	2,20
12	4,50	2,00
10	4,00	1,80
8	3,00	1,50

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

6	2,50	1,20
5	2,00	1,10

3.5.1 Requerimientos en alzado

La profundidad de agua necesaria en las diferentes áreas de navegación y de flotación dentro del puerto serán variables, estableciendo cada uno de los calados teniendo en cuenta las condiciones de operatividad admitidas para la misma, las características y distribución del tráfico de buques.

Realizaremos una diferenciación del alzado, por un lado, para albergar las embarcaciones inferiores a 10 metros de eslora, que se ubicarán en las proximidades de las compuertas. Y, por otro lado, para albergar las embarcaciones hasta 14 metros de eslora, que se ubicarán en las proximidades de la bocana.

Además, en la bocana y en el canal de acceso se le dará una profundidad diferente que al resto. Esto es debido a las acumulaciones de sedimentos que se producen en la entrada provocados por la dinámica litoral de la zona.

Por lo tanto, los calados necesarios en nuestro puerto son:

- Calado en bocana y canal de acceso: 3,50 metros.
- Calado en la dársena interior:
 - Embarcaciones hasta 14 metros: 3,00 metros
 - Embarcaciones hasta 8 metros: 2,50 metros.

Para establecer el nivel de coronación de los muelles, según establece el *Apartado 7.4* de la *ROM 3.1-99*, el nivel de los muelles se establece en función del Nivel Medio de Operación (NMO) de las aguas. Al encontrarnos en una zona con escasa variación de la corriente fluvial, las compuertas que separan la Albufera del mar Mediterráneo están prácticamente cerradas, el Nivel Medio de Operación es el Nivel Medio del Mar.

Según se estableció en el *anejo 04: Medio físico*, el nivel máximo observado por el mareógrafo de Valencia es de 76 cm y, debido al incremento del nivel del mar provocado por el cambio climático, se había estipulado que había que tener un margen de 30 centímetros para solventar dicho incremento. Por lo tanto, la coronación de nuestro muelle, dejando un margen de holgura, será de +1,20 metros respecto al Cero REDMAR.

3.5.2 Requerimientos en planta

La anchura de la vía de navegación, medida perpendicularmente al eje longitudinal de la vía se determinará como la suma de los siguientes términos:

$$B_t = B_n + B_r$$

Donde:

- B_t : es la anchura total de la vía de navegación.
- B_n : es la anchura nominal de la vía de navegación.
- B_r : es la anchura adicional de reserva para tomar en consideración los factores relacionados con el contorno.

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ (VALENCIA)

Por lo tanto, en nuestro caso, el ancho nominal para la embarcación de proyecto [14 metros de eslora, 5 metros de manga y 2,20 metros de calado] es de **29,43 metros**.

Los pantalanés se diseñarán mediante fingers, por lo que, la distancia entre los pantalanés principales será de 1,5 veces la eslora de las embarcaciones de mayor eslora, quedando las siguientes dimensiones:

Tabla 15. Anchura entre pantalanés principales.

Eslora (m)	5	6	8	10	12	14
Anchura (m)	7.5	9	12	15	18	21
Anchura total (m)	17.5	21	28	35	42	42

3.5.3 Área de maniobra

Dentro del concepto de áreas de maniobra, se engloba las zonas que tienen al menos una de las finalidades siguientes:

- Para el buque
- Revirar el buque
- Dar arrancada al buque

El dimensionamiento de estas áreas depende fundamentalmente del tamaño, dimensiones y características de los buques más desfavorables que se prevé que accedan a dichas áreas, el clima marítimo existente en la zona, la disponibilidad o no de remolcadores y las características de éstos, etc.

Debido al tamaño de las embarcaciones previstas en el puerto deportivo, no se estima necesaria la ayuda de remolcadores. Por lo que, el área de maniobra de reviro, o espacio que necesita el buque para virar en redondo invirtiendo su sentido de marcha es un círculo de radio Rsr, cuyo valor para las embarcaciones que vamos a disponer en nuestro puerto es de:

Tabla 16. Radio de maniobra para las embarcaciones de diseño

Eslora (m)	Rsr (m)
14	47,19
12	40,45
10	33,71
8	26,97
6	20,22
5	16,85

4 JUSTIFICACIÓN DE LA NUEVA INSTALACIÓN DEPORTIVA.

En el siguiente apartado se mostrarán la evolución de las instalaciones deportivas que se está teniendo en España en los últimos años y la tendencia que se está instaurando. También, como en toda construcción civil, hay que realizar un análisis de las fuentes de los beneficios para amortizar la inversión, por eso, se visualizará las tendencias que se están teniendo en los últimos años del precio de la cesión y las tarifas de alquiler de los amarres.

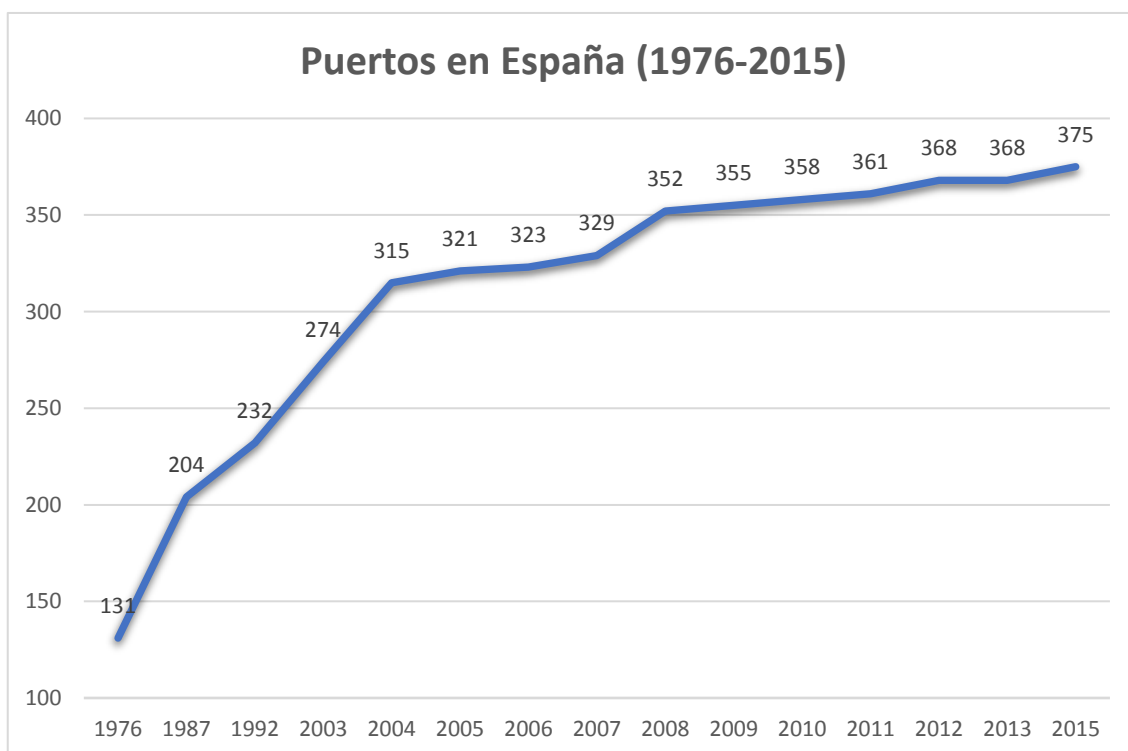
Para finalizar, se mostrará una serie de datos de los informes de matriculaciones de embarcaciones náuticas de los últimos años. Con todos estos datos, se buscará justificar el realizar una remodelación del puerto del Perelló

4.1 EVOLUCIÓN DE LOS PUERTOS, INSTALACIONES Y AMARRES PARA USO DEPORTIVO Y RECREATIVO EN ESPAÑA.

Según el informe anual de puertos deportivos en España, publicado en 2015 por la Federación Española de Asociaciones de Puertos Deportivos y Turísticos (FEAPDT), a lo largo de todo el litoral español, se puede encontrar un total de 375 puertos deportivos y un total de 134.725 amarres.

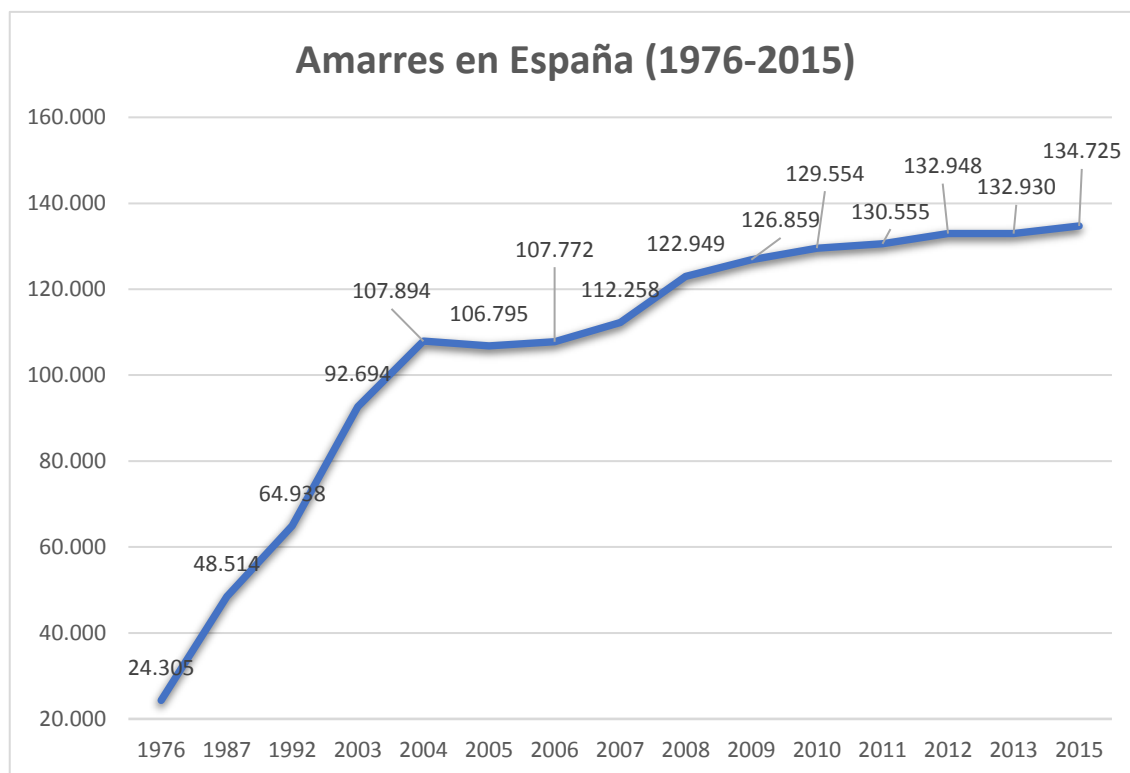
De las 402 instalaciones náuticas, habría que tener en cuenta los puertos que presentan más de una concesión, por lo que, como ya hemos comentado anteriormente, tenemos un total de 375 puertos deportivos a lo largo de todo el litoral.

En la siguiente gráfica se muestra la evolución que se ha realizado desde finales de los años 70 hasta la actualidad de la construcción de nueva planta de puertos deportivos a lo largo de todo el litoral español.



Gráfica 1. Evolución de los puertos deportivos en España (1976-2015). Fuente FEAPDT

Del mismo modo, en la siguiente gráfica se refleja la evolución del número de amarres que podemos encontrar en España a fecha del 2015, a falta de una actualización de los datos:



Gráfica 2. Evolución de los amarres en España (1976-2015). Fuente FEAPDT

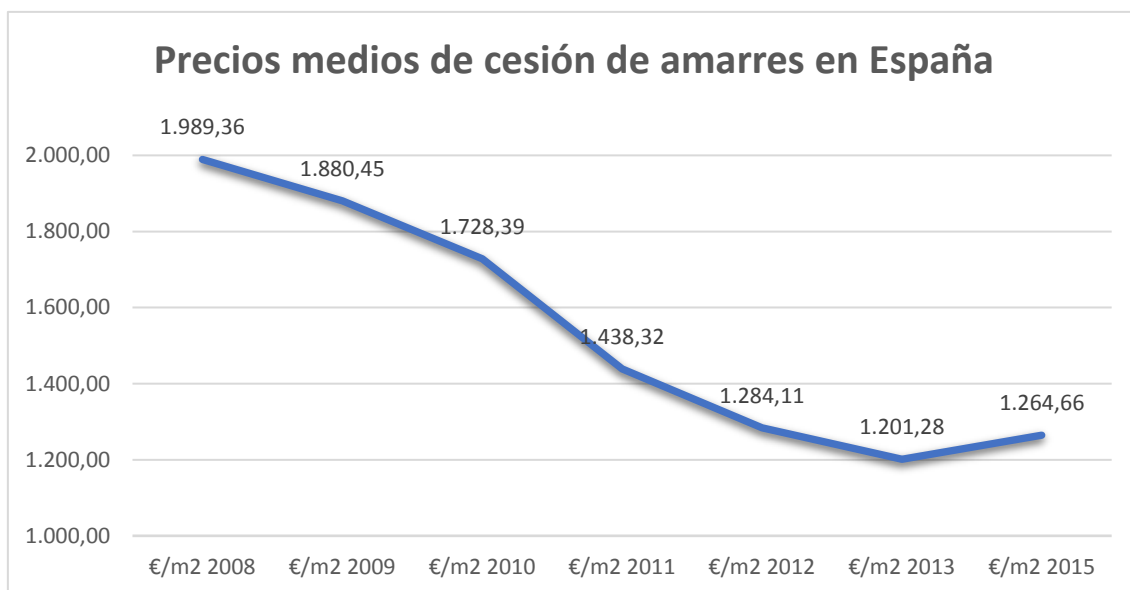
Una conclusión que se puede obtener de observar las anteriores gráficas es que existe una continua tendencia por parte de las Administraciones Públicas a realizar una remodelación del puerto y ampliar las actuales instalaciones en lugar de realizar la construcción de nueva planta de un puerto deportivo. En gran medida, esto es debido al gran impacto ambiental que puede ocasionar una nueva construcción.

Por otra parte, también hay que tener en cuenta la gran inversión que se debe realizar para construir un puerto de nueva planta. Por eso, para satisfacer la fuerte demanda náutica-deportiva que se genera en nuestras costas, es más conveniente realizar una ampliación de las instalaciones existentes a una nueva.

4.2 VARIACIÓN ANUAL DE LOS PRECIOS MEDIOS DE CESIÓN DE AMARRES POR COMUNIDADES.

Debido a la fuerte crisis que se produjo en nuestro país, los precios medios de cesión de los amarres sufrieron un gran impacto negativo. En la siguiente gráfica se refleja la variación de que ha producido desde el 2008 por cada metro cuadrado de amarre.

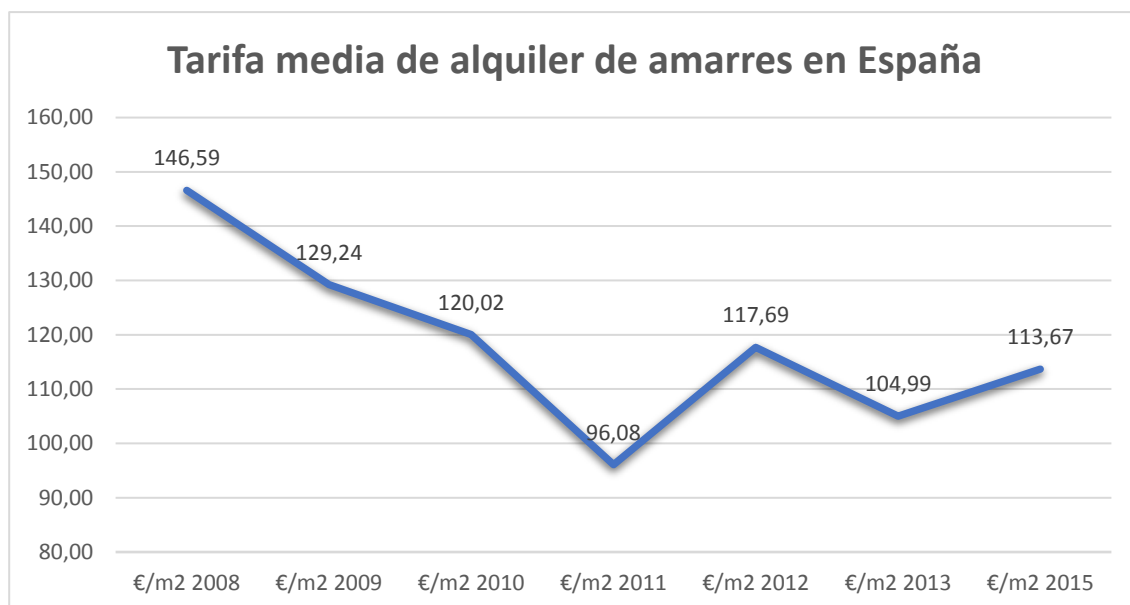
Como se observa en la gráfica, si se analiza la evolución que he tenido en los últimos años los precios medios de cesión de amarres en España, existe una disminución del 37% de su valor. Pero estos datos no son del todo fiables, ya que esa disminución es debida a que durante ese periodo en nuestro país se produjo una fuerte crisis que afectó profundamente al sector de la náutica deportiva. En cambio, si lo observamos de los últimos datos que tenemos, la tendencia es que en los próximos años aumente ligeramente los precios de la cesión de los amarres. Todo esto, sin volver a los precios históricos y ajustándose a la futura demanda que se genere.



Gráfica 3. Evolución de los precios medios de cesión de amarres en España.

4.3 VARIACIÓN ANUAL DE LAS TARIFAS DE ALQUILER DE AMARRES POR COMUNIDADES.

Del mismo modo, las tarifas de alquiler de amarres sufrieron una disminución en los últimos años, ajustándose a las economías de los ciudadanos. En la siguiente gráfica se muestran la evolución de las tarifas de alquileres de amarres:



Gráfica 4. Evolución de la tarifa media de alquiler de amarres en España.

Del mismo modo que en los precios de cesión de los amarres, las tarifas medias de alquileres de los amarres han sufrido un descenso de casi el 23% desde el comienzo de la crisis. En cambio, en los últimos, salvo un pequeño descenso el 2013 respecto al año anterior, las tarifas de los alquileres de los amarres tienden a aumentar ligeramente en los próximos años.

4.4 EL MERCADO DE LAS EMBARCACIONES DE RECREO

Según la Asociación Nacional de Empresas Náuticas (ANEN), en sus informes de matriculaciones reflejan que se mejora las matriculaciones de embarcaciones de recreo trimestre a trimestre desde el 2014.

En una publicación realizada a fecha 12 de diciembre de 2018, establece que el mercado de embarcaciones de recreo ha crecido un 3,19% desde enero hasta noviembre de 2018, pese a la caída del -7,8% registrada en el mes de noviembre (189 matriculaciones frente a las 205 efectuadas en noviembre de 2017).

Comparando respecto al año anterior, se han matriculado este año un total de 5.403 de embarcaciones de recreo en España frente a las 5.236 respecto al año anterior, de las cuales 1.490 corresponden a barcos destinados a uso de alquiler.

Si se analizan los datos de matriculaciones por esloras, se puede observar que el segmento que más ha crecido es el de barcos entre 6-8 metros, un 14%, seguido de las embarcaciones con esloras entre 12 y 16 metros, que han aumentado un 8,5% en dicho periodo. Las embarcaciones de recreo más demandadas en nuestro territorio siguen siendo las embarcaciones de hasta 8 metros de eslora, embarcaciones que suponen el 89,2% del mercado náutico que podemos encontrar en España.



Gráfica 5. Evolución de las matriculaciones de embarcaciones en España.

Con todos estos datos reflejados en las diferentes tablas y gráficas, se puede considerar adecuado realizar una reforma de la dársena interior del puerto del Perelló y recuperar la inversión de la actuación a lo largo de la concesión con los ingresos provenientes de los alquileres/cesiones de los amarres, aumentando ligeramente el número de amarres para las embarcaciones con una eslora comprendida hasta 10 metros (que es el rango que presenta un mayor número de matriculaciones).

5 ESTUDIO DE SOLUCIONES

En el siguiente apartado se mostrarán las diferentes alternativas en planta que se proponen para la remodelación de la dársena interior del puerto del Perelló. De cada una de ellas se mostrarán sus pros y sus contras que se pueden encontrar y se elegirá una de ellas un análisis multicriterio.

5.1 ALTERNATIVA 1

Para la primera alternativa que se plantea para la mejora de la dársena interna del puerto de El Perelló, se puede visualizar que se ha eliminado gran superficie terrestre del actual puerto, dejando la zona terrestre, con la edificación y las instalaciones en la zona más próxima a la bocana, y la zona destinada para el amarre de las embarcaciones del centro de la dársena hasta la zona donde se ubica las compuertas. En esta alternativa se puede diferenciar dos disposiciones diferentes de atraques en los pantalanes. Por un lado, tenemos en la zona central pantalanes que presentan una orientación recta y, por otro lado, un pantalán formado en por una doble T. Como se puede visualizar en la parte interior del dique principal, se ha dispuesto un pequeño saliente. Este saliente tendrá como objetivo el de disipar la energía incidente del oleaje.

Sin compararla con las diferentes alternativas que se mostrarán en los siguientes apartados, se descarta esta alternativa, ya que es en el pantalán en forma de doble T, el tramo central más ubicado al sur no podría albergar ninguna embarcación, por lo tanto, es un espacio que se desaprovecharía.



Ilustración 7. Alternativa 1

5.2 ALTERNATIVA 2

En la siguiente alternativa que se plantea es muy similar a la alternativa 1, pero esta vez realizando una división de las embarcaciones que atracaban en el pantalán en doble T. Además, en esta alternativa, se ha buscado que los pantalanes presenten un encuentro con el muelle de forma perpendicular.

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ (VALENCIA)

Como se puede visualizar, las embarcaciones que presentan una mayor eslora están ubicadas en las proximidades de la bocana, donde habrá un calado mayor, y, a medida que entramos en el puerto, va disminuyendo la eslora de las embarcaciones. Como en la anterior alternativa, se dispondrá en la zona más próxima a la bocana la zona terrestre. En esta zona se dispondrán todas las instalaciones necesarias para el desarrollo de la actividad náutica, como es el caso del edificio del Club Náutico, el taller para las embarcaciones, la zona de combustible, una zona para la estancia en seco de las embarcaciones, etc.



Ilustración 8. Alternativa 2

Con esta disposición de pantalanes, se consigue un total de 266 amarres disponibles en la dársena del puerto de El Perelló, con una superficie neta de amarres en el agua de 4.861,5 m²:

5.3 ALTERNATIVA 3

Por último, en la última alternativa que planteamos, la gran diferencia que se refleja es que en la zona más a la izquierda tenemos un pantalán en forma de doble T. Esta disposición presenta un gran inconveniente: en el margen inferior del tramo central queda en desuso ya que los pantalanes de acceso cortan el acceso de las embarcaciones y no se puede aprovechar la infraestructura al 100%.

Como se puede observar, las diferentes alternativas presentan unas características similares entre ellas.

Por último, en la alternativa 3 se plantea que todas las alineaciones de los pantalanes estén perpendiculares al muelle, y, además, se presenta un menor número de quiebros respecto a la alternativa anterior.

En esta alternativa se prolonga la alineación del muelle más próximo de la bocana para ponerlo como muelle de espera y no interferir con la demás operativa del puerto y se deja una zona pegada junto al contradique para que esté la gasolinera.

Al igual que en la solución anterior, las embarcaciones están dispuestas de mayor a menor eslora a medida que nos adentramos en la dársena del puerto y, en el espacio terrestre ubicado más próximo a la bocana, se dispondrán todas las instalaciones necesarias para el desarrollo de la actividad náutica dentro del puerto de El Perelló.

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ (VALENCIA)

En esta alternativa se pretende que el puerto de El Perelló se convierta en una única instalación náutica. Para ello, todo el puerto estará vallado mediante un muro perimetral y solo se podrá acceder al interior de la dársena del puerto mediante las dos puertas de control o mediante el interior del edificio del Club Náutico. Para acceder a las embarcaciones más próximas a las compuertas, se plantea generar un muelle de transito lo suficiente amplio para que puedan acceder las personas. Al igual que en la alternativa 1, se dispondrá del muelle dissipador de energía en el dique principal.

Por último, se plantea colocar una capa de escollera en el dique principal en el lado interior de la dársena de modo que nos permita atenuar la agitación en los temporales que entran por el SE.



Ilustración 9. Alternativa 3

Con esta distribución de los pantalanes se consigue un total de 255 amarres, con una superficie neta de 6.497 m², tal y como se refleja en la siguiente tabla.

5.4 ANÁLISIS MULTICRITERIO Y SOLUCIÓN ADOPTADA

Tras analizar las diferentes alternativas, se realiza un análisis multicriterio teniendo en cuenta los criterios tales como el diseño, la construcción, la funcionalidad, el impacto ambiental y la economía. Con estos criterios, se obtiene el siguiente análisis multicriterio:

Tabla 17. Análisis multicriterio.

CRITERIOS	PESOS	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Diseño	8	3	4
Construcción	7	2	5
Funcional	10	4	5
Ambiental	7	4	4
Economía	7	4	4
TOTAL		134	173

Por lo que, como se puede observar en la tabla anterior, la opción ganadora es la alternativa 3, que cuenta con la siguiente distribución de embarcaciones.

Tabla 18. Distribución de amarres de la solución adoptada.

Embarcaciones		Alternativa 3	
Eslora (m)	Manga (m)	Unidades	Superficie (m ²)
14	5	6	420
12	4.5	24	1296
10	4	38	1520
8	3	74	1776
6	2.5	71	1065
5	2	42	420
TOTAL		255	6497

Con esta disposición en planta, la superficie del puerto de El Perelló, tal y como se refleja en el *Plano 06: Superficies*, se distribuye de la siguiente manera:

- Superficie terrestre:
 - Muelles:
 - Muelle principal: 6.933,08 m².
 - Donde 425,87 m² van destinados a edificación.
 - Muelle secundario: 1.452,34 m².
 - Obras de abrigo:
 - Dique norte: 4.859,04 m².
 - Dique sur: 578,78 m².
- Superficie de agua: 34.716,65 m².
 - De los cuales, 6.497 m² están ocupados por las embarcaciones.

Según se establece en el *Anejo 09: Estudio de soluciones*, se dispondrá de una capa de escollera de 2 Tn con un espesor aproximado de 1 metro de forma aleatoria, alcanzando el 40% de la porosidad del manto, en el interior del dique principal. De esta forma, se conseguirá disipar el oleaje proveniente del SE que generaba una gran agitación en el interior de la dársena deportiva. En el *Plano 08: Sección del dique* se refleja la geometría a seguir.

6 OBRAS DE ATRAQUE

Las obras de atraque que se instalarán por todo el puerto serán muelles de gravedad formados por bloques de hormigón. Existirán tres tipologías diferentes, que variarán en función del calado que tengamos, como son:

- **Muelle de servicios:** formado por tres bloques de hormigón con las siguientes dimensiones:
 - Bloque 1: 3,00 x 1,20 metros
 - Bloque 2: 4,00 x 1,50 metros
 - Bloque 3: 5,00 x 1,70 metros

Con esta geometría, los bloques se asientan sobre una capa de enrase a la cota -3,50m, respecto al cero Redmar, para nivelar el apoyo en la banqueta de escollera de 1 metro de espesor. Los bloques coronan a la cota +0,90m y la superestructura a la cota +1,20 metros, como en el resto de los muelles

- **Muelle de amarres I:** formado por tres bloques de hormigón con las siguientes dimensiones:

- Bloque 1: 3,00 x 1,20 metros
- Bloque 2: 4,00 x 1,20 metros
- Bloque 3: 5,00 x 1,50 metros

Los bloques se asientan sobre la capa de enrase a la cota -3,00 metros respecto al Cero Redmar. Las demás cotas son iguales a las del muelle de servicios.

- **Muelle de amarres II:** formado por tres bloques de hormigón con las siguientes dimensiones:

- Bloque 1: 2,00 x 1,00 metros
- Bloque 2: 2,50 x 1,20 metros
- Bloque 3: 3,00 x 1,20 metros

Los bloques se asientan sobre la capa de enrase a la cota -2,50 metros respecto al Cero Redmar. Las demás cotas son iguales a las del muelle de servicios.

En el *Plano 09: Sección del muelle* se puede apreciar las diferentes secciones que vamos a disponer en la dársena del puerto de El Perelló.

6.1 VERIFICACIÓN DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DEL MUELLE

Para realizar la verificación de la seguridad frente al deslizamiento y al vuelco se emplearán lo establecido en la *ROM 0.5-05: Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre* utilizando una combinación de acciones fundamental o características con sus correspondientes coeficientes de ponderación parciales y de compatibilidad.

Para la verificación de la seguridad frente al deslizamiento, se considera suficiente si se cumple la siguiente expresión:

$$F \leq \frac{H_{rotura}}{H}$$

Donde:

- H = carga horizontal actuante
- H (rotura) = carga horizontal que produce la rotura
- F = coeficiente de seguridad

Y, para la verificación de la seguridad frente al vuelco, se considera suficiente si se cumple la siguiente expresión:

$$F \leq \frac{M_{res}}{M_{vol}}$$

Donde:

- M_{res} = es el momento de la fuerza que provoca la rotura. Es el máximo momento resistente.
- M_{vol} = es el momento volcador de la fuerza horizontal

Los valores mínimos que recomienda la *ROM 0.5-05* para ambos coeficientes de seguridad son:

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Tabla 19. Coeficientes de seguridad mínimo frente al deslizamiento y al vuelco.

Tipo de combinación	Coeficiente de seguridad al deslizamiento	Coeficiente de seguridad al vuelco
Cuasi-Permanente, F ₁	1,5	1,5
Fundamental, F ₂	1,3	1,3
Accidental o Sísmica, F ₃	1,1	1,1

Las acciones de cálculo que se han considerado son:

- Cargas gravitatorias
 - Pesos propios
 - Pesos muertos
- Cargas del medio físico
 - Hidrostáticas
 - Viento
 - Subpresiones
- Cargas del terreno
- Cargas de uso y explotación

En el *Anejo 10: Cálculo y dimensionamiento del muelle* se determina toda la metodología de cálculo de los tres muelles. En esta memoria únicamente se reflejarán los datos del muelle de servicios, pero en dicho anejo, se puede observar que para los tres muelles se verifica la seguridad estructural frente al deslizamiento y al vuelco.

Tabla 20. Combinación de acciones del muelle de servicios.

		Pleamar	Bajamar	Coef ψ	Coef γ	Pleamar	Bajamar
CARGAS PERMANENTES	Viga	11.25 kN/m	11.25 kN/m	1	0.9	0.65 m	0.65 m
	Pavimento	110.25 kN/m	110.25 kN/m	1	0.9	8.9 m	8.9 m
	Bloque 1	82.8 kN/m	82.8 kN/m	1	0.9	1.5 m	2 m
	Bloque 2	138 kN/m	138 kN/m	1	0.9	0.6 m	0.6 m
	Bloque 3	195.5 kN/m	195.5 kN/m	1	0.9	2 m	2 m
HIDROSTÁTICO	Empuje agua libre	93.01 kN/m	44.30 kN/m	0.7	0.9	1.42 m	0.98 m
	Empuje en trasdós	97.42 kN/m	47.36 kN/m	0.7	1.1	1.45 m	1.01 m
	Subpresiones	218.33 kN/m	186.96 kN/m	0.7	1.1	3.00 m	3.00 m
		2.56 kN/m	3.08 kN/m	0.7	1.1	4.00 m	4.00 m
TERRENO	Terreno seco	0.0026 kN/m	2.97 kN/m	1	1.1	4.37 m	3.49 m
	Terreno sumergido	0.56 kN/m	13.29 kN/m	1	1.1	2.18 m	1.52 m
		35.93 kN/m	23.98 kN/m	1	1.1	1.45 m	1.01 m
USO Y EXPLOTACIÓN	Empuje en el trasdós del muro	23.98 kN/m	23.98 kN/m	0.7	1.5	2.2 m	1.1 m
	Empuje sobre el muro	30.00 kN/m	30.00 kN/m	0.7	0	1.5 m	1.5 m
	Carga grúa	91.67 kN/m	91.67 kN/m	0.7	0	1.5 m	1.5 m

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Y los coeficientes de seguridad son:

Tabla 21. Comprobación frente al deslizamiento y al vuelco del muelle de servicios.

COMPROBACIÓN DESlizAMIENTO	Fg	484.02	kN/m	484.02	kN/m
	Fb	242.98	kN/m	209.04	kN/m
	Ff	-88.78	kN/m	-81.67	kN/m
	FS	1.90		2.36	
COMPROBACIÓN VUELCO	Momentos estabilizadores	1546.75	kN·m/m	1504.21	kN·m/m
	Momentos desestabilizadores	982.78	kN·m/m	770.73	kN·m/m
	FS	1.57		1.95	

7 OBRAS DE AMARRE

En la nueva dársena deportiva de El Perelló, al tener muy poca carrera de marea, se dispondrán pantalanes fijos con amarre mediante finger. Con esta disposición constructiva se consigue un mejor aprovechamiento del espacio, ya que, tal y como se vio en el dimensionamiento interno del puerto, entre los pantalanes principales solo se necesita una vez y media la eslora de la embarcación de mayor tamaño y mediante el amarre a muerto necesitas dos veces la eslora mayor. Además, prácticamente eliminamos las tareas de mantenimiento con esta tipología.

La base de los pantalanes se colocará una banqueta de escollera natural de entre 50-100 kg, con un espesor de 50 cm, sobre la que se apoyarán unas pilas de sección cuadrada de 60 cm de anchura y cada 5 metros. La superestructura de realizará con tablonos de composite recreando la madera con una anchura de 2 metro y modulaciones de múltiplos de 3 metros. El tablero tendrá una sección hueca por la cual nos permita pasar todas las instalaciones a través de él. En el *Plano 05: Planta del puerto* se observan la nomenclatura de cada uno de los pantalanes y su longitud es de:

Tabla 22. Longitud de los pantalanes.

Pantalán	Longitud (m)
P_CN1	39
P_CN2	69
P_CN3	48
P_CN4	39
P_CN5	39
P_CN6	39
P_CN7	39
P_CN8	48
P_CN9	48
P_CN10	48
P_CN11	48
P_CN12	48

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

En las embarcaciones con una eslora mayor o igual a 10 metros de eslora, se colocarán en el extremo de los fingers un pilote de sección circular con un diámetro de 30cm hasta alcanzar la cota -8,00 metros respecto al Cero Redmar, el resto estarán anclado a la superestructura del pantalán. Para protegernos de los impactos que pueden darse al atracar las embarcaciones, se colocará un material plástico antienviejamiento y para amarrar las embarcaciones utilizaremos las cornamusas de aleación en aluminio. En el *Plano 10: Sección del pantalán* se muestra la sección de un pantalán

7.1 VERIFICACIÓN DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LOS PANTALANES

Del mismo modo que lo establecido en el apartado anterior para determinar la verificación de seguridad estructural de los muelles, en el *Anejo 11: Cálculo y dimensionamiento del pantalán*, se comprueba la seguridad estructural frente al deslizamiento y al vuelco de los pantalanes.

Las cargas de cálculo para este caso son:

- Cargas gravitatorias
 - Peso propio pilas de hormigón
 - Peso propio tablero
 - Peso propio de la banqueta de enrase.
- Cargas medio físico
 - Cargas hidráulicas
- Cargas uso y explotación
 - Cargas amarre
 - Sobrecargas de uso

Donde los valores de las acciones resultantes para una combinación fundamental o característica del Estado Límite Último es de:

Tabla 23. Combinación de acciones de los pantalanes.

		Pleamar		Bajamar		Coef ψ	Coef γ	Pleamar		Bajamar	
CARGAS PERMANENTES	Pilas	52.026	kN/m	52.026	kN/m	1	0.9	0.8	m	0.8	m
	Tablero	40.5	kN/m	40.5	kN/m	1	0.9	0.8	m	0.8	m
	Banqueta enrase	5.52	kN/m	5.52	kN/m	1	0.9	0.8	m	0.8	m
HIDROSTÁTICO	Subpresiones	25.56	kN/m	17.64	kN/m	0.7	1.1	0.8	m	0.8	
USO Y EXPLOTACIÓN	Sobrecarga de uso	20.00	kN/m	20.00	kN/m	0.7	0	0.8	m	0.8	m
	Carga de amarre horizontal	4.70	kN/m	4.70	kN/m	0.7	1.5	3.9	m	3.9	m
	Carga de amarre vertical	1.71	kN/m	1.71	kN/m	0.7	1.5	0.25	m	0.25	m

Y las comprobaciones frente al deslizamiento y al vuelco son.

Tabla 24. Comprobación frente al deslizamiento y al vuelco.

		Pleamar		Bajamar	
COMPROBACIÓN DESLIZAMIENTO	Fg	88.24	kN/m	88.24	kN/m
	Fb	21.48	kN/m	15.38	kN/m

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

		Pleamar		Bajamar	
	Ff	-4.93	kN/m	-4.93	kN/m
	FS	9.47		10.34	
COMPROBACIÓN VUELCO	Momentos estabilizadores	70.59	kN·m/m	70.59	kN·m/m
	Momentos desestabilizadores	35.43	kN·m/m	30.56	kN·m/m
	FS	1.99		2.31	

Para la carga de hundimiento de los pilotes que se dispondrán en los extremos de los fingers de las embarcaciones con una eslora igual o superior a 10 metros, se aplicará el procedimiento de cálculo establecido en la *ROM 0.5-05* mediante la siguiente expresión:

$$Q_h + W = Q_p + Q_f$$

Donde:

- Q_h = es la carga vertical que aplicada en la cabeza del pilote produce su hundimiento.
- W = peso efectivo del pilote. Normalmente suele despreciarse.
- Q_p = Resistencia por punta
- Q_f = Resistencia por fuste

La resistencia por punta y por fuste pueden calcularse mediante las siguientes expresiones:

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

$$Q_f = \sum_{i=1}^n q_{f,i} \cdot A_f$$

Donde:

- q_p : es la resistencia unitaria por la punta.
- q_f : es la resistencia unitaria por el fuste.
- A_f : área del fuste
- A_p : área de la base

De esta forma, según todo el procedimiento establecido al final del *Anejo 11*, los resultados obtenidos son:

Tabla 25. Resultado carga hundimiento de los pilotes.

q_p (kPa)	A_p (m ²)	q_f (kPa)	A_f (m ²)
2.709,88	0,0707	8,50	4,24
Qp (kN)		Qf (kN)	
191,59		36,04	
Qh (kN)			
227,63			

El coeficiente de seguridad mínimo frente al hundimiento de pilotes, en una situación cuasi-permanente, para el método basado en las fórmulas analíticas es de 2,5. De este modo, podemos tener una carga vertical actuante en el pilote de:

$$Q = \frac{Q_h}{F_1} = \frac{227,63}{2,5} = 91,05 \text{ kN}$$

La sollicitación que va a requerir los finguers es muy escasa, tan solo el embarque y desembarque de las personas a sus embarcaciones y el paso de objetos de pequeñas dimensiones, por lo que, con los valores obtenidos anteriormente estamos muy por encima de la seguridad.

8 DRAGADO DE LA DÁRSENA INTERIOR DEL PUERTO

Para realizar el dragado de la dársena del puerto se sigue lo establecido en las “*Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles*” publicado por el CEDEX. El procedimiento queda reflejado en el *Anejo 12: Gestión del material del dragado*.

A continuación, se detallan las características de la zona a dragar:

- Tipo de dragado: Las zonas de dragado presentan dos tipologías distintas según zonas, ya que, por un lado, tenemos las zonas que se destinarán para la mejorar de la dársena y de la bocana, y otras para la excavación de los cimientos del muelle.
- Definición especial de la zona a dragar: en el *Plano 11: Dragado del puerto* puede visualizarse el área que se va a dragar, siendo un total de 40.900,14 m². Dicho total se compone de un total de 5 zonas diferenciadas:
 - Zona I: Pertenece al dragado de la dársena hasta una profundidad de 2,5 metros.
 - Zona II: Pertenece al dragado de la dársena y la bancada de uno de los muelles hasta una profundidad de 3 metros.
 - Zona III: Pertenece al dragado de la dársena y la bocana hasta una profundidad de 3,50 metros.
 - Zona IV y V: Pertenece al dragado de la bancada de los muelles hasta una profundidad de 4 y 4,50 metros, respectivamente.
- Volumen a dragar: El volumen del dragado de cada una de las zonas de forma aproximada es de 87,729.31 m³.

Tabla 26. Área y volumen de dragado.

	ÁREA (M ²)	VOLUMEN (M ³)
ZONA DRAGADO I	12.752,57	20.404,11
ZONA DRAGADO II	10.069,08	25.172,70
ZONA DRAGADO III	13.651,68	37.542,12
ZONA DRAGADO IV	549,80	1.924,30
ZONA DRAGADO V	671,52	2.686,08
TOTAL	37,694.65	87,729.31

- Método de dragado y vertido propuesto: El dragado se realizará por medio de medio mecánicos. El método de vertido dependerá de si finalmente se le da un uso productivo o no.
- Granulometría de los materiales a extraer: Según se estableció en el *Anejo 05: Geología y Geotecnia*, de los registros de los sondeos y del perfil geológico que elaboró la empresa Grupo de Ingeniería y Arquitectura, se deduce que el material a extraer está compuesto principalmente por arenas limosas con alguna intercalación de gravas.

Con el material del dragado se destinará parte como relleno en el trasdós de los muelles y, el resto, para regenerar las costas.

9 PAVIMENTOS Y FIRMES

Siguiendo con lo establecido en la *ROM 4.1-94: Proyecto y construcción de pavimentos portuarios* y en la *Instrucción 6.1: Secciones de firmes*, en el *Anejo 13: Pavimento y firmes* se establece el procedimiento para la elección del tipo de explanada y los firmes que vamos a disponer en el puerto.

Para las explanadas de este Proyecto, se va a exigir, como mínimo, que el relleno de la explanada presente una consolidación regular y que se emplee suelo seleccionado hasta llegar a la coronación. Por lo que, tenemos una categoría de explanada tipo E2.

Respecto a los firmes que se van a disponer en el puerto, se diferencian dos zonas, por un lado, el muelle de servicios, que es la zona que va a presentar una mayor carga de acciones y, por otro lado, el resto de los muelles. El paquete de firmes que presenta cada una de las zonas es:

- Muelle de servicios:
 - Capa de explanada mejorada tipo E2, de suelo seleccionado de espesor variable dependiendo de la ubicación (mínimo 55 cm)
 - Capa de zahorra artificial de 15 centímetros de espesor
 - Firme de hormigón (HF-4,0) de 30 centímetros de espesor
- Resto:
 - Capa de explanada mejorada tipo E2, de suelo seleccionado de espesor variable dependiendo de la ubicación (mínimo 55 cm)
 - Capa de zahorra artificial de 25 centímetros de espesor
 - Firme de hormigón (HF-4,0) de 20 centímetros de espesor

Por último, como habrá que levantar gran parte de las aceras colindantes, se propone realizar una modificación de ellas, por lo que, se va a disponer los siguientes elementos:

- Adoquín prefabricado de hormigón 20 x 10 x 6 cm de color gris, como pavimento principal
- Adoquín prefabricado de hormigón 20 x 10 x 6 cm de color blanco, como pavimento ornamental en puntos concretos.

Todos ellos se asentar sobre una capa de regularización de hormigón de limpieza HL-15/B/20 de 10 centímetros de espesor. Sobre este hormigón de limpieza se colocará un lecho de gravilla 4/8 consiguiendo un espesor de 4-5 centímetros.

Las aceras se separan de la calzada mediante un bordillo prefabricado de hormigón de 20x30x10 cm. Todos ellos dispondrán en su base un hormigón de limpieza HL-15/B/20 de 10 centímetros de espesor para regularizar las cotas y los bloques estarán rejuntados con mortero de cemento.

En la delimitación de calzadas y aparcamientos, se colocará una rigola de hormigón prefabricados de 50x20x8 cm, tomada con mortero de cemento, que se asentará sobre una base de hormigón de las mismas características que el descrito anteriormente.

10 RED DE AGUA POTABLE E INCENDIOS

Para la distribución de la red de agua potable se va a emplear una red ramificada conectándose a las tres acometidas generales que existen en las proximidades de la Avinguda del Pantà. Las tres redes estarán conectadas entre sí mediante un tramo de interconexión, que, en el caso de fallo, podamos dar servicio al puerto desde otra acometida. A falta de más información, se supondrá que está tres acometidas tienen una presión de 30 m.c.a. En el caso de realizarse el Proyecto, habría que comprobar realmente la presión que disponemos en estos puntos.

Las tuberías serán de polietileno de alta densidad (PEAD) e irá enterrada hasta una profundidad de 80 centímetros por una canalización que tendrán una anchura de mínimo 60 cm. La tubería se apoyará sobre un lecho de suelo seleccionado de 15 cm de espesor y, además, estarán cubiertas también por 15 cm de este mismo suelo. Encima del suelo, se colocará una capa variable de zahorras artificiales, 15 cm de espesor mínimo, las cuales deben alcanzar una densidad mínima del 95% de la obtenida en el Ensayo del Próctor Modificado.

Para alimentar a las embarcaciones, se dispondrán de torretas que dispondrán de 2 a 4 tomas, en función de la disposición de amarres que se tenga. La colocación de las tomas se puede observar en el *Plano 14-15: Red de agua potable I y II*.

Para el dimensionamiento de la red de distribución de agua potable, se supone que la dotación mínima que hay que dar por cada toma es de 20 l/min. Por lo que, para los pantalanes tenemos el siguiente consumo:

Tabla 27. Consumo mínimo por pantalán.

Pantalán	Amarres	Torretas	N.º Tomas	Q (l/s)
P_CN1	18	4.5	18	6.00
P_CN2	25	6.5	26	8.67
P_CN3	18	4.5	18	6.00
P_CN4	16	4	16	5.33
P_CN5	18	4.5	18	6.00
P_CN6	18	4.5	18	6.00
P_CN7	18	4.5	18	6.00
P_CN8	22	5.5	22	7.33
P_CN9	24	6	24	8.00
P_CN10	24	6	24	8.00
P_CN11	26	6.5	26	8.67
P_CN12	28	7	28	9.33
TOTAL				85.33

Para la demanda de agua potable necesaria de los diferentes edificios existentes en el puerto se realizará una suposición de los elementos que necesitarían los edificios y con la dotación mínima que establece el *Código Técnico de la Edificación* en su apartado de Salubridad, nos proporciona los siguientes caudales mínimos:

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría (l/s)	VIGILANCIA		CLUB NÁUTICO	
		UDS	Q (L/S)	UDS	Q(L/S)
Lavabo	0.1	1	0.1	4	0.4
Ducha	0.2	1	0.2	2	0.4
Inodoro de cisterna	0.1	1	0.1	4	0.4
Urinario con grifo temporizado	0.15	1	0.15	2	0.3
TOTAL		0.55		1.5	

Para el cálculo hidráulico de la red, tras conocer los diferentes caudales que circulan por cada uno de los ramales, se determinarán los diámetros de las tuberías que satisfagan los valores límite de las velocidades que circularán por cada uno de los tramos aplicando la ecuación de la continuidad. Los valores umbrales son:

- V_{\max} : 2,50 m/s
- V_{\min} : 0,50 m/s

Para asegurarnos que se cumplen los valores umbrales de la velocidad, se va a fijar una velocidad de diseño de 2 m/s. Debido a que no se va a estar haciendo uso de todos los puntos de consumo a la vez, se establecerá la siguiente expresión para determinar el coeficiente de simultaneidad:

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + 0,035 \cdot \alpha [1 + \log(\log(n))]$$

Siendo n el número de ramales que se colectan en cada nodo y α el factor corrector que depende del uso que se le dé a la zona de estudio:

- $\alpha=0$. Norma francesa
- $\alpha=1$. Edificios de oficinas
- $\alpha=2$. Viviendas
- $\alpha=3$. Hoteles, hospitales
- $\alpha=4$. Escuelas, universidades, cuarteles.

En el *Anejo 14: Red de agua potable e incendios* se puede observar que los diámetros de los pantalanés se unificarán todos a un DN de 90 mm y a medida que vamos sumando los caudales, llegamos hasta un DN de 140mm en la acometida más solicitada y que las velocidades están siempre comprendidas entre los valores umbrales.

Para determinar las pérdidas de carga provocadas por la fricción de las tuberías se emplea la ecuación de **Darcy-Weisbach**. Suponiendo un incremento del 30% de la longitud del tramo debido a pérdidas de carga provocadas por accesorios menores, añadiendo las pérdidas de carga generadas por algunos accesorios mayores, como es el caso de contadores, de filtros y de válvulas de antirretorno; y, además, empleando el coeficiente de fricción de Swamee-Jain que es el que ofrece resultados muy similares a la formulación empleada por Colebrook-White, se obtiene la siguiente pérdida de carga de cada uno de los tramos principales de la red de distribución de agua potable:

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Tabla 28. Pérdidas de carga en la red.

	h_f (mca)
PÉRDIDAS DE CARGA TOTAL AG3	4.283
PÉRDIDAS DE CARGA TOTAL AG2	5.131
PÉRDIDAS DE CARGA TOTAL AG1	3.668

Por último, una vez obtenidas las pérdidas por fricción, será necesario comprobar la presión en los puntos considerados es superior a 23 mca. Para ello, emplearemos la ecuación de la energía de Bernoulli:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + h_L$$

Tabla 29. Presión del sistema en los ramales principales.

h₁ (m)	p₁ (mca)	h₂ (m)	h_L (m)	p₂ (mca)
-0.8	30	1.05	4.283	23.867
-0.8	30	1.05	5.131	23.019
-0.8	30	1.05	3.668	24.482

11 RED DE SANEAMIENTO

Actualmente, en la Avinguda del Pantà existe una red unitaria de saneamiento que discurre por medio de toda la Avenida, de manera que las aguas negras y las pluviales se recogen y conducen por la misma red. La tubería que discurre por el centro de la Avenida es de hormigón de un diámetro de 350 mm con un grado de deterioro elevado. Por lo que, se propone realizar una reposición del colector utilizando una tubería de PVC-U de pared compacta, con juntas estancas y de diámetro nominal de 400 mm.

Para la recogida de pluviales, tan solo existen una serie de imbornales a lo largo de toda la Avenida que se conectan a la red unitaria de saneamiento. Se propone colocar nuevos imbornales que se conectarán a los pozos de registro instalados. Estos imbornales de recogida de las aguas pluviales serán sifónicos y prefabricados de polipropileno. En los cruces y puntos singulares se dispondrán de pozos de registro prefabricados de hormigón, de planta circular de diámetro interior de 100 cm para los colectores de 400 mm. En el caso de encontrarnos con tramos rectos de una longitud considerable sin ningún cruce o punto singular, se dispondrá un pozo de registro cada 50 m.

Respecto a la zona interior del puerto, donde tenemos el muelle de servicios, que tenemos la presencia de algún edificio (Club Náutico y zona de vigilancia) se realizará el dimensionamiento mediante una red separativa. En el resto del puerto, al no tener ningún edificio, se realizará el vertido directo al mar desde el cantil por las propias pendientes del 2% que tendrá el pavimento de los muelles.

Para la recogida de pluviales del muelle de servicios, se dispondrán de dos sistemas de recogidas de aguas pluviales, por un lado, se realizará un vertido directo al mar como ocurre en el resto de puerto y, por otro lado, se recogerá el agua de las pluviales mediante unos imbornales

de idénticas características que los dispuestos en la Avingua del Pantà para su posterior vertido al mar. En estos colectores se emplearán los de PVC-U de pared compacta con juntas estancas de 315 mm de diámetro exterior de la serie S 20 para la red de recogida de aguas pluviales y para la recogida de las aguas residuales se empleará un colector de 200 mm de la serie S20 para el edificio de vigilancia y otro de 250 mm de la serie S20 para el edificio del Club Náutico. Los cálculos de estos diámetros se reflejan en los apartados siguientes.

Respecto a la canalización del saneamiento, se realizará una zanja de 90 centímetros de ancho a una profundidad de 90 centímetros desde la rasante del pavimento a la clave de la tubería. La tubería está embebida por hormigón en masa, HM-20, 10 cm por debajo de la clave inferior y 20 cm por arriba de la clave superior. Se colocará una capa de suelo seleccionado hasta llegar a la capa del paquete de firme.

11.1 CÁLCULO DE LA RED DE DRENAJE

Se considerarán dos periodos de retorno diferente, por un lado, tendremos un periodo de retorno de 2 años donde comprobaremos que la velocidad de circulación del agua es igual o superior a 0,9 m/s. De esta forma, aseguramos que en el colector tenga la suficiente velocidad para sea autolimpiable. Y, por otro lado, utilizaremos un periodo de retorno de 25 años donde comprobaremos que la velocidad de circulación del agua es inferior a 4 m/s, evitando los daños provocados por la erosión.

Para la determinación del caudal de diseño se emplea el Método Racional establecido en la *Instrucción 5.2 IC: Drenaje superficial*. De él, se obtiene que los caudales de diseño son:

- Q (t = 2 años): 0,028 m³/s
- Q (t = 25 años): 0,067 m³/s

Todos los resultados que se van a reflejar en el siguiente punto, han sido desarrollados en el *Anejo 15: Red de saneamiento*, por lo que, la comprobación de la velocidad de los colectores para este caudal es de:

Tabla 30. Dimensionamiento de la red de aguas pluviales.

Periodo de retorno	Caudal (l/s)	Pdte	Coef. Manning	D requerido (mm)	DN (mm)	DI (mm)	θ (rad)	V (m/s)
T = 2 años	27,8	0,02	0,01	149,57	315	299,6	2,175	1,83
T = 25 años	66.79	0,02	0,01	236,61	315	299,6	3,22	1,80

Respecto de las aguas residuales de los edificios, se supone que el consumo mínimo para el Club Náutico es de 300l/día y para el de vigilancia es de 50 l/día, por lo que, la comprobación de la velocidad en estos colectores es de:

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Tabla 31. Dimensionamiento de la red de residuales.

Edificio	Q _{med} (l/día)	Q _P (l/día)	D (mm)	DN (mm)	DI (mm)	θ (rad)	V (m ² /s)
Club Náutico	300	530,62	224	250	237,6	2,968	2,07
Vigilancia	100	196,43	133,5	160	152	2,784	1,46

Por último, en la zona de la gasolinera se dispondrá una rejilla longitudinal para recoger los posibles vertidos de hidrocarburos. Estos vertidos irán directos a un decantador para filtrarlos y poder conectarse con la red de saneamiento unitaria de la Avinguda del Pantà. El separador de hidrocarburos que se instalará tendrá una capacidad de 1000 litros.

Y el cálculo de la red de recogida de hidrocarburos, para los periodos de retorno establecidos es de:

Tabla 32. Dimensionamiento de la red de depuración de hidrocarburos

Periodo de retorno	Caudal (l/s)	Pdte	Coef. Manning	D requerido (mm)	DN (mm)	DI (mm)	θ (rad)	V (m/s)
T = 2 años	6,83	0,02	0,01	88,33	160	152	2,448	1,31
T = 25 años	16,40	0,02	0,01	139,74	160	152	3,862	1,26

12 RED ELÉCTRICA Y ALUMBRADO

Para determinar la carga máxima que necesita asumir nuestra red de baja tensión que se va a instalar en el puerto, necesitamos conocer la potencia que van a necesitar el conjunto de todas las embarcaciones, además, de las cargas que necesitan asumir las edificaciones y la luminaria que se dispondrá en el puerto. Para determinar la previsión de cargas de nuestra red, según lo desarrollado en el *Anejo 16: Red eléctrica y alumbrado*, se ha utilizado lo establecido en la *ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)*, además del documento *Puertos Deportivos: Servicios e Instalaciones* realizado por Almazán J.L, Palomino M. C. y Espinosa J. en enero del 2000.

En los puertos deportivos el consumo es muy variable, ya que la demanda eléctrica de las embarcaciones varía de forma exponencial a medida que aumentamos la eslora y de los aumentos de la demanda durante la época estival. Se ha supuesto un 30% como factor de simultaneidad tanto de las embarcaciones que están haciendo uso de la red al mismo tiempo como de los diferentes equipos eléctricos que hay presentes en una misma embarcación. Por lo que, la potencia que necesitan cada uno de nuestros pantalanes, con las especificaciones realizadas en el documento publicado por Almazán J.L, Palomino M. C. y Espinosa J. (enero 2000). *Puertos Deportivos: Servicios e Instalaciones*, es de:

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Tabla 33. Potencia real de cada pantalán.

Pantalán	Unidades por eslora (m)						Embarcaciones por pantalán	Potencia Real por pantalán (kW)
	5	6	8	10	12	14		
P_CN1	-	-	-	-	12	6	18	16,2
P_CN2	-	-	-	13	12	-	25	18,99
P_CN3	-	-	-	18	-	-	18	11,34
P_CN4	-	-	9	7	-	-	16	10,08
P_CN5	-	-	18	-	-	-	18	11,34
P_CN6	-	-	18	-	-	-	18	11,34
P_CN7	-	-	18	-	-	-	18	11,34
P_CN8	-	11	11	-	-	-	22	9,9
P_CN9	-	24	-	-	-	-	24	6,48
P_CN10	-	24	-	-	-	-	24	6,48
P_CN11	14	12	-	-	-	-	26	7,02
P_CN12	28	-	-	-	-	-	28	7,56
TOTAL								128,07

Para las edificaciones que se van a disponer en el puerto, se ha considerado que para el Club Náutico se va a destinar 150W por metro cuadrado de superficie y planta y, para el edificio de vigilancia, una potencia de 100 W por metro cuadrado de superficie y planta, con lo que nos queda la siguiente potencia para las edificaciones:

Tabla 34. Potencia para las edificaciones.

Edificio	Potencia (W)	Área (m ²)	Plantas	Potencia (kW)
Club Náutico	150	340	1	51
Vigilancia	100	66	1	6,6
TOTAL				57,6

Por último, para el alumbrado que vamos a disponer por todo el puerto vamos a tener, por un lado, las torretas que incorporan una luminaria que la parte superior con un consumo de 9W cada una de ellas y, por otro lado, la luminaria vertical que tiene un consumo de 250W por unidad, con lo que, para el alumbrado tendremos un consumo de:

Tabla 35. Potencia para el alumbrado.

Tipo	Potencia (W)	Unidades	Potencia requerida (kW)
Torreta	9	69	0,621
Farola	250	10	2,5
TOTAL			3,121

Por lo tanto, la potencia total requerida en nuestro puerto es la suma de cada una de las potencias establecidas en las tablas anteriores, que es de:

$$P_T = P_{embarcaciones} + P_{edificaciones} + P_{luminaria} = 128,07 + 57,6 + 3,121 = 188,79 \text{ kW}$$

Según se establece en el Triángulo de Potencias, la potencia obtenida en la ecuación anterior es la Potencia Activa P , que se puede utilizar del sistema, que transforma la energía eléctrica en otro tipo de energía. Pero existe un porcentaje de la energía que no se puede transformar, es decir, es una energía perdida. A esta potencia perdida se le denomina Potencia Reactiva Q . Se va a asumir que las pérdidas en el sistema corresponden al 5%, esto significa que el factor de carga será igual a $\cos \varphi = 0,95$.

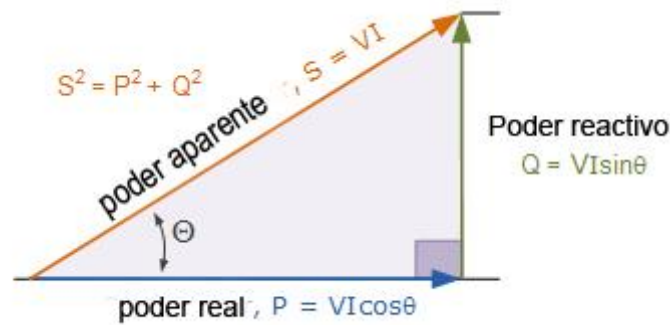


Ilustración 10. Triángulo de potencias

Con todo lo mencionado anteriormente, la potencia aparente que debe asumir nuestro puerto es de:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{188,79}{0,95} = 198,73 \text{ KVA}$$

Una vez establecida la potencia que se va a necesitar en nuestra red, podemos determinar la máxima intensidad admisible y la sección nominal que tendrán nuestros cables. El circuito de la red se realizará mediante una distribución trifásica, es decir, la tensión será de 400V y cuando lleguemos a cada una de las tomas, se realizará el cambio a una distribución monofásica en el interior de la torreta.

Para determinar la intensidad se empleará la siguiente ecuación:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{198,73 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} = 286,84 \text{ A}$$

Con esta intensidad, según establece la *tabla 4* de la ITC-BT 07, podemos emplear unos cables unipolares de polietileno reticulado (XLPE) con una sección nominal de 150 mm².

Respecto a la canalización, tanto la distribución de la red en baja tensión como la del alumbrado discurrirán por la misma zanja de 60 centímetros de ancho con una separación entre ellas de 10 centímetros. La profundidad de la zanja será hasta la cota -0,80 metros respecto el nivel de la acera.

El lecho de la zanja se colocará una capa de arena de 10 cm de espesor y se rellenará con una capa de 30 cm por encima del cable con tierra que no contenga áridos de más de 4 cm. Se colocará una hilada de ladrillos por toda la longitud de la canalización a modo de protección mecánica de la instalación y, encima de esta hilada, una cita de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión.

12.1 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Según lo establecido en el artículo 46 del Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre del 2000, *por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica*, las Compañías Distribuidoras de energía eléctrica no están obligados a suministrar en baja tensión si la potencia es superior a 50 kW, por lo que, es necesario de la instalación de un centro de transformación CT, para transformar la red eléctrica de media tensión a baja tensión.

Se empleará el Centro de Transformación Prefabricado **PFU4** de Ormazabal, que es un Centro de superficie de maniobra interior de 36 kV y con una potencia de 250 kVA con posibilidad de ampliarse hasta los 630 kVA.

La configuración de la línea estará formada por 3 celdas de media tensión, una protección con interruptor automático de vacío, un transformador y un cuadro de baja tensión. Las dimensiones que tendrá el PFU-4 son 3045x4460x2380 mm, altura, longitud y fondo respectivamente.

Tal y como se indica en los planos proporcionados por el fabricante, es necesario realiza una excavación de 5260 mm de anchura x 3180 mm de fondo x 560 mm de profundidad. Como el terreno será competente para que se coloque el Centro y no se produzcan asientos, se colocará una capa arena de nivelación de 10 cm de espesor.

13 MOBILIARIO URBANO

En el *Anejo 17: Mobiliario urbano* se detallan los diferentes elementos que se dispondrán a lo largo de todo el paseo cercano al puerto a modo de favorecer la conexión del puerto con el municipio. Estos elementos son:

- Bancos modelo ARQ de NOVATILU, fabricados mediante madera de pino tratada y con una estructura de acero laminado en fría. Las dimensiones son de 2 metros de largo por 80 centímetros de ancho.
- Papeleras modelo SALOU de NOVATILU, papeleras fijas con estructura metálica revestida de listones de madera, con seis de ellos más largos para ocultar la estructura de fijación al suelo.
- Jardineras modelo FLÒ de DISSERT URBAN, jardineras de acero con formas modulares y con un asiento de madera.
- Jardineras modelo SFERA de NOVATILU, fabricadas de acero.
- Alcorques concéntricos de acero galvanizado con unas dimensiones de 80x80 cm y 4cm de espesor.

14 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de la Ampliación de la Nueva Dársena del Puerto de El Perelló es de 325 días naturales, descontando los días festivos que puedan darse en la Comunitat Valenciana y los fines de semana. Es decir, que, si empezamos el 1 de octubre del 2019, la obra finalizará el 16 de marzo del 2021.

15 VALORACIÓN ECONÓMICA

A continuación, se muestra el resumen de la valoración económica para el Proyecto Básico de la Ampliación de la Nueva Dársena Deportiva del Puerto de El Perelló:

AMPLIACIÓN PUERTO PERELLÓ			
RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO			
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS, DEMOLICIONES Y DRAGADOS	31,44%	1.256.732,07
02	OBRA DE ABRIGO	1,39%	55.614,54
03	MUELLE	12,93%	516.977,52
04	PANTALANES Y ELEMENTOS DE AMARRE	16,15%	645.444,44
05	RED DE SANEAMIENTO	1,47%	58.851,92
06	RED DE ABASTECIMIENTO	0,79%	31.437,51
07	EQUIPAMIENTO PORTUARIO	2,19%	87.730,05
08	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	3,62%	144.674,75
09	FIRMES	7,72%	308.496,68
10	EDIFICACIÓN	14,76%	590.000,00
11	MOBILIARIO URBANO Y CERRAMIENTO	1,30%	51.778,64
12	SEGURIDAD Y SALUD	3,75%	150.000,00
13	GESTIÓN DE RESIDUOS	2,50%	100.000,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL			3.997.738,12 €
Gastos generales		16,00%	639.638,10 €
Beneficio industrial		6,00%	239.864,29 €
Suma			4.877.240,51 €
IVA		16,00%	780.358,48 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN			5.657.598,99 €

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresa cantidad de CINCO MILLONES SEISCIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

16 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

El siguiente apartado tiene como objeto el realizar la justificación del precio de las cesiones y alquileres aplicados al estudio de viabilidad económica del proyecto de la ampliación de la nueva dársena deportiva del puerto de El Perelló.

Para ello, adoptaremos las siguientes hipótesis de partida:

- Periodo de la concesión: 30 años
- Amarres proyectados: 255 amares
- Amarres destinados a la venta: 80%
- Amarres destinados al alquiler: 20%

Para realizar el análisis de la rentabilidad global, únicamente se ha tenido en cuenta las tarifas correspondientes a la estancia y atraque de las embarcaciones tanto en alquiler como en cesión. En el caso de realizar el proyecto, habría que tener en cuenta las tarifas correspondientes a la ocupación de superficies edificadas, los suministros de agua y eléctricos, etc.

16.1 ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO

Para desarrollar el estudio económico financiero se ha descartado para este análisis los beneficios por honorarios debido a que el importe que nos interesa para este análisis es el Presupuesto Base de Licitación que asciende a 5.657.598,99 €. En cambio, como se prevé que la obra sea realizada por un constructor privado, el importe que ha de tenerse en cuenta es el referente al subtotal, por lo que el coste de la obra ascenderá a la cantidad de 4.877.240,51€.

La previsión de los ingresos netos generados por los amarres se lleva a cabo realizando un balance de cuentas, teniendo en cuenta todos los costes anuales que salen y todos los ingresos que entran en la caja, es decir, el beneficio que tendremos por la cesión de los amarres será, *grosso modo*, los ingresos de la cesión de los amarres menos el coste que nos suponen dichos amarres.

16.1.1 Ingresos por la cesión de amarres

Recapitulando con la distribución de los amarres que disponemos en la nueva dársena deportiva del puerto de El Perelló tenemos:

Tabla 36. Distribución de amarres

ESLORA (m)	MANGA (m)	UNIDADES	SUPERFICIE (m2)
14.00	5.00	6.00	420.00
12.00	4.50	24.00	1296.00
10.00	4.00	38.00	1520.00
8.00	3.00	74.00	1776.00
6.00	2.50	71.00	1065.00
5.00	2.00	42.00	420.00
TOTAL		255	6,497

El precio medio del mercado en la Comunitat Valenciana de la cesión de los amarres por metro cuadrado está en torno a 800€/m², por lo que, según se estableció en la hipótesis de partida, si realizamos una cesión del 80% de los amarres que disponemos en el puerto, tenemos los siguientes ingresos brutos por la cesión de amarres:

Tabla 37. Ingresos por la venta de los amarres.

% CEDIBLE	80%	
SUPERFICIE CEDIBLE	5197.6	M2
€/M2 POR AMARRE	800	€/M2
INGRESOS BRUTOS POR CESIÓN DE AMARRES	4,158,080	€

Por lo tanto, volviendo a la ecuación de balances de cuentas, el valor neto de los amarres (VNA) será igual a los ingresos brutos por la cesión de los amarres menos el coste del proyecto, quedando el siguiente importe:

$$VNA = Ingresos - Costes = 4.158.080€ - 4.877.240,51€ = -719.160,51€$$

Como se puede observar, para este precio de cesión de amarres por metro cuadrado no se obtiene beneficio, por lo que se va a subir hasta estar en el precio medio de cesión de amarres

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

de España que es de 1.200 €/m², según se estableció en el *anejo 08: Estudio de la demanda*, quedando de la siguiente forma el balance:

Tabla 38. Ingresos por la venta de los amarres actualizada.

% CEDIBLE	80%	
SUPERFICIE CEDIBLE	5197.6	M2
€/M2 POR AMARRE	1200	€/M2
INGRESOS BRUTOS POR CESIÓN DE AMARRES	6,237,120	€

$$VNA = Ingresos - Costes = 6.237.120€ - 4.877.240,51€ = 1,359,879.49 €$$

Con este precio de cesión de amarres si que obtenemos un beneficio considerable.

16.1.2 Costes de explotación

En este apartado se van a desglosar los diferentes gastos anuales que se preverán a lo largo de la concesión del puerto.

16.1.2.1 Gastos del personal

Este gasto corresponde a todo el personal necesario para desarrollar todas las tareas administrativas y de explotación de los amarres y zonas de servicios del puerto. Se ha considerado los siguientes importes:

Tabla 39. Coste anual de explotación del personal.

Nº	Empleo	Salario (€/año)	Total (€/año)
4.0	Marineros/vigilantes	20,000.00 €	80,000.00 €
0.5	Gerente	38,400.00 €	19,200.00 €
1.0	Administrativo	27,600.00 €	27,600.00 €
0.1	Ingeniero	60,000.00 €	6,000.00 €
Total			132,800.00 €

16.1.2.2 Gastos de conservación

Los gastos de conservación que se va a estimar en nuestro puerto será el correspondiente al mantenimiento de las instalaciones portuarias y gastos de gestión como son:

Tabla 40. Estimación de coste anual de gastos varios.

Asesorías	9,600.00 €
Agua y electricidad	12,000.00 €
Comunicaciones y material de oficina	3,000.00 €
Impuestos municipales	10,000.00 €
Publicidad y comercial	2,000.00 €
Gestión ambiental	3,000.00 €
Seguros	5,000.00 €
TOTAL GASTOS VARIOS	44,600.00 €

Por lo que la estimación anual de los gastos de conservación es:

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Tabla 41. Estimación anual de gastos de conservación.

Dragado	30,000.00 €
Obras	48,772.41 €
Limpieza	21,600.00 €
Varios	44,600.00 €
Total	144,972.41 €

16.1.2.3 Canon de ocupación

En este subapartado se incluye el pago a la Administración Autonómica el canon por la ocupación de la superficie de la zona marítimo terrestre incluidos dentro del límite administrativo de la concesión.

La tasa se calcula según lo establecido en el *Capítulo IV. Tasa por instalación náutico-deportivas de la Ley 2/2014, de 13 de junio, de Puertos de la Generalitat*. Este canon corresponde al producto de los metros cuadrados de superficie ocupada por el precio del terreno. Actualizando el valor establecido en la Ley a la actualidad según el IPC, tenemos el siguiente coste:

Tabla 42. Estimación anual del canon de ocupación.

	€/M2 (2014)	€/M2 (2019)	M2	IMPORTE
INSTALACIÓN DEPORTIVA	3.3926	3.511341	6,497	22,813.18 €
ESPEJO DE AGUA	0.8418	0.871263	34716.65	30,247.33 €
TOTAL				53,060.52 €

16.1.2.4 Plan de financiación

Debido a que existe una incertidumbre inicial asociada al porcentaje de amarres que podrán cederse y cuántos amarres se destinarán al alquiler y la fuerte inversión inicial que registra, se opta por financiar la totalidad del presupuesto base de licitación de forma ajena, a un tipo de interés al 5% y un periodo de amortización de 30 años.

En la *tabla 21.9 del anejo 21: Estudio de viabilidad económica* se establece la cuota anual para amortizar el crédito durante el periodo de amortización, que es de **368.034,93 €**.

Los intereses financieros calculados, se repercutirán solo en los amarres de alquiler, dejando libres de gasto a los de cesión. Por lo tanto, los costes estimados anuales tanto para el alquiler de los amarres como para el alquiler de estos quedarían de la siguiente forma:

Tabla 43. Resumen de los costes estimados anuales

	Alquiler	Cesión
Personal	132,800.00 €	132,800.00 €
Conservación y otros	144,972.41 €	144,972.41 €
Canon de ocupación	53,060.52 €	53,060.52 €
Amortización	368,034.93 €	
TOTAL	698,867.85 €	330,832.92 €

16.2 TARIFAS

En este apartado se desarrolla el cálculo de las tarifas del metro cuadrado de amarre en alquiler y de cesión de forma que cubramos los gastos anuales estimados. Por lo tanto, las tarifas del alquiler y de la cesión del metro cuadrado del amarre es de:

Tabla 44. Tarifas amarres en alquiler y en cesión.

	ALQUILER	CESIÓN
IMPORTE ANUAL (€/M2)	107.57 €	50.92 €
IMPORTE MENSUAL (€/M2)	8.96 €	4.24 €
IMPORTE DIARIO (€/M2)	0.30 €	0.14 €

De este modo, multiplicando por los metros cuadrados que tiene cada amarre, se obtienen las siguientes tarifas por embarcaciones tipo:

Tabla 45. Tarifa de alquiler de amarres

ESLORA	MANGA	UNIDADES	SUPERFICIE	ALQUILER		
				€/año	€/mes	€/mes barco
14.00	5.00	6.00	420.00	45,178.47 €	3,764.87 €	627.48 €
12.00	4.50	24.00	1296.00	139,407.84 €	11,617.32 €	484.06 €
10.00	4.00	38.00	1520.00	163,503.02 €	13,625.25 €	358.56 €
8.00	3.00	74.00	1776.00	191,040.37 €	15,920.03 €	215.14 €
6.00	2.50	71.00	1065.00	114,559.68 €	9,546.64 €	134.46 €
5.00	2.00	42.00	420.00	45,178.47 €	3,764.87 €	89.64 €
TOTAL		255	6,497	698,867.85 €	58,238.99 €	

Tabla 46. Tarifa de cesión de amarres.

ESLORA	MANGA	UNIDADES	SUPERFICIE	CESIÓN		
				€/año	€/mes	€/mes barco
14.00	5.00	6.00	420.00	21,386.77 €	1,782.23 €	297.04 €
12.00	4.50	24.00	1296.00	65,993.45 €	5,499.45 €	229.14 €
10.00	4.00	38.00	1520.00	77,399.73 €	6,449.98 €	169.74 €
8.00	3.00	74.00	1776.00	90,435.47 €	7,536.29 €	101.84 €
6.00	2.50	71.00	1065.00	54,230.73 €	4,519.23 €	63.65 €
5.00	2.00	42.00	420.00	21,386.77 €	1,782.23 €	42.43 €
TOTAL		255	6,497	330,832.92 €	27,569.41 €	

Si comparamos las tarifas obtenidas con las tarifas establecidas en la Ley 1/1999, de 31 de mayo, de Tarifas Portuarias actualizando el precio hoy en día, se obtiene que para un atraque de costado con todos los servicios necesarios para la embarcación deportiva es de 0,176985 €/m2/día, por lo que, en caso de no ser rentable esta inversión con todo lo establecido, podemos aumentar las tarifas hasta equipararnos con lo establecido por la Ley 1/1999.

16.3 RENTABILIDAD DE LA CONCESIÓN

Para determinar si al final del periodo de la concesión obtenemos un flujo positivo de la inversión es necesario calcular la rentabilidad de la concesión con los ingresos y costes año a año.

16.3.1 Hipótesis

Se plantean una serie de hipótesis de partida que estimar los ingresos y costes que van a ir llegar a nuestro flujo de inversión.

1. Se prevé que los amarres en cesión se vendan de manera progresiva de la siguiente forma:
 - Año 1: Se cederá el 30% de los amarres
 - Año 2: Se cederá el 20% de los amarres
 - Año 3: Se cederá el 15% de los amarres
 - Año 4: Se cederá el 10% de los amarres
 - Año 5: Se cederá el 10% de los amarres
 - Año 6: Se cederá el 5% de los amarres
 - Año 7: Se cederá el 5% de los amarres
 - Año 8: Se cederá el 5% de los amarres
2. Se estiman unos ingresos anuales de los amarres del 90% de los amarres. Este escenario sería uno ideal, compensando los años de una ocupación menor con los que hay una ocupación del 100%.
3. Se prevé que tenemos gastos de explotación desde el primer año porque tendremos el gasto del personal.
4. La cuota de la amortización irá menguando a medida que vayamos devolviendo el crédito debido a los ingresos de la cesión de los amarres.

16.3.2 Cálculo de la rentabilidad

En la *Tabla 21.14 del anejo21: Estudio de viabilidad económica* se determina el cálculo de la rentabilidad de la inversión con todos los gastos y los ingresos generados año a año.

En la correspondiente tabla se puede observar, que la evolución de los gastos y los ingresos a lo largo de los años en función de los amarres que se han ido vendiendo en cesión, han ido disminuyendo los gastos del crédito, de modo que el puerto se vuelve estable a partir del séptimo año. Al final del periodo de nuestra concesión, se obtiene un beneficio de 1.050.339,52€, pero este no será el único criterio que vamos a establecer para determinar si nuestro proyecto es rentable o no. Para ello emplearemos los términos financieros del Valor Actualizado Neto (VAN) y de la Tasa Interna de Retorno (TIR). Por lo tanto, aplicando a nuestro flujo de proyecto una tasa de descuento del 2% se obtienen los siguientes datos:

Tabla 47. VAN y TIR

VAN	456,424.05 €
TIR	3.910%

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Por lo tanto, con estos datos, se puede considerar que nuestro proyecto es rentable para el periodo de la concesión. En cambio, el precio de la cesión del metro cuadrado por amarre es un poco elevado para los usuarios del puerto, por lo tanto, se plantean dos escenarios más.

- **Escenario 1:**

Para un precio de 1000 €/m² de amarre y con unas tarifas por alquiler y cesión de los amarres igual a lo descrito anteriormente, se obtiene rentabilidad al final del periodo de la concesión de 975,478.78 €, tal y como se puede observar en la *Tabla 21.16* del correspondiente anejo. En este escenario, una vez se finalizan los ingresos debido de la cesión de amarres, para agotar el crédito se escoge la cuarta parte de los ingresos anuales. De esta forma, el crédito se agota en el año 14 y se obtienen los siguientes índices financieros:

Tabla 48. VAN y TIR Escenario 1

VAN	104,624.37 €
TIR	2.290%

- **Escenario 2:**

Para un escenario con un precio por metro cuadrado de los amarres de 1000€ y unas tarifas ajustadas a lo establecido en la *Ley 1/1999*, se obtiene:

Tabla 49. Tarifas Escenario 2

	ALQUILER	CESIÓN
IMPORTE ANUAL (€/M2)	118.8	61.2
IMPORTE MENSUAL (€/M2)	9.9	5.1
IMPORTE DIARIO (€/M2)	0.33	0.17

En este escenario, tal y como se puede observar en la *Tabla 21.19* del correspondiente anejo, una vez finalizan los ingresos debido de la cesión de amarres, para agotar el crédito se escoge la cuarta parte de los ingresos anuales. De esta forma, el crédito se agota en el año 13 y al final de la concesión, se obtiene un beneficio de 2.819.365,75 € y los siguientes índices financieros:

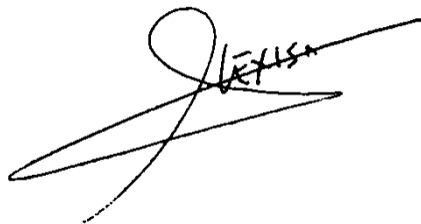
Tabla 50. VAN y TIR Escenario 2

VAN	1.481.587,89 €
TIR	5,452%

Por lo tanto, como se puede comprobar con los tres casos planteados, el escenario dos es la situación que nos proporciona una mayor rentabilidad dentro de unos precios por metro cuadrado de cesión de los amarres razonable para los usuarios del puerto.

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Valencia, 4 de septiembre de 2019

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized initial 'A' followed by the name 'ALEXIS' in a smaller, more legible script.

Alexis Barrachina Cucarella

17 BIBLIOGRAFÍA

- Puertos Del Estado. *Recomendación de Obras Marítimas 0.0-01: Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias. PARTE I.* Diciembre 2001.
- Puertos Del Estado. *Recomendación de Obras Marítimas 0.2-90: Acciones en el proyecto de obras marítimas y portuarias.* Abril 1990.
- Puertos Del Estado. *Recomendación de Obras Marítimas 0.3-91: OLEAJE. Anejo I. Clima marítimo en el Litoral Español.* Febrero 1992.
- Puertos Del Estado. *Recomendación de Obras Marítimas 0.4-95: Acciones climáticas II: Viento.* Septiembre 1995.
- Puertos Del Estado. *Recomendación de Obras Marítimas 0.5-05: Recomendaciones geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias.* Noviembre 2005.
- Puertos Del Estado. *Recomendación de Obras Marítimas 2.0-11: Recomendaciones para el proyecto y ejecución en obras de atraque y amarre.* Junio 2012.
- Puertos Del Estado. *Recomendación de Obras Marítimas 3.1-99: Proyecto de la configuración marítima de los puertos; canales de acceso y áreas de flotación.* Junio 2000.
- España. Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC. *Boletín Oficial del Estado*, de abril 2019.
- España. Real Decreto 2486/1980, de 26 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Puertos Deportivos. *Boletín Oficial del Estado*.
- Comunitat Valenciana. Ley 2/2014, de junio, de Puertos de la Generalitat. *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana*, 18 de junio, núm 7298, pag 44.
- Puertos del Estado. *Guía de Buenas Prácticas para la Ejecución de Obras Marítimas.* Julio 2008.
- Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad Valenciana. *Recomendaciones para el Diseño de Puertos Deportivos en la Región de Murcia*, septiembre 2011.
- Asociación Nacional de Empresas Náuticas. *El impacto económico de la náutica de recreo 2017. Resumen ejecutivo.* Marzo 2018.
- Federación Española de Asociaciones de Puertos Deportivos y Turísticos. *Informe Anual de Puertos Deportivos en España 2015.* Enero 2016.
- Moncho R., Belda F. y Caselles V. *Estudio climático del exponente “n” de las curvas IDF: aplicación para la Península Ibérica (2009).*
- España. Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de carreteras. *Boletín Oficial del Estado*, de 10 de marzo de 2016, núm. 60, pág. 18882.
- Ministerio de Fomento. *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular.* 1999.
- Instituto Geológico y Minero de España. *Mapa Geotécnico General, Alcoy. Hoja 8-8/64.* 1973
- Instituto Geológico y Minero de España. *Mapa Geológico de España. Sueca. 747/29-29.* 1980.

PROYECTO BÁSICO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL NUEVO PUERTO DEPORTIVO DEL PERELLÓ
(VALENCIA)

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. *Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles*. Madrid 1994.

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. *Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Madrid 2006.

Almazán J. L., Palomino M. C, Espinosa J. *Puertos deportivos: Servicios e Instalaciones*. Enero 2000.

Church J., Clark P. *Sea Level Change* (2013)