

ANEJO N°8

ESTUDIO DE SOLUCIONES DE LOS PANTALANES

ÍNDICE

- 1. OBJETO**
- 2. ALTERNATIVAS DE AMARRE EN PLANTA**
- 3. COMPARATIVA Y ELECCIÓN DE LA TIPLOGIA DE ATRAQUE**
- 4. TIPOLOGÍA DE PANTALANES**
- 5. COMPARACIÓN Y SOLUCIÓN FINAL**

1. OBJETO :

El siguiente anejo tiene como objeto describir las diferentes tipologías de amarre en planta de los pantalanes en la zona central y la comparación entre ellos. También se estudiarán las tipologías de los pantalanes y finalmente se elige la solución óptima.

2. ALTERNATIVAS DE AMARRE EN PLANTA:

El criterio principal considerado en el planteamiento de las alternativas para la mejora del puerto de Denia ha sido de conseguir unas instalaciones de la más alta categoría y aprovechar el espacio libre al máximo posible.

Como consecuencia de esta premisa se ha considerado que el amarre mínimo es de 20 m de eslora.

Para el planeamiento de las alternativas se han tenido en cuenta toda la información previa recopilada en la fase común del proyecto, la normativa vigente, especialmente la contenida en el Plan de Puertos y las Recomendaciones para Obras Marítimas (ROM).

La zona donde se preverá la construcción de los pantalanes es actualmente una zona donde atracan las embarcaciones para salidas turísticas desde el puerto de Denia y en su día era una zona para el atraque de los ferrys con destinos a las Islas Baleares antes de la construcción de la nueva terminal de ferrys para los pasajeros.

A continuación se describen las diferentes alternativas en planta que podemos tener.

Del Moral-Carro (1980) dijo que existen diferentes soluciones para el amarre de una embarcación:

- 2.1 Atraque de costado a muelle o pantalán.
- 2.2 Atraque de costado y abarloado.
- 2.3 Atraque de popa con amare a pilote.
- 2.4 Atraque de popa con amarre a boya o a muerto.
- 2.5 Atraque de popa con finger lateral.
- 2.6 Atraque especiales.
 - 2.6.1 Atraques por fondeo aislado.
 - 2.6.1 Atraques entre pilas.
 - 2.6.2 Atraques en estrella.

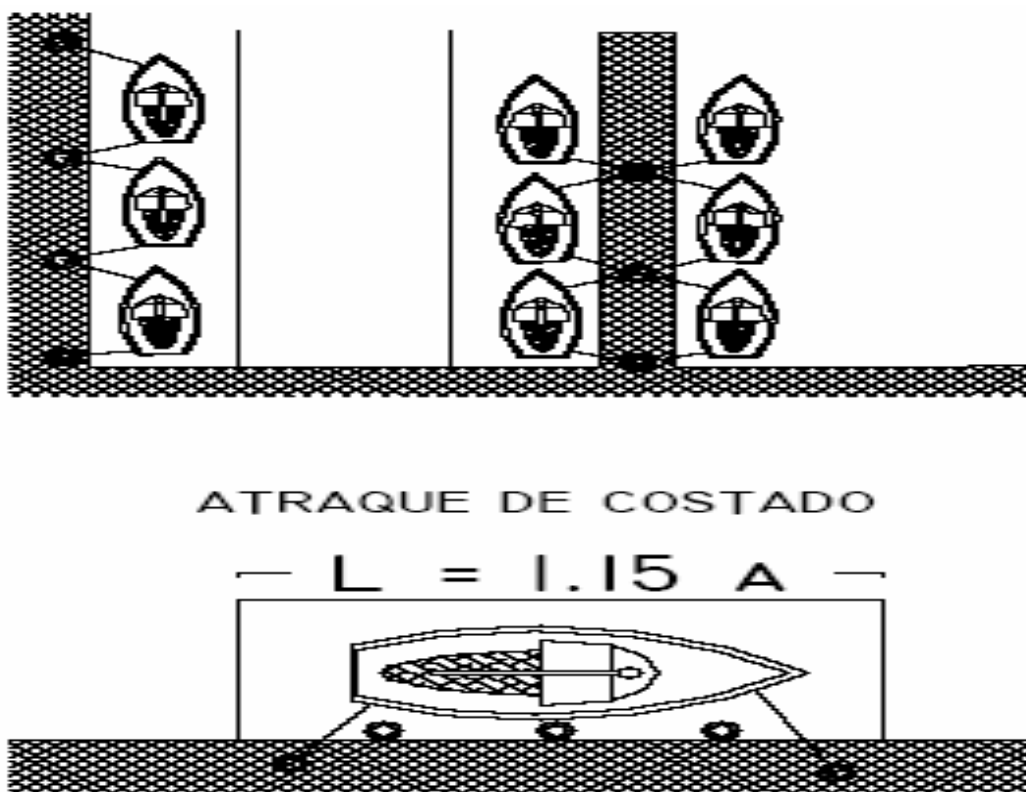
A continuación se pasa a describir dichas soluciones:

- 2.1 Atraque de costado a muelle o pantalán

Se emplea generalmente en embarcaciones de gran tamaño, no se suele aplicar a embarcaciones pequeñas o medianas. Es una solución idónea para los atraques en el muelle.

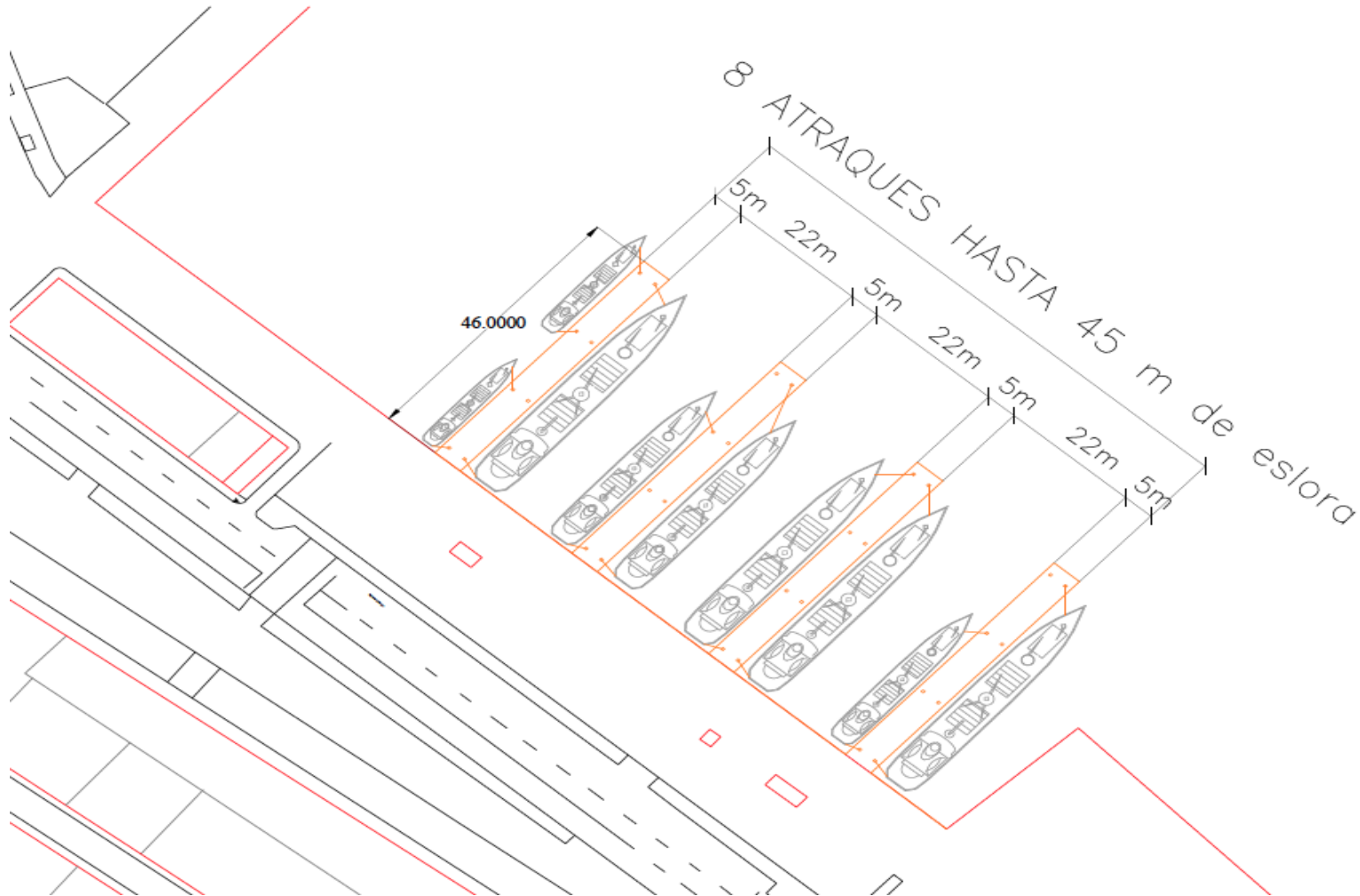
El amarre consiste en encapillar cabos de popa y de proa a dos puntos fijos: argollas, bolardos o norays. El inconveniente que tiene es el excesivo uso de espacio (longitud de amarre en los pantalanes), por lo que será más conveniente para las embarcaciones de mayor eslora por la menor dificultad que presenta para la entrada y salida de las embarcaciones y para no tener que dimensionar la distancia entre pantalanes en función de unos pocos barcos de mayor eslora. La ventaja viene del hecho de poder acceder directamente a la embarcación y el poder amarrar barcos de diferentes tamaños en un mismo pantalán.

El rendimiento de este tipo de atraque es menor que en los atraque de popa o de proa, ya que al ocupar cada embarcación más longitud de amarres (las embarcaciones tienen mayor eslora que manga), son necesarios más pantalanes y, por tanto, más pasillos de acceso a los atraques.

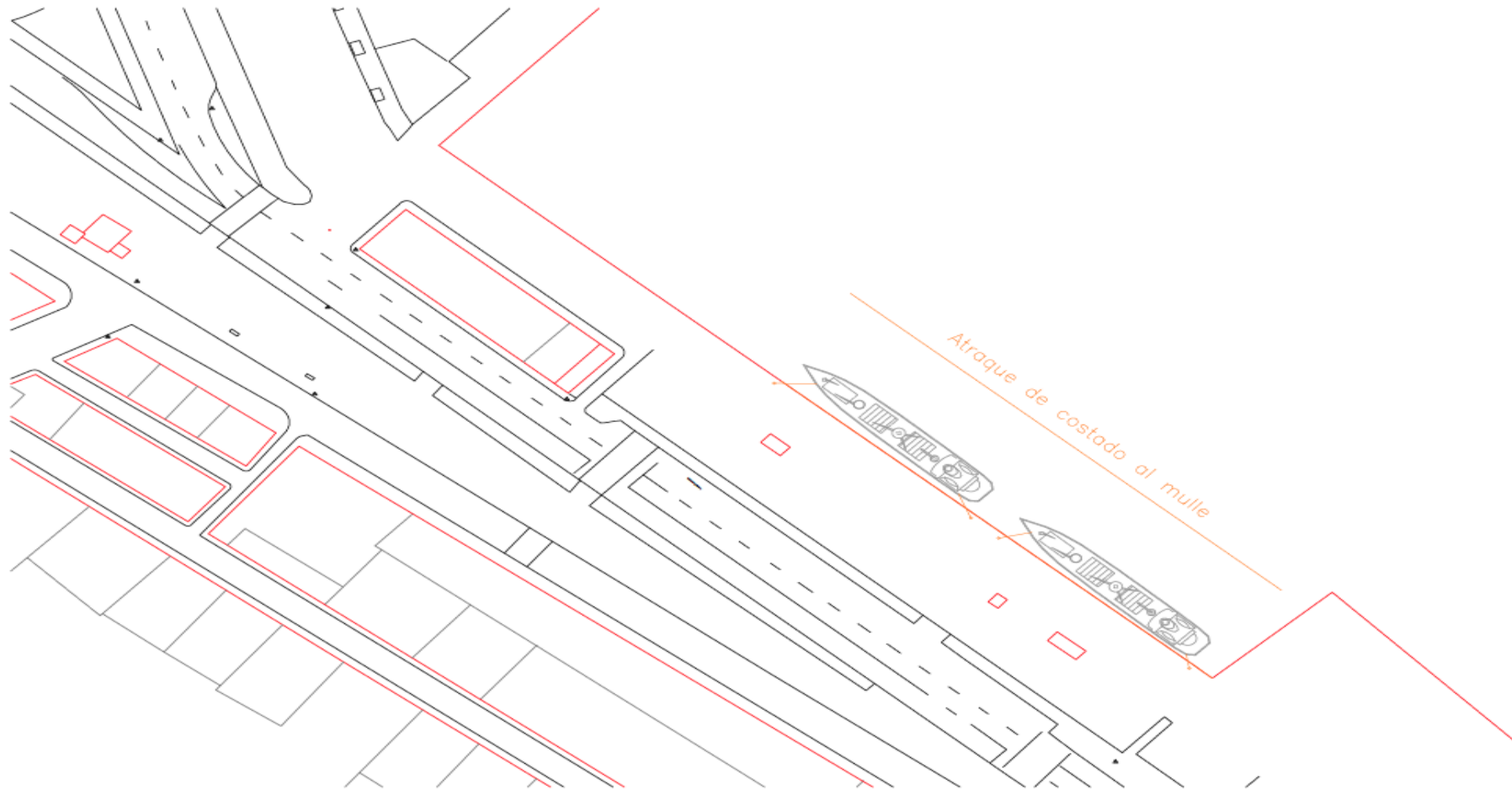


A continuación se adjuntas lad 2 primeras alternativas :

Alternativa 1: Atraque de costado al pantalán



Alternativa 2: Atraque de costado al muelle.



Características la alternativa 1:

- 8 a 10 amarres de 45x9 m
- 5290 m² de superficie total de amarres
- 4140 m² de superficie de agua total.

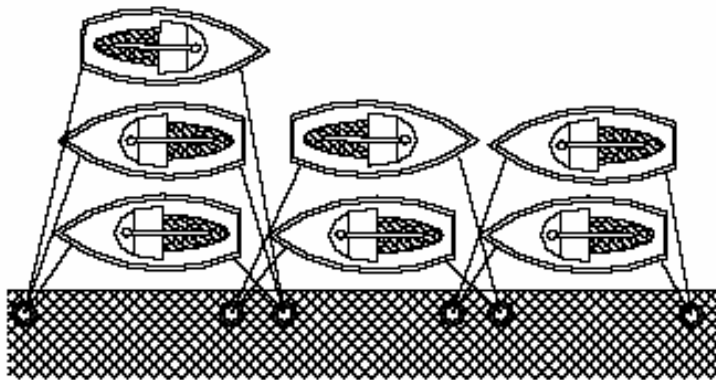
Características de la alternativa 2 :

- 2 a 3 amarres de 45 m de eslora
- 810 m² de superficie total de amarres.

- **2.2 Atraque de costado y abarloado.**

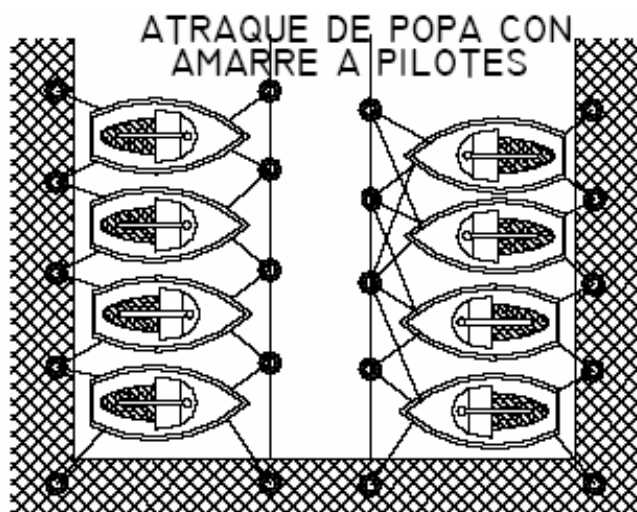
Esta solución es parecida a la anterior pero con la ventaja de poder abarloadse dos o más embarcaciones, amarrándose a dos puntos únicamente. Se traduce en un mayor aprovechamiento del espacio, pero presenta los graves inconvenientes dados por la incomodidad que supone el embarque, atraque y desatraque y el excesivo rozamiento entre barcos contiguos o defensas.

ATRAQUE ABARLOADO MÚLTIPLE



- **2.3 Atraque de popa con amarre a pilotes:**

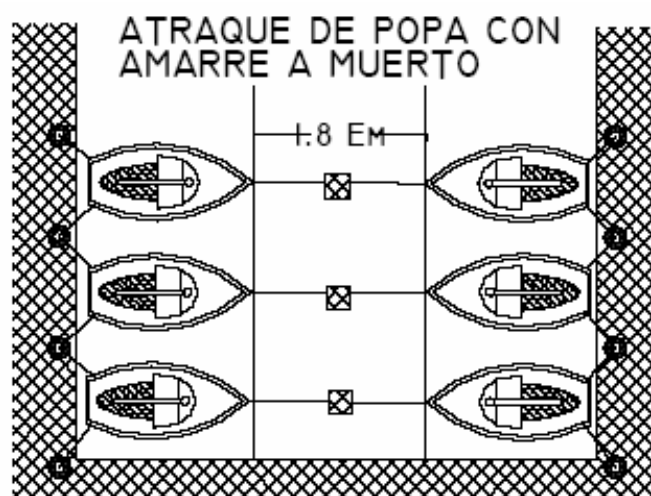
La embarcación permanece con la popa arrimada al muelle o pantalán, perpendicularmente a éstos, amarrando la proa a dos pilotes aislados. Aplicable en terrenos que permitan el hincado de pilotes. Permite carreras de marea importantes ya que las amarras absorben el desplazamiento.



- 2.4 Atraque de popa con amarre a muerto o boya

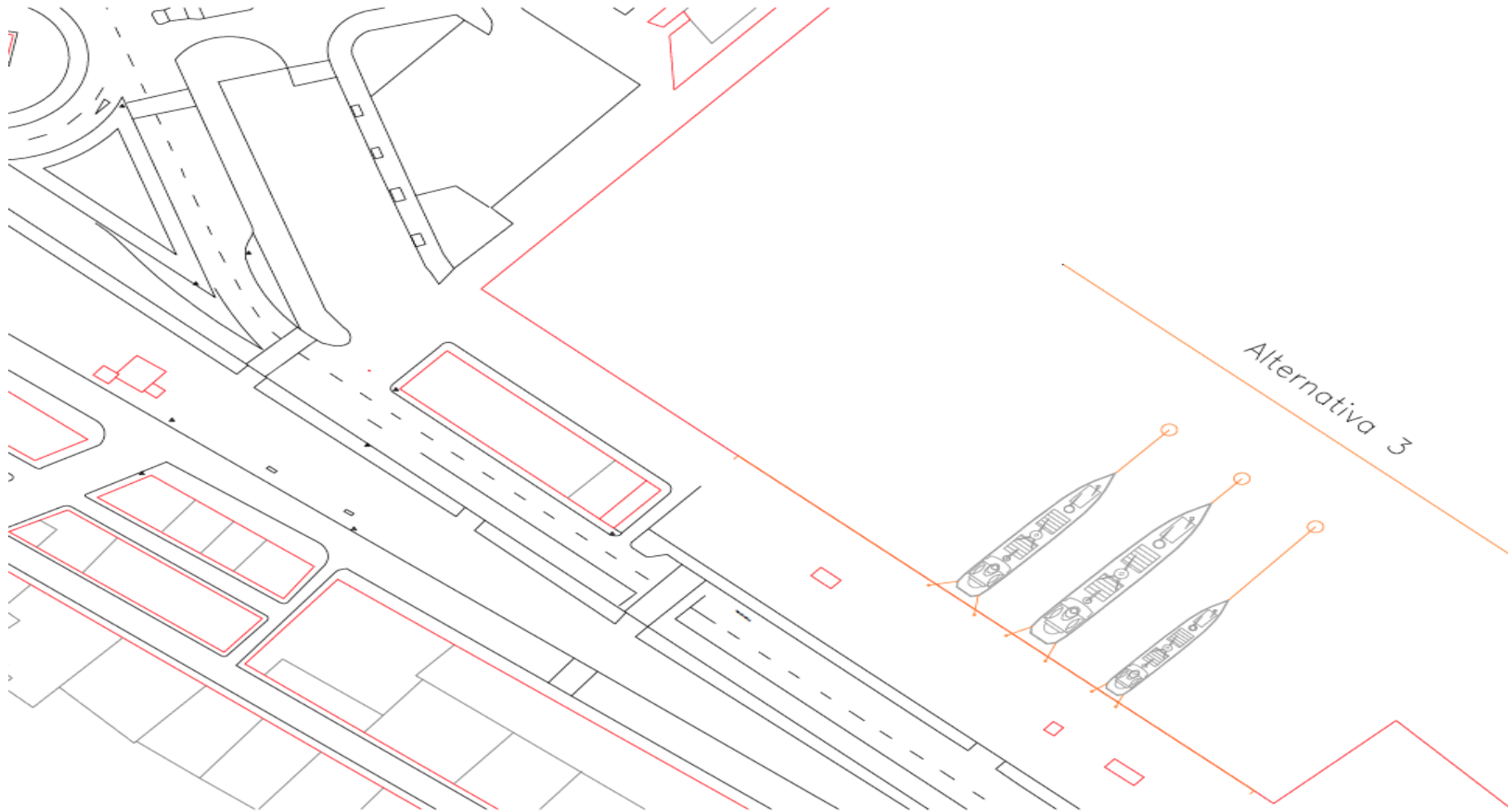
Similar al anterior con la diferencia de que el amarre por proa se realiza a una boya anclada o a un muerto. Muy empleado en los puertos deportivos mediterráneos.

Es una solución barata y de sencilla infraestructura. Los inconvenientes pueden llegar del enganche de los cabos a las hélices de las embarcaciones, o a la necesaria distribución por tamaños. En el caso de grandes mareas la operación de amarre puede ser complicada.

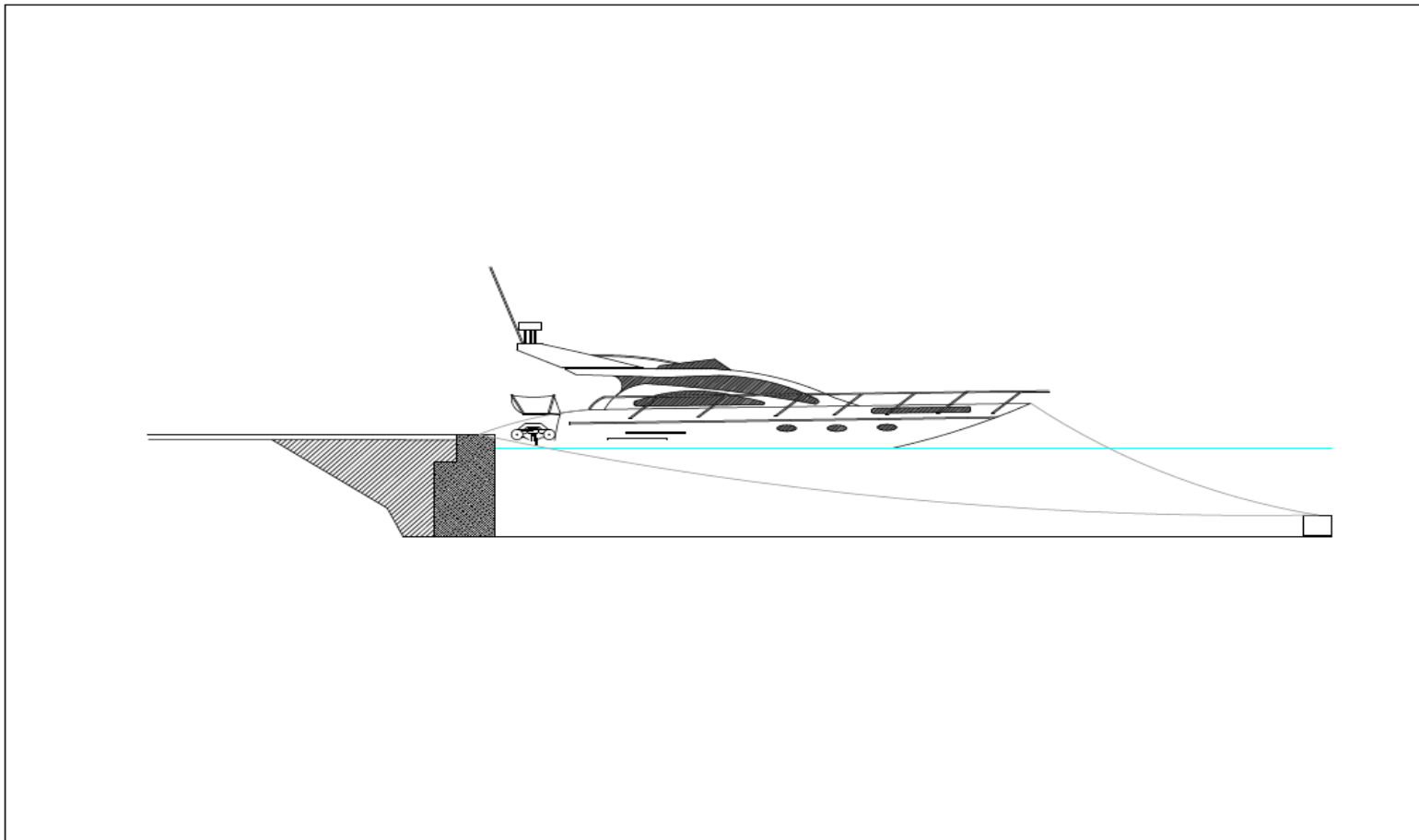


A continuación se adjunta la tercera alternativa:

Alternativa 3: Atraque de popa con amarre a muerto.



Sistema de amarre de la alternativa 3 :



Características de la alternativa 3

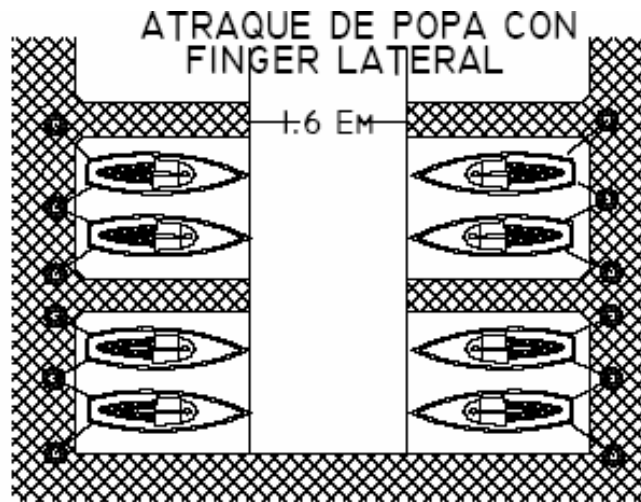
-9 a 10 amarres de 45x9m de eslora

-4950 m² de superficie total de amarres

- **2.5 Atrake por popa con finger lateral:**

La disposición de la embarcación es similar a los casos anteriores, pero con el añadido de que se coloca una estructura llamada finger que facilita el amarre.

La anchura del finger oscila entre 0'60 m. y 1'2 metros pudiendo adoptar tanto forma rectangular como triangular con vértice en el extremo aislado o con los bordes biselados. El acceso a las embarcaciones es más fácil. El finger va unido al pantalán con una junta que permite la articulación.



La disposición de la figura es la de finger doble, es decir, que permite el amarre de una embarcación a cada lado del mismo. La modalidad de atraque con finger puede extenderse a los casos de finger individuales, en los que cada embarcación tiene un finger por ambos costados, o la de fingers múltiples cuya longitud permite el atraque abarloado de dos o más embarcaciones. En ambos casos se pierden ventajas sobre el finger doble, bien por incremento de las dificultades de maniobra o bien por un menor aprovechamiento económico.

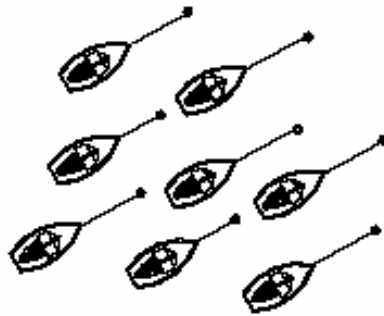
- 2.6 Atraques especiales:

Dentro de este grupo se encuentran:

2.6.1 Atraque por fondeo aislado:

Es una forma natural de amarre en puertos con amarres insuficientes. El aspecto es caótico y requiere un medio auxiliar para el desembarco.

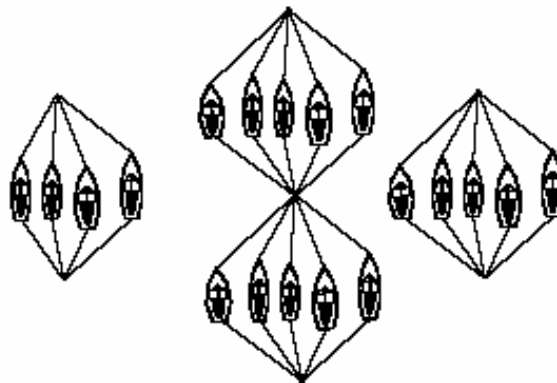
ATRAQUES POR FONDEO AISLADO



2.6.2 Atraque entre pilas:

Aprovechan más la superficie y la ordenación es algo mayor, pero sigue requiriendo un medio auxiliar para el desembarco y además presenta dificultad en el desamarre de embarcaciones encerradas.

ATRAQUE ENTRE PILAS



2.6.3 Atraques en estrella:

Es una forma de amarre válida exclusivamente en casos especiales donde el espacio no sea un factor determinante en el diseño de la dársena.

3. COMPARACIÓN Y ELECCIÓN DE LA TIPLOGIA DE ATRAQUE :

De las soluciones anteriormente expuestas se compara a continuación las diferentes tipologías, exponiendo los criterios funcionales, económicos, estéticos, etc, de cada una de ellas.

A. Atraque de costado a muelle o pantalán.

Es una solución que presenta dos alternativas ya que podemos atracar los barcos de costado al muelle o al pantalán.

Se descarta la primera alternativa ya que es una solución que solo va a satisfacer las necesidades a medio plazo y también presente el inconveniente del mal uso del espacio.

La alternativa 2 es una solución que presenta la ventaja de permitir un fácil acceso al usuario y también el hecho de poder amarrar barcos de diferentes tamaños en un mismo pantalán. Así mismo es una solución que ofrece mayor estabilidad y durabilidad a las embarcaciones de gran eslora, también ofrece la ventaja de que satisface las necesidades a medio como a largo plazo.

B. Atraque de costado y abarloado.

Se descarta desde un principio por la incomodidad que proporciona ya que es un factor muy importante en puertos deportivos la comodidad del usuario.

C. Atraque de popa con amarres a pilotes.

Se desestima por criterios de comodidad, si bien el aprovechamiento es bastante alto. La existencia de los pilotes puede dificultar las maniobras de atraque y desatraque, es una solución más propia de puertos con carrera de marea apreciable.

D. Atraque de popa con amarre a muerto o boya.

Es una solución que presenta un gran aprovechamiento del espacio con la ventaja de que necesita una mínima infraestructura pero presenta la desventaja de la incomodidad a los usuarios frente a un temporal alto.

E. Atraque por popa con finger lateral.

A pesar de contar con buenos índices de aprovechamiento, se desestima ya se trata de la solución mas cara.

F. Atraques especiales.

No están justificados en ningún caso, excepto el atraque en estrella si por algún motivo hubiera espacio suficiente en el interior de la dársena, caso muy improbable.

ANEJO : ESTUDIO DE SOLUCIONES

Las soluciones propuestas han sido valoradas según una serie de criterios económicos, estéticos, durabilidad, comodidad y estabilidad para exponer de cada una de ellas sus principales ventajas e inconvenientes:

		tipologías de atraque			
		Atraque de costado a muelle	Atraque de costado al pantalán	Atraque de popa con amarres a pilotes	Atraque de popa con amarres a muerto
Criterios	económicos	bajo	medio	bajo	medio
	estéticos	bajo	medio	medio	medio
	durabilidad	medio	alto	baja	medio
	comodidad	alto	alto	muy bajo	baja
	estabilidad	alto	alto	baja	baja

Tabla 1

De la tabla 1 podemos deducir que la mejor solución en planta es la alternativa 1 que consiste en el atraque de costado al pantalán.

4. TIPOLOGÍA DE PANTALANES

Los pantalanos son estructuras estrechas de gran longitud que permiten el acceso de personas o incluso de vehículos automóviles ligeros, hasta las embarcaciones. El pantalan constituyee un elemento económico para proporcionar atraque a las embarcaciones menores y se usa, generalmente, en las dársenas deportivas, donde el espejo de agua se aprovecha íntegramente.

Los materiales que se emplean en su construcción son muy diversos aunque entre ellos podemos destacar los siguientes:

a) -Hormigón:

En sus orígenes la utilización del hormigón para pantalanos quedó desaconsejada debido a las numerosas patologías que tuvieron lugar. No obstante, con el paso de los años y la evolución de las técnicas de elaboración y control de calidad se ha conseguido que el hormigón sea uno de los materiales más usados y fiables en la construcción de pantalanos.

Las ventajas que presenta se pueden resumir en:

- Alta resistencia.
- Mayor capacidad para soportar cargas.
- Gran robustez frente a impactos.

Por el contrario, el principal inconveniente es que en caso de avería o patología grave se requiere la demolición del mismo.

b) Plásticos:

Bajo este término genérico se engloban el poliestireno expandido, la fibra de vidrio y otros tipos de materiales plásticos. Todos ellos presentan una buena resistencia al ataque de insectos, aunque sí que se les adhieren crustáceos que resultan difíciles de eliminar sin dañar su estructura celular. Se trata de materiales con una larga duración y que en caso de daño son fácilmente reparables. Son apropiados para pantalanos flotantes.

El poliestireno expandido también es agredido por alquitranes, petróleo, gasolina, aceites y detergentes. Por este motivo se emplea en pantalanos recubiertos con estructuras de fibrocemento en forma de nido de abeja. Los pantalanos de fibra de vidrio se están haciendo muy populares, sobre todo en Estados Unidos, al ser insensibles al ataque de insectos y de la mayoría de los agentes químicos.

c) Acero:

Aunque el acero ha dado buen resultado en muchos lugares, también existe un amplio historial de averías. El gran problema al que se enfrenta es la corrosión, de ahí que si se utiliza tenga que ser protegido con una capa anticorrosión. El hierro forjado resiste mejor la corrosión y es más apropiado para un proceso de galvanizado.

d) Madera:

Está ya en desuso. Es muy cara en España aunque da buenos resultados. En cuanto a los tipos de pantalanés existentes, se distinguen dos tipos según la flotabilidad de los mismos:

- Pantalanés fijos.
- Pantalanés flotantes.

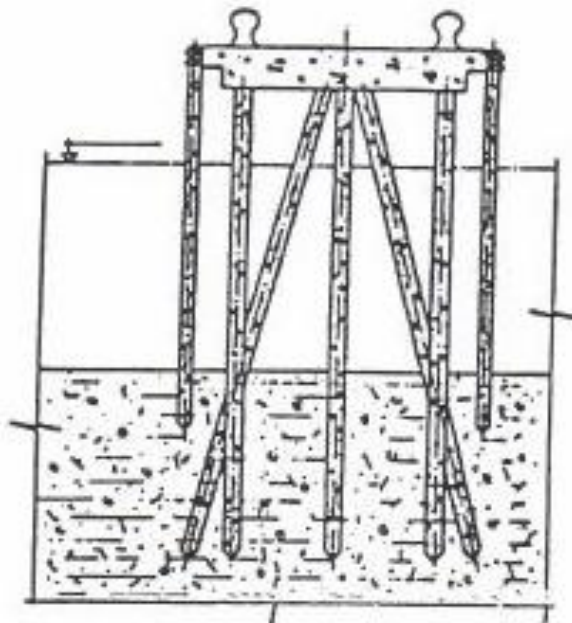
En cuanto a la forma de resistir las acciones exteriores se distinguen:

i. **-Pantalanés fijos:**

Están cimentados al terreno de manera que permanecen siempre en la misma posición. Son usados en zonas de pequeña carrera de marea. Se pueden dividir en dos tipos:

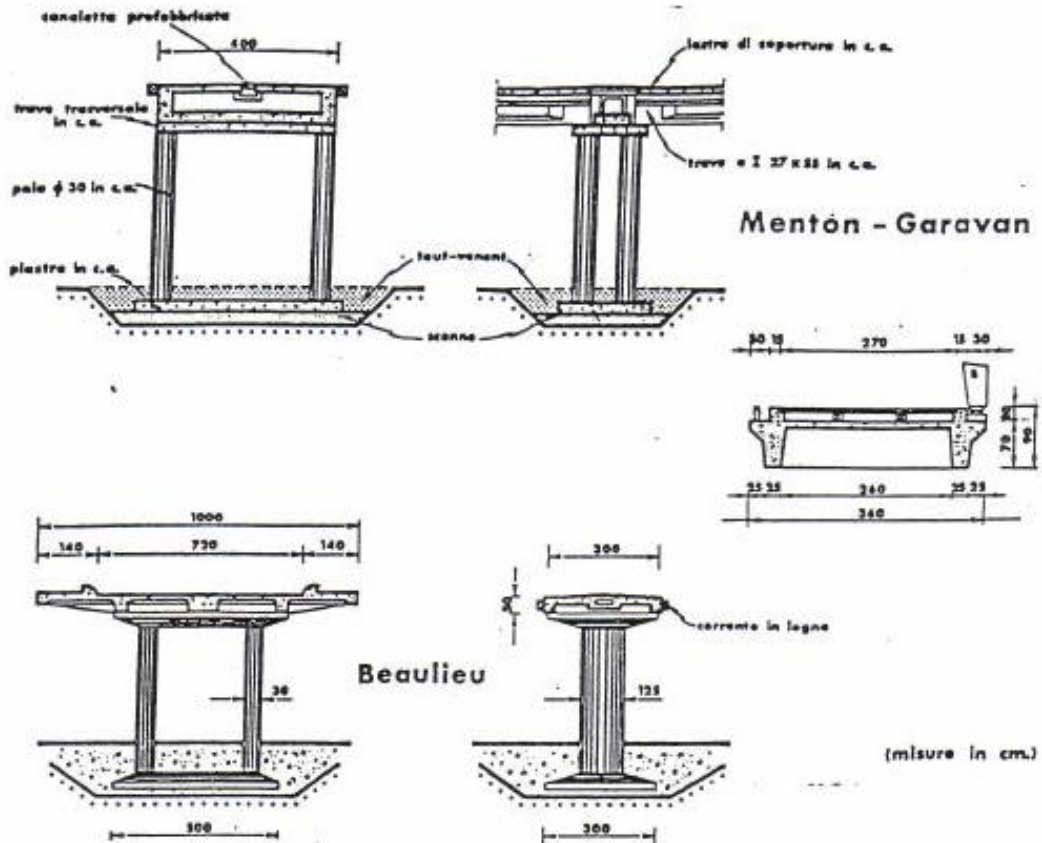
➤ Apoyados sobre pilotes:

La plataforma del pantalané está sustentada por una estructura de pilotes hincados en el fondo. Estos pilotes pueden ser de madera, de hormigón pretensado, de hormigón armado o metálicos.



➤ Apoyados sobre pilas:

La plataforma del pantalán se apoya en pilas, ya sean estas hormigonadas in situ o base de elementos prefabricados.

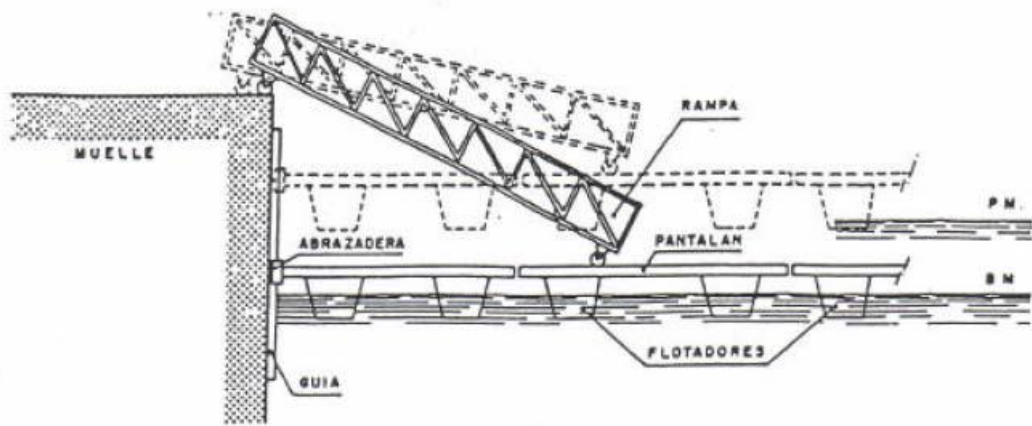


ii. **-Pantalanes flotantes:**

Son idóneos para zonas de gran calado, con fondos marinos de muy baja calidad o rocosos o para mareas mayores de 1 m.

Hay una gran variedad de tipologías y materiales utilizados en su construcción tradicional: bidones, acero, tubos de asbesto pintado, etc. Sin embargo, actualmente es más habitual soluciones más innovadoras.

No están cimentados al fondo, sino que flotan y mantienen su posición en planta por medio de unos elementos estabilizantes: pilotes o muertos anclados en el fondo. En su funcionamiento el pantalán acompaña al movimiento del nivel del mar permitiendo variaciones del nivel de flotación superiores a 1'2 metros en la mayoría de los casos. Necesitan de plataformas de acceso a modo de pequeñas rampas que acompañen el movimiento periódico del nivel del mar, cambiando de posición según esta oscilación.



Las propiedades fundamentales que debe reunir un buen pantalán flotante son resistencia, poco peso y flexibilidad. De este modo los costes de instalación serán bajos, el mantenimiento simple y las reparaciones poco frecuentes.

5. COMPARACIÓN Y SOLUCIÓN FINAL

En la elección de la tipología de pantalán intervienen una serie de variables como las que a continuación se pasan a enumerar:

- Emplazamiento del Puerto.
- Carrera de marea.
- Calidad de los fondos o cimentaciones.
- Extensión y amplitud de la zona abrigada.
- Calado existente.
- Inversión inicial y costes de mantenimiento.

A continuación se pasarán a comentar las principales ventajas de cada una de las tipologías vistas, según las características que se acaban de analizar. Posteriormente y en base a la comparación de las ventajas inherentes al uso de cada una de las tipologías se decidirá la solución de pantalanés a disponer en el Puerto objeto de este proyecto.

Las ventajas que presentan los pantalanés flotantes son:

- Nivel constante entre el pantalán y el mar, lo que los hace ideales en mares con carrera de marea importante.
- Posibilidad de remodelación en la disposición de los pantalanés.
- Menor probabilidad de daños en los barcos bajo condiciones de marea.

Las ventajas de los pantalanés fijos estriban en:

- El sistema fijo resulta más barato a largo plazo ya que sus costes de mantenimiento son más reducidos.
- Son más resistentes.
- Presentan una mayor estabilidad y durabilidad.
- Poseen capacidad de soportar mayores cargas e impactos que los pantalanés

flotantes.

Teniendo en cuenta las variables enumeradas anteriormente se puede descartar las siguientes tipologías:

- Pantalanés de hacer, plástico y madera
- Pantalanés flotantes.

		Resistencia al impacto	Estabilidad	económico	Impacto ambiental
Hormigón	fijo	Alta	Alta	medio	medio
	flotante	X			
Plástico	fijo	X			
	flotante	baja	baja	bajo	bajo
Acero	fijo	NO SE EMPLEA			
	flotante				
Madera	fijo	medio	media	alto	medio
	flotante	medio	baja	alto	medio

Tabla 2

Dado que las mareas en la zona son prácticamente inapreciables, no será este un motivo por el que elegir los pantalanés flotantes, también hay que tener en cuenta que los pantalanés flotantes no cumplen con la resistencia suficiente, es decir, para una embarcación de 40 m de eslora , la fuerza de tiro pueda alcanzar los 38 toneladas bajo un fuerte viento.

Se deduce de la tabla 2 que la mejor solución es pantalanés de hormigón fijos.

En cuanto a los apoyos sobre pilas o sobre pilotes se descartan, ya que la naturaleza del terreno en el fondo del puerto de Denia no lo permite por tratarse de roca caliza con una resistencia a compresión simple de 58,1 MPa

Como conclusión final :

	solución en planta	Material	Apoyo
solución final	atraque de costado al pantalán	Hormigón	fijo (in situ)

Tabla 3

Referencias:

-Del Moral-Carro, R. *"OBRAS MARITIMAS"* (1980)

- **ROM 2.0-11 Tomo 1.** *"Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre (2011)"*

6.