

ANEJO 06:
DIMENSIONAMIENTO
INTERNO

ÍNDICE

2	Objeto.....	5
3	Embarcación de diseño	5
4	Requerimientos en alzado.....	5
4.1	Calado de la bocana y canal de acceso	6
4.2	Calado dársena interior	7
4.3	Nivel de coronación de los muelles.....	7
5	Requerimientos en planta.....	8
5.1	Anchura y longitud de los pantalanés	9
5.1.1	Pantalanés principales.....	9
5.1.2	Pantalanés secundarios.....	11
5.2	Área de maniobra.....	11

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 6.1. Factores que intervienen en la determinación del calado. Fuente ROM 3.1-99 .	6
Ilustración 6.2. Anchura vías de navegación. Fuente ROM 3.1-99	8
Ilustración 6.3. Disposición en planta embarcaciones deportivas. Fuente ROM 3.1-99	10
Ilustración 6.4. Anchos pantalanos secundarios. Fuente ROM 2.0-11	11
Ilustración 6.5. Área de maniobra. Fuente ROM 3.1-99	13

ÍNDICE TABLAS

Tabla 6.1. Embarcaciones de diseño	5
Tabla 6.2. Anchura entre pantalanos principales.....	10
Tabla 6.3. Anchura pantalanos secundarios.....	11
Tabla 6.4. Radio de maniobra para las embarcaciones de diseño	12

1 OBJETO

En el siguiente documento se analizarán 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.

Se describirá los calados y las alturas de los muelles, así como el ancho necesario para el canal de entrada en función de las características de las embarcaciones tipo que harán usos de la dársena. El ancho de la bocana se conservará, ya que no formará ámbito de este Proyecto el realizar una modificación de la orientación y longitud de la obra de abrigo.

Asimismo, se definen las dimensiones de las áreas de maniobra, y la anchura de las vías de navegación, teniendo en cuenta la disponibilidad de espacio necesario para garantizar la maniobrabilidad de los barcos dentro de la zona abrigo.

2 EMBARCACIÓN DE DISEÑO

Por parte del Área de Explotación de Puertos de la Generalitat Valenciana, se establecen unas embarcaciones de diseño:

Tabla 6.1. Embarcaciones de diseño

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

3 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.

3.1 CALADO DE LA BOCANA Y CANAL DE ACCESO

Según se determina en la *Parte 7: Requerimientos en alzado* de la ROM 3.1-99, se debe tener en cuenta tres factores para determinar la profundidad de las áreas de navegación y flotación. Estos factores son:

- H_1 : Integra todos los factores que dependen del buque, ya sea en condiciones estáticas o dinámicas, incluso aunque el movimiento esté originado por causas externas al propio buque (vientos, oleaje, corrientes, etc.). Representa, por tanto, el nivel más bajo que puede alcanzar cualquier punto del buque, en relación con el nivel medio de las aguas en las que se encuentra.
- H_2 : recoge el análisis de las mareas y otras variaciones del nivel medio de las aguas (mareas astronómicas y meteorológicas, variaciones de caudal de ríos, bombeo en dársenas esclusadas, etc.), es decir, factores que determinan el nivel medio de referencia las aguas en las que se encuentra el buque y que no generan movimientos verticales diferenciales significativos entre diferentes puntos del casco del buque.
- H_3 : recoge exclusivamente los que dependen del fondo, incluyendo las imperfecciones de la batimetría, los depósitos de sedimentos y tolerancias de ejecución del dragado.

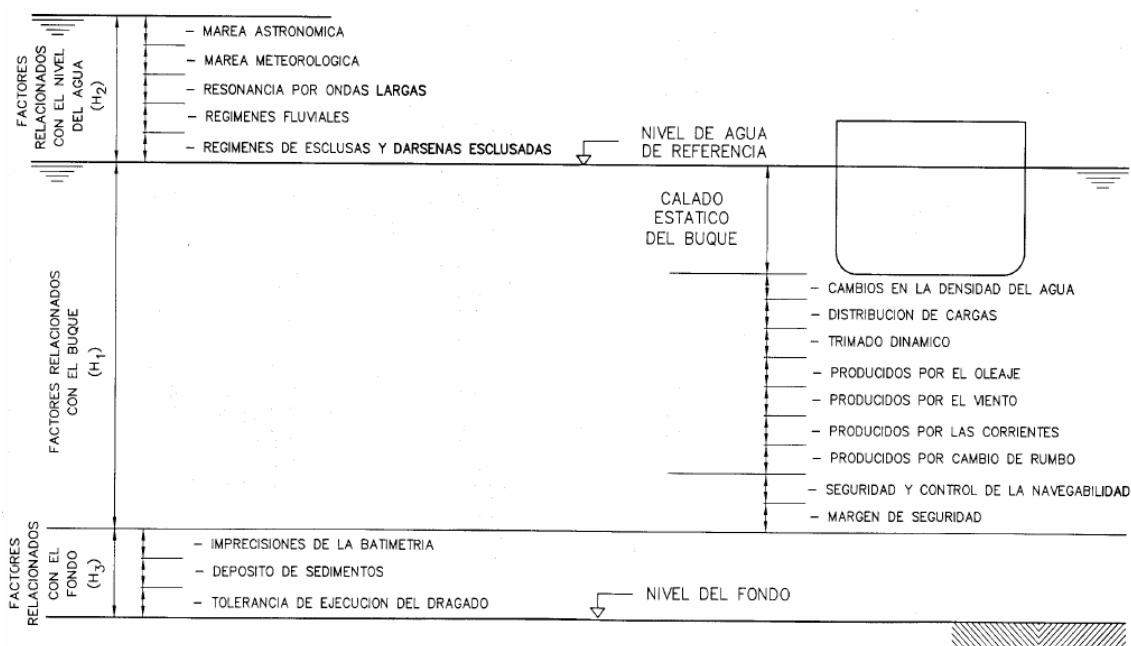


FIGURA 7.01. Factores que intervienen en la determinación de las profundidades de agua en las áreas de navegación y flotación

Ilustración 6.1. Factores que intervienen en la determinación del calado. Fuente ROM 3.1-99

En nuestro caso, los valores adoptados serán los siguientes:

- H_1 :
 - Calado del buque de diseño: 2,20 metros
 - Resguardo para seguridad y control de maniobrabilidad del buque: $rv_{sm} = 0,1$ m
 - Margen de seguridad: $rv_{ds} = 0,2$ m
- H_2 : 0,38 metros. (Solo afectado por la carrera de marea)
- H_3 :
 - Imperfecciones de la batimetría: 0,25 m

- Tolerancia de la ejecución del dragado: 0,3 m

$$H_T = H_1 + H_2 + H_3 \approx 3,50 \text{ metros}$$

3.2 CALADO DÁRSENA INTERIOR

Del mismo modo que en el apartado anterior, la profundidad de las aguas en la dársena interior para una embarcación de 14 metros de eslora será:

- H_1 :
 - Calado del buque de diseño: 2,20 metros
 - Resguardo para seguridad y control de maniobrabilidad del buque: $rV_{sm} = 0,1$ m
 - Margen de seguridad: $rV_{ds} = 0,2$ m
- H_2 : 0,38 metros. (Solo afectado por la carrera de marea)
- H_3 :
 - Imperfecciones de la batimetría: 0,25 m
 - Tolerancia de la ejecución del dragado: 0,3 m

$$H_T = H_1 + H_2 + H_3 \approx 3,00 \text{ metros}$$

Y, para las embarcaciones de una eslora inferior a 8 metros, la profundidad es:

- H_1 :
 - Calado del buque de diseño: 1,5 metros
 - Resguardo para seguridad y control de maniobrabilidad del buque: $rV_{sm} = 0$ m
 - Margen de seguridad: $rV_{ds} = 0,2$ m
- H_2 : 0,38 metros. (Solo afectado por la carrera de marea)
- H_3 :
 - Imperfecciones de la batimetría: 0.1 m
 - Tolerancia de la ejecución del dragado: 0,2 m

$$H_T = H_1 + H_2 + H_3 \approx 2,50 \text{ metros}$$

3.3 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.

4 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.

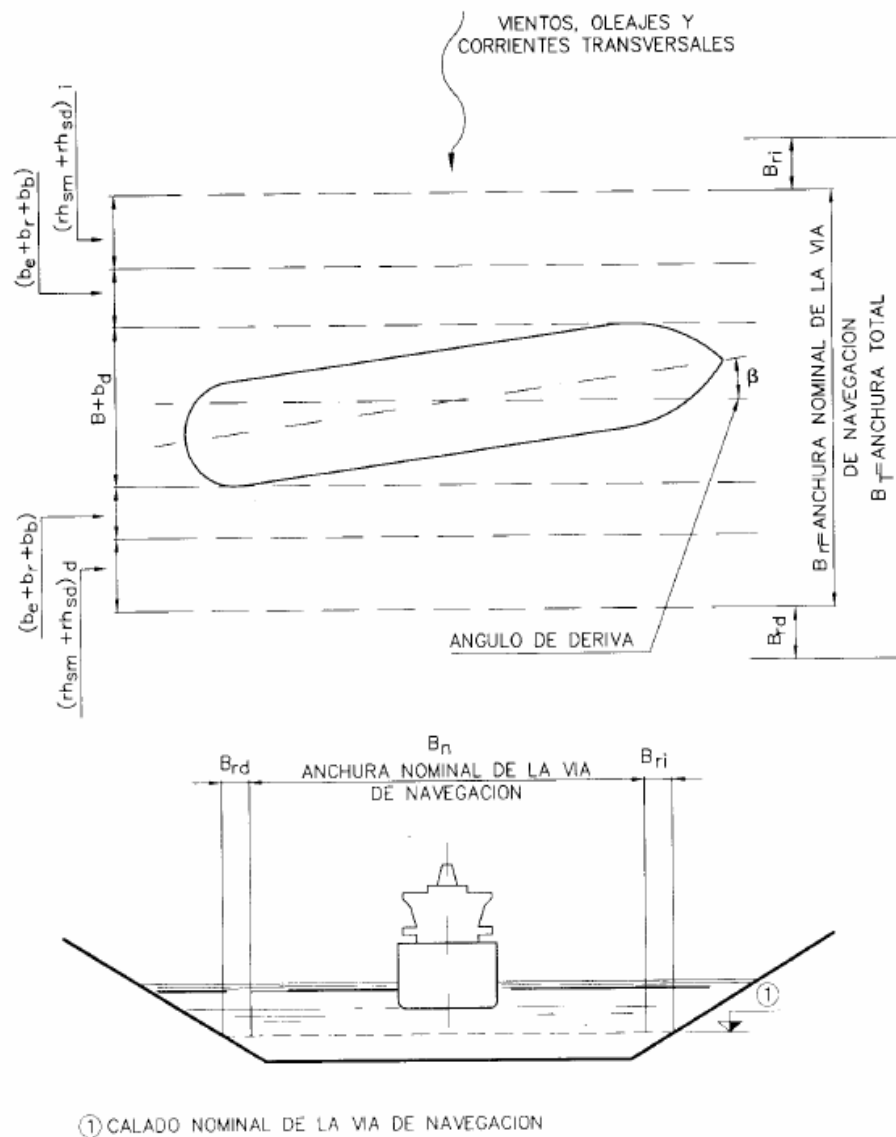


FIGURA 8.01. Anchura de las vías de tramo recto con un solo carril de navegación

Ilustración 6.2. Anchura vías de navegación. Fuente ROM 3.1-99

La anchura total “ B_t ” se medirá en el punto más estrecho de la sección transversal de la vía de navegación, que, tratándose de espacios de agua, normalmente, coincidirá con la anchura entre taludes o cajeros de las márgenes de la vía medida a la profundidad nominal de la vía de navegación correspondiente al buque de diseño.

La determinación de la anchura nominal “ B_n ” de la vía de navegación, en los puertos deportivos coincide con la anchura total a disponer, se calculará de acuerdo con la siguiente formulación:

$$B_n = n[B + b_d + 2(b_e + b_r + b_b) + (rh_{sm} + rh_{sd})_j]$$

Donde:

- n = número de carriles de navegación
- B = manga máxima de embarcaciones que circulan por el canal
- b_d : sobrealto de la senda del buque, producido por la navegación con un determinado ángulo de deriva en relación con el eje de la vía navegable, ocasionado por la incidencia de vientos, oleajes, corrientes, etc.

El sobrealto b_d será calculado como $b_d = L \cdot \sen \beta = L \cdot \sen 10^\circ$

- b_e : sobrealto por errores de posicionamiento. Corresponde a la diferencia entre la verdadera posición del buque y la posición estimada por el capitán utilizando los medios de información y ayuda a la navegación disponible. Como se desconocen los sistemas de ayuda a la navegación disponible, se adopta $b_e = B$, siendo B la manga máxima de la embarcación que circulará por el canal.
- b_r : sobrealto para respuesta. Valora la desviación adicional que puede producirse desde el instante en que se detecta la desviación del buque con relación a su posición teórica y el momento en que la corrección es efectiva. En nuestro caso será $b_r = 0,1 \cdot B$
- b_b : sobrealto para cubrir el error que pudiera derivarse de los propios sistemas de balizamiento. Se estima $b_b = B$, siendo B la manga máxima de la embarcación que circulará por el canal.
- $(rh_{sm} + rh_{sd})_j$: resguardo adicional y margen de seguridad a cada banda ($j=i, d$ - izquierda, derecha). En nuestro caso, el valor corresponde a $0,6 \cdot B$ para cada lado.

Por lo tanto, en nuestro caso, el ancho nominal para la embarcación de proyecto [14 metros de eslora, 5 metros de manga y 2,2 metros de calado] se puede abreviar de la siguiente manera:

$$B_n = n[5,4B + L \cdot \sen 10^\circ] = 29,43 \text{ metros}$$

4.1 ANCHURA Y LONGITUD DE LOS PANTALANES

En este apartado se definirán las anchuras y las longitudes que se necesitan para los pantalanes según establece el *apartado 8.10.4.* de la *ROM 3.1-99*. En él se diferenciarán, por un lado, la anchura y la longitud para los pantalanes principales y, por otro lado, la anchura y longitud de los pantalanes secundarios.

4.1.1 Pantalanes principales

Según establece la *ROM*, la separación mínima entre los pantalanes principales, medida entre extremos de los pantalanes de atraque (o de los barcos amarrados a ellas si es más

desfavorable), será, como mínimo, de $1,75 \cdot L$ para buques de diseño con una eslora total (L) no mayor a 12 metros y de $2 \cdot L$ para buques de diseño con una eslora total (L) superior a 12 metros.

A la hora de realizar el diseño de la ordenación interna de la flota deportiva se buscará encarar las embarcaciones con una misma eslora. En el caso de que se dispongan embarcaciones de diferente eslora en un lado de un pantalán, se escogerá la embarcación más desfavorable para el dimensionamiento para el cálculo de la anchura del pantalán principal.

Para el dimensionamiento de la anchura entre los pantalanes, como se encararán las embarcaciones entre ellas, se dejará un margen entre ellas de 1,5 veces la eslora de la mayor embarcación. Por lo tanto, en nuestro caso tenemos las siguientes anchuras del pantalán principal:

Tabla 6.2. Anchura entre pantalanes 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

Respecto a la anchura que se recomienda a los pantalanes principales, se establece un rango entre 1,20 metros y 2 metros, en función del tamaño de los buques y del número de pantalanes de atraque que se dispongan en cada pantalán principal.

Se establecerá una anchura estándar para todos los pantalanes principales de 2 metros.

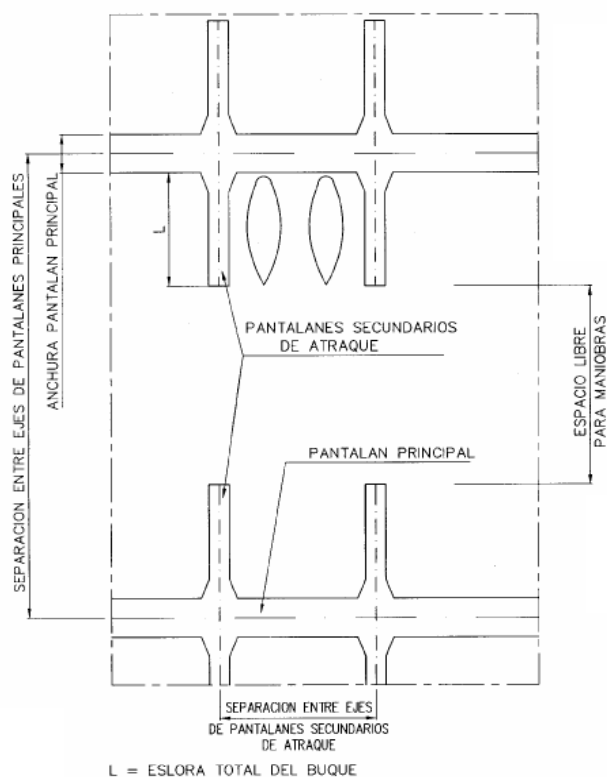


FIGURA 8.55. Configuración típica para embarcaciones deportivas

Ilustración 6.3. Disposición en planta embarcaciones deportivas. Fuente ROM 3.1-99

4.1.2 Pantalanes secundarios

Para la definición de los pantalanes secundarios hay que diferenciar el tipo de atraque que se quiera plantear. Por un lado, tenemos el atraque simple, que es para las embarcaciones que se amarran al pantalán mediante boya o muerto y, por otro lado, el atraque doble, que es para las embarcaciones que se amarran al pantalán mediante fingers.

Para los atraques simples, la separación entre ejes de los pantalanes será, como mínimo, a la suma de la manga máxima del barco de diseño más un resguardo de 0,30-0,50 metros a cada lado de la embarcación, más la anchura del pantalán.

En cambio, para los atraques dobles, la separación entre ejes de los pantalanes será, como mínimo, a la suma de dos veces la manga máxima del barco de diseño más un resguardo de 0,30-0,50 metros con respecto a cada uno de los muelles, más un resguardo de 1 metro entre ambos barcos.

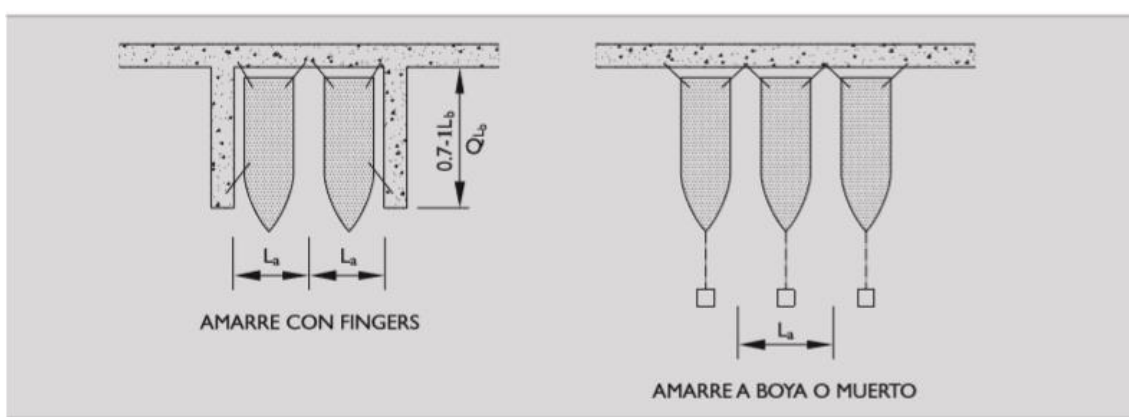


Ilustración 6.4. Anchos pantalanes secundarios. Fuente ROM 2.0-11

Con las siguientes consideraciones estas son las anchuras necesarias para los pantalanes secundarios en función de la tipología de atraque:

Tabla 6.3. Anchura pantalanes secundarios

Eslora (m)	5	6	8	10	12	14
Manga (m)	2	2.5	3	4	4.5	5
Atraque simple (m)	3	3.5	4	5	5.5	6
Atraque doble (m)	6	7	8	10	11	12

La longitud de los pantalanes de atraque será igual a la eslora máxima del buque de diseño y la anchura recomendada de los pantalanes estará comprendida entre 0,80 metros y 1,50 metros, la cual se adoptará una anchura de 1 metros.

4.2 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 R_{sr} , cuyo valor se determinará con los siguientes criterios realizando un fondeo sin ancla:

$$R_{sr} = R \cdot \operatorname{tg}30^\circ + K \cdot L + 0,35 \cdot L$$

Donde:

- R_{sr} . Es el radio del círculo de maniobra, para operaciones sin remolcadores
- L: Eslora total del buque
- R: Radio mínimo de la trayectoria del buque en marcha adelante o marcha atrás, para el que, a reserva de estudios de mayor detalle, se tomarán los siguientes valores:

Profundidad de agua	Radio mínimo
$\geq 5 \cdot D$	$3 \cdot L_{pp}$
$1,5 \cdot D$	$3,5 \cdot L_{pp}$
$\leq 1,2 \cdot D$	$5 \cdot L_{pp}$

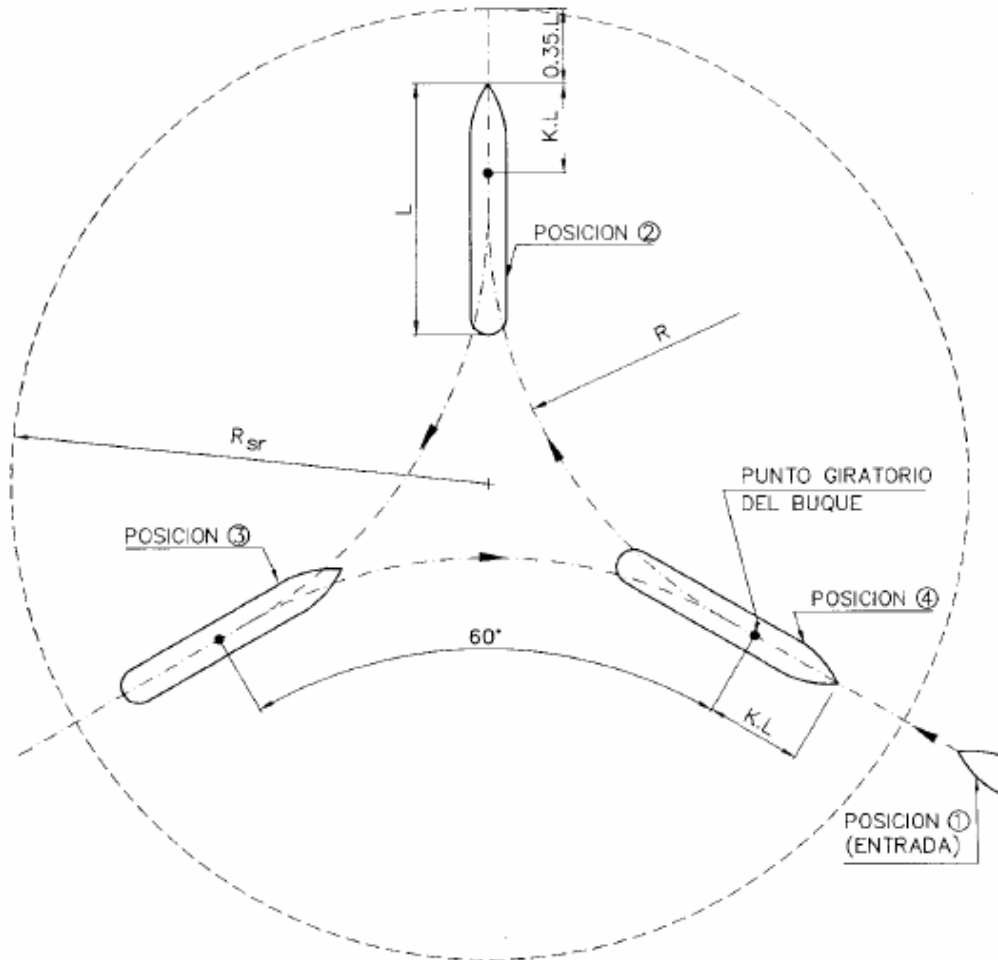
Siendo D el calado del buque y L_{pp} la eslora entre perpendiculares

- K: Distancia del punto giratorio a la popa del buque expresado en fracción de la eslora total del buque (L). Para embarcaciones deportivas el valor de K=1
- 0.35: Coeficiente que cuantifica el resguardo o margen de seguridad en función de la eslora del buque (L) y que está determinado suponiendo que la velocidad longitudinal del buque en el centro del círculo de maniobras no supera los 0.2 m/s.

Introducción todos estos parámetros, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 6.4. Radio de maniobra para las embarcaciones de diseño

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



- R_{sr} = RADIO DEL CIRCULO DE MANIOBRA
 R = RADIO DE LA TRAYECTORIA DEL BUQUE EN MARCHA AVANTE O MARCHA ATRAS
 L = ESLORA TOTAL DEL BUQUE
 K = DISTANCIA DEL PUNTO GIRATORIO A LA PROA O A LA POPA DEL BUQUE (LA MAS DESFAVORABLE) EXPRESADO EN ERACCION DE L
 $0.35L$ = RESGUARDO DE SEGURIDAD

FIGURA 8.32. Area de reviro sin ayuda de remolcadores ni fondeo de anclas

Ilustración 6.5. Área de maniobra. Fuente ROM 3.1-99

