



**Universidad  
de La Laguna**

---

# **Maniobra de las Barcazas**

**Trabajo Fin de Grado**  
Grado en Náutica y Transporte Marítimo  
Julio de 2024

Autor:  
**Jesús Iván Jiménez Mesa**

Tutor:  
Prof. Dr. Alejandro Gómez Correa

**Escuela Politécnica Superior de Ingeniería**  
**Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval**  
**Universidad de La Laguna**

---



D/D<sup>a</sup>. Alejandro Gómez Correa, Profesor de la UD de Marina Civil, perteneciente al Departamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima de la Universidad de La Laguna:

Expone que:

D. **Jesús Iván Jiménez Mesa** con **DNI 43818350S**, ha realizado bajo mi dirección el trabajo fin de grado titulado: **Maniobra de las Barcazas**.

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 09 de julio de 2024.

Fdo.: Alejandro Gómez Correa

Director del trabajo.



Jesús Iván Jiménez Mesa (2024). *Maniobras de las Barcazas*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de La Laguna.

## RESUMEN

Las barcazas de avituallamiento también conocidas como “bunkering barges” dedicadas al suministro de combustibles fósiles gasoil y fuel-oil principalmente a los barcos que repostan combustibles en los principales puertos españoles, Barcelona, Algeciras, Ceuta, Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas de gran Canaria han sufrido en los últimos años una gran evolución en su diseño y construcción siendo cada vez más robustas y de mayor eslora, dotándolas con sistemas de propulsión avanzados como los propulsores Schottel y hélice transversal de proa lo que las dota de una mayor maniobrabilidad lo que les permite operar cada día más en condiciones adversas cumpliendo así un papel crucial en la logística marítima permitiendo a los buques que no pueden entrar a puerto repostar y continuar su viaje sin necesidad de desviar su ruta.

Estas barcazas realizan infinidad de maniobras a lo largo de un día, atraque, desatraque, abarloe, desabarlobe, etc. Este trabajo esta enfocado a las distintas maniobras que realizan en las zonas portuarias y radas de fondeo las barcazas que disponen de dos propulsores azimutales tipo Schottel y una hélice transversal de paso variable en proa, además de las normativas cada vez más estrictas en cuanto a maniobras en recintos portuarios se refiere. Este trabajo intentará dar a conocer las distintas maniobras que realizan las barcazas casi con cualquier condición de espacio, condición meteorológica , para que pueda servir de ayuda para los marinos que comienzan y menos experimentados.

Para ello se ha intentado ilustrar y describir las principales maniobras así como los elementos de amarre, preparación previa y consejos para evitar situaciones indeseables en el desarrollo de las mismas.

Palabras claves: [ Barcaza, Schottel, Maniobra, Abarloe, Atraque ].



Jesús Iván Jiménez Mesa. (2024). *Maniobras de las Barcazas*. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de La Laguna.

## **ABSTRACT**

Bunkering barges dedicated to the supply of fossil fuels, mainly diesel and fuel oil, to ships refueling in major Spanish ports such as Barcelona, Algeciras, Ceuta, Santa Cruz de Tenerife, and Las Palmas de Gran Canaria, have undergone significant evolution in their design and construction in recent years. These barges are becoming increasingly robust and longer, equipped with advanced propulsion systems such as Schottel thrusters and bow thrusters, which enhance their maneuverability and enable them to operate more frequently in adverse conditions. They play a crucial role in maritime logistics, allowing ships that cannot enter the port to refuel and continue their journey without diverting from their route.

These barges perform numerous maneuvers throughout the day, including docking, undocking, alongside mooring, and unmooring. This work focuses on the different maneuvers carried out in port areas and anchorages by barges equipped with two Schottel-type azimuth thrusters and a variable pitch bow thruster, as well as the increasingly stringent regulations regarding maneuvers in port facilities. This study aims to highlight the various maneuvers performed by barges under almost any spatial and weather conditions, to serve as a guide for novice and less experienced mariners.

To achieve this, the main maneuvers have been illustrated and described, including mooring elements, preparatory steps, and tips to avoid undesirable situations during their execution.

Keywords: [Barge, Schottel, Maneuver, Alongside Mooring, Docking].



## AGRADECIMIENTOS

---

*Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi esposa, cuya paciencia, apoyo y comprensión han sido invaluableles durante la realización de este trabajo. Sin su constante aliento y sacrificio, este proyecto no hubiera sido posible. Gracias por estar siempre a mi lado.*

---



---

## Índice del TFG

---

<b>1. Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS Y MANIOBRA.....</b>	<b>3</b>
2.1. MAQUINILLAS.....	4
2.2. SAN LORENZOS.....	4
2.3. BITAS.....	5
2.4. DEFENSAS.....	6
2.5. SISGA.....	7
2.6. GRILLETE TONSBERG.....	8
2.7. NORAYS.....	9
2.8. CABOS.....	9
2.9. GATERAS.....	9
2.10. MONAGUILLOS.....	10
2.11. CADENAS.....	11
2.12. ANCLAS.....	11
<b>3. TIPOS DE AMARRAS Y SUS FUNCIONES.....</b>	<b>13</b>
3.1. LARGOS.....	14
3.2. TRAVESES.....	14
3.3. ESPRINES.....	14
3.4. CODERAS.....	14
3.5. PONTONAS.....	15
<b>4. EQUIPOS DE PROPULSIÓN.....</b>	<b>16</b>
4.1. HÉLICE DE PROA.....	16
4.2. SCHOTTEL.....	17

4.2.1. Transmisión Mecánica.....	17
4.2.2. Transmisión Eléctrica.....	17
<b>5. ESQUEMAS DE MANIOBRA CON 2 PROPULSORES A POPA .....</b>	<b>18</b>
5.1. Mantenimiento de la posición con poca potencia.....	18
5.2. Comienzo básico y mantenimiento de la posición.....	18
5.3. Avance a proa.....	19
5.4. Giro a Babor.....	19
5.5. Giro a babor con mínima corriente.....	20
5.6. Giro a estribor.....	20
5.7. Giro a estribor con mínima corriente.....	20
5.8. Recto hacia atrás.....	21
5.9. Atrás con giro a babor.....	21
5.10. Atrás con giro a estribor.....	21
5.11. Giro sobre sí mismo a babor.....	22
5.12. Giro sobre sí mismo a estribor.....	23
5.13. Movimiento lateral lento a babor.....	24
5.14. Movimiento lateral rápido a babor.....	24
5.15. Movimiento lateral lento a estribor.....	25
5.16. Movimiento lateral rápido a estribor.....	26
5.17. A popa desde proa ( Parada rápida).....	26
5.18. A popa desde avante, sin flujo.....	27
<b>6. Mandos de Gobierno .....</b>	<b>28</b>
6.1. Controles hélice de proa.....	29
<b>7. Normativa Jurídica en las maniobras de las Barcazas.....</b>	<b>30</b>
<b>8. Fundamentos Básicos de las maniobras de atraque.....</b>	<b>31</b>
8.1. Movimientos de un buque atracado.....	31
8.1.1. Movimientos sobre el plano vertical.....	32
8.1.2. Subida y Bajada o arfada.....	32

---

8.1.3. Balance ( Rolling).....	32
8.1.4. Cabeceo (Pitching).....	32
8.2.1. Movimiento en el plano horizontal.....	32
8.2.2. Guiñada.....	32
8.2.3. Deriva.....	32
8.2.4. Vaivén.....	33
<b>9. Fuerzas externas que afectan al Buque.....</b>	<b>34</b>
9.1. Viento.....	34
9.2. Corriente.....	35
9.3. Oleaje.....	35
9.4. Marea.....	36
9.5. Interacción con otros buques.....	36
9.6. Efecto Squat.....	37
<b>10. Preparativos previos a la maniobra.....</b>	<b>37</b>
<b>11. Maniobras de atraque y desatraque.....</b>	<b>37</b>
11.1. Atraque a un muelle.....	37
11.1.1 Sin viento ni corriente.....	38
11.1.2. Con viento de fuera.....	38
11.1.3. Con viento de tierra.....	38
11.2.2. Desatraque de un muelle.....	39
11.2.1. Sin viento ni corriente.....	39
11.2.2. Con viento y corriente.....	40
11.2.3. Ciaboga.....	41
11.2.4. Atraque en Paralelo.....	41
11.2.5. Abarloé.....	42
11.2.6. Desabarlobarse de un buque fondeado.....	43
<b>12. Movimientos del buque fondeado.....</b>	<b>44</b>

---

<b>13. Maniobra de fondeo.....</b>	<b>45</b>
13.1. Garrear.....	47
13.2. Levantar anclas.....	48
<b>14. Conclusiones.....</b>	<b>50</b>
<b>15. Conclusion.....</b>	<b>51</b>
<b>16. Bibliografía.....</b>	<b>51</b>
<b>17. Anexos.....</b>	<b>52</b>
17.1.- Anexo I. Curva de Evolución y tiempos de parada.....	52
17.2.- Anexo II. Calculo efecto squat.....	52

---

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Maquinilla de Popa. Fuente: Elaboración propia.....	8
Ilustración 2. San Lorenzo. Fuente: Elaboración Propia.....	9
Ilustración 3. Bita de doble poste. Fuente: Elaboración Propia.....	9
Ilustración 4. Defensas de neumático reciclado. Fuente: Elaboración propia.....	10
Ilustración 5. Sisga con tirador de goma. Fuente: Elaboración propia.....	11
Ilustración 6. Grillete Tonsberg. Fuente: Elaboración Propia.....	12
Ilustración 7. Cabo a través de Gatera. Fuente: Elaboración propia.....	13
Ilustración 8. Monaguillo de maniobra. Fuente: Elaboración propia.....	14
Ilustración 9. Ancla tipo hall estibada. Fuente: Elaboración propia.....	15
Ilustración 10. Amarres. Fuente: <a href="http://www.institutodenavegaciónDarioFernandez.com">www.institutodenavegaciónDarioFernandez.com</a> .....	17
Ilustración 11. Embarcación usada como pontona. Fuente: Elaboración Propia.....	19
Ilustración 12. Hélice de proa de paso variable. Fuente elaboración propia.....	20
Ilustración 13. Mantenimiento de posición con poca potencia. Fuente: Elaboración propia.....	22
Ilustración 14. Mantenimiento de posición con cualquier potencia. Fuente: Elaboración propia.....	22
Ilustración 15. Avance a proa. Fuente: Elaboración propia.....	23
Ilustración 16. Giro a babor. Fuente: Elaboración propia.....	23
Ilustración 17. Giro a babor con mínima corriente. Fuente: Elaboración.....	24
Ilustración 18. Giro a estribor. Fuente: Elaboración propia.....	24
Ilustración 19. Giro a estribor con mínima corriente. Fuente: Elaboración propia.....	24
Ilustración 20. Recto hacia atrás. Fuente: Elaboración Propia.....	25
Ilustración 21. Atrás con giro a babor. Fuente: Elaboración Propia.....	25
Ilustración 22. Atrás con giro a estribor. Fuente: Elaboración Propia.....	25
Ilustración 23. Atrás con giro babor. Fuente: Elaboración Propia.....	26
Ilustración 24. Atrás con giro a estribor. Fuente: Elaboración Propia.....	26

Ilustración 25. Movimiento lateral lento a babor. Fuente: Elaboración Propia.....	27
Ilustración 26. Movimiento lateral rápido a babor. Fuente: Elaboración Propia.....	27
Ilustración 27. Movimiento lateral lento a estribor. Fuente: Elaboración Propia.....	28
Ilustración 28. Movimiento lateral rápido a estribor. Fuente: Elaboración Propia.....	28
Ilustración 29. A popa desde proa ( Parada rápida). Fuente: Elaboración Propia.....	29
Ilustración 30. A popa desde avante, sin flujo. Fuente: Elaboración Propia.....	29
Ilustración 31. Cuadro de mando Schottel. Fuente: Elaboración Propia.....	30
Ilustración 32. Cuadro de mando Hélice de proa. Fuente: Elaboración Propia.....	31
Ilustración 33. Fuente: <a href="https://researchgate.net/figure/Notacion-para-los-movimientos-de-un-buque">https://researchgate.net/figure/Notacion-para-los-movimientos-de-un-buque</a> .....	35
Ilustración 34: Importancia de la profundidad. Fuente: Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition.....	37
Ilustración 35.Desplazamiento lateral a estribor. Fuente: Elaboración propia.....	42
Ilustración 36. Barcaza abarloada en zona de fondeo. Fuente: Elaboración Propia.....	45
Ilustración 37.Movimiento de campaneó de un buque fondeado .Fuente: Barbudo, E.(1980).Tratado de Maniobra.....	47
Ilustración 38. Campana de Fondeo. Fuente: Elaboración propia.....	50

## **1. Introducción**

Dentro del sector del bunkering las barcas o gabarras que actualmente se dedican a estas operaciones en los límites portuarios han sufrido una gran evolución en los últimos años tanto tecnológicamente como a nivel de construcción, estas gabarras han aumentando considerablemente la eslora y manga con el propósito de ganar capacidad, así como ha mejorado proporcionalmente su capacidad de maniobra. Debido a la gran cantidad de gabarras que operan en los diferentes puertos de España y las múltiples maniobras que se realizan en las operaciones de abastecimiento de combustible este trabajo tratará las principales maniobras que se realizan, abarlobe, desabarlobe, atraque y desatraque. Todas estas barcas son muy diferentes entre sí, disponen de estructuras diferentes, sistemas de gobierno y propulsión distintos por lo que se dará una visión generalizada de sus principales maniobras.

El presente trabajo estará basado en las maniobras clásicas de las gabarras con sistema de propulsión tipo Schottel y hélice de proa de paso variable.

## 2. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS Y MANIOBRA

### 2.1. MAQUINILLAS.

Todas las barcas disponen de 4 maquinillas normalmente electro-hidráulicas, de eje horizontal sobre la que montan carretel para alambre y cabirón a cada banda, dos situadas en la maniobra de popa y otras dos en la maniobra de proa, estas ultimas son también las encargadas de operar con las anclas, comparten la toma de fuerza a través de un embrague tipo piñón de accionamiento manual. Estas maquinillas se accionan mediante un mando



eléctrico de manera remota que facilita su uso durante las maniobras.

*Ilustración 1. Maquinilla de Popa. Fuente: Elaboración propia.*

### 2.2. SAN LORENZOS

Los San Lorenzos son unas gateras que disponen de dos rolines en sentido vertical y otros dos en sentido horizontal, estos rolines son giratorios sobre su mismo eje y giran en el sentido que se desplaza el cabo minimizando así la fricción, son realmente eficaces cuando el buque esta atracado o abarlobado y sufre los cambios de marea, corredera, cabezeos ya que impide que el cabo permanezca siempre sobre el mismo apoyo y acabe partiendo. Es importantísimo darles un buen mantenimiento de engrase y limpieza ya que con las

inclemencias del medio marino y falta de uso tienden a atascarse y una vez que no giran producen el efecto contrario sobre los cabos y estachas, es decir, los cabos permanecen fijos sobre el mismo punto de apoyo y debido a la fricción acabarían partiendo.



*Ilustración 2. San Lorenzo. Fuente: Elaboración Propia.*

### **2.3. BITAS**

Las bitas son esenciales en la maniobras de todos los buques, son las encargadas de asegurar los cabos de amarre. Las podemos encontrar tanto en las maniobras de proa y popa como a lo largo del costado por ambas bandas del buque. Las bitas son postes verticales en forma de “T” fabricadas generalmente de acero o hierro fundido e incluso de aluminio. Existen diferentes tipos de bitas: bitas de poste simple, poste doble, de remolque.



*Ilustración 3. Bita de doble poste. Fuente: Elaboración Propia.*

## 2.4. DEFENSAS

Las defensas en las gabarras son los dispositivos que utilizan para proteger de los impactos al buque al que se abarloba y a la propia barcaza, siempre estarán dispuestas en la banda de estribor y hay dos tipos principalmente, las situadas en las amuras y aleta de popa y esquinas y partes frontales que podrían impactar con el casco del buque abarlobado y son de neumático reciclado, ruedas de camión principalmente. A lo largo del costado de estribor y estas ya flotando sobre el agua se encuentran las defensas cilíndricas comúnmente conocidas por Yokohamas, estas son las encargadas de mantener una separación de seguridad entre el buque a suministrar y la barcaza, están fabricadas de goma sólida y rellenas de aire lo que le confieren una gran capacidad para absorber los impactos y gran durabilidad. El inconveniente de estas defensas es que al estar flotando en el agua giran sobre si mismas y hay que amarrarlas mediante un grillete giratorio para que estos giros no los traslade al cabo de amarre y lo acabe partiendo.



*Ilustración 4. Defensas de neumático reciclado. Fuente: Elaboración propia*

## 2.5. SISGA

La sisga es un elemento fundamental en las maniobras de atraque ya que con ellas somos capaces de hacer llegar los cabos a tierra para que los amarradores los

encapillen a las norayes. Consiste en un cabo de poca mena de unos 8 a 14 mm, en uno de sus chicotes va provista de un peso forrado con un puño de mono, en la actualidad ya se están usando unos fabricados de goma para evitar posibles accidentes en el caso de impacto con los amarradores, suelen ser de un color llamativo para incrementar su visibilidad, su otro chicote es liso para amarrar la gaza del cabo que queremos arriar así actúa como un cabo-guía, al lanzar el chicote con el peso a tierra el amarrador tirará de las sisga y será capaz de llevar el cabo al noray deseado, es conocida en inglés con el término heaving-line.



*Ilustración 5. Sisga con tirador de goma. Fuente: Elaboración propia.*

## 2.6. GRILLETE TONSBERG

El grillete Tonsberg es un elemento de unión entre el cable y el cabo que están alojados en el tambor de la maquinilla se caracteriza por un diseño robusto en forma de “D” o “Omega” que permite una distribución uniforme de la carga, su fabricación normalmente es en hierro de alta resistencia, con acabados galvanizados o inoxidable para resistir a la corrosión, disponen de un pasador de seguridad para asegurar su cierre evitando así su apertura accidental.



Ilustración 6. Grillete Tonsberg. Fuente: Elaboración Propia.

## 2.7. NORAYS

Los noráis son componentes críticos en las infraestructuras portuarias, son piezas de hierro fundido donde van alojadas las gazas de los cabos de los buques para asegurar y poder hacer firme los cabos mientras el barco permanece atracado. Tienen forma de “T” y su tamaño

varía según el puerto y el tipo de barcos que recalen en el puerto, están colocados al borde del muelle y van fuertemente anclados al suelo con pernos o bases de revuelto para poder soportar las tensiones ejercidas por los cabos de amarre.

## 2.8. CABOS

Los cabos o estachas son los elementos que usamos a bordo de la barcaza para mantener esta en la posición deseada, el conjunto de todos ellos además de los cables y aparejos utilizados para maniobrar se conocen bajo el término de cabullería. Se agrupan según su material de fabricación en tres grupos principales: Fibras naturales, fibras sintéticas o fibras metálicas.

Actualmente las fibras naturales han caído en desuso dando paso al mayor uso de cabos de fibras sintéticas como el kevlar, polietileno, nylon etc. Los cables son muy utilizados a bordo de las barcazas por su gran resistencia a la abrasión, larga durabilidad y su capacidad para no absorber agua, además los cables para igual carga de rotura que los cabos de fibra sintética poseen un diámetro inferior.

## 2.9. GATERAS

Las gateras son elementos guía que se encuentran en las maniobras de proa y popa de las maniobras así como en ambos costados de las barcazas, están integradas en la borda del barco y su función es evitar que los cabos sufran daños por abrasión al pasar a través del casco del buque. La gatera situada justo sobre la roda recibe el nombre de Panamá.



*Ilustración 7. Cabo a través de Gatera. Fuente: Elaboración propia.*

## 2.10. MONAGUILLOS

Es un elemento que se utiliza para guiar el cabo con la dirección correcta para poder trabajar con él sobre el gabirón del molinete, podemos encontrarlo en ambas maniobras de proa y popa, consiste en un pedestal y en su parte superior se encuentra un rolin horizontal giratorio sobre su eje .



*Ilustración 8. Monaguillo de maniobra. Fuente: Elaboración propia.*

## 2.11. CADENAS

Todas las gabarras que operan en los puertos españoles disponen de dos anclas en su mayoría de tipo hall. Las cadenas son de hierro forjado con concretos que son hierros dispuestos transversalmente para reforzar la estructura del eslabón. Estas cadenas cada 25m disponen de un eslabón desarmable y cada 27,5 m es conocido como grillete que es la unidad de medida náutica de la cadena, también a cada 100m de cadena arriada se le conoce con el nombre de paño. Cada 27,5 la cadena se pinta de un color llamativo empezando desde el ancla hasta los primeros 27,5 m para que en las operaciones de fondeo podamos saber cuantos grilletes se van arriando. El tramo de cadena que queda a la vista en la maniobra también se pinta de un color llamativo para evitar tropiezos del personal involucrado en las maniobras. La unión entre la cadena y el ancla se realiza mediante un grillete giratorio que evita que la cadena coja vueltas debido a los borneos del buque.

La longitud de las cadenas en las gabarras oscila entre los 8 y 9 grilletes, son las Sociedades de Clasificación las encargadas de regularlas así como todos los elementos de la cadena.

Para estibar la cadena se encuentran debajo de la maniobra la caja de cadenas, normalmente fuera de esta caja podemos encontrar la malla que es un pasador que une el chicote de la cadena que queda a bordo para poder soltarlo en caso de emergencia liberando así en su totalidad la cadena.

## 2.12. ANCLAS

Las anclas junto con las cadenas son los elementos de los que dispone el buque para anclarse al fondo marino, al arriarlas al lecho marino se agarra a este evitando que el buque derive por los efectos del viento o la corriente. Están fabricadas de hierro y existen muchos tipos, y sus principales partes son: brazo, caña, cruz arganeo y mapa. Las más comunes en las gabarras son las de tipo hall que desplazaron a las de tipo Almirantazgo debido a sus mayores ventajas. Sus brazos pueden girar un arco de 80 ó 90 grados alrededor de un bulón que lleva en la cruz clavándose así en el fondo y proporcionando una mayor resistencia, al no tener cepo pueden ser estibadas dentro del escobén quedando solo los brazos fuera.

Las Sociedades Clasificadoras de Buques son las encargadas de dictar las normas para que estas anclas sean las reglamentarias según el tonelaje del buque. El fabricante de las anclas antes de emitir el certificado de validez someterá a las anclas con pruebas de

ruptura sometiendo sus brazos y caña a diferentes fuerzas de tracción, caída desde una altura de 3 ó 4 metros sobre una base de hierro y a una prueba de fuego para verificar si hay defectos en el proceso de fabricación. Las marcas de estas pruebas irán estampadas en la cruz del ancla ,por ejemplo si ha sido probada a 50 toneladas y a prueba de fuego se podrá ver en la cruz del ancla T50TF junto a la marca del fabricante.



*Ilustración 9. Ancla tipo hall estibada. Fuente: Elaboración propia.*

### 3. TIPOS Y FUNCIONES DE LAS AMARRAS

El sistema de amarre evita que el barco se separe del muelle o del buque abarlobado, este sistema debe permitir mantener la posición del barco aún cuando se vea afectado por fuerzas externas como: viento, corriente, oleaje por el paso de otros barcos, o cuando se encuentre abarlobado en la zona de fondeo. El capitán es el encargado de establecer el número de cabos y su disposición en las diferentes maniobras que se puedan realizar. En los certificados de los cabos debe aparecer su longitud, su mena, y el tipo de fibra con el que están fabricados y su carga de rotura (CR). Las gabarras al usar para sus largos cable y cabo unidos por el grillete Tonsberg deberán tener en cuenta que los cabos no pueden superar el 55% de la carga de rotura de los cables y a su vez las maquinillas de maniobra tendrán una carga de trabajo no superior al 33% de la carga de rotura del cable y a su vez la carga mínima del freno será de 60% de la carga de rotura del cable debiendo saltar sin esta fuera superada.

Esto viene reflejado en el BHC (Breaking Holding Capacity), Capacidad de Carga de Rotura que debe estar rotulado y claramente visible en todas las maquinillas de maniobra que nos indica la fuerza máxima que una maquinilla o sus componentes pueden soportar antes de fallar, la OMI es la encargada de regular los requisitos específicos para el BHC.

Según su dirección podemos distinguir cuatro tipos de amarras: Largos de proa y popa, coderas, traveses y esprines.

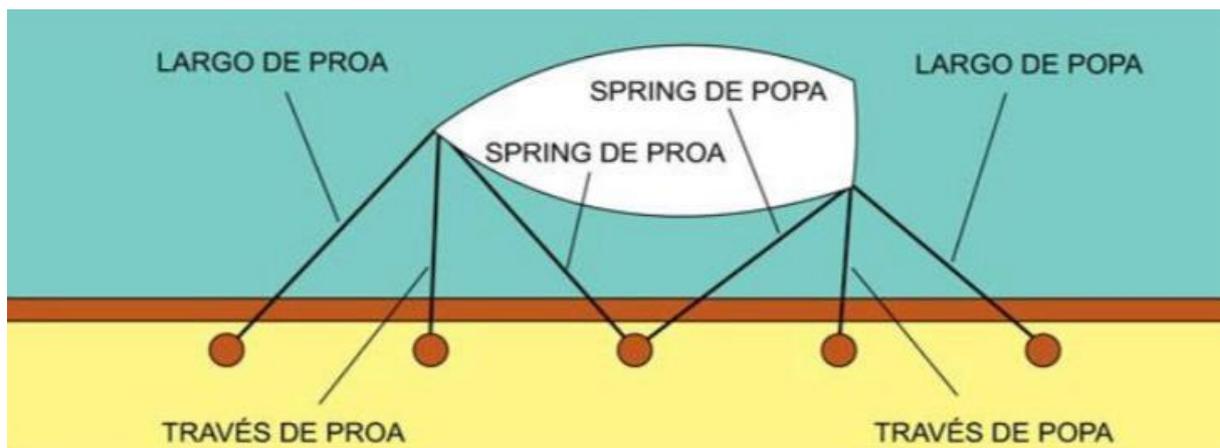


Ilustración 10. Amarres. Fuente: [www.institutodenavegaciónDarioFernandez.com](http://www.institutodenavegaciónDarioFernandez.com).

### **3.1. LARGOS**

Los largos de proa salen normalmente por las amuras de cada banda, aunque también hay barcazas que lo dan por el Panamá, en popa salen por las gateras situadas en el espejo de popa, irán encapillado al noray más lejano que haya sido asignado por la autoridad portuaria, en caso de abarloar a un barco estos se dejarán lo más largos posibles dándoles así mayor facilidad y capacidad para el estiramiento. Estos largos ayudarán a la gabarra a abarloarse en el lugar deseado, con los largos también podemos adquirir arrancada avante o atrás lo que nos resulta muy útil cuando queremos desplazar la gabarra del lugar de atraque un par de noráis sin tener que utilizar la máquina, esto es conocido como moverse sobre cabos, estos cabos en definitiva nos permiten que el barco se desplace avante/atrás y nos atraque.

### **3.2. TRAVESES**

Los traveses son las amarras que damos lo mas perpendicular posible al eje longitudinal del buque, estas amarras evitan la separación transversal de la gabarra del lugar de atraque otorgando un movimiento lateral y atracante.

### **3.3 ESPRINES**

Estas amarras son las que damos al sentido contrario del lugar de la maniobra, es decir, el spring de popa trabajará hacia proa y el spring de proa trabajará hacia popa, la principal función de estas amarras es evitar el movimiento de la gabarra hacia avante o hacia atrás, es decir, el spring de popa otorga un movimiento avante y atracante mientras que el spring de proa nos da un movimiento hacia atrás y atracante, en las maniobras en las barcazas estos cabos normalmente son los últimos en hacerse firmes.

### **3.4. CODERAS**

Estas amarras se pueden dar tanto en proa como en popa van por el costado contrario a la línea de atraque. Su finalidad es la de aguantar el barco con viento fuerte, para evitar que golpee o se golpee contra el muelle. También puede servir para ayudar a la maniobra de desatraque.

Un amarre seguro no dependerá únicamente de la gabarra junto con sus amarras y equipamiento, también dependerá de las instalaciones portuarias, norays asignados para el atraque, estados de las defensas del muelle, la distancia que quedaremos a los demás buques

atracados, paso de barcos por la zona de atraque, al igual que cuando se abarloba a un buque la barcaza encuentra varios inconvenientes como la situación de las gateras del buque al que nos abarlobamos, forma del buque con muchos finos impidiendo el apoyo de las defensas, si el barco viene en lastre, marejada etc.

### 3.5. PONTONAS

Otro elemento de amarre utilizado en las operaciones de bunkering dentro del recinto portuario son las pontonas, son plataformas flotantes, habitualmente de hierro, completamente cuadradas y sus costados están provistos de defensas cilíndricas y de neumático reciclado como ruedas de camiones. Se sitúan entre la barcaza y el barco que va a recibir el suministro, se usan sobre todo en las plataformas petrolíferas al carecer de costado donde pueda apoyarse la barcaza y en cruceros debido a que su estructura y botes de rescate sobresalen mucho de su costado e impiden abarlobarse con seguridad. También se utilizan pequeñas embarcaciones entre la barcaza y el buque receptor del suministro para salvar estos inconvenientes.



*Ilustración 11. Embarcación usada como pontona. Fuente: Elaboración Propia*

## 4. EQUIPOS DE PROPULSIÓN.

La gran mayoría de las barcazas que operan hoy en día en los puertos españoles están equipadas con medios de propulsión Schottel, cuentan con dos a popa y una hélice de paso variable a proa. Por eso vamos a centrar el estudio de este trabajo en este medio de propulsión así como las diferentes maniobras y sus características.

### 4.1. HÉLICE DE PROA

Las barcazas están equipadas con una hélice transversal de proa de paso variable que las dotan de una gran maniobrabilidad permitiéndoles realizar movimientos laterales precisos, se encuentran instaladas en un túnel que atraviesa transversalmente el casco en la parte de proa permitiendo así que el flujo de agua que esta produce pueda ir tanto a estribor como a babor, este túnel en sus extremos está protegido por medio de unas rejillas metálicas para evitar en las maniobras los cabos sean atrapados por la hélice ya que desde que se arranca esta girando siempre. El paso variable ajusta el ángulo de las palas controlando la dirección y el empuje generado, se realiza mediante mecanismos hidráulicos y eléctricos, estos son controlados desde el puente permitiendo dirigir el empuje tanto a babor como a estribor así como su velocidad.



*Ilustración 12. Hélice de proa de paso variable. Fuente elaboración propia*

## 4.2 SCHOTTEL

Este sistema de propulsión recibe su nombre de la empresa alemana fundada por Josef Becker en 1921 actualmente destacándose por la construcción de hélices de proa y propulsores azimutales, el término Schottel se ha convertido en sinónimo de propulsores azimutales. Estos propulsores azimutales (Schottel Rudderpropeller, SRP) se caracterizan por su hélice dispuesta a 90° respecto a la vertical y su capacidad para girar 360° sobre su eje vertical lo que le proporciona al buque un empuje en cualquier dirección, además estos sistemas carecen de timón mejorando la maniobrabilidad al no tener la resistencia de giro que este provoca, en comparación con los sistemas de propulsión de hélice convencional y timón este sistema es muy superior en maniobrabilidad. Según el sistema de transmisión que emplean los podemos dividir en dos grupos, mecánica y eléctrica.

### 4.2.1. Transmisión Mecánica

Mediante engranajes se conecta directamente el motor con el propulsor y se consigue transformar el movimiento rotatorio del motor propulsor en rotación de la hélice, dentro de esta transmisión existen dos tipos de configuración.

- **Configuración L-Drive:** Esta configuración consiste en un eje de accionamiento vertical y un eje de salida horizontal.
- **Configuración Z-Drive:** Esta configuración es la mas común en las barcazas y esta compuesta por la entrada de un eje horizontal, un eje vertical en la columna giratoria y un eje de salida horizontal.

### 4.2.2. Transmisión Eléctrica

La transmisión se efectúa dentro del pod donde se encuentra un motor eléctrico que esta conectado directamente a la hélice sin ningún tipo de engranajes. Los motores diésel acoplados a generadores son los encargados de producir la electricidad, esta transmisión la podemos observar en los buques con sistema de propulsión denominado Azipod.

En resumen, estos propulsores azimutales ofrecen las ventajas de una excelente maniobrabilidad junto con una mayor eficiencia energética y una reducción considerable en el tiempo de ejecución de maniobras.

## 5. ESQUEMAS DE MANIOBRA CON 2 PROPULSORES A POPA

### 5.1. Mantenimiento de la posición con poca potencia

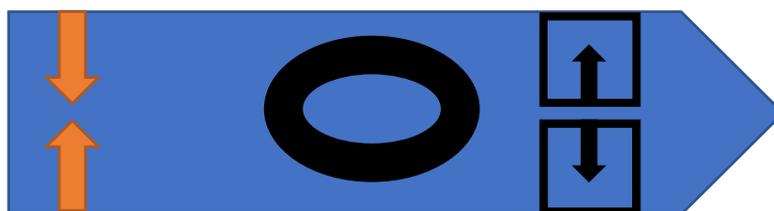


Ilustración 13. Mantenimiento de posición con poca potencia. Fuente: Elaboración propia

Evitando corriente propulsora hacia fuera. Niveles más altos de la potencia no son recomendados debido a las vibraciones, en esta maniobra solo estaría el embrague engranado sin darle potencia. Requiere más práctica pero también es posible maniobrar el barco de esta manera.

### 5.2. Comienzo básico y mantenimiento de la posición

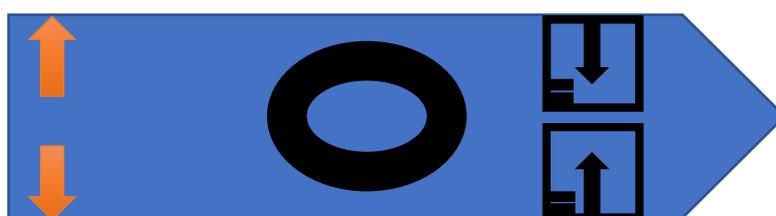


Ilustración 14. Mantenimiento de posición con cualquier potencia. Fuente: Elaboración propia

Con cualquier potencia, pero ambos motores funcionando a la misma potencia. Los buques equipados con los embragues tipo on/off deben tener las rpm de ralentí ajustadas para evitar que el buque gire cuando se fija la potencia al mínimo.

### 5.3. Avance a proa.

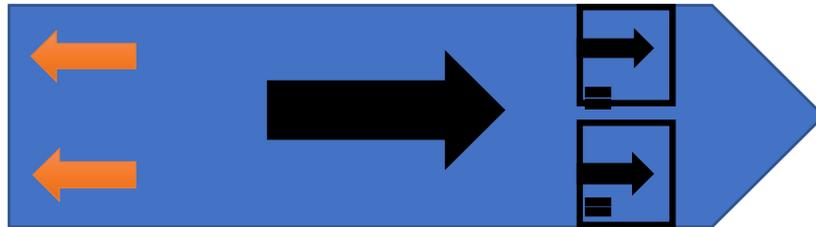


Ilustración 15. Avance a proa. Fuente: Elaboración propia

Con cualquier potencia, pero ambos motores funcionando a la misma potencia. Si ambas hélices giran en la misma dirección, se puede requerir darle un pequeño ángulo al propulsor para mantener el rumbo derecho.

### 5.4. Giro a Babor

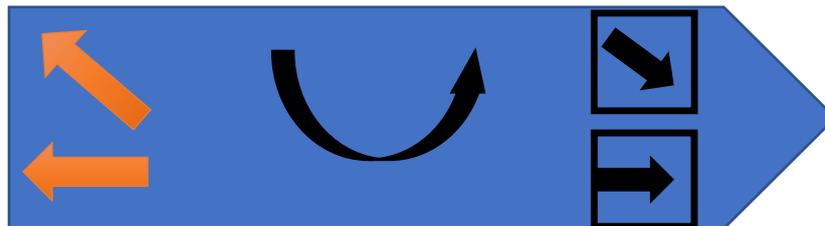


Ilustración 16. Giro a babor. Fuente: Elaboración propia

Es recomendable realizarlo con el Aquamaster de babor, ya que el propulsor de la estribor ayuda al giro empujando desde la esquina.

### 5.5. Giro a babor con mínima corriente

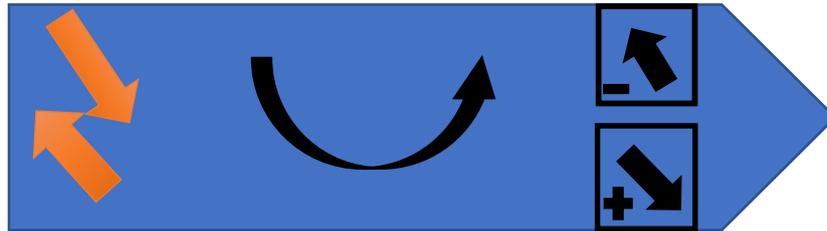


Ilustración 17. Giro a babor con mínima corriente. Fuente: Elaboración propia

El motor de babor con empuje mínimo y el motor de estribor con mayor empuje, el flujo de agua contra el casco requiere más potencia.

### 5.6. Giro a estribor

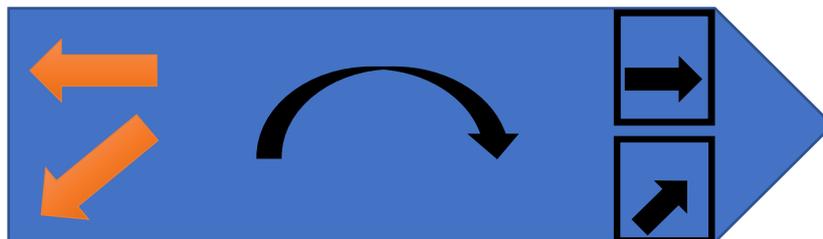


Ilustración 18. Giro a estribor. Fuente: Elaboración propia

Al igual que el giro a babor en este caso es recomendable usar el Aquamaster de estribor ya que el de babor ayuda al giro empujando desde la esquina.

### 5.7. Giro a estribor con mínima corriente

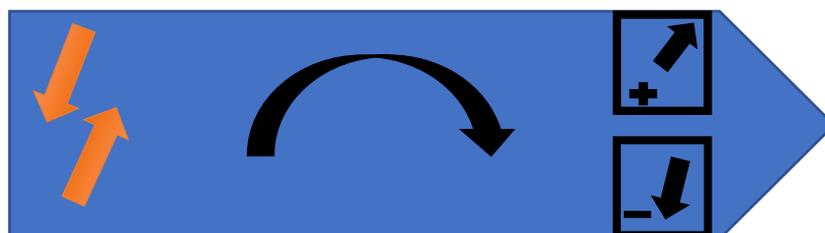


Ilustración 19. Giro a estribor con mínima corriente. Fuente: Elaboración propia

El motor de estribor con empuje mínimo y el motor de babor con mayor empuje , el flujo de agua contra el casco requiere más potencia.

### 5.8. Recto hacia atrás

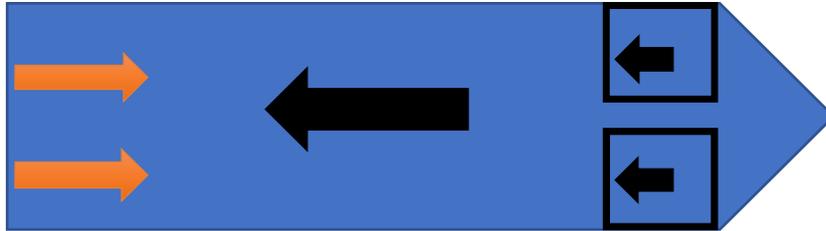


Ilustración 20. Recto hacia atrás. Fuente: Elaboración Propia.

Con cualquier potencia, pero ambos motores funcionando a la misma potencia. Se recomienda dependiendo de la forma del casco utilizar ambos propulsores para el manejo, si ambos propulsores dan la vuelta en la misma dirección éste puede causar un cierto desvío a altas velocidades.

### 5.9. Atrás con giro a babor

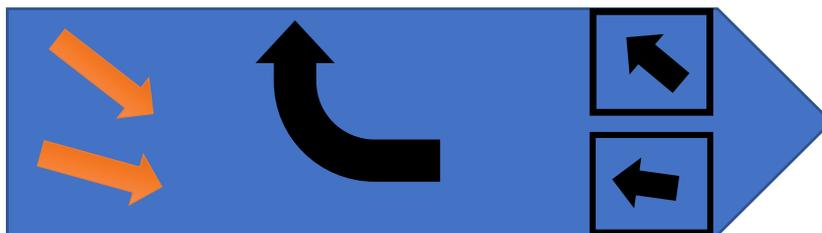


Ilustración 21. Atrás con giro a babor. Fuente: Elaboración Propia.

Es más eficiente utilizar ambos propulsores para realizar el giro, al efectuar esta maniobra hay que girar mas el propulsor interior para evitar que el flujo de agua del propulsor golpee con el skeg.

### 5.10. Atrás con giro a estribor

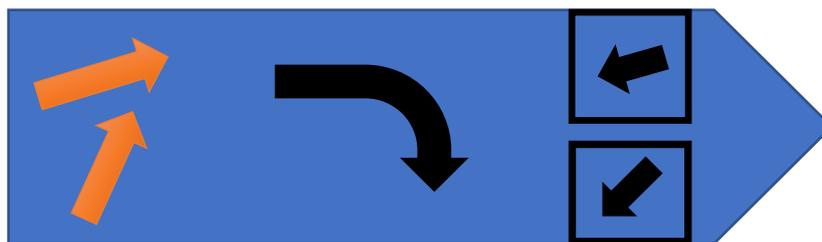


Ilustración 22. Atrás con giro a estribor. Fuente: Elaboración Propia.

Es más eficiente utilizar ambos propulsores para realizar el giro, en esta maniobra al igual que cuando vamos atrás con giro a babor hay que girar mas el propulsor interior para evitar que el flujo de agua del propulsor golpee con el skeg.

### 5.11. Giro sobre sí mismo a babor

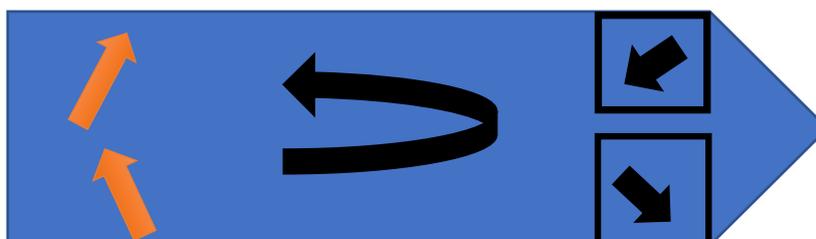


Ilustración 23. Atrás con giro babor. Fuente: Elaboración Propia.

En esta maniobra hay que evitar ángulos de  $90^{\circ}$ - $270^{\circ}$ , pues el flujo de agua va derecho al otro propulsor provocando la cavitación a velocidades altas.

### 5.12. Giro sobre sí mismo a estribor

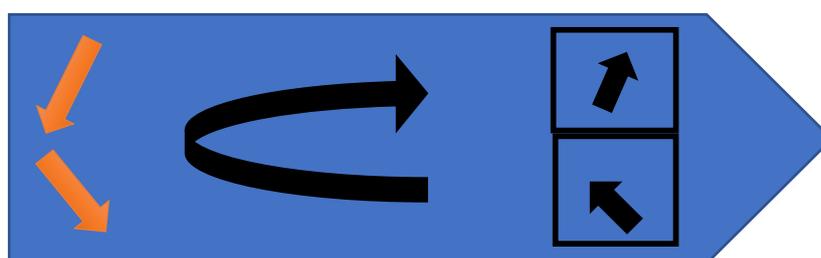


Ilustración 24. Atrás con giro a estribor. Fuente: Elaboración Propia.

En esta maniobra hay que evitar ángulos de  $90^{\circ}$ - $270^{\circ}$ , pues el flujo de agua va derecho al otro propulsor provocando la cavitación a velocidades altas.

### 5.13. Movimiento lateral lento a babor

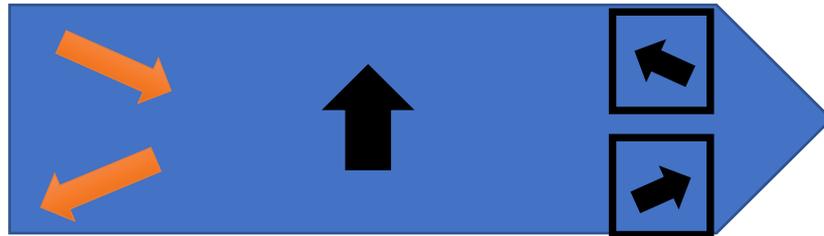


Ilustración 25. Movimiento lateral lento a babor. Fuente: Elaboración Propia.

Las potencias de ambos motores son casi iguales, levemente mayor en el propulsor de babor para evitar el movimiento adelante.

### 5.14. Movimiento lateral rápido a babor

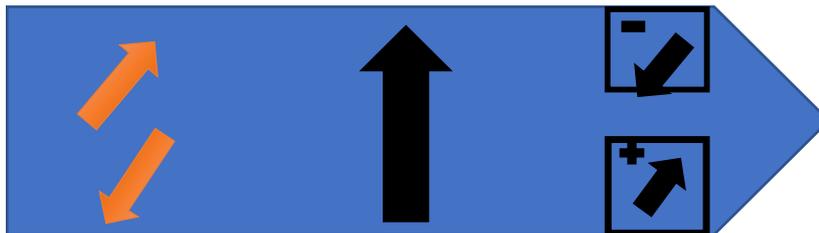


Ilustración 26. Movimiento lateral rápido a babor. Fuente: Elaboración Propia.

El propulsor de babor tiene menos potencia que el de estribor. Dependiendo de las formas del casco y de la longitud del buque, el propulsor interior debe estar aproximadamente entre  $40^{\circ}$ - $45^{\circ}$ , el propulsor exterior debe estar aproximadamente entre  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$  y con más potencia. El movimiento proa/popa y la guiñada son controlados ajustando el ángulo y la potencia del propulsor exterior.

### 5.15. Movimiento lateral lento a estribor

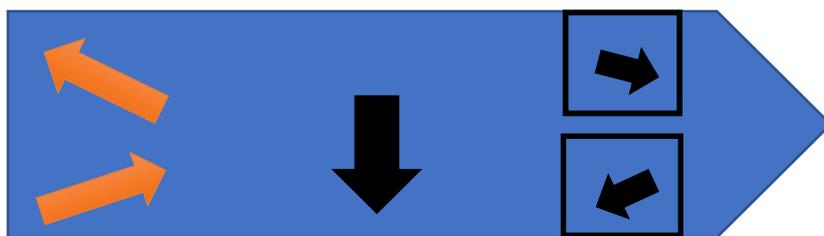


Ilustración 27. Movimiento lateral lento a estribor. Fuente: Elaboración Propia.

Las potencias de ambos motores son casi iguales, levemente mayor en el propulsor de estribor para evitar el movimiento avante.

### 5.16. Movimiento lateral rápido a estribor

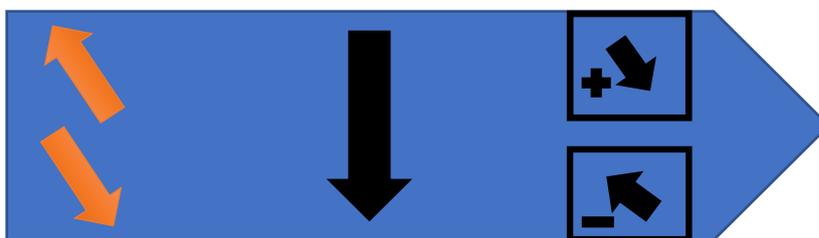


Ilustración 28. Movimiento lateral rápido a estribor. Fuente: Elaboración Propia.

El propulsor de estribor tiene menos potencia que el de babor. Dependiendo de las formas del casco y de la longitud del buque, el propulsor interior debe estar aproximadamente entre  $40^{\circ}$ - $45^{\circ}$ , el propulsor exterior debe estar aproximadamente entre  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$  y con más potencia. El movimiento proa/popa y la guiñada son controlados ajustando el ángulo y la potencia del propulsor exterior.

### 5.17. A popa desde proa (Parada rápida)

La maniobra de parada rápida (Crash) esta permitida solamente en situación de emergencia. Esta maniobra debe ser realizada por medio de la disminución de las RPM del motor escalonadamente para retardar las RPM del motor y entonces dar vueltas a las unidades de gobierno también en etapas después de la disminución de la velocidad del barco. Esta maniobra se realiza cuando se cambia rápidamente el movimiento del barco a la

dirección opuesta o al parar el barco rápidamente, se giran las palancas de control a la misma velocidad que los propulsores están dando la vuelta ajustándolos si la relación de giro es desigual de esta manera se consigue gobernar el barco durante esta maniobra. Sin embargo si ocurren altas vibraciones por la popa o existe una peligrosa sobrecarga del motor hay que cortar las RPM del motor. Los mandos de control hay que girarlos siempre hacia dentro y en la dirección en la cual el buque se esta moviendo. El propulsor de babor se gira en sentido horario y el de estribor en sentido antihorario hay que mantener ambos motores funcionando a las misma potencia.

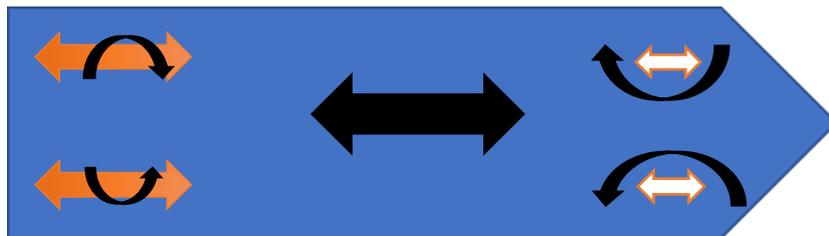


Ilustración 29. A popa desde proa ( Parada rápida). Fuente: Elaboración Propia.

### 5.18. A popa desde avante, sin flujo

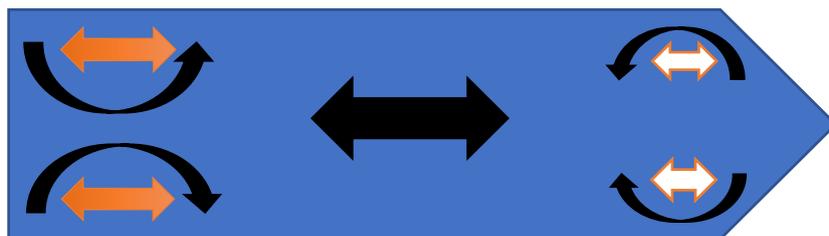


Ilustración 30. A popa desde avante, sin flujo. Fuente: Elaboración Propia.

Ambos motores funcionan con la misma potencia, los mandos de control siempre deben ser girados hacia fuera y los propulsores se pueden dar la vuelta a la vez que se disminuye la potencia.

## 6. Mandos de Gobierno

Los mandos de gobierno como los propulsores giran 360° en su parte superior se encuentra el Pitch, que accionamos partiendo de su posición de neutro, cuando lo desplazamos hacia delante es lo que nos permite dar más revoluciones al motor y por lo tanto obtener más potencia en el propulsor. En su base encontramos la escala de referencia Azimutal y en el indicador.



Ilustración 31. Cuadro de mando Schottel. Fuente: Elaboración Propia.

El cuadro de gobierno también nos ofrece el indicador de revoluciones de la hélice así como una botonera que nos ofrece el control del Schottel en caso de emergencia (NFU), así como poder desembragar o poner embrague en modo AUTO.

### 6.1. Controles hélice de proa.

El panel de control de la hélice de proa situado en el puente de mando permite al capitán controlar la dirección hacia donde quiere desplazar la proa variando el ángulo de la hélice y controlando la potencia de la misma. De los controles más comunes instalados en las barcasas es el Joystick que permite el control del empuje lateral con el movimiento hacia

estribor o babor hará que la proa se mueva en esa dirección. Antes de iniciar la maniobra el capitán desde el puente enciende el motor de la hélice, esta una vez encendida quedará girando continuamente, usando el joystick la dirige hacia babor o estribor según sea necesario ajustando también la potencia que sea necesaria lo que permite realizar empujes suaves o empujes más fuertes lo que facilita las maniobras en puertos y sobre todo cuando se encuentra la barcaza en espacios reducidos.



Ilustración 32. Cuadro de mando Hélice de proa. Fuente: Elaboración Propia

## 7. Normativa Jurídica en las maniobras de las Barcazas.

Las barcazas o buques de avituallamiento de combustible líquido deben cumplir unas condiciones de seguridad marítima y prevención de la contaminación en lo referente a las maniobras, incluyendo el atraque, que realizan en los puertos españoles, estas condiciones están reflejadas en el artículo 266 del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, (TRLPEMM) aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre. Entre las más importantes son de destacar:

Los buques de suministro deben acreditar una maniobrabilidad suficiente para ejecutar la aproximación y abarloomiento con seguridad; se admite una configuración de dos ejes con dos timones más hélice de maniobra a proa. Otras configuraciones serán objeto de estudio por parte del servicio de Seguridad e Inspección de la Capitanía Marítima. Los responsables de los buques de suministro informarán a Capitanía Marítima acerca del tiempo necesario para pasar de todo avante a toda atrás. Los buques de suministro serán capaces de realizar paradas de emergencia (Crash stop) y los sistemas de paso variable de las hélices dispondrán de dos fuentes de energía para su control.

Las maniobras de abarloomiento se podrán realizar con seguridad, a cuyo fin se dispondrán defensas adecuadas tipo Yokohama o similares; los buques de suministro no tendrán partes sobresalientes de la manga como alerones, etc. que pudieran poner en riesgo la maniobra o su integridad estructural o la del receptor; asimismo, en el caso de que realicen operaciones nocturnas, ambos buques dispondrán de iluminación suficiente en sus costados y, especialmente, en el área del manifold del buque de suministro y en la toma de combustible del receptor.

Los medios de amarre serán adecuados para evitar rozaduras y el deterioro prematuro de las estachas, y permitirán ejecutar las maniobras de abarloomiento y desabarloomiento con facilidad. Se utilizarán preferentemente relines (San Lorenzo) en lugar de panamás.

Las maniobras para las operaciones de suministro solo se llevarán a cabo en condiciones de viento y mar aceptables, en función de las características técnicas del buque de suministro, del lugar donde ha de tener lugar la operación y demás variables que influyen en su seguridad. El Capitán del buque de suministro se abstendrá de realizar la operación o, en su caso, abortará la misma cuando juzgue que las condiciones de viento y mar rebasan los límites que cabría considerar seguros para el buque bajo su mando. (España, 2011, art. 266).

## **8. Fundamentos Básicos de las maniobras de atraque.**

En las maniobras expuestas en este estudio, las referentes a las realizadas con dos sistemas de propulsión tipo Schottel a popa y una hélice de paso variable de proa la utilización de estos para realizar las maniobras, siempre las barcazas el atraque lo realizarán por su banda de babor ya que las defensas Yokohamas las tiene situadas en su banda de estribor y es muy complicado y tedioso cuadrar estas defensas entre los espacios libres que dejan las defensas del muelle. Las amarras que se dan en estado general cuando el emplazamiento de los norays asignados lo permita son dos largos y un esprín a proa y otros dos largos y un esprín a popa.

Lo normal es acercarse al muelle primero de proa con el menor ángulo posible e ir buscando quedar paralelo al muelle, los primeros cabos que se darán siempre son los dos largos de proa, una vez estos cabos estén encapillados se buscará el sitio exacto donde quedara atracada la barcaza, se irá avante o atrás para dejarla en el sitio arriando o virando los largos según sea necesario y una vez en el sitio se dará el primer largo interior de popa para poder utilizar el propulsor de estribor mientras este largo esta en el agua, una vez encapillado lo haremos firme y daremos el largo exterior, viraremos los largos de proa y popa, con estos largos firmes procederemos a dar ambos esprines y quedaremos atracados.

Las maniobras realizadas en el área de fondeo siempre se realiza la maniobra de abarloar por la banda de babor del buque fondeado, es decir, apoyando la banda de estribor de la barcaza en la banda de babor del buque fondeado, esto es principalmente debido a que de esta manera la barcaza quedará proa al viento y soportará mejor el viento y la marejada que se produce en las radas de fondeo. En estas maniobras se tomará especial atención a la popa del buque fondeado, ya que al estar borneando la popa posee mayor distancia respecto a la proa al punto de giro por lo que el buque adquiere mayor velocidad angular y produciendo efectos como el campaneo.

### **8.1. Movimientos de un buque atracado**

Un buque al estar atracado o navegando podemos distinguir seis movimientos posibles, tres de estos movimientos sobre el plano vertical y otros tres sobre el plano horizontal.

#### **8.1.1. Movimientos sobre el plano vertical**

### **8.1.2. Subida y Bajada o arfada.**

Es el movimiento que tiene el buque hacia arriba y hacia abajo, debido al cambio de altura del nivel del mar producido por la marea y oleaje. Este efecto lo podemos mitigar en la medida de lo posible ajustando la longitud de los cabos adaptándolos a los cambios de marea, usando cabos elásticos o si se dispone de modo automático en las maquinillas este sistema permite ajustar la tensión de los cabos según cambie la altura del nivel del mar por las mareas.

### **8.1.3. Balance (Rolling)**

Es el movimiento que tiene el buque de babor a estribor producido por las olas y el viento lateral, sobre todo en condiciones de mala mar. Aquí es muy importante para poder minimizar este efecto el uso adecuado de las defensas y una buena distribución de los cabos y una adecuada tensión de estos.

### **8.1.4. Cabeceo (Pitching)**

Es el movimiento que tiene el buque cuando la proa y la popa suben alternadamente debido al oleaje y las corrientes longitudinales, para mitigar este efecto los cabos de proa y popa deben estar bien tensos y cuando sea posible evitar atracar en zonas expuestas a fuerte oleaje.

## **8.2.1. Movimiento en el plano horizontal.**

### **8.2.2. Guiñada**

Es el movimiento de giro que tiene el buque sobre su eje vertical provocando el desplazamiento lateral de la proa y la popa, esta causado cuando recibe viento lateral y corrientes transversales, con el uso de spring a popa y proa se puede resistir este movimiento de giro.

### **8.2.3. Deriva**

Este movimiento es el desplazamiento lateral que desarrolla el buque perpendicular a su eje longitudinal mientras esta atracado, causado por fuertes vientos laterales, corrientes transversales, oleaje y el flujo de agua producido por remolcadores o maniobras de otros buques cercanos. La deriva provoca tensiones irregulares en los cabos lo que los lleva a desgastarse o romper, con el uso de cabos suficientemente largos, con una tensión correcta

y dispuestos perpendicularmente al muelle dotamos al buque de estabilidad lateral y resistirá al movimiento de deriva.

#### 8.2.4. Vaivén

Este es el movimiento del buque de oscilación lateral que lo balancea de estribor a babor pudiendo ser causado por olas, viento, corriente y maniobras de buques cercanos, genera tensiones alternantes en los cabos lo que los puede llevar a su desgaste o rotura. Los cabos transversales y los esprines proporcionan estabilidad adicional contrarrestando el efecto del vaivén.

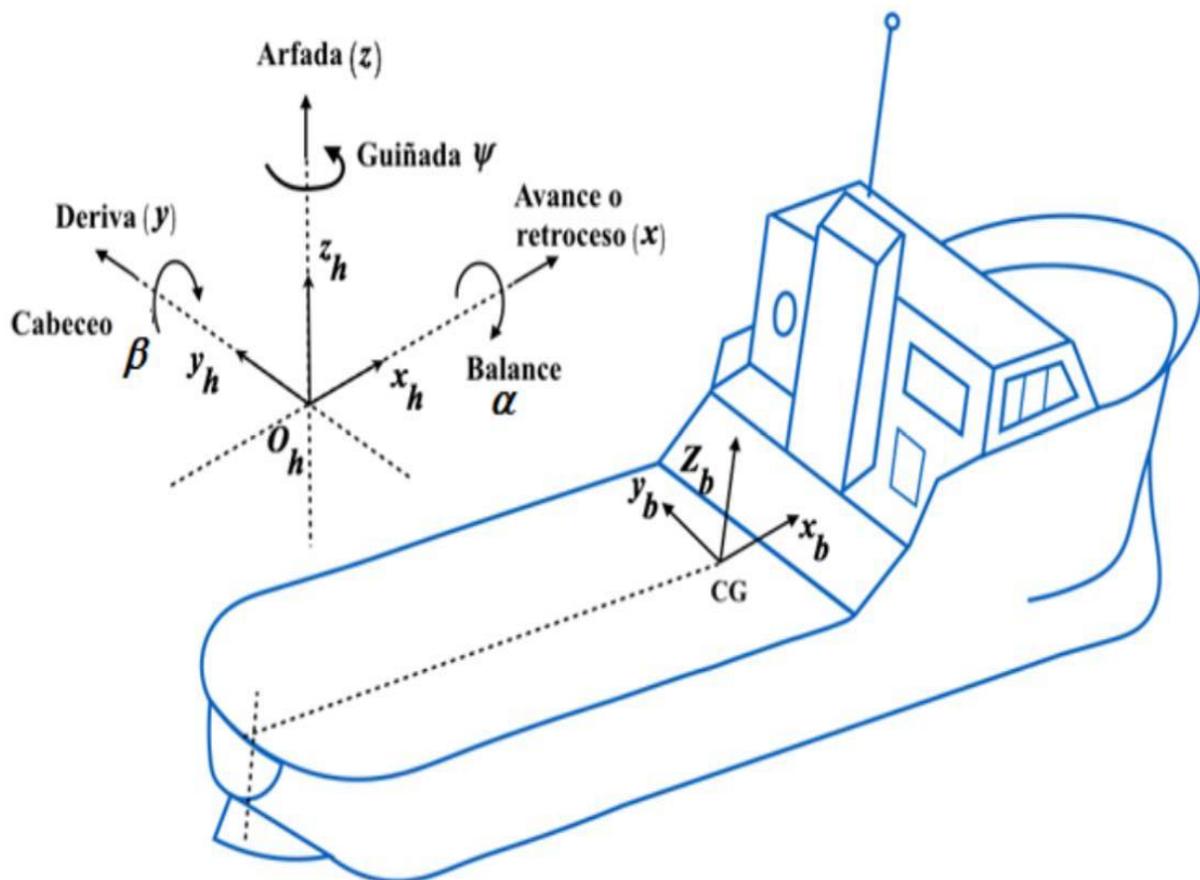


Ilustración 33. Fuente: <https://researchgate.net/figure/Notacion-para-los-movimientos-de-un-buque>.

## 9. Fuerzas externas que afectan al Buque

Cuando un buque esta atracado existen diversas fuerzas externas que van a influir en su posición y estabilidad. Estas fuerzas han de ser gestionadas correctamente para poder garantizar la seguridad del buque, instalaciones portuarias y las operativas de carga y descarga. Las fuerzas externas mas destacables son las siguientes:

- Viento y corriente.
- Resaca
- Olas
- Marea
- Maniobras de otros buques cercanos
- Operativas de Carga

### 9.1. Viento

El viento es una de las principales fuerzas que afecta al buque atracado la fuerza de este depende de su velocidad y la superficie expuesta a este conocida como la “ Superficie vélica del Buque” causando deriva, guiñada y arfada.

### 9.2. Corriente

La corriente afecta a la estabilidad y posición del buque atracado causando desplazamiento lateral similar a la deriva que causa el viento pero ocasionado por el movimiento del agua y movimiento longitudinal cuando las corrientes actúan a lo largo de la longitud del buque ocasionando un movimiento hacia adelante o hacia atrás. Estas corrientes están relacionadas con la profundidad que existe entre el fondo marino y la quilla del buque. Esta relación la podemos ver en la siguiente ilustración:

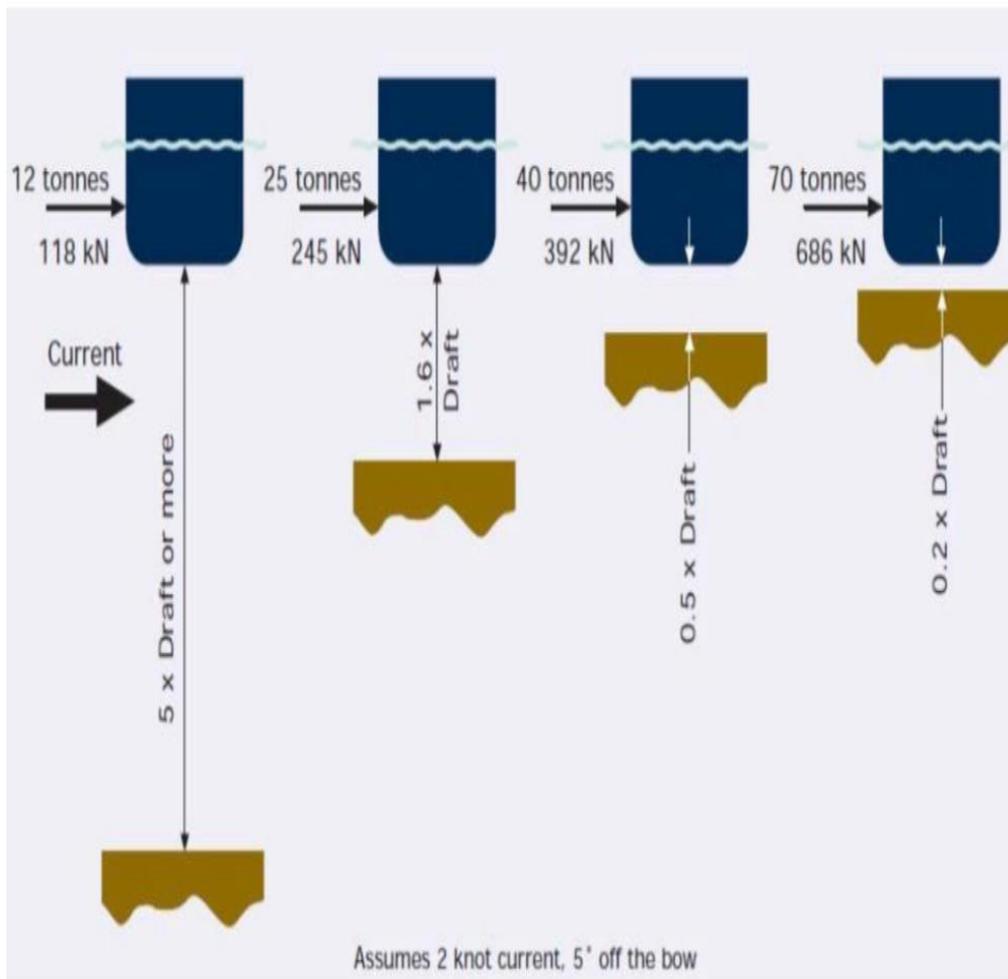


Ilustración 34: Importancia de la profundidad. Fuente: Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition.

Podemos observar como la fuerza aumenta cuando la distancia entre quilla y fondo es menor. Por este motivo la orientación de la mayoría de los muelles son lo mas paralelos posibles a la corriente.

### 9.3. Oleaje

El oleaje causa movimientos oscilatorios del buque provocando que este suba y baje debido a estos movimientos incluso provocando que se mueva lateralmente. En el oleaje podemos distinguir las siguientes propiedades:

- **Altura de Ola (H):** Es la distancia vertical entre la cresta de la ola y el nivel medio del agua.

- **Longitud de Onda (L):** La distancia horizontal entre dos crestas consecutivas. Existen dos tipos característicos las ondas de corto período ( frecuencias por debajo de los 20 segundos) y ondas de largo período que están entre los 20-30 segundos a los 5 minutos y una altura no superior a medio metro.
- **Período de Ola (T):** El tiempo que tarda una cresta en pasar por un punto fijo.
- **Velocidad de propagación (C):** La velocidad a la que se mueve la ola a través del agua.

#### **9.4. Marea**

Las mareas provocan cambios en el nivel del agua lo que afecta a la tensión en los cabos de amarre y por lo tanto a la posición del buque. Si estas mareas son de mucha amplitud y poco tiempo ente bajamar y pleamar es primordial la revisión periódica de los cabos de amarre por el personal de guardia.

#### **9.5. Interacción con otros buques**

Las maniobras cercanas de otros buques pueden generar corrientes y olas que afecten al buque atracado, cuando el buque que navega pasa muy cerca y rápido del buque atracado provoca el efecto de “succión” lo que hace que el buque atracado o abarlobado en puerto se sienta atraído por el buque que navega lo que pone en peligro la posición de la barcaza si sus cabos están muy largos ya que tendera a separarse considerablemente del buque abarlobado con los riesgos que ello conlleva al tener mangueras conectadas al otro buque.

#### **9.6. Efecto squat**

Es el fenómeno por el cual un buque experimenta una reducción en el calado haciéndolo parecer “sentado” más bajo el agua, sus principales causas son la velocidad del buque y la profundidad del agua haciéndose este mas pronunciado en aguas poco profundas, también influye la geometría del casco, este efecto produce varios riesgos como son el riesgo de varada, la reducción del margen de seguridad con respecto al fondo y cambios en la maniobrabilidad del buque haciendo más difícil el control del buque.

## 10. Preparativos antes de la maniobra

Todas las maniobras realizadas por las gabarras, atraque, desatraque, abarloar y desabarlar han de planificarse con antelación incluyendo todos los factores que puedan influir en ellas. Se darán a conocer a continuación las principales medidas de seguridad y preparativos que se toman antes de la maniobra para reducir al máximo los riesgos que esta puede conllevar.

A bordo es de obligatorio cumplimiento tener las cartas físicas del puerto donde opere la barcaza en ellas antes de la maniobra se consultara la sonda del lugar, la disposición del muelle etc., además se comprobara que todas las ayudas electrónicas funcionan correctamente, radar, arpa, sonda, GPS, VHF... El oficial con bastante antelación dispone a la tripulación de cubierta para que prepare los equipos de cubierta y comprueben la comunicación entre puente y cubierta a todas estas acciones se le conoce con el nombre de preparar el puente.

La inspección del estado de las defensas es muy importante antes de la maniobra de abarloar, hay que verificar según la estructura del buque al que pretendemos el abarloar que están estén correctamente dispuestas para que apoyen en su totalidad sobre el casco del buque rectificando su posición en caso de ser necesario.

Una vez arrancada la máquina y aceptar el mando por el personal del puente, se comprobará el funcionamiento del equipo de gobierno y sistema de propulsión como los Schottel, hélice de proa etc. Antes de proceder al fondeo o al atraque siempre se debe pedir autorización al centro de control del puerto y cuando este nos de la autorización proceder a contactar con los amarradores portuarios para largar los cabos o con el buque fondeado para que mantenga la banda de babor clara y a la tripulación preparada para proceder al amarre de los cabos.

## 11. Maniobras de atraque y desatraque

Todas las maniobras explicadas a continuación se realizan por la banda de babor ya que es la que no tiene defensas tipo Yokohama que entorpecerían con las defensas portuarias, la única maniobra que se realiza por la banda de estribor es la de abarloe a los buques que van a ser suministrados ya que esta es la banda de la barcaza protegida con defensas. Las principales maniobras que realizan las barcazas son las de atraque y desatraque por el costado de babor, abarloe y desabarlobe por el costado de estribor, ciaboga y paralelo, y en menor medida la maniobra de fondeo explicadas a continuación.

### 11.1. Atraque a un muelle

#### 11.1.1 Sin viento ni corriente

Esta maniobra se inicia la aproximación al muelle con una velocidad controlada que nos permita invertir el sentido de la marcha en todo momento para poder abortar la maniobra en cualquier momento o realizar un fondeo de emergencia con seguridad, se enfilará el muelle con un ángulo de 20° a 30° en condiciones normales, este ángulo debe de ser lo suficientemente amplio como para que la amura sea lo primero que atraque. Si el atraque es en un espacio reducido, como el espacio entre dos buques ya atracados este ángulo será de unos 60°, hay que tener en cuenta en todo momento el tiempo necesario para invertir el sentido de la marcha. Cuando estemos cercanos al lugar de atraque dejaremos lo mas paralelo posible el buque al muelle y daremos atrás si es necesario para dejarlo sin arrancada, en ese momento daremos los largos de proa, una vez estén encapillados se dará atrás buscando el sitio de atraque, una vez en el sitio con la ayuda de los largos de proa y la máquina se parará la barcaza y a continuación se darán los largos de popa, una vez estos estén encapillados se viraran de ellos hasta obtener la tensión deseada y quedar completamente atracados.

#### 11.1.2 Con viento de fuera

Esta maniobra en la aproximación nos quedaremos un poco mas alejados del muelle, dando atrás para parar la arrancada, manteniendo siempre una velocidad controlada y orientando y dándole la potencia necesaria a el Schottel para que la popa nos caiga a babor y a su vez con la hélice de proa evitando que la proa se nos abra demasiado, el viento nos aconchará contra el muelle en este momento daremos los largos de proa y una vez en el sitio se darán los cabos de proa y popa. Hay que tener en cuenta que al ser viento atracante debemos controlar que la proa no nos caiga demasiado rápido hacia el muelle por lo que la

controlaremos mediante la hélice de proa y al mismo tiempo la popa evitando la caída brusca de esta mediante la orientación correcta del Schottel.

### **11.1.3 Con viento de tierra**

En esta maniobra podemos acercarnos más al muelle, ya que el viento al ejercer una fuerza contraria nos separará del muelle, aquí la fuerza del viento la intentaremos contrarrestar con potencia de motor y se deberá de andar rápidos en dar los cabos al muelle para poder ayudarnos también de los cabos para poder atracar. En el caso de no poder contrarrestar la fuerza del viento con la máquina y no poder meter la popa podemos dar un esprín de proa y daremos poca avance y el Schottel girado en la dirección opuesta del muelle; así conseguiremos que la barcaza vaya atracando poco a poco, esto se conoce como “atracada a la holandesa”.

## **11.2. Desatraque de un muelle.**

### **11.2.1 Sin viento ni corriente**

Una vez este la maquina preparada y con la autorización del centro de control del puerto se largaran los cabos de popa uno a uno, primero el exterior y cuando lo tengamos a bordo largaremos el interior para salvaguardar la propulsión del buque evitando la posibilidad de que estos se enreden con las hélices, cuando los tengamos a bordo largaremos los largos de proa y comenzaremos la maniobra, al estar siempre atracados babor al muelle la maniobra de salida se realizara siempre de la misma manera, con el Schottel exterior, es decir el de estribor lo pondremos a 180° y al doble de potencia que el de babor que lo pondremos a unos 270° para empujar lateralmente consiguiendo así un movimiento lateral hacia estribor, mediante la hélice de proa ajustamos la caída de la proa para mantener el movimiento lateral lo mas paralelo al muelle posible, una vez se haya ganado la distancia de seguridad suficiente sobre el muelle y los demás barcos atracados daremos avance todo y daremos por finalizada la maniobra de salida.



*Ilustración 35.Desplazamiento lateral a estribor. Fuente: Elaboración propia*

### **11.2.2 Con viento y corriente**

La maniobra de desatraque con viento se realizara de igual manera que la explicada anteriormente, si el viento es lateral y desatracante nos facilitara mucho mas la maniobra ya que nos ayudará a separarnos lateralmente del muelle, si por el contrario el viento nos abate contra el muelle debemos de vencer el viento con potencia de máquina, la maniobra se realiza igualmente pero proporcionando mas potencia a los propulsores, si el viento fuera muy fuerte tenemos la posibilidad de despegarnos del muelle en zigzag vamos abriendo la popa y la proa con la hélice de proa alternativamente para vencer la velocidad del viento y cuando hayamos ganado suficiente distancia saldremos sin problema, también hay que decir que en los recintos portuarios a partir de vientos superiores a 20 nudos se pierde la excepción de practicaje y normalmente no dejan operar a las barcasas de avituallamiento por el riesgo en la seguridad de la barcaza y el propio entorno portuario.

### 11.2.3 Ciaboga

Esta maniobra se puede realizar un giro de 180° sobre el propio eje del buque tanto a estribor o hacia babor, hay que evitar usar los Schottel en ángulos de 90°-270°, pues el flujo de agua va derecho al otro propulsor provocando la cavitación a velocidades altas, se comenzará eligiendo un adecuado punto de referencia para realizar el giro y se orientará un Schottel hacia la proa y otro hacia la popa en ángulos opuestos esto generará un momento de giro que hará que el buque comience a girar sobre su eje, este giro lo controlaremos con la potencia de los Schottel aumentando la potencia si el giro es demasiado lento o disminuyéndola si es demasiado rápido, durante este giro podemos utilizar la hélice de proa para realizar las correcciones necesarias en la trayectoria de giro. Existe otra maniobra muy parecida a la ciaboga conocida con el nombre de spot turning que se realiza cuando los espacios son muy reducidos y no se dispone de tiempo para quedar expuestos a las condiciones meteorológicas adversas, se realiza si por ejemplo el giro lo hacemos sobre estribor el Schottel de estribor lo ponemos a 210° y el de babor a 330° provocando así mayor movimiento rotacional con lo que el giro se produce en mucho menos tiempo y la potencia requerida en los propulsores va a ser mucho menor, esta maniobra es muy usada en cruceros con Azipod.

### 11.2.4 Atraque en paralelo

La maniobra de atraque en paralelo mediante la utilización de Schottel consiste en mover el buque lateralmente hacia el muelle, es muy efectiva en espacios reducidos, para ello se busca una posición paralela al muelle con una distancia segura que suele oscilar entre una y dos esloras del buque y con suficiente espacio en proa y popa para ajustar la posición si es necesario. Por ejemplo si el paralelo lo queremos realizar hacia babor el propulsor interior lo pondremos a unos 180° para así dar atrás y conseguir un efecto zurdo del buque y el propulsor exterior estará perpendicular a unos 270°, en este caso al propulsor de babor le daremos más potencia que al propulsor de estribor, con esto conseguimos la composición vectorial consiguiendo hacer caer a babor la popa y mantener la posición sin avanzar y con el propulsor de estribor perpendicular empujamos contra el muelle, los barcos están diseñados para ir adelante es por esto que al embragar atrás irá más despacio que al embragar adelante es por eso que normalmente se le da más potencia al propulsor que va atrás, aproximadamente el doble que el propulsor que tenemos adelante, mediante la hélice de proa iremos ajustando la trayectoria para desplazarnos lo mas lateralmente posible. En el caso de realizar el paralelo hacia estribor cambiaría la orientación y potencia de los propulsores, es decir, el propulsor de estribor estará a unos 180° con más potencia y el propulsor de babor se encuentra aproximadamente a 270° y con menos potencia realizando la maniobra igualmente que la

anterior. Esta maniobra se realiza tanto para atracar, desatracar, abarloar y desabarlar de buques.

### 11.2.5 Abarloar

Esta es una de las maniobras más complicadas en el avituallamiento de buques cuando se realiza en las radas de fondeo debido a que influyen muchos factores externos como el oleaje, corriente, viento, movimiento del buque fondeado etc.... Si no existiera ninguno de estos factores la maniobra sería bastante sencilla, con la velocidad mínima de seguridad se entra siempre por la popa del barco fondeado intentando hacerlo lo más paralelo posible entre  $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$  abiertos sobre el y cuando nuestra proa este cercana a la gatera donde queremos encapillar nuestros largos de proa se da atrás para parar la arrancada y dar los largos de proa, una vez encapillados se da máquina atrás teniendo en cuenta que la velocidad del buque con la que vamos atrás no puede ser superior a la velocidad de arriado de las maquinillas, esta velocidad suele oscilar entre 0.3 y 0.5 nudos, cuando estemos llegando a la posición deseada se da adelante y se hacen firmes los largos de proa, ya con el buque parado damos los cabos de popa y una vez estén encapillados hacemos firme los cabos corrigiendo la posición si fuese necesario.

Al existir viento y corriente casi siempre el barco fondeado estará proa a ella, pero esto siempre no es así ya que hay veces que la fuerza de la corriente es superior a la fuerza del viento y el barco fondeado tiende a quedarse atravesado a la mar, la maniobra sería igual que la anterior solo que debemos realizarla con mas potencia de propulsión y con especial cuidado cuando realicemos la aproximación no realizarla muy abiertos para evitar que la proa caiga con violencia, esta caída de la proa la corregiremos con la hélice de proa. Esta maniobra de abarloar es totalmente distinta cuando el buque fondeado es un cochera, ya que poseen mucha altura de obra muerta y grandes finos a proa y a popa lo que conlleva un gran riesgo entrar paralelo a ellos debido a estos finos y su movimiento de borneo es mucho mayor, al proceder a la maniobra de abarloar a estos barcos hay que entrar con un ángulo mucho mas abierto entre unos  $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$  dejando la proa lo mas cercano al lugar donde encapillaremos los largos, una vez encapillados arriamos en banda mientras damos atrás y posicionamos la barcaza lo mas paralela posible, llegando a la situación requerida hacemos firme a proa y damos los cabos de popa, una vez encapillados haremos firme hasta estar completamente abarloados.

En estas maniobras hay que conocer y prestar atención a los principales movimientos del buque fondeado como son principalmente el borneo y el campaneo.



*Ilustración 36. Barcaza abarloada en zona de fondeo. Fuente: Elaboración Propia*

#### **11.2.6 Desabarlobarse de un buque fondeado**

Si no hay corriente ni viento esta maniobra la podemos ejecutar como el desatraque de un muelle, pero si existe viento y corriente procedemos siempre a largar primero los cabos de popa una a uno como hemos explicado anteriormente para evitar enredos con las hélices, una vez lo tengamos a bordo daremos avance despacio a la vez que vamos virando los largos de proa cuando estemos a una distancia prudencial largaremos los cabos de proa, aquí hay que tener cuidado también con la hélice de proa que aunque dispone de una reja de protección para evitar la succión de los cabos en muchas ocasiones es tan amplia que el cabo puede llegar hasta la hélice, con el Schottel de estribor daremos atrás colocándolo a unos  $180^\circ$  con mayor potencia que el de babor que lo pondremos perpendicular a unos  $270^\circ$  para conseguir separar la popa a medida que con la hélice de proa vamos abriendo la proa, en esta maniobra al hacerla con el viento por la proa abriremos más el ángulo de proa y cuando hayamos ganado la distancia suficiente sobre el barco fondeado daremos avance toda consiguiendo alejarnos rápidamente del barco fondeado.

## 12. Movimientos del buque fondeado

El buque fondeado se ve sometido a movimientos debido a los factores externos que en él influyen, principalmente la corriente y el viento, provocando sobre el buque el “borneo”, que es el movimiento giratorio que el buque realiza alrededor de su ancla cuando esta fondeado, los cambios de dirección del viento y la corriente provocan este movimiento giratorio el cual puede ser un movimiento circular o parcial o elíptico, es menor o mayor dependiendo de la distancia entre el escobén y centro de masas del fondo y, este movimiento ha de tenerse muy en cuenta en la fase de aproximación en la maniobra de abarloe ya que la popa del buque fondeado puede aproximarse con violencia hacia el buque que pretende abarloarse.

Otro movimiento a tener en cuenta es el campaneo del buque fondeado, este es el movimiento oscilatorio del buque sobre su eje longitudinal, es causado principalmente cuando existe oleaje y el costado del buque es golpeado por estas provocándole un balance de estribor a babor y viceversa, el buque fondeado al estar sometido a estos dos movimientos borneo y campaneo junto con la elasticidad de la cadena posee un movimiento oscilante que hay que tener en cuenta en las maniobras de abarloe.

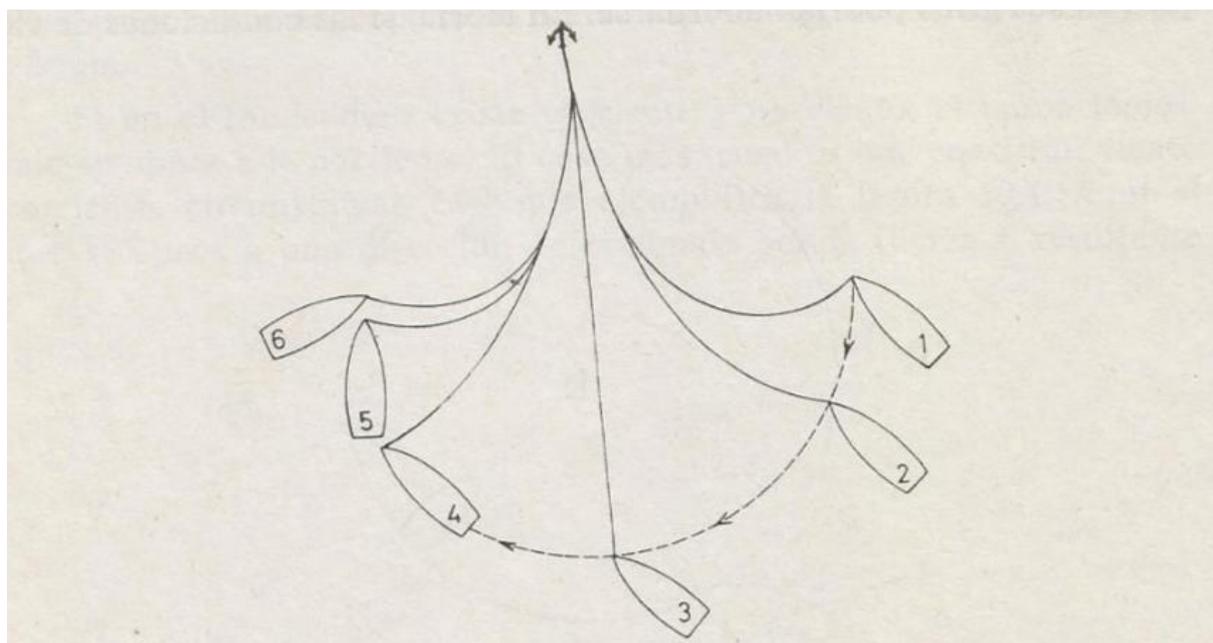


Ilustración 37. Movimiento de campaneo de un buque fondeado. Fuente: Barbudo, E. (1980). Tratado de Maniobra

En la maniobra de abarloe a un buque fondeado influenciados por estos fenómenos puede ser bastante peligrosa ya que el campaneo puede ocasionar el choque de los costados entre sí aumentando el riesgo de daños estructurales al dificultar la maniobra ya que resulta mucho más difícil la colocación precisa del buque al intentar abarloarse y el borneo sobre todo

cuando el barco fondeado posee mucha obra muerta y existe viento fuerte en la zona de fondeo este borneara con mucha mas velocidad cambiando constantemente su posición lo que dificulta la aproximación en la maniobra de abarloe, por lo que este factor hay que manejarlo adecuadamente para evitar colisiones entre los buques. Entender y manejar estos movimientos permite realizar una maniobra de abarloe segura, asegurando la estabilidad y protección de los buques involucrados.

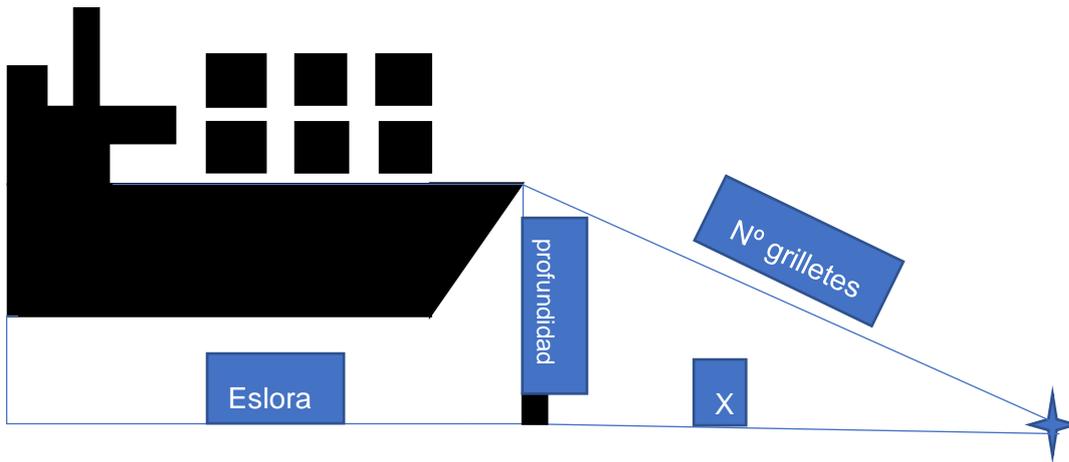
### 13. Maniobra de fondeo

La maniobra de fondeo es la que realizamos para fondear el buque, es decir, dejar caer el ancla al fondo para mantener el buque relativamente estático sobre el lecho marino sin necesidad de utilizar los sistemas de gobierno y propulsión. Cuando se tiene que fondear destrincaremos las anclas quitando las bozas y abriendo los estopores, con el barboten engranado arriamos el ancla hasta que quede apeada o en pendura, una vez en pendura se aprieta el freno y se desengrana el barbotén quedando esta lista para fondear, prepararemos la bola negra si es de día o la luz roja todo horizonte de fondeo de noche, al recibir la orden de fondo abrimos freno y dejamos caer el ancla al fondo, cuando el ancla llegue al fondo la cadena pierde velocidad y es entonces cuando filaremos poco a poco según vaya llamando la cadena. La elección de la zona de fondeo la realizara el practico del puerto que nos acompañara durante toda la maniobra, nos dirigiremos con poca arrancada a la zona de fondeo parando la máquina cuando estemos llegando a poca distancia del mismo. Una vez estemos en la zona se da máquina atrás y cuando el barco pare y gane arrancada atrás se da la orden de fondo, debemos mantener esta arrancada atrás para que la cadena quede bien sembrada en el fondo en el caso de ir perdiendo arrancada atrás daremos unas paladas atrás. Desde el puente se debe saber en todo momento como llama la cadena que quiere decir en que dirección esta trabajando. Antes de que salga la cadena prevista se frenará el barbotén y no se arria mas cadena, esto hay que hacerlo siempre para asegurarnos de que el ancla ha agarrado bien al fondo, si la cadena tensa es que ha agarrado al fondo cuando esto ocurra arriaremos hasta llegar a la cantidad de cadena ordenada desde el puente, normalmente el grillete que queremos dejar fuera lo dejamos a la altura del molinete o a flor de agua. Si el fondeadero tiene mucha profundidad arriaremos varios grilletes de cadena con el molinete embragado para evitar que al soltarla no caiga de tanta altura evitando así que no alcance tanta velocidad de salida que puede causar daños al molinete y al freno al intentar frenarla.

Para calcular la cadena a filar tenemos que saber que la medida de la cadena viene dada en grilletes o paños que equivalen a 27,5 metros cada uno, cada uno de estos grilletes va pintado de un color llamativo, rojo, blanco, amarillo, incluso con un trozo de cabo amarrado para poder verlos y contarlos a medida que van saliendo. En la practica se deberá filar de tres a cuatro veces la profundidad, aunque si existe mal tiempo se deberá filar el máximo de cadena posible para asegurar el apoyo de varios grilletes en el fondo.

Otro dato muy útil a la hora de estar fondeado es el radio de borneo para calcularlo debemos saber el total de grilletes arriados en metros y la profundidad también en metros en la que estamos fondeados además de la eslora de nuestro buque, por ejemplo para un buque

de una eslora de 100 m fondeado con una longitud de cadena de 5 grilletes a una profundidad de 14 metros el calculo del radio de borneo el calculo será el siguiente:



$$\text{Radio de Borneo} = \text{Eslora} + X$$

$$1 \text{ Grillete} = 27,5 \text{ metros}$$

$$5 \text{ Grilletes} = X$$

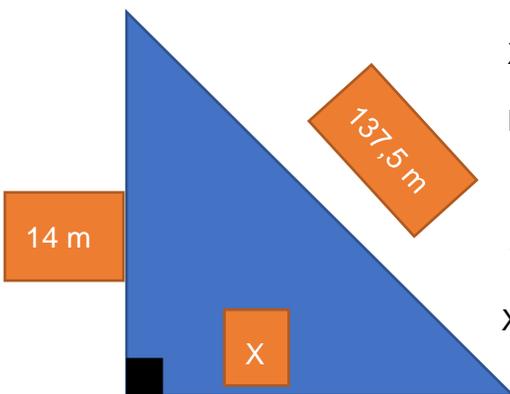
$$27,5 \text{ metros} * 5 / 1 = 137,5 \text{ metros}$$

$$14^2 + x^2 = 137,5^2$$

$$X^2 = 137,5^2 - 14^2$$

$$X = 136,8 \text{ metros}$$

$$\text{Radio de Borneo} = 100 + 136,8 = 236,8 \text{ metros}$$



$$1 \text{ Cable} = 185,2 \text{ metros}$$

$$X = 236,8 \text{ metros}$$

$$X = 236,8 * 1 / 185,2$$

$$X = \underline{1,2 \text{ cables}}$$

### **13.1 Garrear**

Cuando el ancla se arrastra por el fondo sin que esta consiga clavarse y sujetarse a él decimos que el ancla esta garreando esto ocurre debido al empuje del viento y la corriente y cuando el tenedero no es bueno, también puede deberse a una insuficiente longitud en la cadena filada. Es muy importante darse cuenta rápidamente cuando el barco empieza a garrear ya que este puede derivar a áreas inseguras o colisionar con otros objetos e incluso acabar embarrancando.

Una vez el buque haya quedado fondeado y haya hecho cabeza quedando en su posición definitiva, se tomarán enfilaciones a tierra si es posible para guiarnos por estas enfilaciones en todo momento si la posición del buque varía, esta situación se lleva a la carta y el Oficial de guardia la comprobara continuamente en la guardia, además el marinero de guardia recibirá instrucciones sobre estas enfilaciones para apercebirse del menor garreo al variar estas enfilaciones comunicándolo inmediatamente al oficial de guardia, también se utilizara el sistema de posicionamiento GPS con sus respectivas alarmas de fondeo para detectar el comienzo del garreo si lo hubiese.

Con mal tiempo el radar estará constantemente en marcha y el anillo de distancias se pasará por el punto mas cercano a la popa, consiguiendo de esta manera hacer sonar la alarma si disminuye la distancia a la que hemos puesto dicho anillo ya sea a tierra o a otro buque fondeado.

El personal de guardia debe permanecer en todo momento en su puesto y la máquina lista para maniobrar en cualquier momento, no se podrán desmontar partes de los propulsores principales para realizar mantenimiento que impidan arrancar la máquina en cualquier momento.

### **13.2 Levar anclas**

La maniobra de virar la cadena para liberar el ancla del fondo hasta dejarla estibada dentro del escobén recibe el nombre de levar anclas. Cuando el ancla se despega del fondo se dice que ha zarpado. Para la maniobra de levar anclas se provee de agua a los escobenes que ira limpiando la cadena y reducirá la fricción, se abren los estopores y se engrana el barbotén si no lo habíamos dejado engranado se activan las maquinillas y se suelta el freno, una vez suelto el freno se comienza a virar, habrá comunicación constante con el puente para indicar el número de grilletes que se van virando y como va llamando la cadena, en el caso de existir mucho viento y corriente se darán unas paladas avante para disminuir el esfuerzo del molinete al virar la cadena. Una vez arriba el ancla se lleva a su sitio dentro del escobén

frenando bien fuerte el freno, poniendo la tapa de los escobenes, apretando el estopor y colocando la boza, se le desconecta la corriente a la maquinilla. En los viajes largos es costumbre tapar las gateras del ancla con espuma de poliuretano para evitar que entre el agua de la marejada.

Antiguamente y ya en desuso al levar anclas en el momento de empezar a virar se daban las campanadas correspondientes a los grilletes arriados, por ejemplo, si se tienen cuatro grilletes fondeados al empezar a virar se daban cuatro campanadas fuerte y claras, al entrar por el escobén el grillete número tres se daban tres campanadas y así sucesivamente hasta que el ultimo grillete aparezca a flor de agua que se dará un replique de campanas. Esta señal transmitía al puente que el ancla estaba arriba y clara y que ya se podía dar avante, hoy en día con el uso de los walkies portátiles no se usa.



*Ilustración 38. Campana de Fondeo. Fuente: Elaboración propia.*

## 14. Conclusiones

Este trabajo de final de grado ha intentado describir las principales maniobras realizadas por las barcazas dedicadas al suministro de combustible dentro de los principales puertos españoles y en sus radas de fondeo dotadas con sistemas de propulsión tipo Schottel y una hélice transversal a proa, intentando ilustrar como se llevan a cabo así como los elementos utilizados en estas maniobras, los métodos y consejos para poder llevar a cabo con la máxima eficiencia y seguridad dichas maniobras y las normativas que rigen estas maniobras.

Es un trabajo realizado con la idea de que pueda servir de guía a futuros alumnos para que puedan familiarizarse con los elementos básicos de amarre, funciones y efectos de los principales cabos de amarre, los diferentes efectos y movimientos de un buque atracado o abarlobado, así como los distintos desplazamientos que puede realizar una barcaza con dos sistemas de propulsión Schottel y hélice transversal a proa. También se intenta dar a conocer un poco más a un sector importantísimo dentro de la industria marítima como es el servicio de repostaje de combustible “Bunkering” dentro de los puertos españoles.

Las principales conclusiones que podemos sacar de este trabajo son las expuestas a continuación:

Ante la evidente modernización que ha sufrido la flota de gabarras de suministro de combustible en su tecnología con el propósito de mejorar su maniobrabilidad como puede ser el uso de cámaras, posicionamiento avanzado, sistemas de propulsión, etc. El principal factor para que estas maniobras sean realizadas con éxito es la experiencia y habilidad de la tripulación, una tripulación experimentada responderá de manera efectiva sobre la marcha a situaciones imprevistas minimizando así los riesgos.

Otro de los desafíos a los que las barcazas se ven expuestas día a día es la realización de muchas maniobras en espacios reducidos y sobre todo bajo condiciones meteorológicas adversas sufriendo las presiones del fletador para suministrar sea cual sea estas condiciones meteorológicas.

Las conclusiones apuntan a formar continuamente a las tripulaciones, así como de evitar en más medida las presiones que sufre el capitán por parte del fletador en realizar dichas maniobras poniendo en riesgo la seguridad de la barcaza y su tripulación.

## 15. Conclusions

This final degree project has aimed to describe the main maneuvers carried out by bunkering barges dedicated to fuel supply within the main Spanish ports and their anchorages, equipped with Schottel-type propulsion systems and a bow thruster. It attempts to illustrate how these maneuvers are performed, the elements used in these maneuvers, the methods, and advice to carry them out with maximum efficiency and safety, as well as the regulations governing these maneuvers.

This work is intended to serve as a guide for future students so they can familiarize themselves with the basic mooring elements, functions and effects of the main mooring lines, the different effects and movements of a docked or alongside-moored vessel, as well as the various movements a barge with two Schottel propulsion systems and a bow thruster can perform. It also aims to shed more light on a crucial sector within the maritime industry: the bunkering service within Spanish ports.

The main conclusions drawn from this work are outlined below:

**Fleet Modernization and Crew Skills:** Despite the evident modernization of the fuel supply barge fleet in terms of technology aimed at improving maneuverability—such as the use of cameras, advanced positioning, and propulsion systems—the primary factor for the successful execution of these maneuvers is the training and skill of the crew. An experienced crew can respond effectively to unforeseen situations on the fly, thereby minimizing risks.

**Operational Challenges:** Another challenge that barges face daily is performing numerous maneuvers in confined spaces and, more importantly, under adverse weather conditions. They also face pressure from the charterer to supply fuel regardless of these conditions.

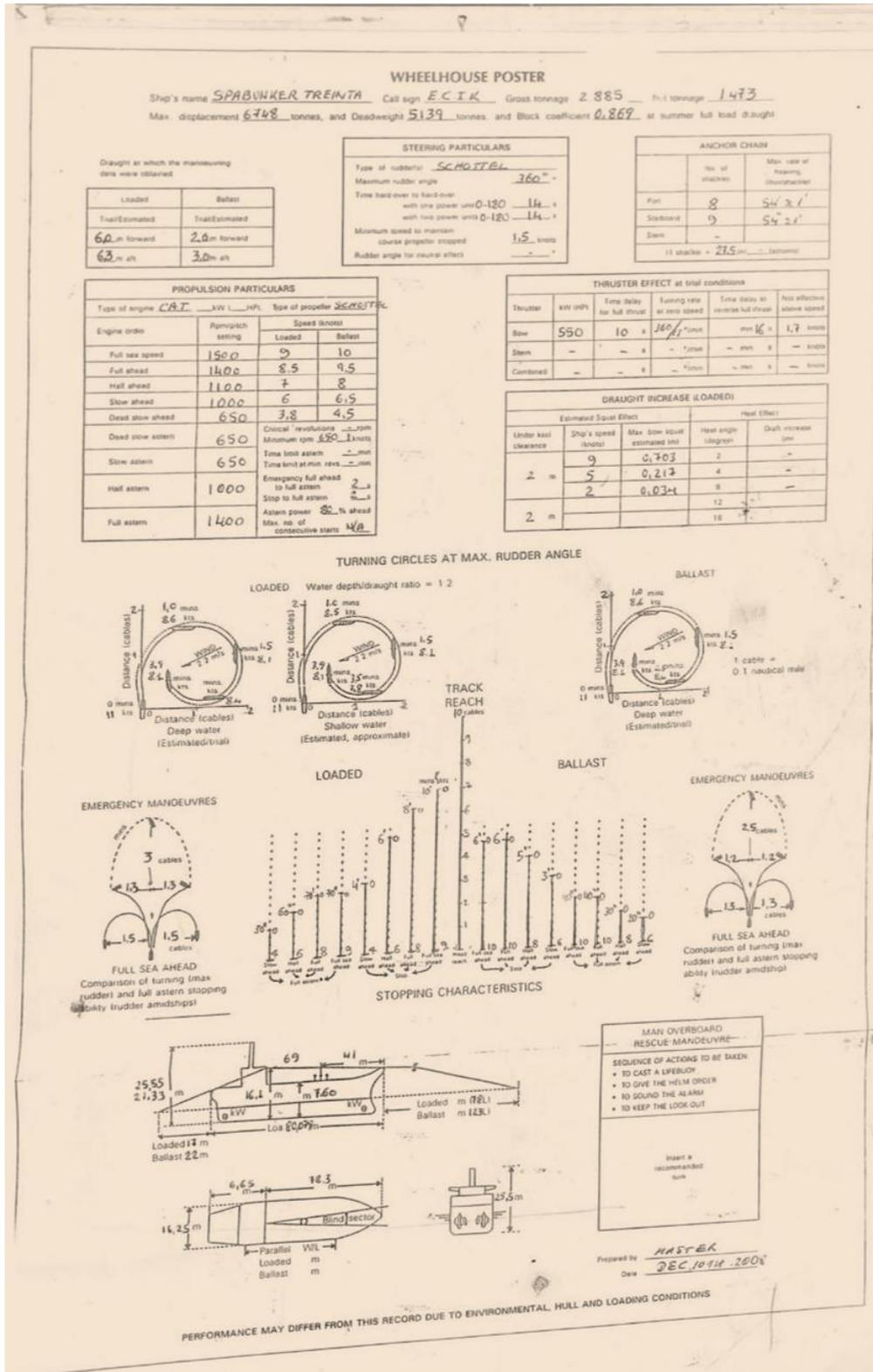
The conclusions point to the need for continuous training of the crews and to minimize the pressures on the captain from the charterer to perform these maneuvers, which could jeopardize the safety of the barge and its crew.

## 16. Bibliografía.

- España. (2011). Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. Boletín Oficial del Estado, núm. 253, de 20 de octubre de 2011, pp. 106313-106504. Art. 266.
- Barbudo, E. (1980). Tratado de Maniobra. Madrid: Editorial Marítima.
- Costa, J.B. (2009). Tratado de Maniobra y Tecnología Naval.
- Fernández, D (s.f.). Instituto de navegación Darío Fernández. Obtenido de [www.institutodenavegacionDarioFernandez.com](http://www.institutodenavegacionDarioFernandez.com) (Consultada 01 de julio 2024)
- Oil Companies International Marine Forum. (2008). Mooring Equipment Guidelines (3rd ed.). Witherby Seamanship International. Figura 1.3.
- Alcocer, W. (s.f.). Figure 1. Recuperado de <https://www.researchgate.net/>
- Sagarra, R. (1988). Maniobra de los buques. Bogotá, Colombia. Ediciones UPC.
- Sastre, M. (2016). Análisis y automatización de los sistemas de amarre de un buque. Barcelona, España. Ediciones UPC.

# 17. Anexos

## 17.1.- Anexo I. Curva de Evolución y tiempos de parada Spabunker Treinta.



## 17.2.- Anexo II. Cálculo del efecto Squat de la Spabunker Treinta.

INFORMACION Y CÁLCULO DEL EFECTO SQUAT

**SPABUNKER TREINTA**

COEFICIENTE DE BLOQUE $V$ $CB = \frac{V}{Epp \cdot xM \cdot x C}$	VELOCIDAD	BUQUE PLENA CARGA CALADO MEDIO 5,89 m. VOLUMEN 6.618,5	CALADO MEDIO 5,5 m. VOLUMEN 6.044	CALADO MEDIO 4,0 M. VOLUMEN 4.179	CALADO MEDIO 3,0 M. VOLUMEN 2.995
		COEFICIENTE DE BLOQUE CB = 0,869	COEFICIENTE DE BLOQUE CB = 0,8497	COEFICIENTE DE BLOQUE CB = 0,8079	COEFICIENTE DE BLOQUE CB = 0,7720
		"SQUAT"	"SQUAT"	"SQUAT"	"SQUAT"
EFECTO "SQUAT" $V^2$ $SQ = \frac{V^2}{100} \cdot CB$	2'	0,034 m	0,034 m.	0,032 m.	0,031 m.
	3'	0,078	0,076	0,073	0,069
	4'	0,139	0,136	0,129	0,123
	5'	0,217	0,212	0,202	0,193
	6'	0,312	0,305	0,291	0,278
	7'	0,425	0,416	0,396	0,378
	8'	0,556	0,543	0,517	0,494
	9'	0,703	0,688	0,654	0,625
	10'	0,869	0,849	0,808	0,772
	11'	1,051	1,028	0,978	0,93
	12'	1,251	1,223	1,163	1,111

## Permiso de divulgación del Trabajo Final de Grado

El alumno **Jesús Iván Jiménez Mesa**, autor del trabajo final de Grado titulado “**Maniobra de las Barcazas**”, y tutorizado por el/los profesor/es **Alejandro Gómez Correa**, a través del acto de presentación de este documento de forma oficial para su evaluación (registro en la plataforma de TFG), manifiesta que **PERMITE** (Elimínese la que no corresponda, y el contenido de este paréntesis) la divulgación de este trabajo, una vez sea evaluado, y siempre con el consentimiento de su/s tutor/es, por parte de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, del Departamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima y de la Universidad de La Laguna, para que pueda ser consultado y referenciado por cualquier persona que así lo estime oportuno en un futuro.

Esta divulgación será realizada siempre que ambos, alumno y tutor/es del Trabajo Final de Grado, den su aprobación. Esta hoja supone el consentimiento por parte del alumno, mientras que el profesor, si así lo desea, lo hará constar en futuras reuniones, una vez finalizado el proceso de evaluación del mismo.

Nota: Este documento será obligatorio presentarlo como última hoja del documento final del TFG.