



Universidad de La Laguna

MANIOBRA DE AMARRE DEL BUQUE VOLCÁN DE TAMADABA

TRABAJO FIN DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
GRADUADO EN NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO.

UD INGENIERÍA MARÍTIMA
SECCIÓN NÁUTICA, MÁQUINAS Y RADIOELECTRÓNICA NAVAL
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
Santa Cruz de Tenerife

Walter Luis Hernández Rodríguez

Julio 2019

Dña. Alicia Palma Rivero Profesora asociada de la UD de Ingeniería Marítima del Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima de la Universidad de La Laguna, certifica que:

D. Walter Luis Hernández Rodríguez, alumno que ha superado las asignaturas de los cuatro primeros cursos del Grado en Náutica y Transporte Marítimo, ha realizado bajo mi dirección el Trabajo Fin de Grado nominado ***“Maniobra de Amarre del buque Volcán de Tamadaba”*** para la obtención del Título de Graduado en Náutica y Transporte Marítimo por la Universidad de La Laguna.

Revisado dicho trabajo, estiman que 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 certificado.

Directora Trabajo Fin de Grado

Agradecimientos

Simplemente "Gracias" ...

Gracias a mi tutora de trabajo que, a pesar de mi situación como alumno en prácticas embarcado, ha utilizado las herramientas adecuadas para poder llevarlo a cabo con la mayor facilidad posible.

Gracias a todos y cada uno de los oficiales y capitanes que han pasado por mi proceso de formación como futuro piloto enseñándome y demostrándome que a veces lo imposible es posible si tú te lo propones.

Mis mayores gratitudes a mi familia. Los que siempre han estado ahí en todas mis buenas y malas etapas en el ámbito académico, pero también personal apoyándome en todo momento. Los que me han enseñado que "las cosas se hacen en caliente" y que, quizás sin ellos, este trabajo no sería lo mismo.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	8
ABSTRACT.....	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES	7
1. CONCEPTOS PREVIOS	9
1.1. Amarra	9
1.1.1. Cabos de Fibra	11
1.1.1.1. Proceso de elaboración de un cabo.	12
1.1.2. Características de las amarras.....	13
1.1.2.1. Fibra natural.	14
1.1.2.2. Fibra sintética	15
1.1.2.3. Fibra metálica	16
1.1.3. CABLES DE ACERO	18
1.1.3.1. CABLES ESPIROIDALES:.....	19
1.1.3.2. CABLES ORDINARIOS:.....	20
1.1.3.3. CABLES ANTIGIRATORIOS:.....	20
1.1.3.4. CABLES GUARDINES:	21
1.1.4. EL CORDÓN	22
1.1.5. El alma	22
1.1.5.1. ALMA TEXTIL:	22
1.1.5.2. ALMA METÁLICA:	23
1.1.5.3. ALMA MIXTA:	24
2. Movimiento que tiene un Buque atracado.	25
1.1.2. BALANCE	26
1.1.3. CABECEO	26
1.1.4. ARFADA	27
3. Fuerzas externas a la que está sometida el Buque	27
3.1.1. VIENTO	28
3.1.2. CORRIENTE	31
3.1.3. OLEAJE.....	33
3.1.4. RESACA.....	34
3.1.5. MAREAS.....	35
3.1.6. PASO DE BUQUES.....	36
3.1.7. CARGA Y DESCARGA.....	36
4. Elementos protectores del casco a la hora de permanecer atracado	37

MANIOBRA DE AMARRE DEL BUQUE VOLCÁN DE TAMADABA

4.1.	DEFENSA DE MADERA.....	37
4.2.	DEFENSA DE GOMA	38
4.3.	DEFENSAS HIDRÁULICAS E HIDRONEUMÁTICAS	39
5.	Elementos de amarre del buque	40
5.1.	BITAS	40
5.2.	GUÍAS Y GUÍACABOS (GATERAS DE AMARRE)	41
5.3.	Maquinilla de amarre.....	43
5.4.	CABRESTANTE	44
5.5.	NORAYS.....	45
6.	EFFECTOS DE LAS ESTACHAS	46
6.1.	OTROS EFFECTOS QUE AFECTAN DIRECTAMENTE A LAS ESTACHAS	49
IV.	MATERIALES	52
	MATERIAL.....	54
7.	Maniobra de amarre de Proa	55
7.1.1.	MOLINETE-CHIGRE COMBINADO	57
7.1.2.	GUIA DE RETORNO CON OREJETAS.....	58
7.1.3.	BITAS DE AMARRE Y REMOLQUE	58
7.1.4.	GATERAS Y JAULA PARA ESTACHA	59
7.1.5.	ESTACHAS Y SIRGAS	60
8.	Maniobra de amarre de Popa	61
8.1.1.	RESTO DE ELEMENTOS DE AMARRE.....	63
	Seguridad en la maniobra de amarre.....	63
V.	RESULTADOS.....	70
	Maniobra de amarre del Buque Volcán de Tamadaba	71
VI.	CONCLUSIONES.....	78
	CONCLUSION	80
VII.	BIBLIOGRAFÍA	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Buque amarrado	10
Ilustración 2: Amarras de un buque	11
Ilustración 3: Partes de un cabo	13
Ilustración 4: Cabos de fibra natural	15
Ilustración 5: Cabos de fibra sintética	16
Ilustración 6: Cabos fibra metálica	17
Ilustración 7: Partes de un cable	19
Ilustración 8: Cables Espirales	20
Ilustración 9: Cables ordinarios	20
Ilustración 10: Cables Antigiratorios	21
Ilustración 11: Almas de los cables.....	24
Ilustración 12: Movimientos del Buque	25
Ilustración 13: Ángulo de incidencia del viento	29
Ilustración 14: Ejemplo VLCC.....	29
Ilustración 15: Importancia de la profundidad.....	32
Ilustración 16: Oleaje.....	34
Ilustración 17: Defensas de un muelle	37
Ilustración 18: Defensa Yokohama	39
Ilustración 19: Defensa Hidráulica.....	40
Ilustración 20: Bita	41
Ilustración 21: Gatera	42
Ilustración 22: Monaguillo y Maquinilla de amarre	43
Ilustración 23: Cabrestante	45
Ilustración 24: Encapillado de cabos en Norays	46
Ilustración 25: Amarre Volcán de Tamadaba	47
Ilustración 26: Cómo aumentar la longitud de cabos	48
Ilustración 27: Buque Volcán de Tamadaba	54
Ilustración 28: Plano Maniobra de proa	56
Ilustración 29: Características Maquinilla de proa	57
Ilustración 30: Guía de retorno con orejeta	58
Ilustración 31: Bitas de amarre y remolque	59
Ilustración 32: Gatera	59
Ilustración 33: Jaula de estachas	60
Ilustración 34: Sisgas y cabos de amarre.....	61
Ilustración 35: Cabo sintético	61
Ilustración 36: Planos de maniobra de popa	62
Ilustración 37: Características maquinilla de amarre de popa	63
Ilustración 38: Operativa con cabos	65
Ilustración 39: Zonas potencialmente peligrosas en caso de rotura de cabos (proa) ...	66
Ilustración 40: Zonas potencialmente peligrosas en caso de rotura del cabo	67
Ilustración 41: Cocas de un cabo	68
Ilustración 42: Maniobra de entrada en el muelle Nelson Mandela	71
Ilustración 43: Proceso de entrada al puerto	73
Ilustración 44: Maniobra de Proa y Popa	74

MANIOBRA DE AMARRE DEL BUQUE VOLCÁN DE TAMADABA

Ilustración 45: Ordenes de maniobra	75
Ilustración 46: Cabo abozado	76

I. INTRODUCCIÓN

MANIOBRA DE AMARRE DEL BUQUE VOLCÁN DE TAMADABA

Cuando un barco se mantiene atracado en puerto, el amarre se convierte en la parte fundamental para garantizar que éste permanezca en el sitio en todo el momento garantizando, por tanto, la seguridad del mismo.

En este TFG se demostrará la gran importancia con la que cuenta esta parte del sector marítimo pasando de explicar los movimientos que posee un buque en su estado de “atracado”, cómo le afectan fenómenos externos como el viento, la corriente o el simple paso de otro buque cercano, la mejor forma con la que trabajan los cabos y por supuesto su fabricación.

Para finalizar, explicaremos el amarre de un barco convencional como es el Volcán de Tamadaba. Nos centraremos de una forma específica en el amarre de dicho buque en el muelle Nelson Mandela en el atraque R3; se encuentra en Las Palmas de Gran Canaria (España).

ABSTRACT

When a ship is moored in port, the mooring becomes the fundamental part to ensure that it remains on the site at all times ensuring, therefore, the safety of it.

This TFG will demonstrate the great importance of this part of the maritime sector, explaining the movements of a ship when it's docked and how external phenomena affect it, for instance, the wind, the current or the simple passage of another nearby vessel, the best way that the ropes work and, of course, their manufacture.

Finally, we will explain the mooring of a conventional vessel such as the “Volcán de Tamadaba”. We will focus deeply and in detail on the mooring of this vessel in the Nelson Mandela dock in the R3 berth; It's located in Las Palmas de Gran Canaria (Spain).

II. OBJETIVOS

II. OBJETIVOS

Los objetivos del TFG de “Maniobra de amarre del buque Volcán de Tamadaba” serán los siguientes:

- Explicar y recordar la importancia de este ámbito en el sector marítimo hablando desde el equipamiento con el que cuentan los buques hasta cómo afectan diferentes factores a éste.
- La aplicación del MGS (Manual de Gestión de la Seguridad) de la empresa durante el procedimiento de amarre del buque.
- Un estudio de los diferentes métodos de amarre de los buques en general, centrandó una parte del trabajo en el buque “Volcán de Tamadaba”.
- Hacer mención a los elementos fijos colocados en puerto como asistencia de un amarre correcto.
- Un estudio de cómo se realizan los amarres en el ferry “Volcán de Tamadaba” durante sus maniobras.
- El factor humano que intervienen en las maniobras: oficial de guardia, marineros, capitán, amarradores de puerto.

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

1. CONCEPTOS PREVIOS

1.1. Amarra

En el ámbito marítimo se le considera “Amarra” a todo cabo, cable o cadena utilizado para sujetar cualquier tipo de embarcación, sin importar sus dimensiones, a un muelle, otra embarcación o, incluso, al propio fondo marino.

A pesar de que la operativa de los barcos está totalmente vinculada a la navegación, debemos de tener en cuenta que muchos de los procesos que debe de realizar lo hace en puerto formando los sistemas de amarre una parte fundamental. He aquí la importancia de lo que se denomina “amarre”.

El principal objetivo de una amarra no es más que mantener fija una embarcación en una posición, ya sea atracada en puerto o abarloada a otro barco. Sin embargo, pueden servir como recurso para modificar la posición inicial del buque o como ayuda en el atraque y desatraque.

La agrupación de cabos que nos podemos encontrar abordo de un buque se le conoce como cabullería mientras que, jarcia de amarre es el nombre que reciben estos elementos siempre y cuando su principal función sea la mencionada en párrafo anterior.

Ilustración 1: Buque amarrado



Fuente: <https://www.atlantic-avitaillement.es/estacha-cuerdas-amarre>

Podemos hacer un amarre en diferentes lugares. En proa, en popa o en el costado, pero siempre compuesto de:

- Cabos que hacen fijo el buque con el punto de atraque.
- Elementos fijos donde hacer firmes las amarras en el buque.
- Elementos mecánicos para operar con las amarras.
- Zona de estiba para las amarras.

Las amarras tienen un nombre característico determinado en función del efecto que generen sobre el barco.

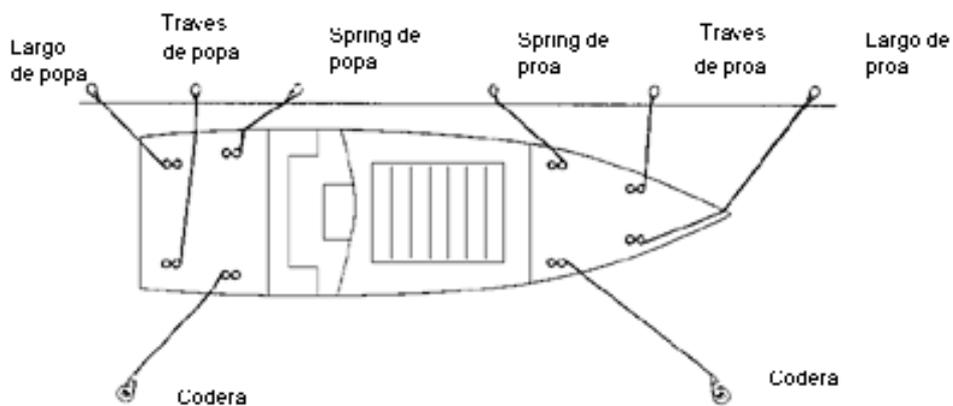
De esta manera, si una estacha sale de proa o de popa y es encapillada (unir) en uno de los norays más alejados del buque, se le considerará "Largo". Si, en lugar de ser encapillada en los norays más alejados, es encapillada en un noray ubicado en el sentido contrario al extremo del barco (Por ejemplo, una estacha que sale por la proa y se encapilla en un noray más a popa), se le considerará "Spring". Otra posibilidad es dar el cabo al noray más cercano, llamándose "Través".

Y, por último, encontraremos otro tipo de cabo que se dará a tierra una vez finalizada todas las operaciones de maniobra. A este se le considera "Codera" y será un cabo que

saldrá del buque por el costado que da la mar para ser encapillado en uno de los norays más alejados del buque, generando una fuerza de atracción al muelle evitando que el resto de cabos trabajen más de la cuenta pudiendo llegar al punto de “faltar” (rotura de un cabo). [1] [2]

En la siguiente ilustración podemos observar gráficamente la anterior explicación:

Ilustración 2: Amarras de un buque



Fuente: http://encvirtual.es/PER/C2/21_22/21_22.html

1.1.1. Cabos de Fibra

Como hemos podido observar, los cabos son la principal fuente con la que el buque cuenta para mantenerse firme al atraque mientras dure su estancia en puerto. Estos cuentan con las siguientes secciones:

- Chicote: La última parte del cabo.
- Seno: Parte central de la amarra que unen los dos chicotes.
- Gaza: La circunferencia que se realiza a través de una costura ubicada en uno de los chicotes para poder “encapillar” la amarra a un punto fijo.
- Alma: Es el centro de las amarras que, conjunto a los cordones, forman el cabo en sí. Este puede ser metálica o textil.

Como hemos comentado, las cuerdas que se utilizan a bordo de los barcos, independientemente de su naturaleza de fabricación, se denominan cabos. Estos se pueden conformar de entre dos a cuatro cordones. Además, estos pueden ser fabricados con alquitrán o simplemente no tenerlo. Sin embargo, mientras el que posee alquitrán hace un cabo más duradero, pero pierde en resistencia; de la misma manera ocurre a la inversa con los cabos blancos. [1]

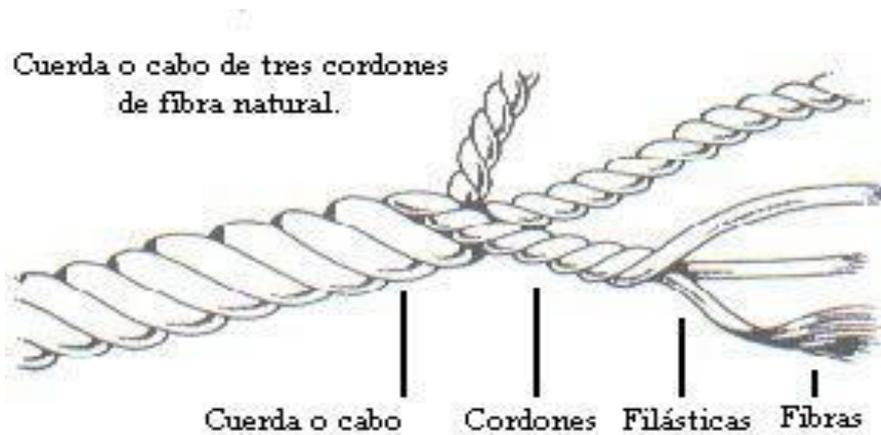
1.1.1.1. Proceso de elaboración de un cabo.

El primer paso que debemos de realizar para fabricar un cabo, es unir una serie de fibras, de naturaleza vegetal o sintética, y enrollarlas entre sí. A este primer proceso se le conoce como “colchado”. En él podemos encontrar un colchado a la derecha o a la izquierda en función del sentido en el que se hayan enrollado las mismas. Este paso busca aumentar la elasticidad de la amarra. Aunque su inconveniente es disminuir la resistencia inicial de las fibras si no se realiza de la manera adecuada.

Al producto final obtenido por el colchado de izquierda a derecha se le denomina “filásticas”. Haciendo del hilado de éstas uniforme en su largo y ancho, tal y como pasa con su colcha. [3]

Seguidamente, se escogen varias filásticas y se colchan de derecha a izquierda (justo en sentido contrario de cómo fue colchada las filásticas) formando así lo que se conoce como “cordones”. Éstos han de tener siempre el mismo número de filásticas. A continuación, se forma la guindaleza con varios cordones colchados de izquierda a derecha. Sin embargo, si la guindaleza se crea con cuatro cordones, se le añade un cordón en el centro colchado en sentido contrario considerado alma, cuyo objetivo es rellenar el vacío interior que se formaba por el colchado de los cuatro cordones, evitando que el cabo no coja la forma que se desea. [4]

Ilustración 3: Partes de un cabo



Fuente: <http://grupopueblolibre.blogspot.com/p/nudos-amarres-construcciones.html>

Finalmente, se realiza otro cabo de mayor tamaño utilizado en astilleros o en buques de gran desplazamiento. A estos cabos se le denominan actualmente “cocos”. Los cocos o “calabrotos” se forman utilizando tres o cuatro guindalezas y colchándolas nuevamente en el sentido contrario al paso anterior, en este caso, de derecha a izquierda.

1.1.2. Características de las amarras.

Las características de las amarras vienen siempre ligadas a su procedencia y constitución. Por ello, podemos tener tres tipos de amarras:

- Los cabos fabricados bajo constitución de fibra natural.
- Los cabos fabricados bajo constitución de fibra sintética.
- Los cabos fabricados bajo constitución de fibra metálicas (como ocurren con los cables de acero).

1.1.2.1. Fibra natural.

Es la primera materia prima con el que se comenzó a fabricar los primeros cabos, sin embargo, en la actualidad son más escasas. Todavía son utilizadas en ciertas aplicaciones, aprovechando las ventajas que proporcionan. [5]

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">- Coste inicial bajo, comportamiento adecuado siempre y cuando no trabajen bajo cargas de trabajo variables y de poca duración.- Flotan cuando están secas, pero una vez se mojan, se hunden rápidamente.- Media resistencia a ser quemados por fricción.- Poca estiramiento a la hora de ser expuestas a tensión.	<ul style="list-style-type: none">- Gran exposición a factores externos y productos químicos.- Absorben agua y aumenta la dificultad de su manipulación.- No poseen un larga duración.- Presentan una relación carga/diámetro y carga/peso de pequeña magnitud por lo que las hace más aparatosas y pesadas.- La estibación húmeda propicia la aparición de moho.

Ilustración 4: Cabos de fibra natural



Fuente: <https://www.atlantic-avitaillement.es/cuerda-natural/>

1.1.2.2. Fibra sintética.

Son las más utilizadas en la actualidad, aunque su uso puede verse afectado dependiendo de la fibra en cuestión. Entre las empleadas en este sector destacan el nylon, terileno y polipropileno. [5]

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">- Alta protección con respecto a productos químicos.- Buena resistencia a la abrasión.- Una larga vida útil.- Flotan en el agua.- Alta resistencia al calor.- Bajos precios de fabricación, en especial el polipropileno.	<ul style="list-style-type: none">- Elevados alargamientos en los límites cercanos a la rotura.

Ilustración 5: Cabos de fibra sintética



Fuente: <https://cablesyfibrasgdl.com/>

1.1.2.3. Fibra metálica.

Los cables se utilizan para reducidas situaciones y, sobre todo, si se mantiene una tensión constante. Sin embargo, es rara su utilización como sistema principal de amarre.

[5]

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none">- Bajo precio.- Una vida útil considerable.- Muy poco estiramiento.- Buena resistencia a la abrasión por fricción.- No se ven alterados por el contacto con el agua.- Una gran relación resistencia/diámetro.	<ul style="list-style-type: none">- No flotan.- Baja resistencia a los cambios bruscos de tensión.- Tienen una cierta debilidad en cuanto a la corrosión se refiere.- Dificultad a la hora de manipularlas.- Desgastan los equipos de amarre.

Ilustración 6: Cabos fibra metálica



Fuente: Elaboración propia

Tal y como vemos en esta comparativa, no cabe duda la razón por la que el tipo de cabo más empleado en los buques es el de fibra sintética. Los cuales presentan grandes ventajas frente a sus desventajas que son prácticamente nulas.

Entre las fibras sintéticas, el nylon se convierte en el mejor material a utilizar debido a su resistencia tanto a la carga de trabajo como a los agentes externos que pueden afectar a la vida útil de cabo.

El polipropileno, al igual que el nylon, es una fibra sintética que no le brinda su resistencia sino su densidad, convirtiéndose en su principal característica. De tal manera, al tener una menor densidad flota. De ahí su gran utilización como estachas, dado a que gracias a esta característica tendremos una gran probabilidad de que los cabos no se enreden en los aparatos de propulsión del buque (las hélices).

Los cabos constituidos por nylon tienen un inconveniente, que durante su exposición a una carga se alargan. Hasta un 30% de alargamiento extra en la longitud original de la amarra sin presentar ninguna deficiencia. Además, el nylon no tiene mucha

fricción por lo que, al trabajar con una amarra de esta naturaleza bajo tensión en algún elemento de amarre, como puede ser el caso de una bita, tendremos que dar más vueltas para que éste tenga más área de fricción de lo contrario se puede zafar.

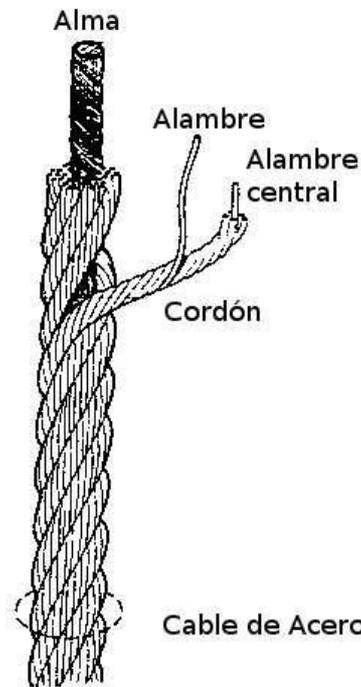
Uno de los mayores problemas que nos podemos encontrar a la hora de trabajar con cabos es que pueden coger cocas (enredarse entre sí). Para subsanar este problema se fabrican cabos utilizando el “trenzado”. Para ello a la hora de la fabricación de la estacha o guindaleza utilizaremos ocho cordones trenzando cuatro hacia la derecha y el resto hacia el sentido contrario (izquierda). Esta forma de colchado recibe el nombre de “squareline”.

1.1.3. CABLES DE ACERO

Un cable no es más que el conjunto de alambres trenzados entre sí siguiendo una determinada normativa y Comportándose como una sola unidad.

Las grandes cargas de trabajo que deben soportar los cables han llevado a la aparición de diferentes tipos . A pesar de esto, el esquema básico de un cable siempre mantiene un alma central a la cual se le enrollan los cordones de alambre de acero a lo largo de su longitud. [5]

Ilustración 7: Partes de un cable



Fuente: <https://ibericadelcableyelevacion.com/eslingas-de-cable-de-acero/>

Existen numerosos tipos de cables, entre ellos podemos encontrar:

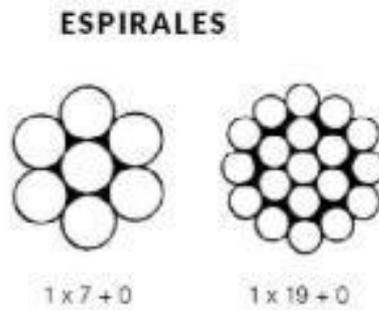
1.1.3.1. CABLES ESPIROIDALES:

Este tipo de cables tiene una construcción relativamente sencilla debido a que se forman con varias capas de alambres enrollándose de manera helicoidal.

La principal diferencia de estos cables con respecto a los ordinarios, es que los espiroidales son más resistentes a la hora de someterlos a una carga de trabajo debido a que tienen una sección de mayor dimensión.

Debido a su superficie lisa, mantiene su característica respecto al desgaste es bastante buena. Sin embargo, estos cables poseen el inconveniente de poseer una gran rigidez, lo que hace que su uso se complique en todas las operaciones en las que se precise flexión por parte del cable. [5]

Ilustración 8: Cables Espirales



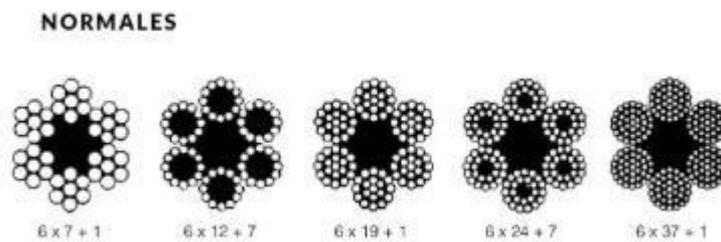
Fuente: <http://andamioseurotraktell.com/index.php/cables-y-eslingas/>

1.1.3.2. CABLES ORDINARIOS:

Tienen una gran importancia debido a su utilización en el ámbito marítimo. Éstos se forman por un alma y cordones en número de 3, 4, 5, 6 u 8, los cuales se enrollan alrededor del alma. Aunque los más comunes son los que se fabrican con 6 u 8 cordones.

[5]

Ilustración 9: Cables ordinarios



Fuente: <http://andamioseurotraktell.com/index.php/cables-y-eslingas/>

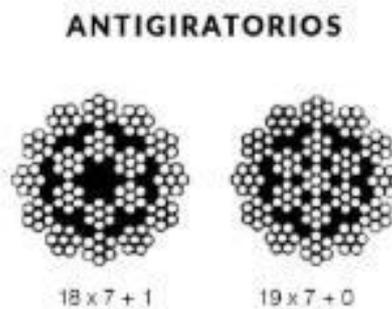
1.1.3.3. CABLES ANTIGIRATORIOS:

En este caso, el cable posee más de dos capas de cordones enrollados de manera helicoidal alrededor de su parte central.

De la misma manera que pasaba con los cabos, los alambres frente a los cordones mantienen un trenzado en sentido contrario. Esto se realiza buscando la misma finalidad que con los cabos, anular o reducir las posibles vueltas o cocas que pueda sufrir el cable.

Es por ello que una de las principales ventajas que presenta este tipo de cables son, la facilidad de movimiento que poseen evitando así, que gire sobre sí mismo. Son utilizados principalmente para elevar cargas a diferentes alturas, especialmente si la carga no va guiada y es probable su giro. [5]

Ilustración 10: Cables Antigiratorios



Fuente: <http://andamioseurotraktell.com/index.php/cables-y-eslingas/>

1.1.3.4. CABLES GUARDINES:

También conocidos como el padre de los cables. Denominación recibida precisamente porque en lugar de usar cordones enrollados helicoidalmente alrededor del alma central, se utilizan cables de pequeño diámetro.

Estos cables tienen una gran flexibilidad, aunque tiene un mal comportamiento al desgaste en cuanto a rozamiento se refiere, debido al pequeño diámetro de sus alambres. [5]

1.1.4. EL CORDÓN

Como hemos visto, los cables se forman mediante cordones, pero ¿Qué son realmente?

Los cordones, al igual que los cables, están formados por varios alambres, enrollados helicoidalmente sobre su parte interna (alma). Los únicos que no cumplen con este esquema son los cordones que están compuestos por 2, 3 y 4 alambres que no tienen éste núcleo central. Los cordones se dividen según los diferentes modelos de cordón que se utilice en su construcción. En la mayoría de los casos esta alma central se compone por otro alambre cuyo diámetro es ligeramente superior. El alma central sobre la que se realiza el trenzado tiene la posibilidad de ser fabricada de material textil.

1.1.5. El alma

Tal y como hemos visto, los cables y los cordones deben de estar formados por una parte interior sobre la que se enrollan los cordones. Esta parte interna se le conoce como “alma”. Pero, si los cordones son fabricados con un alma de material textil, en lugar de un alma metálica como suele ser cotidiano, estas almas textiles reciben el nombre de almas secundarias. Los cables con almas secundarias ganan la ventaja de flexibilidad. Sin embargo, también la desventaja de que tienen peor comportamiento respecto al aplastamiento y a las deformaciones, teniendo a demás menor carga de rotura.

Entre los tipos de almas existentes en el mercado actual podemos encontrar:

1.1.5.1. ALMA TEXTIL:

Este tipo de alma ofrece las siguientes características:

- ❖ Le da la posibilidad al cable de, aparte de mantener su núcleo firme, darle la característica de ser a su vez elástico. De esta manera, se consigue minimizar los

desperfectos ocasionados por el roce que pueda tener el cable y permite una pequeña deformación del mismo para facilitar su manipulación.

- ❖ A parte de ser utilizada en su fabricación como “guía” del propio cable, este tipo de alma tiene la gran funcionabilidad de lubricar el propio cable en su parte interna. Esto se debe a las propias características de la materia prima con el que es fabricado el propio textil.

Entre ellas podemos encontrar yute, cáñamo, etc.

Tal y como hemos visto, este tipo de alma presentan muy buenas características pero que, en función de la situación en la que se encuentren pueden convertirse en sus propios convenientes.

De tal manera, que si un cable de alma textil es sometido a una alta temperatura o simplemente son expuestos a grandes esfuerzos de deformación y compresión pueden generar la propia rotura del alma.

1.1.5.2. ALMA METÁLICA:

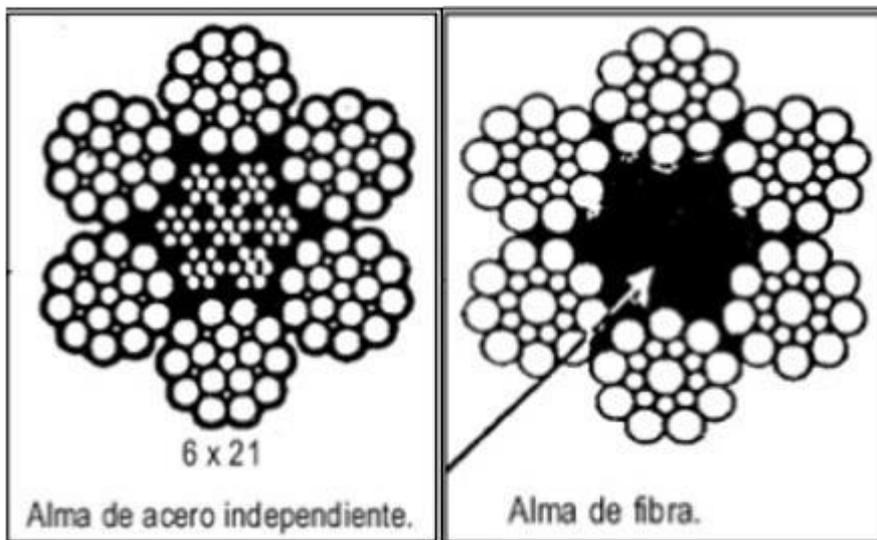
Tal y como su nombre indica, los cables con este tipo de alma se fabrican con una composición totalmente metálica mostrando un comportamiento contrario a las almas textiles.

Un cable con alma metálica será el ideal para emplear en situaciones donde las altas temperaturas o los grandes esfuerzos sean los protagonistas. Además, si estos esfuerzos son excesivamente elevados, en lugar de fabricar el cable con un alma metálica, se utilizará directamente un cordón como núcleo interno generando una alta resistencia a la rotura pero, a su vez, una mala flexibilidad del cable y, por lo tanto, una peor manipulación del mismo.

1.1.5.3. ALMA MIXTA:

En este apartado, encontraremos un tipo de alma en la cual se unificará la fibra textil y la propia alma metálica cuya finalidad es crear un núcleo interno donde las características ofrezcan una buena resistencia, pero a su vez, no tengan el inconveniente de la dificultad a la hora de su manipulación. Sin embargo, ni siquiera en este tipo de alma podremos suprimir el problema que genera la fibra textil a la hora de trabajar con altas temperaturas.

Ilustración 11: Almas de los cables



Fuente: <https://slideplayer.es/slide/11785649/>

2. Movimiento que tiene un Buque atracado.

Un barco que se encuentre atracado o navegando tiene un total de seis posibles movimientos que, en función de si nos referimos al plano vertical o al plano horizontal encontraremos tres movimientos en cada uno de ellos: [6] [7]

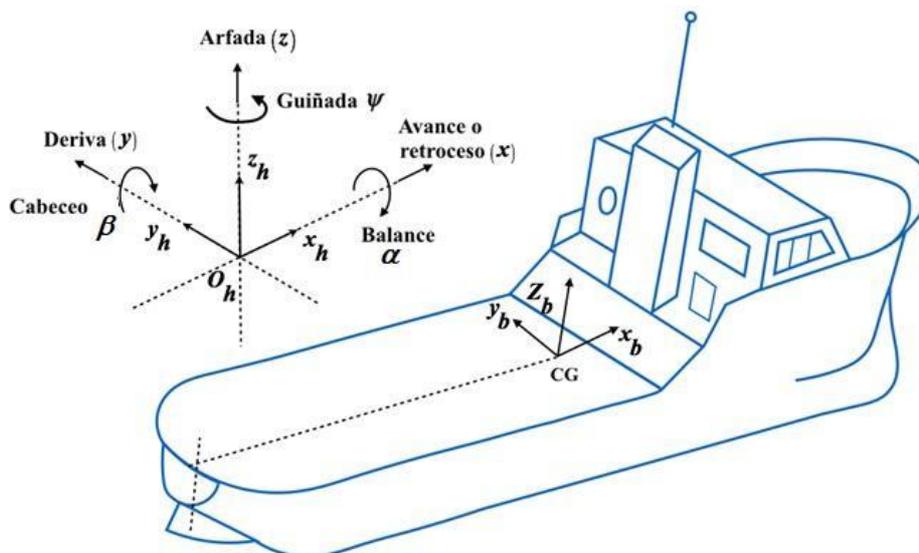
Movimientos en plano vertical

- ❖ Ascenso y descenso, o arfada.
- ❖ Balance.
- ❖ Cabeceo.

Movimiento en plano horizontal

- ❖ Vaivén.
- ❖ Deriva.
- ❖ Guiñada.

Ilustración 12: Movimientos del Buque



Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Notacion-para-los-movimientos-de-un-buque_fig1_331906829

La diferencia de estos movimientos entre un barco que navega y uno que permanece atracado es que, en el barco atracado, los periodos de oscilación de cualquiera de ellos son minimizados por las modificaciones de amarre, distancia respecto a la quilla y el propio fondo marino, entre otros. De tal manera, esta reducción es más significativa en barcos pequeños con amarras más tensas.

1.1.2. BALANCE

El periodo de balance no se ve necesariamente influenciado por el tamaño del buque, sino por la estabilidad, en la que intervienen el propio peso a bordo, la estiba la de carga y el volumen de agua desplazado que genera la propia flotación. Posiblemente la carga es el factor más influyente debido a que si el buque se encuentra cargado, el intervalo de balance será mayor que si se encuentra estando el mismo en situación de lastre.

Según sea la frecuencia o periodicidad con que se repiten los balances, se le denominan de una manera u otra:

- ❖ Balance corto y vivo: el que no se produce con mucha escora pero si es muy frecuente. Normalmente esto se debe a una mala construcción o al propio estado de la mar.
- ❖ Balance de campana: Este balance se produce de manera tan brusca que la campana toca por sí sola.
- ❖ Balance de ordenanza: los causados por tres golpes de mar consecutivos.

1.1.3. CABECEO

El periodo de éste es menor que el balance, entre un 60% y un 80% de éste.

La intensidad de este movimiento en un buque depende de varios factores como pueden ser:

- ❖ Las características del buque: como pueden ser la eslora o el propio calado.

- ❖ Los mismos periodos de oscilación del buque.
- ❖ La velocidad relativa del buque respecto a la velocidad que posee la ola.
- ❖ La profundidad de agua que tenemos bajo quilla.
- ❖ Las características meteorológicas en cuanto oleaje se refiere.
- ❖ El intervalo de tiempo que existe entre que la ola choca contra el casco y se libera del mismo.
- ❖ Las características que presenta la mar en ese momento.

Por otro lado, cuando hablamos de buques con gran desplazamiento, el cabeceo llega a ser prácticamente nulo en los siguientes casos:

- ❖ pequeñas amplitudes de olas.
- ❖ Altos periodos de encuentro con alturas pequeñas.

El efecto de cabeceo producido por el oleaje sobre los buques tiende a aumentar por igual la amplitud de la ola y disminuir según vaya aumentando la eslora del buque.

En definitiva, este efecto se hará notar más cuando la cresta de la ola sea mayor y choque contra el casco en un intervalo de tiempo relativamente corto.

1.1.4. ARFADA

Cuando el buque se encuentra atracado y amarrado tiene tres formas adicionales de oscilación que se verán afectadas por la configuración del sistema de amarre del buque y del propio muelle: estas oscilaciones son deriva, guiñada y vaivén. Normalmente, los intervalos de estas tres oscilaciones son de mayor valor que las mencionadas anteriormente, influyendo enormemente el sistema de amarre. Esto se debe a que el propio sistema trata de hacer rígido el buque mientras dure la estancia en puerto. [6] [7]

3. Fuerzas externas a la que está sometida el Buque

Uno de los puntos que tenemos que tener en cuenta en un buque amarrado es el conjunto de las fuerzas exteriores que afectan al mismo. Esto nos servirá para posteriormente decidir qué sistemas y elementos serán los adecuados para cada buque y situación determinada. [7]

Las fuerzas exteriores más destacadas son las siguientes:

- ❖ Viento y corriente.
- ❖ Olas.
- ❖ Resaca.
- ❖ Marea.
- ❖ Tránsito de otros buques cercanos al propio.
- ❖ Operaciones de carga y descarga.

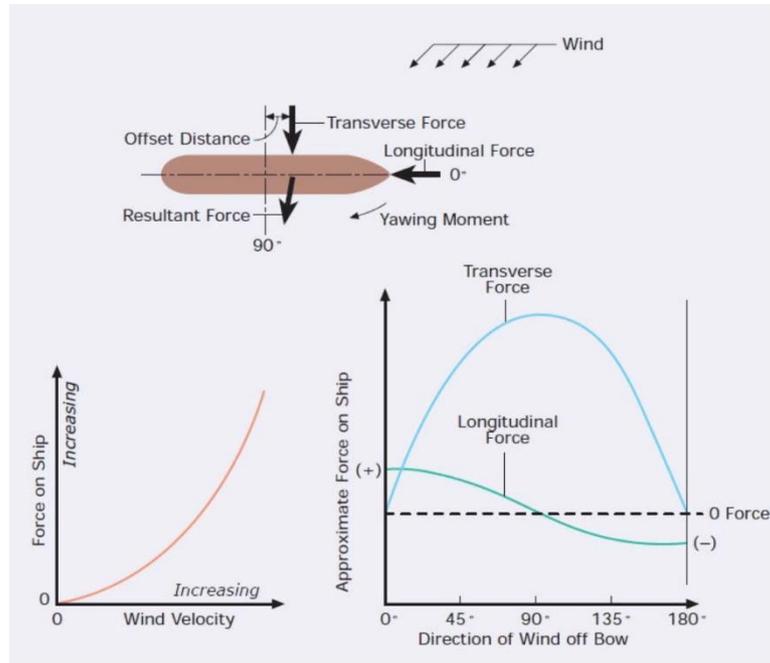
3.1.1. VIENTO

Aunque en este sector la mayoría de los estudios se han realizado en grandes buques, se ha demostrado que tanto el viento como la corriente tienen un comportamiento similar en embarcaciones de menor dimensión.

En la Ilustración que se muestra a continuación se muestra cómo la fuerza resultante por este factor viene condicionada por la dirección e intensidad del viento. En ella podemos ver como las fuerzas producidas por el viento las podemos dividir en dos componentes: una fuerza que actúa de manera paralela al eje de crujía del buque y en una fuerza perpendicular, que actúa con un ángulo de 90º en relación a este eje. Generando un momento de fuerzas.

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

Ilustración 13: Ángulo de incidencia del viento



Fuente: Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition

Sin embargo, el buque no se ve influenciado por la dirección e intensidad del viento, sino por el área de exposición del propio buque (la “Superficie vélica del buque”). Si el viento incide por la amura o por aleta, afectará a una pequeña área del buque, por lo que el valor de la fuerza paralela al eje de crujía será pequeño. Pero, un viento que golpee al buque por su costado, produce una importante fuerza perpendicular en el través del buque. [8] [9]

En la siguiente tabla vemos un ejemplo con un buque de gran eslora, un VLCC:

Ilustración 14: Ejemplo VLCC

Mean Draft metres	Astern tonnes	Ahead tonnes	Transverse tonnes
6	47.8	68	303
7	47.2	66.7	283
8	46.7	65.3	263
9	46.1	63.9	244

Fuente: Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition

Si traducimos literalmente el ejemplo que se expone en la publicación Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition 2008 :

Para una intensidad de viento determinada, la fuerza transversal generada por el viento es cinco veces mayor que la propia fuerza actuando por un viento longitudinal. Es decir, para un viento de 50 nudos en el buque tanque, la máxima fuerza transversal es de aproximadamente 300 toneladas (2.942KN), mientras que las fuerzas longitudinales por proa son únicamente de 60 toneladas (589KN). [8]

Esto implica que si la componente del viento mantiene un ángulo de 45° respecto al plano de crujía, es decir, entre las amuras o las aletas, generará una fuerza transversal y una longitudinal, de menor valor que las fuerzas generadas por la misma intensidad de viento manteniendo un ángulo de 90° o si, simplemente viene de popa o proa.

Ahora bien, el vector resultante generado por dicho viento no tiene siempre que coincidir con la dirección del propio viento debido a que se verá afectado por la zona de influencia del buque. Por ejemplo, para ese mismo buque tanque, un viento que afecte 45° de proa, producirá un vector resultante de 80° con respecto la proa. De tal manera, la zona de incidencia del vector de viento se ubica a proa de la zona central, lo que produce un par de fuerzas al buque. A esto se considera como “guiñada”.

De esta manera podemos distinguir dos acciones del viento:

- ❖ Acción estática: viento prácticamente regular o con pocos cambios en intensidad.
- ❖ Acción dinámica: Totalmente lo contrario de lo anterior. Viento racheado y dirección cambiante.

Entre las acciones dinámicas aparece el "efecto racha" creado por un viento de magnitud cambiante cuyo tratamiento no resulta tan preciso como este método debido a su variabilidad a lo largo del tiempo llegando a poder ser muy peligroso.

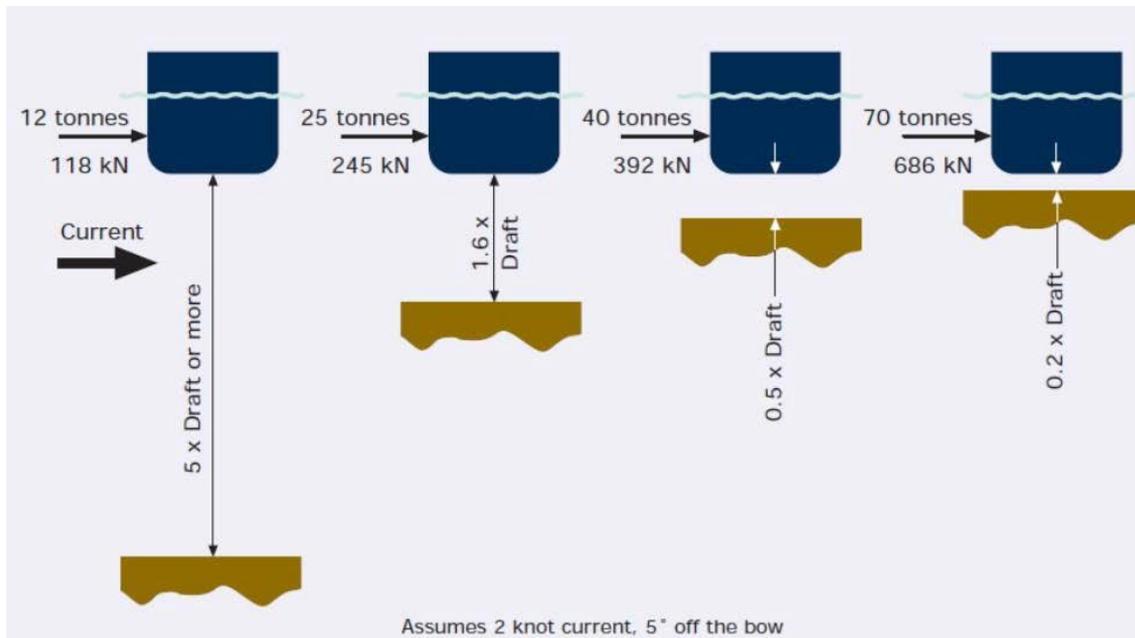
Claramente, la fuerza del viento será mayor en buques con mucha superficie vélica que en buques que no contengan esta característica, debido a la gran superficie expuesta. Notándose notablemente en las fuerzas longitudinales.

Por otro lado, el efecto producido por el viento en determinadas ocasiones se convierte en una situación favorable, ya que si el viento resulta "atrancante" (soplando en dirección al atraque) ya no solo será favorable para la maniobra sino para la propia seguridad del buque durante su estancia en puerto. [8] [9]

3.1.2. CORRIENTE

Por lo general, las variaciones de los efectos que son generados por corriente suelen seguir la misma dinámica que los efectos debidos por el viento, con el inconveniente de que éstas presentan mayor dificultad relacionada con la importancia de la profundidad existente entre el fondo marino y la quilla. La ilustración siguiente nos muestra dicho efecto:

Ilustración 15: Importancia de la profundidad



Fuente: Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition

En ella se puede ver el aumento de la fuerza debido a la reducción de la distancia entre la quilla y el fondo. Es por ello que la mayoría de los muelles se orientan de tal manera que queden lo más paralelos posible a la corriente, para disminuir esas fuerzas. Sin embargo, son fuerza que se deben tener en cuenta incluso con mínimos ángulos de incidencia respecto al eje longitudinal del buque debido a que puede crear una fuerza transversal.

Nuevamente, si consultamos el estudio que exponen en el Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition 2008 :

La fuerza por una corriente que incide de proa (o popa) de un nudo, en la cabeza de un buque tanque cargado, con un calado bajo quilla de 2 metros, es de 5 toneladas (45 KN), mientras que la fuerza generada por una corriente de un nudo que entre de través, con la misma profundidad, es del orden de 230 toneladas (2.256 KN). Sin embargo, si aplicamos los mismos datos cambiando la velocidad de la corriente a 2 nudos, la fuerza creada sería sobre 14 toneladas (137 KN) cuando viniese la corriente de proa y 990 toneladas (9.712 KN) cuando viniese de través. [8]

Por ello, uno de los aspectos más importantes será la distancia existente desde la quilla hasta el fondo marino. Si éste es pequeño, debido al calado del buque o por la poca profundidad de puerto, la influencia de la corriente afectará notablemente con respecto al valor que tendrá en aguas profundas (en torno a seis veces mayor en puerto).

Está claro que la influencia de la corriente será mayor en fondeos que dentro de muelle ya que dentro de éste el buque permanecerá siempre refugiado.

3.1.3. OLEAJE

El oleaje es otra de las fuerzas externas que afectan directamente al buque donde tenemos que distinguir entre dos tipos de ondas:

- ❖ Ondas de corto período: conocidas como olas (frecuencias por debajo de los 20 segundos).
- ❖ Ondas de largo periodo: con períodos que abarcan de los 20 – 30 segundos a 5 minutos, y poca altura (máximo medio metro).

Las ondas de corto período son las que menos problemas generan en el momento de estar atracados debido a que son reducidas por las propias superestructuras del mismo puerto.

En un puerto de construcción normal se consiguen que estas perturbaciones actúen con una fuerza resultante del 10% de su valor real por lo que se ven altamente alteradas por la construcción del mismo. [8] [9]

Ilustración 16: Oleaje



Fuente: <https://www.menorca.info/menorca/local/2019/03/28/653191/govern-preve-son-blanc-planta-para-generar-energia-olas.html>

Por otro lado, sus períodos son muy pequeños para generar grandes movimientos en cuanto a vaivén, deriva y guiñada se refiere, siendo la arfada el movimiento más destacado.

Las ondas largas, sin embargo, presentan mayor complejidad a la hora de reducir. Principalmente porque debido a sus frecuencias son más complicadas de amortiguar dando lugar a fenómenos de resonancia. Propiciando así los movimientos de deriva, vaivén y guiñada.

En este momento, el buque amarrado es afectado por las olas produciendo movimientos considerables.

Por lo que la importancia de disminución de esta tipología de factores no está tanto en la disminución de la altura de la onda sino, en centrarse más en la rigidez de las amarras y defensas. [13]

3.1.4. RESACA

Al igual que las ondas de corto periodo, las ondas largas también se propagan en mar abierto. A diferencia de las ondas largas, la onda de corto periodo al tener su amplitud con un valor pequeño hará de ello una difícil tarea para su localización.

Sin embargo, con las ondas largas, al entrar en un recinto confinado (como lo es un puerto) pueden originar otras ondas también de gran frecuencia y de tipo constante.

Estas derivaciones de ondas creadas son nombradas de diferentes formas: Donde la palabra "resaca", es la más utilizada por el ámbito marítimo para describir este fenómeno que afecta claramente a los buques atracados en puerto.

La creación de estas ondas largas se debe a la variación de presión en alta mar, capaz de formar ondas consideradas largas por tener unos periodos entre 2 y 5 minutos; que al entrar en un recinto confinado crean a su vez unas ondas de tipo estacionario produciendo una incomodidad en el atraque sobrecargando las estachas.

Además, como si de una playa se tratase, esta onda aumenta su intensidad a medida que disminuye el calado, como es común en los puertos debido a la poca profundidad.

En definitiva, el hecho de que existan pequeñas agrupaciones de olas genera la existencia de la probabilidad de que éstas, "liberen" ondas de periodo largo, lo que conlleva un mayor peligro para el buque atracado. [8] [9]

3.1.5. MAREAS

Las mareas no son fuerzas que actúan directamente sobre el buque dado que solo generan elevaciones y descensos de éste. Pero estos movimientos sí provocan sobretensión en las estachas si no se ajustan cada cierto tiempo, sobre todo si se trata de una marea con mucha amplitud y poco tiempo entre pleamar y bajamar.

Por este motivo es importante su ajuste, más aún cuando ya no solo afecta la marea sino también fuerzas externas. En este sentido, es aconsejable el uso de maquinillas de amarre de tensión constante y revisión periódica por el marinero y oficial de guardia. [8] [9]

3.1.6. PASO DE BUQUES

Este factor también es influente ya que el paso de buque cercano al punto de amarre puede provocar una agitación del mismo debido a las olas generadas por el barco en movimiento. El efecto de este efecto se ve aumentado cuando se produce a velocidades altas. Si el buque que navega pasa muy cerca del buque atracado, puede propiciar el efecto de “succión”. La fuerza y el momento de atracción verán un crecimiento acelerado en función de la velocidad de los buques.

Sin embargo, este efecto tendrá una importancia igual o menor que la que produce el oleaje. [8] [9]

3.1.7. CARGA Y DESCARGA

Aunque parezca uno de los apartados menos influyentes para el sistema de amarre, puede ser el más importante para ciertos tipos de buque. Esto se debe a que el buque siempre tendrá una variación de altura con respecto al muelle y por lo tanto variación de carga de trabajo de las estachas.

De tal manera, que cuando un buque llega a puerto y comienza su descarga, éste comenzará a disminuir su calado aumentando la altura con respecto al muelle, lo que hará que las estachas cojan mayor tensión llegando al punto de su reajuste.

De la misma manera pasa en el momento de la carga. A medida que le añadimos peso al buque éste aumentará su calado y por lo tanto llegará a un punto donde las estachas quedarán en banda perdiendo eficacia.

A todo esto, debemos de sumarle los errores de una mala carga haciendo que el buque se puede escorar hacia la banda a la mar haciendo que las estachas se puedan sobrecargar.

4. Elementos protectores del casco a la hora de permanecer atracado

Es evidente que cuando un buque llega a puerto de una manera u otra tiene que apoyar sobre elementos sólidos. Es en este momento cuando aparece un sistema de defensas, cuya finalidad evitar la unión buque-muelle directa minimizando los daños que se puedan generar durante la estancia en puerto. [10]

Para absorber la energía generada por el impacto en una maniobra de atraque se utilizan diversos tipos de defensas. Entre ellos podemos encontrar:

- ❖ Defensas de madera.
- ❖ Defensas de goma.
- ❖ Defensas hidráulicas e hidroneumáticas.

Ilustración 17: Defensas de un muelle



Fuente: <https://prosertek.com/es/blog/la-seguridad-puerto-maritimo/>

4.1. DEFENSA DE MADERA

Este tipo de defensas es el más antiguo y el más simple que existe debido a que su construcción simplemente consiste en la agrupación de tablas de madera mostrando una cierta resistencia al impacto. De tal manera que la energía de absorción se reparte entre la cantidad de madera colocada como defensa en el atraque. Sin embargo, si se ha producido una mala fabricación de este tipo de defensa o se producen periodos de alta energía, puede provocar que la madera se astille y comience a perder sus características.

De este sistema debemos de saber que es muy habitual su uso en combinación con otros para generar la mayor área de contacto posible. Además, para evitar daños en los cascos de los buques durante la estancia de los mismos se coloca goma en el extremo de la madera. [10]

4.2. DEFENSA DE GOMA

Se trata de un conjunto de cilindros de goma con forma cilíndrica o rectangular que podrán ser comprimidos para la amortiguación del buque. Este sistema trata de absorber la energía del impacto mediante la característica de la goma “fuerza-deformación” por lo que cuanto más tamaño tenga el amortiguador mayor será la energía que podrá absorber. En su fabricación es necesario tener en cuenta un elemento fijo el cual se hará cargo de emitir la fuerza creada entre ambos. La defensa de goma más conocida en el ámbito marítimo es la “Yokohama”.

Ilustración 18: Defensa Yokohama



Fuente: Elaboración propia

4.3. DEFENSAS HIDRÁULICAS E HIDRONEUMÁTICAS

Un sistema más novedoso, pero a su vez más complejo. consistente en un cilindro lleno de aceite hidráulico, colocado de tal manera que cuando el buque hace contacto directo contra el sistema hidráulico, es accionando el émbolo de éste moviendo el aceite a un depósito situado en una mayor altura. Una vez se disminuya el choque, la alta presión que mantiene el cilindro da lugar a una fuerza que devuelve el émbolo a su posición de origen moviendo el fluido otra vez hacia el interior del dispositivo por gravedad. Sin embargo, al ser un sistema difícil de mantener, su utilización se destina a lugares donde las condiciones meteorológicas sean considerables. [10]

Ilustración 19: Defensa Hidráulica



Fuente: <http://www.nauticexpo.es/prod/shibatafenderteam/product-32739-433233.html>

5. Elementos de amarre del buque

Dentro de este capítulo podríamos hablar de numerosos elementos que conforman el sistema de amarre dentro de los buques y a nivel de muelle, pero nombraremos los más importantes:

5.1. BITAS

El elemento de amarre de un buque por excelencia. Se trata de un elemento fijo a la cubierta del buque donde se ligan los cabos con la finalidad de su amarre. Éstas consisten en una base soldada al buque donde se coloca un cilindro verticalmente con el extremo achatado y un diámetro mayor que el propio cilindro, para evitar que se desencapillen las amarras.

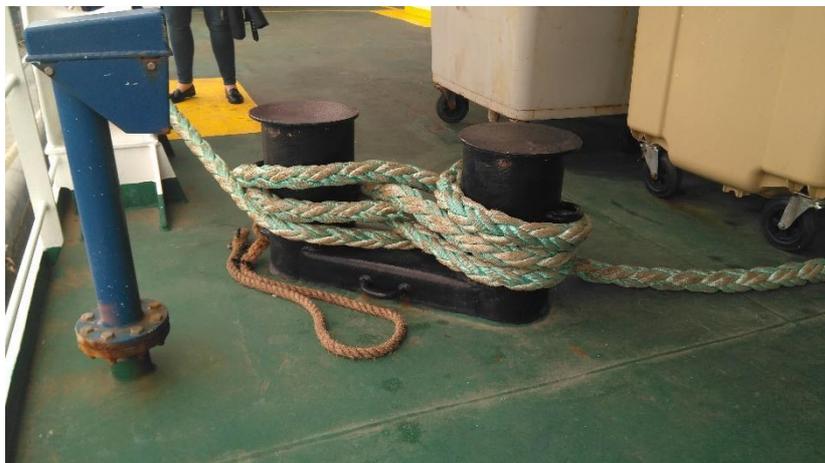
Claramente, la cantidad y ubicación de las bitas dependerá del tonelaje y del tipo del buque, tendrás más bitas dispuestas en cubierta o menos, aunque también intervendrá la opinión del astillero y el número de maniobras que vaya a realizar el buque. Normalmente suelen tener 4 sobre cubierta de castillo, y otras 4 en la ctoldilla.

En cuanto a su construcción, actualmente las bitas suelen hacerse de acero prefabricado y están normalizadas, construyéndose a base de chapa a diferencia de antes que se hacían de hierro fundido.

Aparte de las bitas de amarre, tanto en la zona de maniobra de proa y popa son colocadas ciertas bitas de “remolque”. Este tipo de bitas no son más que las mismas que las bitas de amarre, pero de mayores dimensiones debido al esfuerzo que tienen que soportar.

Las bases de las bitas se sueldan directamente a cubierta, teniendo en cuenta la excepción de cierto tipos de buques ya que, si bajo la cubierta hay un tanque de almacenaje de productos, se colocará una pieza entre bita y cubierta previamente a la soldadura de la bita. [10]

Ilustración 20: Bita



Fuente: Elaboración propia

5.2. GUÍAS Y GUÍACABOS (GATERAS DE AMARRE)

Como su propio nombre indica los guíacabos se utilizan para evitar que las estachas operadas desde carreteles o cabirones rocen con las amuras, cubiertas o cualquier estructura del buque.

Los guíacabos más conocidos son las gateras, las cuales son fabricadas de cierta manera minimizando los daños causados a la propia amarra. Las gateras suelen tener diferentes formas, pero existen algunas excepciones y éstas tienen que adaptarse a otros reglamentos; como las gateras Panamá, ubicada en la proa.

Ilustración 21:Gatera



Fuente: Elaboración propia

Otro tipo de guíacabos son los monaguillos, un elemento vertical donde en su parte superior posee un rodillo que gira libremente. Su finalidad es la de re direccionar la estacha del chigre a la gatera. [10]

Ilustración 22: Monaguillo y Maquinilla de amarre



Fuente: Elaboración propia

5.3. Maquinilla de amarre

Considerada la máquina de amarre compuesta por carretel y cabirón la cual se caracteriza por lo siguiente:

- ❖ Reductora hermética formada por un sistema de engranajes trabajando siempre baño aceite.
- ❖ Accionamiento por motor hidráulico con dos velocidades de funcionamiento (lento y rápido).
- ❖ Dos zonas de trabajo de cabos consideradas zona de estiba y zona de tiro.
- ❖ Cabirón de acero fundido el cual se puede hacer girar de manera independiente al carretel.

En algún tipo de buque se suele utilizar chigres de tensión constante cuyo funcionamiento es el de mantener una tensión previamente definida en las estachas. Sin embargo, esta funcionabilidad debe de ser valorada en función de la situación dado

que un cambio de intensidad de viento o su dirección puede afectar al comportamiento de estos chigres. [10]

Según su fabricación, existen dos tipos de maquinillas, las de tambor dividido y no dividido.

5.4. CABRESTANTE

El cabrestante es una máquina muy similar a la maquinilla de amarre, pero esta es de menor tamaño dado que solo da lugar a virar y arriar una amarra en cualquier dirección. En este caso, el cabirón tiene unos cortes cuya finalidad no es otra que la de aumentar la fricción del cabo y, por lo tanto, mejorar su agarre.

Los cabrestantes en la actualidad poseen un accionamiento eléctrico pudiendo operar con ellos en dos velocidades.

Este elemento, nos permite operar con él en velocidad lenta o rápida en función de nuestra necesidad. Claramente están fabricados de tal manera (acero fundido) que muestre cierta resistencia a fenómenos externos, ubicados en las cubiertas de trabajo, cuyo motor será instalado dentro del mismo cabirón. [10]

El cabrestante se forma de los siguientes componentes:

- ❖ Un cabirón
- ❖ Un rodamiento
- ❖ Una caja de reducción
- ❖ Un motor eléctrico de dos velocidades
- ❖ Un freno electromagnético
- ❖ Un armario de maniobra eléctrica
- ❖ Una consola de mando eléctrico
- ❖ Dos resistencias eléctricas de calefacción

Ilustración 23: Cabrestante



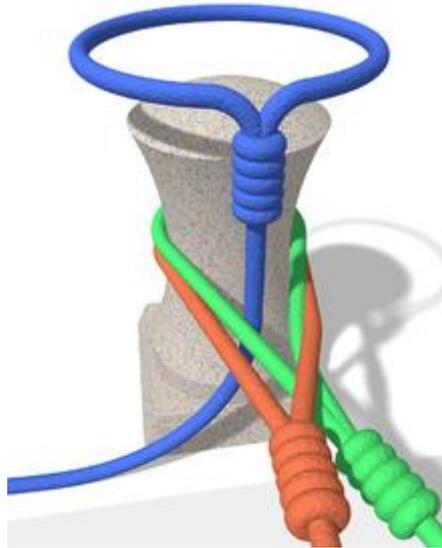
Fuente: <http://www.nauticexpo.es/prod/italmecancom/product-58051-476942.html>

5.5. NORAYS

Los norays son elementos de amarre ubicados en tierra contruidos de acero fundido cuya finalidad es “encapillar” (introducir la gaza en el noray) las estachas para hacer firme el buque. La diferencia entre un noray y un bolardo no es otra que en el bolardo tiene su extremo superior más achatado para evitar que el cabo de desencapille solo. [10]

Una de las mejores prácticas marineras a seguir en este ámbito es la de encapillar de manera correcta un cabo en un noray ya utilizado. A continuación, se muestra una imagen donde se muestra cómo hacerlo de una manera gráfica:

Ilustración 24: Encapillado de cabos en Norays



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Noray>

6. EFECTOS DE LAS ESTACHAS

Como ya hemos visto en capítulos anteriores, las estachas tendrán que reducir el desplazamiento del buque desde que se da el primer cabo a tierra hasta la salida nuevamente de puerto, pasando por cambios de dirección de viento e intensidad, así como diferentes agentes externos como cambios de mareas, paso de buque, ...

Sin embargo, las fuerzas externas que afectan a un buque no solo se verán influidas por el calado o superestructura del mismo, sino también por la configuración de la proa ya que, ésta alterará el flujo del viento.

Es por ello que las amarras tienen una doble función:

- ❖ La función de unir dos buques haciendo que uno de ellos sea el remolcador y el otro el remolcado.
- ❖ La función de asistir al buque en su etapa final de maniobra y hacerlo firme a tierra.

Además, la fuerza a la que se ve sometida un cabo no se verá influenciada únicamente por su carga de rotura sino, por la orientación de ésta en relación a los

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

norays y gateras del buque. De tal manera, la eficiencia de la amarra dependerá de los ángulos verticales y horizontales. Con respecto a los ángulos horizontales, se tratará de buscar la mayor horizontalidad posible para aumentar así la eficiencia de la amarra limitando los movimientos del buque. Para ello, trataremos de crear un ángulo comprendido entre 0° y 30° con respecto al muelle. El ángulo vertical se suele reducir utilizando norays más lejanos para aumentar la longitud de la amarra.

Ilustración 25: Amarre Volcán de Tamadaba



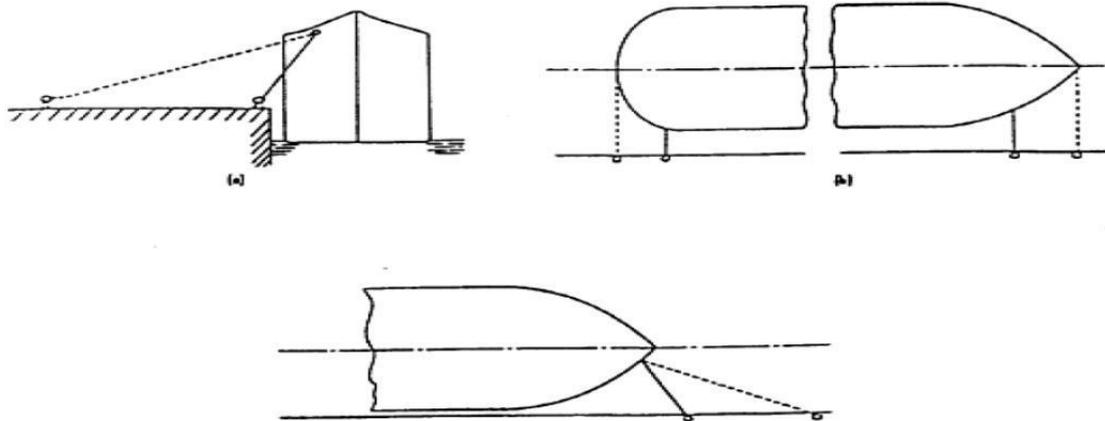
Fuente: Elaboración propia

Otra peculiaridad de las estachas es que a medida que aumentamos la longitud del cabo, éste será el doble de resistente a una rotura y por lo tanto más eficaz. Por lo que, siguiendo estas dos características, si alejamos el noray de donde hacemos firme en tierra, ya no solo lograremos una mayor longitud, sino que favoreceremos a que el cabo tenga un ángulo inferior a 25° . De tal manera que con una longitud de 30 m se requerirán 8 estachas, mientras que con una longitud de 60 m solo precisarán 2 estachas.

Cabe decir que los cabos serán más eficaces si permanecen en constante tensión y si no se dejan en banda perdiendo toda su funcionalidad. Bien porque baja la marea y no se ajustan o simplemente porque se carga el buque y aumenta su calado, dejando los cabos con poca tensión tal y como se muestra a continuación.

La configuración de los springs debe de mantener una orientación lo más paralela al muelle para que cree un ángulo con un pequeño valor, aportando el máximo de eficacia.

Ilustración 26: Cómo aumentar la longitud de cabos



Fuente: CEDEX, 1990

Tal y como ya hemos comentado, los cabos de gran longitud presentan una mayor facilidad y capacidad para el estiramiento. Esto hace que el cabo sea capaz de amortiguar mejor la fuerza que debe de soportar y por lo tanto un mayor efecto sobre el movimiento del buque.

Sin embargo, los cabos cortos tienen menos elongación, por lo que acumulan mayor tensión en menor tiempo teniendo la posibilidad de romper bajo los movimientos del buque. Por esta razón, debemos de procurar que todas las amarras del buque sean de la misma longitud manteniendo una distancia mínima considerable para la eficacia de la misma.

Cuando hablamos de la longitud de un cabo, hablaremos del tramo comprendido entre el noray y la bita o la maquinilla (teniendo en cuenta la longitud de la amarra que exista fuera y dentro del buque). Esto se debe a que las dos etapas del cabo (la interior y la exterior) intervendrán en el estiramiento y por lo tanto en el amortiguamiento de energía. [5]

6.1. OTROS EFECTOS QUE AFECTAN DIRECTAMENTE A LAS ESTACHAS

La fuerza del viento quizás es el más influyente, sobre todo en barcos con una gran superficie bélica y de la componente con la que índice sobre el buque en ese momento. La aplicación de la fuerza del viento determina un par de giro, donde el sentido dependerá del punto incidente de dicho viento. De esta manera, podemos dividir la fuerza del viento en: Fuerza longitudinal y fuerza transversal.

Por otra parte, como ya hablamos en el capítulo anterior, los efectos de la corriente son similares a los que se generan por el viento, dando una mayor complejidad a su previsión ya que no es tan constante como el viento.

El efecto de las olas deja de ser un punto de gran importancia ya que, al estar atracados en puerto, el buque se mantiene en constante refugio. Cosa totalmente diferente cuando hablamos de operaciones en alta mar, donde se considerarán la elasticidad de las amarras y el sistema de defensas utilizada.

A pesar de ello, un amarre seguro no viene solo condicionado por el buque, sus amarras o equipamientos, sino que también intervienen las instalaciones portuarias donde, si presentan en algún momento alguna deficiencia, afectaría directamente a la seguridad del buque en su atraque. Entre ellas encontramos:

- ❖ Número adecuado de norays.
- ❖ Sistemas fijos de amarres separados entre 15 y 20 metros.
- ❖ Los duques de alba separados no más del 40% y no menos del 25% de la dimensión de la eslora de los buques que van a atracar en ellos.
- ❖ La facilidad de defensas acordes a la dimensión de los buques y fenómenos atmosféricos de la zona del puerto

IV. MATERIALES

MATERIAL

En 2007 se incorporan a la flota de Naviera Armas dos nuevos buques, entre ellos *Volcán de Tamadaba*. Este buque fue construido como una evolución del ya existente *Volcán de Tamasite*, con doce metros más de eslora y dotados de camarotes con capacidad para 206 pasajeros, de un total de 966 plazas y 400 coches y 1.057 metros lineales para carga rodada. Realizando actualmente la línea de Tenerife – Las Palmas – Arrecife.

Ilustración 27: Buque Volcán de Tamadaba



Fuente: <http://www.shipspotting.com/gallery/photo.php?lid=2939928>

Algunas de sus características principales son las siguientes:

En cuanto a amarre se refiere, debemos de tener en cuenta que un buque convencional normalmente se conforma de un sistema de amarre que contiene dos

áreas: proa y popa, cada una adaptada de una forma diferente, pero siempre dispuestas de los suficientes elementos de amarre como para asegurar al buque tanto por proa como por popa utilizando una buena combinación de largos, traveses y springs

Una característica que suele ser común para todo tipo de barco, en la zona de proa los cabirones están asociados a la misma maquinilla que se utiliza para las anclas. Mientras que en la zona de popa existen maquinillas de amarre únicamente. Sin embargo, en cuanto a bitas y guías suelen ser más variados ya que cada buque tiene su diseño y necesidades.

Todo esto viene recogido en los planos de cada buque al salir de astillero, en este caso el de “Disposición de amarre y remolque”. Un plano donde se recogen todos los elementos de amarre del buque.

En el caso del Volcán de Tamadaba, encontramos dos maniobras de amarre:

7. Maniobra de amarre de Proa

La maniobra de proa se conforma de los mismos elementos de amarre tanto por babor como por estribor, es decir, es simétrica. Esta se compone de dos molinetes con un carretel dividido en una zona de tiro y otra de estiba del cabo, compuesta también por un cabirón y el barbotén para el ancla. Seguidamente al molinete encontraremos una serie de “monaguillos” que reireccionarán el cabo para su posterior salida por la gatera adecuada. Finalmente encontramos algunas bitas que nos serán de ayuda para poder abozar un cabo (darle vueltas en la bita para generar fricción y liberar la tensión a la maquinilla) y unas jaulas donde podremos estibar más cabos.

A continuación, mostraremos la sección de proa en el plano de “Disposición de amarre y remolque” del Volcán de Tamadaba: [17]

- ❖ Un molinete de anclas para cadenas SCH-9020 (1).
- ❖ 3 guías de retorno de 400 mm de diámetro nominal (9).
- ❖ 2 bitas de amarre de 400 mm de diámetro nominal (5).
- ❖ 1 bita de remolque de 500 mm de diámetro nominal (4).
- ❖ 2 escobenes de costado con dimensiones de 500x320 (7).
- ❖ Guía de panamá doble con dimensiones 410x254 (6).
- ❖ Guía de rodillos con dimensiones 300x175 (14).
- ❖ Jaula de tubo para estachas (12).

**La numeración que aparece entre paréntesis hace referencia al plano.*

7.1.1. MOLINETE-CHIGRE COMBINADO

El molinete combinado ubicado en la maniobra de proa es del modelo SCH-9020/60/1-H fabricado por Talleres Carral para su posterior colocación en los Astilleros Barreras. Dicho molinete va accionado con 2 motores hidráulicos de la marca “Poclain” de 60 C.V. cada uno y unas 26 / 52 rpm (velocidad en la operación de virar el cabo/ velocidad al arriar cabo) con una presión hidráulica de trabajo de 234 bar.

De la misma manera, el barbotén y el carretel tienen diferentes velocidades de virado y arriado debido al peso con el que trabajan y de la capa con la que está operando el carretel. Esto se debe a que claramente el carretel podrá arriar o virar más metros de cabo si trabaja en la 3ª capa que en la 1ª. A continuación, se muestran los datos: [16]

Ilustración 29: Características Maquinilla de proa

	<u>BARBOTÉN</u>	<u>CARRETEL</u>
Velocidad (m/minuto).-	<u>0 -10 / 0 -20</u>	<u>0-15 / 0-30</u> (712 mm)
		<u>0-19 / 0-38</u> (980 mm)
		<u>0-23 / 0-46</u> (1248 mm)

Fuente: Manuales maquinillas del buque

7.1.2. GUIA DE RETORNO CON OREJETAS

Ilustración 30: Guia de retorno con orejeta



Fuente: Elaboración propia

7.1.3. BITAS DE AMARRE Y REMOLQUE

IV.MATERIALES

Ilustración 31: Bitas de amarre y remolque



Fuente: Elaboración propia

7.1.4. GATERAS Y JAULA PARA ESTACHA

Ilustración 32: Gatera



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33: Jaula de estachas



Fuente: Elaboración propia

7.1.5. ESTACHAS Y SIRGAS

El elemento por excelencia de las operaciones, las estachas. A bordo contamos con unas estachas de fibra sintética, multipropileno de 9 y 10 pulgadas. Pero éstas no servirían de nada si no tuviéramos unos cabos de menor peso con el que podamos enviarlas a tierra para ser encapilladas, es aquí cuando aparecen las sirgas. Una pequeña plomada con una rabiza de unos 20-30 metros de longitud cuya función es el lanzamiento de la misma al muelle para su captación por los amarradores.

Ilustración 34: Sisgas y cabos de amarre



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 35: Cabo sintético

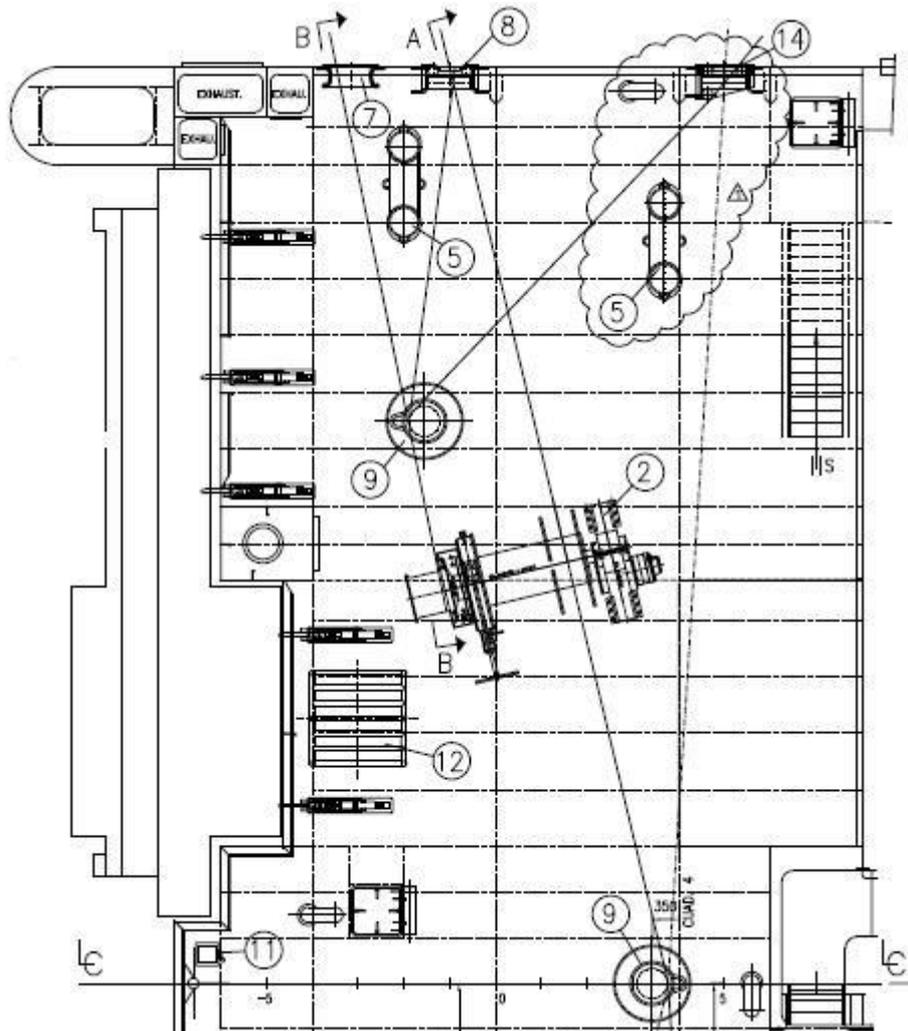


Fuente: Elaboración propia

8. Maniobra de amarre de Popa

De la misma forma que ocurría con la maniobra de proa, la maniobra de popa también cuenta con esa característica de simetría. [17]

Ilustración 36: Planos de maniobra de popa



Fuente: Plano de Disposición de amarre y remolque del buque

En ella encontraremos:

- ❖ Chigre de amarre (2).
- ❖ 2 Guías de retorno (9).
- ❖ 2 bitas de amarre (5).
- ❖ Escoben de costado (7).
- ❖ 2 Guías de rodillos (8, 14).
- ❖ Jaula de tubo para estachas (12).

**La numeración que aparece entre paréntesis hace referencia al plano.*

CHIGRE DE AMARRE

EL chigre de amarre ubicado en la maniobra de popa es del modelo CH-6015/3-H de Talleres Carral. Y, al igual que pasaba con las maquinillas de proa, ésta va accionada con 2 motores hidráulicos de la marca “Poclain” de 60 C.V. cada uno, pero en este caso, las rpm varían siendo ahora de 37 / 74 rpm con una presión hidráulica de trabajo de 234 bar.

Así como, la velocidad de izada del carretel en función de la capa del cabo viene indicada en la siguiente ilustración: [15]

Ilustración 37: Características maquinilla de amarre de popa

Velocidad de Izada del Carretel (m/minuto).-	<u>0-15 / 0-30</u> (712 mm)
	<u>0-21 / 0-42</u> (980 mm)
	<u>0-26 / 0-52</u> (1248 mm)

Fuente: Manuales maquinillas del buque

8.1.1. RESTO DE ELEMENTOS DE AMARRE

Y de la misma manera que ocurría con la maniobra de proa, la de popa se compone de diferentes elementos de amarre ya comentados.

Seguridad en la maniobra de amarre

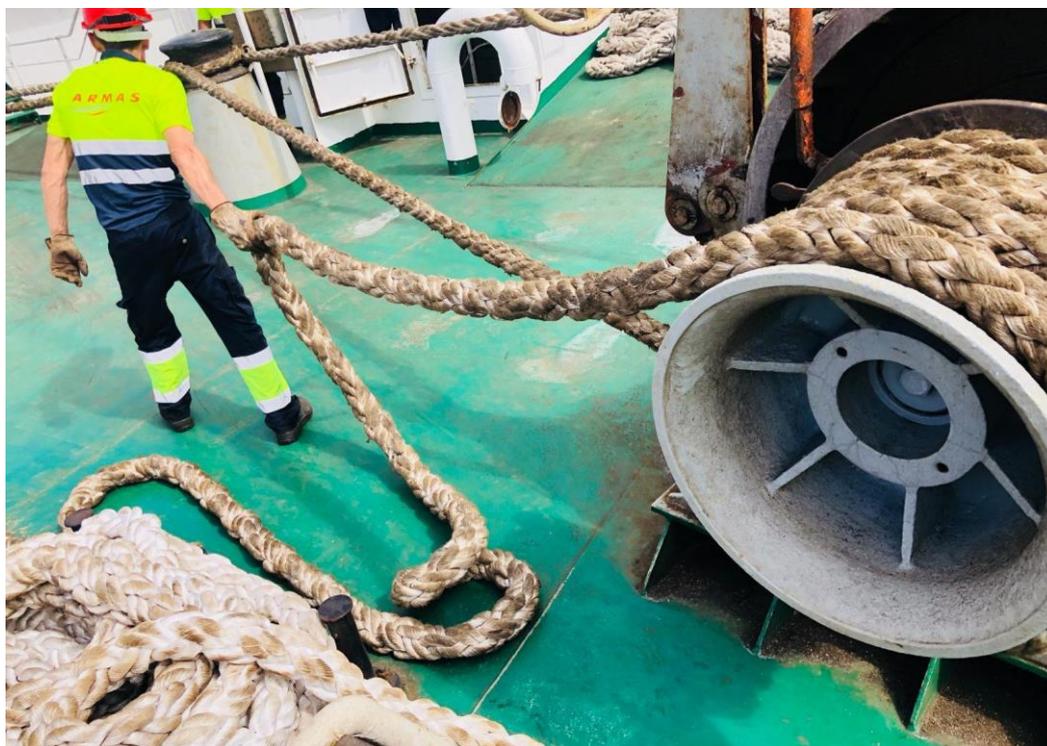
Está claro que en todo momento debemos realizar un amarre adecuado para dejar firme el buque garantizando la seguridad de éste en todo momento, pero más importante que la seguridad del buque se encuentra nuestra propia seguridad. Es por ello, que en toda naviera encontraremos una serie de directrices a tener en cuenta, así como, una indumentaria específica que deberán de llevar los operarios mientras se encuentren en las zonas de amarre llamados EPIS's (Equipo de Protección Individual). [19]

En el caso de Naviera Armas y su departamento de Evaluación de riesgos y Prevención de Riesgos Laborales (PRL), se establece una lista (según archivo de medidas preventivas de la empresa) donde se recogen numerosos equipos a utilizar dependiendo de las necesidades de cada labor:

- ❖ Casco homologado de seguridad para riesgos electromecánicos cuando exista riesgo de golpes o cortes en la cabeza.
- ❖ Guantes para riesgos mecánicos y térmicos en las actividades en las que exista este tipo de riesgos.
- ❖ Gafas de seguridad cuando exista riesgo de proyecciones de partículas sobre los ojos.
- ❖ Pantallas faciales cuando exista riesgo de proyecciones de partículas sobre la cara.
- ❖ Botas de seguridad en general en todas las actividades.
- ❖ Botas impermeables contra agua y humedad si son necesarias.
- ❖ Arnés y dispositivo anticaídas, cuando exista riesgo de caída en altura.
- ❖ Mascarillas cuando exista riesgo de entrada de partículas tóxicas en el aparato respiratorio.
- ❖ Protectores auditivos cuando exista riesgo de ruido por encima de los límites para los que se necesita protección.
- ❖ Ropa de trabajo en general en todas las actividades.
- ❖ Chalecos reflectantes cuando exista riesgo de no ser visto por otros trabajadores, vehículos.

Ya no solo es importante la utilización del mismo, sino que, además, se lleva un registro documental abordo de la entrega de EPI's, anotando las revisiones periódicas de los mismos.

Ilustración 38: Operativa con cabos



Fuente: Elaboración propia

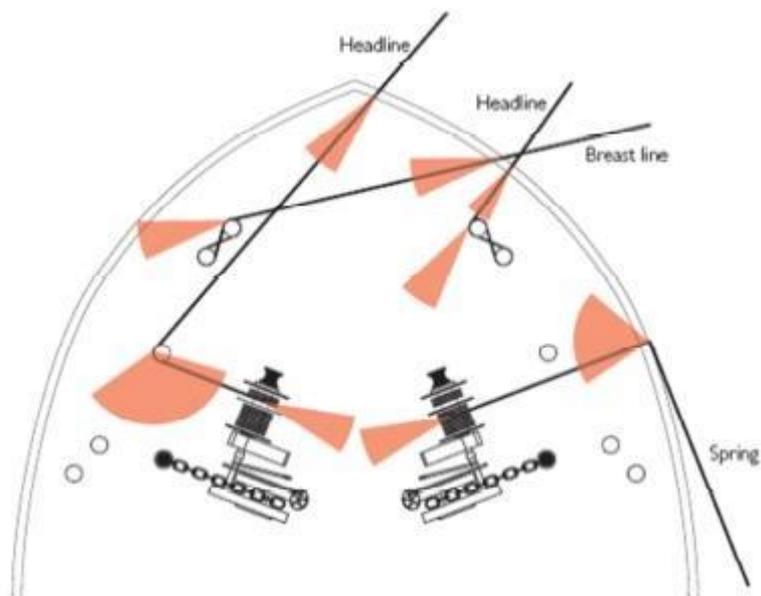
Para garantizar la seguridad en las labores de amarre del buque, dicho departamento también ha dictado una serie de directrices que se deben de cumplir apuntándolas también en las medidas preventivas de la empresa.

- ❖ Se deberán mantener los cabos correctamente acopiados, alejados de las zonas de tránsito habitual. Establecer zonas de recogida de cabos. Esta pauta se suele llevar a cabo instalando en las maniobras unas “jaulas” para las estachas haciendo que la cubierta quede libre de cabos y así evitar que los marineros puedan enrollarse.
- ❖ En la maniobra de atraque se seguirá las instrucciones dadas por el capitán y según el procedimiento de comunicación establecido. Una persona competente debería dirigir las operaciones de amarre y antes de ordenar que se larguen o se recojan los cabos de amarre, deberá cerciorarse de que ninguna persona se

encuentra en lugares peligrosos. Es por ello que se deben de seguir las directrices marcadas por el mando superior. Una de las directrices más importantes debido a que los superiores se reúnen con anterioridad a la maniobra para hablar de cómo se llevará a cabo tratando temas como cuántos cabos se darán, de qué forma, que movimiento tendrá el buque en todo momento, etc.

- ❖ Todos los marinos que participen en operaciones de amarre y desamarre deberían estar informados sobre los riesgos que entraña.
- ❖ Establecer y señalar la zona de exclusión de cabos o cables de amarre en proa y popa del buque, para evitar el golpe en caso de rotura de éste. también se aplica para los cables metálicos. Establecer zonas de exclusión en la zona de cabos de amarre en proa y popa del buque o cables para evitar el golpe de una eventual rotura de un cabo.

Ilustración 39: Zonas potencialmente peligrosas en caso de rotura de cabos (proa)

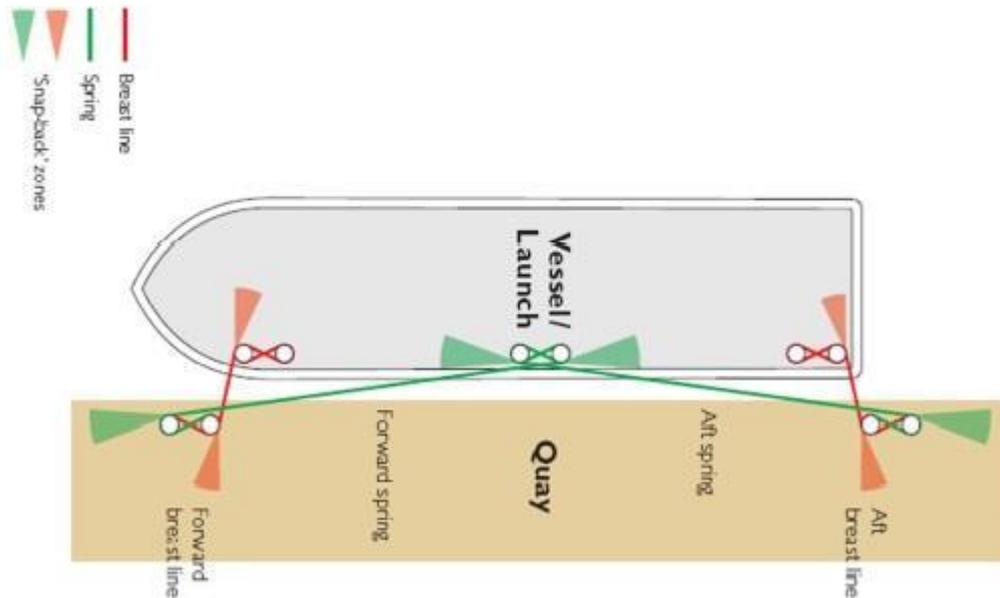


Fuente: Manual PRL del buque

En este apartado aparece el término de “Snapback Zones”, donde traducido al español, serían las zonas potencialmente peligrosas en caso de rotura del cabo. Pero

hemos de tener en cuenta que estas zonas existen tanto a bordo como en la zona operativa tal y como podemos observar en la siguiente imagen: [19]

Ilustración 40: Zonas potencialmente peligrosas en caso de rotura del cabo



Fuente: Manual PRL del buque

- ❖ Para manejar los cabos hacer uso de guantes contra agresiones mecánicas, casco de seguridad y gafas de seguridad. A pesar de que las gafas solo se dictan obligatorias en la maniobra de proa para operaciones con el ancla.
- ❖ Revisar los cabos periódicamente. En la parte externa se ha de vigilar los desgastes, cortes, roturas y en su parte interna para descubrir los deterioros de las fibras.
- ❖ Se debería poner gran cuidado en el mantenimiento de los molinetes o maquinillas, anclas, cadenas, cabos y cables de amarre, y someterlos a inspección periódicamente.
- ❖ Asegurarse que mientras se adujan los cabos en los carretes no se producen cocas o nudos donde puedan quedar atrapadas las manos del trabajador.

Ilustración 41: Cocas de un cabo



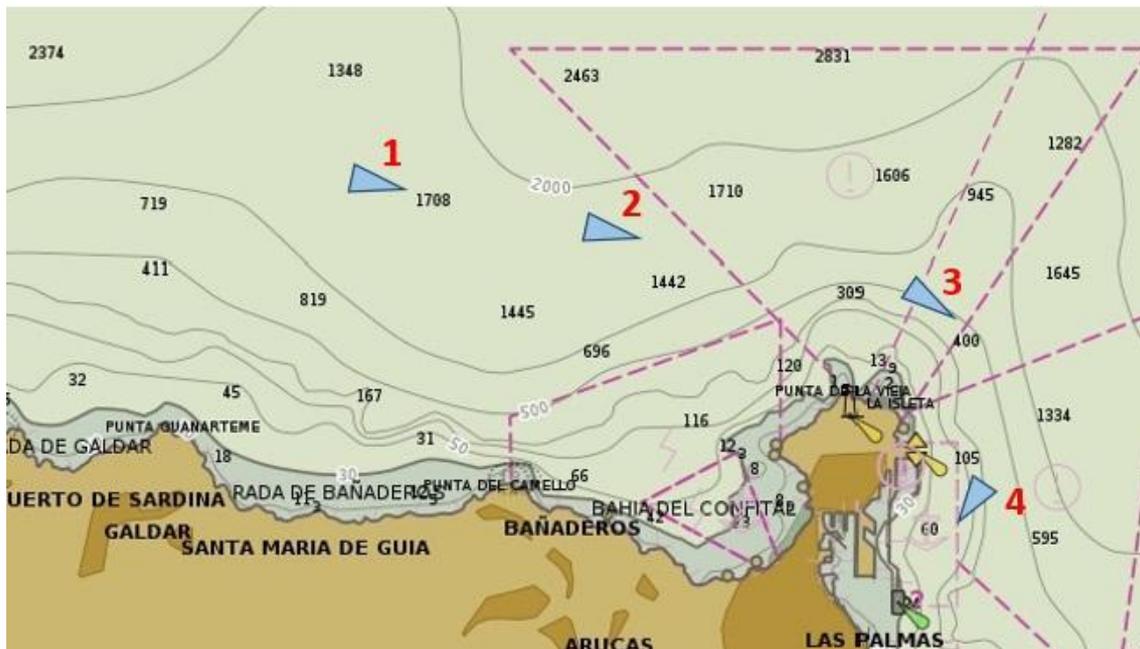
Fuente: Manual PRL del buque

V. RESULTADOS

Maniobra de amarre del Buque Volcán de Tamadaba

En este capítulo analizaremos como se realiza una maniobra de amarre a bordo del buque-ferry Volcán de Tamadaba atracando en el puerto de La Luz y Las Palmas de la provincia de Las Palmas de Gran Canaria, específicamente en el muelle Nelson Mandela en la Rampa número 3. En él haremos un seguimiento de los procedimientos que se realizan a falta de 30 minutos para la llegada del buque a puerto hasta su atraque final. En la siguiente imagen podemos observar la arribada del buque suponiendo que el puerto de origen es Tenerife y que, por lo tanto, la maniobra de llegada empieza con un Rumbo del 111º aproximadamente.

Ilustración 42: Maniobra de entrada en el muelle Nelson Mandela



Fuente: Elaboración propia

PASO 1:

En un primer momento el buque se encuentra a media hora para la llegada al muelle Nelson Mandela, momento en el que el oficial de guardia avisa al capitán y

primer oficial para que acudan al puente, Jefe de máquinas y oficial de máquinas de guardia para que acuda a la sala de máquinas y la aliste para la posterior maniobra, al sobrecargo para los preparativos para el desembarque del pasaje y al contraмаestre y marineros para que acudan a las maniobras de proa y popa para la preparación de la misma.

Una vez suba el capitán al puente de gobierno, éste es informado por el oficial de guardia sobre el atraque asignado y tráfico marítimo a tener en cuenta para la recalada.

PASO 2:

A los 20 minutos para la llegada, se notifica a la estación de amarradores de la llegada del buque y a qué atraque se dirige para su asistencia en puerto quienes harán posible el encapillado de los cabos en puerto.

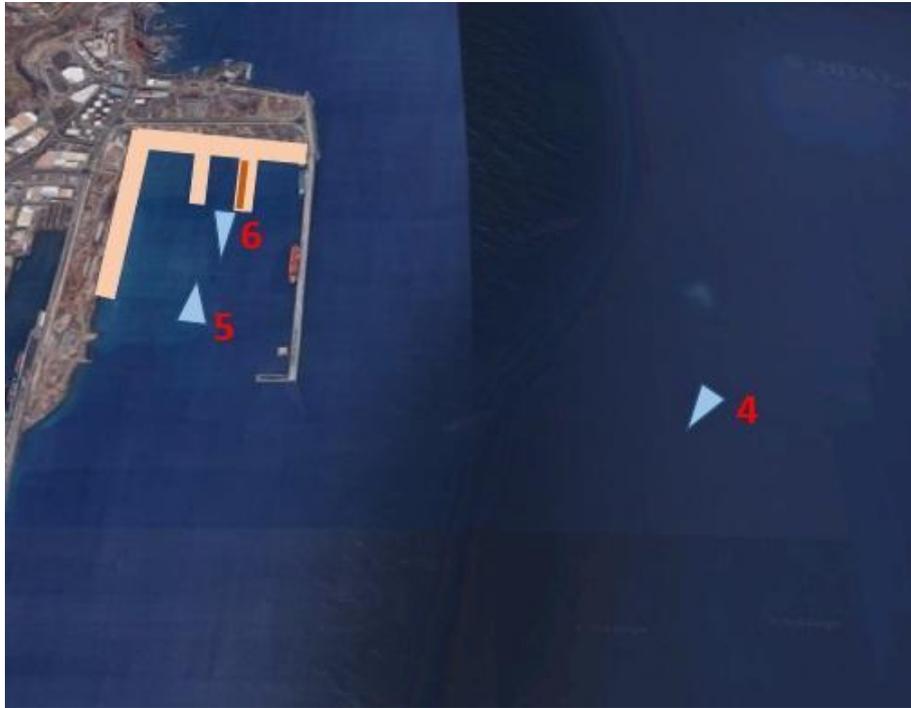
PASO 3:

Cuando el buque se encuentre a 3 millas de la luz verde del puerto, se realiza una última llamada al Centro de Control para solicitar la autorización de entrada final al puerto.

PASO 4:

A 1 milla del puerto, el capitán da "Atención a la máquina" donde ésta realiza sus últimos ajustes para el esfuerzo que tendrá la máquina en la maniobrabilidad del buque. Y el oficial de guardia comienza a bajar a la maniobra de popa.

Ilustración 43: Proceso de entrada al puerto



Fuente: Elaboración propia

PASO 5:

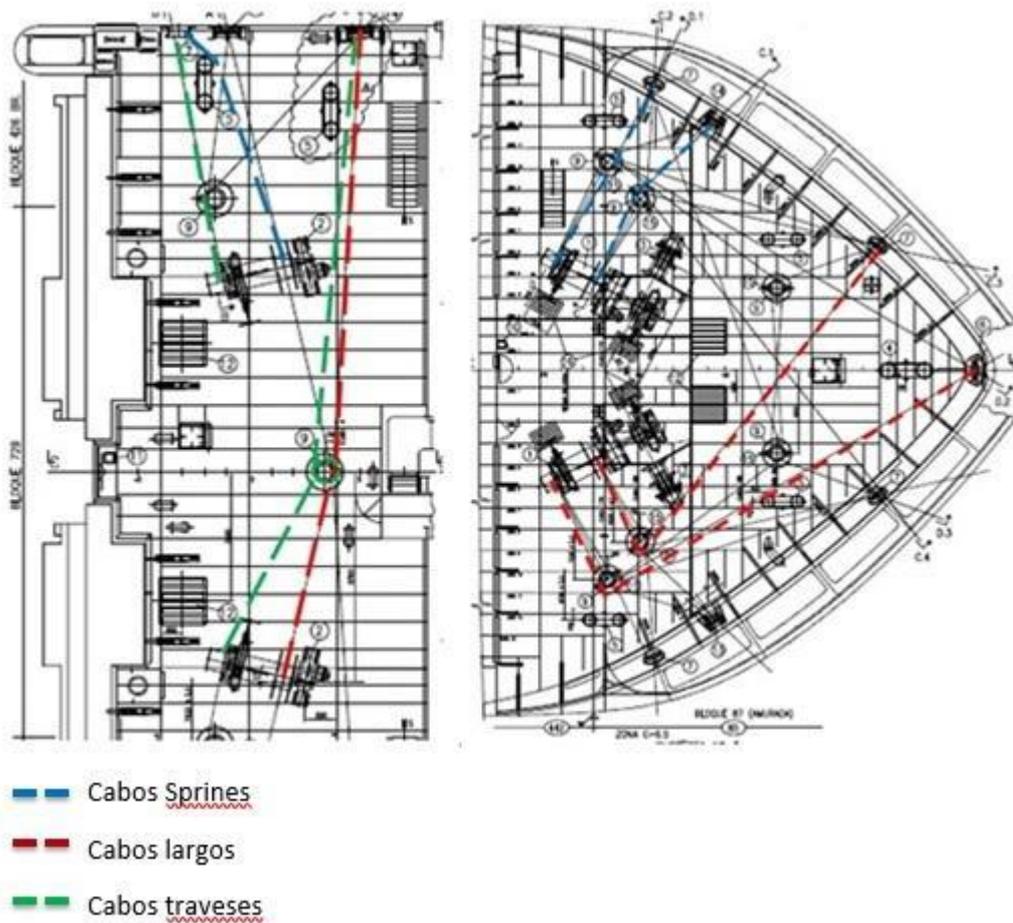
En este momento, el capitán comienza a hacer el “reviro” del buque dentro de puerto mientras que los marineros preparan la cabullería en las maniobras para el amarre del mismo. En esta ocasión se utilizarán 5 cabos en popa (2 springs, 1 largo y 2 traveses) y 4 en proa (2 sprines y 2 largos).

Para la preparación de dicha maniobra los marineros comienzan a tender cabo en cubierta en función de la longitud que tenga el mismo, es decir, para un largo tenderán más cabo que para un spring y viceversa.

Una peculiaridad que tiene este buque es que, si el noray al que va el spring en popa está muy alejado, se debe de pasar previamente por la gatera más a popa y pasarlo por una anilla soldada en el casco para que no interrumpa a la apertura de la escala de pasaje, por lo que los largos se enviarán por la gatera más a proa. Además, para darle mayor longitud a los traveses y por lo tanto más efectividad, también se cruzan como veremos más adelante. De tal manera la distribución de cabos quedaría de la siguiente manera:

Una vez estén los cabos tendidos en cubierta y conocida la función que tendrá cada uno, se colocan las sisgas para poder enviarlos a tierra y que los amarradores puedan tirar de ellos.

Ilustración 44: Maniobra de Proa y Popa



Fuente: Elaboración propia

PASO 6:

Cuando el buque comienza a alinearse con su línea de atraque, el oficial en popa notifica al puente en todo momento la distancia restante para su posición ideal, llamada

V. RESULTADOS

“marca”. De tal manera que, en un primer momento, se indican los 100 metros y de 20 metros en 20 se seguirán cantando hasta llegar a la marca.

Cuando el buque se encuentre a unos 40 metros para la marca y esté relativamente cerca paralelamente del muelle, se lanzará la primera sisga dando así el primer cabo a tierra que, en caso de la popa será el spring, mientras que en la proa se tratará del largo. Estos cabos serán los primeros debido a que son los que podrían parar la arranca atrás que lleva el barco en caso de necesidad.

En este preciso momento, la actuación del oficial es crucial ya que será el encargado de darle ordenes de Virado-Arriado al marinero al mando de las maquinillas. Para ello se suelen utilizar las señas que abajo se indican:

Ilustración 45: Ordenes de maniobra



Fuente: Elaboración propia

De esta manera, entre la propia máquina y la utilización de las amarras se colocará el buque en situación quedando totalmente atracado. La maniobra de los cabos se da por finaliza cuando se da la orden de “firme todo” cuyo significado es el de engranar y frenar los cabos principales (el primero largo y el primer spring en darse a

tierra) y empezar los refuerzos y traveses. Sin embargo, en la maniobra de popa habíamos dicho que se darían 5 cabos cuando por capacidad física de las maquinillas solo podríamos dar 4. Para ello, el refuerzo de spring en popa se abozará a una de las bitas de amarre con tensión dejando un cabirón de las maquinillas libre para la utilización del quinto cabo. Tal y como vemos en la siguiente imagen:

Ilustración 46: Cabo abozado



Fuente: Elaboración propia

VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

A lo largo del trabajo se ha tratado de explicar y dar a conocer todos los factores que intervienen en una maniobra de amarre haciendo que ésta se realice de una manera u de otra.

Sin embargo, como hemos podido observar, no solo es importante dar la mayor efectividad a los cabos y a los elementos de amarre del buque para garantizar así la seguridad del mismo durante su estancia en puerto, sino que, también y aún más importante, debemos de velar en todo momento por la seguridad de los operarios que trabajan expuestos a este peligro.

Además, también nos hemos podido percatar, gracias a los diferentes planos facilitados por el buque, que unas maniobras de amarre se pueden realizar de muchas maneras dando el mismo resultado, por lo que siempre hemos de tener gestionado una segunda opción por posible fallo en la primera.

CONCLUSION

Throughout the report I have tried to explain and publicize all the factors involved in a mooring manoeuvre causing it to be done in one way or another.

However, as it can be seen, it is not only important to give the ropes and the mooring elements of the vessel the greatest effectiveness in order to guarantee the safety of the vessel during its stay in port, but also, and even more important, we must ensure at all times for the safety of workers who work exposed to this danger.

In addition, we have also realized, thanks to the different plans provided by the ship, that mooring manoeuvres can be done in many ways giving the same result, so we must always have a second option managed by possible failure in the first.

VI. CONCLUSIONES

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Teoría de amarre. Van Dokkum, K. (2007). Ship knowledge. Dokma
Consultado: <http://dl.kashti.ir/ENBOOKS/Ship%20Knowledge%20%20A%20Modern%20Encyclopedia.pdf>
- [2] Teoría de amarre. Gaythwaite, J. (2013). Mooring of Ships to Piers and Wharves. ASCE/P&H.
Consultado: <https://www.academia.edu/35456883/g9mno.Mooring.of.Ships.to.Piers.and.Wharves.pdf>
- [3] Fabricación de un cabo. Bridon. (2011). Fibre Rope Catalogue. Bridon.
Consultado: http://www.marlev.fr/private10/images/article/document_produit_document_en/85.pdf
- [4] Fabricación de un cabo. The Cordage Institute. (2004). Fibre Rope Inspection and Retirement Criteria. CI.
Consultado en: <http://www.ropecord.com/cordage/publications/CI2001.pdf>
- [5] Villa Caro, R. (2015). SISTEMAS DE AMARRE EN BUQUES: SITUACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN FUTURA. (Tesis Doctoral). A Coruña: Departamento de Ingeniería Naval y Oceánica, Universidad de A Coruña.
Consultado en: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/14759/VillaCaro_Raul_TD_2015.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- [6] Movimientos de un buque. Seidl. (1973). Predictions of motions of ships moored in irregular seas.
Consultado: https://www.researchgate.net/publication/235126503_Evaluation_of_Multi-Vessel_Ship_Motion_Prediction_Codes/download
- [7] Movimientos del Buque. Wikipedia. www.wikipedia.org.
Consultado: https://es.wikipedia.org/wiki/Movimiento_y_oscilaci%C3%B3n_del_buque.
- [8] Teoría de amarre. Oil Companies International Marine Forum. (2008). Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition. Great Britain: OCIMF.
Consultado: http://clbthuyentruong.com/images/upload/2014/thuyentruong/tt_20140728.pdf
- [9] Teoría de amarre. Earl R. Hinz (1986). The Complete Book of Anchoring and Mooring.
Consultado: <https://seatracker.ru/viewtopic.php?t=28373>
- [10] Elementos en Puerto. British Standards 6349-4. (1994). Maritime Structures. Code of practice for the design of fendering and mooring systems. BS.
Consultado: https://www.academia.edu/35463229/Maritime_structures_Part_4_Code_of_practice_for_design_of_fendering_and_mooring_systems
- [11] Defensas. MaxGroups. Ventajas y tipos de defensas Yokohama. www.max-groups.com
Consultado: <https://max-groups.com/defensas-neumatica-yokohama-ventajas-tipos/>
- [12] Fuerza externa que afectan al buque. Clarke, C., Dand, I., Glover, B., & Murdoch, E. (2004). Master's Guide to Berthing. P&I Club.
Consultado: <https://seatracker.ru/viewtopic.php?t=3529>
- [13] Resaca en puerto. Iribarren, R. (Febrero de 1958). Laboratorio de los puertos. Ensayos de resonancia en modelos reducidos. Revista de Obras Públicas.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Consultado: http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1958/1958_tomol_2914_02.pdf
- [14] Distribución de cabos.
Consultado: <http://www.masmar.net/esl/Apuntes-N%C3%A1uticos/Navegaci%C3%B3n-y-Maniobra/Los-cabos-de-amarre.-Maniobra-1>
- [15] Manuales de chigres de amarre de “Talleres CARRAL”. 2006.
Consultado: “Volcán de Tamadaba”.
- [16] Plano de Maniobra de amarre y fondeo. Volcán de Tamadaba. Astillero Hermanos Barreras. 2006.
Consultado: “Volcán de Tamadaba”.
- [17] PRL. Medidas preventivas sobre labores de amarre. Departamento PRL Naviera Armas.
Consultado: “Volcán de Tamadaba”.