

Análisis de Riesgos durante las Operaciones de Amarre y Fondeo en los Buques

Raúl Villa Caro

Escuela Politécnica Superior.
Universidad de la Coruña. España
raul.villa@udc.es

José Ángel Fragueta Formoso

Escuela Politécnica Superior.
Universidad de la Coruña. España
jafragueta@udc.es

Luis Manuel Carral Couce

Escuela Politécnica Superior.
Universidad de la Coruña. España
lcarral@udc.es

Resumen:

El principal requerimiento y la primera preocupación en el plan de amarre a bordo de un buque es el establecer la forma de amarrar en muelles y duques de alba. Los principios para una operación de amarre seguro y eficiente se resumirán en este artículo. Se realizará un estudio de todos los riesgos localizados que existen en las operaciones de amarre y se detallará un estudio estadístico de los accidentes que se suelen producir en los buques durante la ejecución de estas operaciones.

Se delimitarán requisitos esenciales de seguridad en las operaciones, se establecerán equipos de protección al personal, y se indicarán precauciones en las operaciones de amarre y fondeo.

Palabras Claves: *Riesgo, amarre, accidente, chigres.*

Title: The Risk Analysis During the Mooring and Funding Operations for Ships.

Abstract: The main requirement in a vessel's mooring plan is to establish how to moor in berths and quays. The principles for a safe and efficient mooring operation will be summarized in this article. There will be realized a study of located risks that exist in the mooring operations and there will be detailed a statistical study of the accidents that usually take place in the ships during the execution of these operations. Essential safety requirements will be set in the mooring operations, protection equipment will be established to the personnel, and precautions should be indicated in the operations of mooring and anchoring.

Key Words: Risk, mooring, accident, winches.

1. Introducción:

El principal requerimiento y la primera preocupación en el plan de amarre a bordo de un buque es el establecer la forma de amarrar en muelles y duques de alba. El buque atracado puede estar expuesto a fuertes vientos o corrientes de cualquier dirección, por lo que se debe intentar llevar a cabo las siguientes acciones sobre sus tres tipos de estachas principales (largos, traveses y springs).

La línea más efectiva para resistir cualquier fuerza es la orientada en la misma dirección de la carga. Esta situación implicaría que, teóricamente, las líneas de amarre deben estar orientadas en la dirección de las fuerzas medioambientales y deben ser fijadas a un punto en el buque, de tal forma que la fuerza de actuación resultante y la fuerza que restringe el movimiento provocada por el amarre, actúen en la misma dirección. Un sistema así sería inviable por no tener flexibilidad

para acomodar las diferentes cargas medioambientales y los puntos de amarre en los muelles. Para aplicaciones generales, es necesario que la distribución del amarre pueda ser capaz de "capear" con fuerzas ambientales provenientes de cualquier dirección.

Los principios para una operación de amarre seguro y eficiente serán los siguientes: (CEDEX, 1990).

- Las líneas de amarre deben estar dispuestas tan simétricamente como sea posible cerca de la zona central del buque. (Una disposición simétrica es más probable que asegure una buena distribución de carga que una asimétrica)
- Las líneas de través deben estar orientadas tan perpendicularmente como sea posible a la línea central longitudinal del buque y lo más cerca posible a la proa y la popa.
- Las líneas springs deben estar orientadas tan paralelamente como sea posible al eje longitudinal

central del buque.

Destacar que las líneas en la proa y en la popa no son normalmente eficientes en retención del buque en su atraque. Los amarres con buenas líneas de spring y través permiten al buque un atraque más eficiente, “dentro de su propia eslora”. El uso de líneas en extremos de proa y de popa requieren dos amarres también y disminuye la eficiencia total de retención de una distribución de amarre, cuando el número de líneas es limitado. Esto es debido a su longitud y, consecuentemente, a su mayor elasticidad y peor orientación.

Debería usarse cuando así lo requiera la maniobra o donde así sea además necesario, por la geometría del puerto, para la fuerza de las olas o condiciones meteorológicas. Pequeñas embarcaciones atracadas en instalaciones diseñadas para grandes buques pueden tener líneas en la proa y en popa por la geometría del muelle.

- El ángulo vertical de las líneas de amarre debe mantenerse al mínimo. (OCIMF, 2008).
- Cuanto más plano sea el ángulo de amarre, más eficiente será la línea en cargas aplicadas horizontalmente en el buque.
- Generalmente, deben usarse líneas de amarre del mismo tamaño y material para todas las cargas. Si no fuera posible, todas las líneas del mismo servicio (por ejemplo, traveses, springs, entre otros.) deben ser el mismo tamaño y tipo. A modo de ejemplo, todos los esprines podrían ser de cable y los traveses de fibra sintética.
- Empalmes sintéticos se usan a menudo en los extremos finales de los cables para permitir un manejo más fácil y para aumentar la elasticidad de la línea. Los empalmes pueden también ser usados para aumentar la elasticidad de cabos hechos de polietileno con alto módulo de rigidez.

2. Metodología

El ámbito marítimo en el cual se desarrolla la investigación ofrece dificultades propias del sector, cuyo alcance puede ser en muchos casos ilimitado, por ser un campo en el cual la complejidad puede cerrar los temas sin haber sido tratados con detenimiento. Se han estudiado varias formas para establecer la metodología que permitan obtener un sistema válido, que investigue la introducción y aplicación de nuevas tecnologías en los buques.

La investigación ha sido estructurada para que se

aborde el estudio de forma generalizada al descubrir sus características generales. Cuando las circunstancias, es decir, el contenido de una parte del tema lo requiere, se particulariza, profundiza en el análisis de algunos de los datos para clarificar los conceptos de las conclusiones.

Para realizar este trabajo se ha realizado una investigación documental, seleccionado y recopilado la información, procedente de normas, manuales, reglamentos de Sociedades de Clasificación y otros organismos.

Una vez obtenidos los datos, se realizó un análisis de investigación cualitativa, en un proceso que ha consistido en dar sentido a la numerosa información recogida en el escenario. Para descubrir lo verdaderamente importante, el significado que se esconde tras los datos, se han realizado un estudio de la evolución de los sistemas de amarre del buque.

3. Objetivo de una buena disposición de amarre a bordo:

Se trata de proveer y organizar el equipo para conseguir lo siguiente: (Villa-Caro et al., 2015)

- Obtener una configuración eficiente de amarres convencionales.
- Facilitar un amarre, desamarre y tendido de estachas seguro y rápido, con demanda mínima de mano de obra.
- Facilitar amarre seguro y eficiente por anticipado en terminales no convencionales como SPM (amarres en un punto único) y MBM (amarres multiboya).
- Hacer posible un eficiente y seguro manejo de remolcadores.
- Permitir de manera segura y eficiente otras operaciones comunes como manejo de mangueras y amarre a barcas.
- Dar cabida de manera segura y eficiente a operaciones de aprovisionamiento de buques.
- Proveer para situaciones de emergencia como requerimientos la duplicación de líneas por viento fuerte, remolque de emergencia de buques sin gobierno, o fuegos a bordo que requieran que el buque sea remolcado.

Además de los principios anteriores, las siguientes directrices deberían tenerse en consideración al establecer el equipo de amarre: (OCIMF, 2008).

- Mantener las áreas de amarre tan libres como sea posible.
- Realizar las operaciones de amarre lo más lejano posible de la proa y la popa.
- Colocar guías en la proa y la popa en los puntos

- más extremos y lo más bajo que el buque permita.
 - Establecer las guías de las líneas esprín lo más cerca de la proa y la popa en la cubierta principal para conseguir longitudes adecuadas en los puntos de amarre en puerto.
 - Tensionar lo necesario para una correcta alineación de guías y los tambores de las maquinillas.
 - Colocar las maquinillas de forma que se obtenga una visión clara de las operaciones de amarre y del oficial en cargo del amarre.
 - Las líneas de amarre en el mismo servicio deben tener aproximadamente la misma longitud entre el buque y sus puntos de amarre.
 - Todas las líneas de amarre deben ser capaces de funcionar en ambos lados del buque.
 - Todas las recomendaciones anteriores deben cumplirse desde el principio de la maniobra de atraque. Las modificaciones posteriores serán molestas y harán que se alarguen las maniobras. La experiencia dicta que pocas veces se modifica un amarre una vez terminado, aunque no esté bien realizado.
 - Deberán evitarse, en todo momento, las amarras sueltas (“en banda”), absolutamente ineficaces e, incluso, peligrosas. Aunque permiten una mayor amplitud de movimiento de la prevista, sus mayores cargas dinámicas (tirones, aplastamiento de defensas, entre otros) pueden provocar roturas o deterioro del material.
 - Además, al romperse la simetría del sistema, las fuerzas se reparten de manera irregular, lo que acelera el proceso de “movimiento tirones, rebote movimiento”.
 - Una vez terminada la maniobra de atraque, se deberán revisar las amarras, tensar las que hayan quedado sueltas, de forma sistemática y simétrica, y dejar el buque en contacto con las defensas. Esta inspección y corrección se llevará a cabo de forma periódica y considerará los cambios en la situación del amarre (marea, carga, viento, oleaje, entre otros).
 - Se revisarán con especial atención las amarras cortas y cables de amarre, pues su menor capacidad de elongación los hace propensos a la rotura en el caso de estrechonzos (tirones).
 - Las líneas de amarre en el mismo servicio deben tener aproximadamente la misma longitud entre el chigre (la maquinilla del buque) y los puntos de amarre portuarios.
- de seguridad, overol de trabajo y casco de seguridad con cinta para la barbilla (Villa-Caro et al., 2014a).
2. Se debe respetar una distancia de seguridad con respecto a la estacha o cable, cuando esta esté bajo carga.
 3. Se deben llevar puestos guantes de seguridad durante los trabajos con cables o estachas.
 4. Nunca situarse dentro de la gaza de una estacha o cable.
 5. Nunca se debe dejar funcionando una maquinilla sin vigilancia.
 6. No se debe accionar la maquinilla, si todas las personas involucradas en la maniobra no se encuentran en el campo de visión del operador.
 7. No se debe intentar calcular la tensión de la estacha o cable dándole una patada, o situándose una persona encima (el intento no tiene sentido y además es peligroso).
 8. No se deben guiar estachas sintéticas sobre el tambor o bolardos con ángulos no admisibles. Además de los daños en la propia estacha, debido a la fricción sobre el tambor o carretel, la estacha podría quemarse. En estado de carga, existe el peligro de que la estacha se suelte de forma repentina y se produzca un peligro de herir al personal de manejo del chigre o molinete.
 9. Las personas no deben situarse en las proximidades de la maquinilla, cuando se realiza una maniobra. Si el cable hace una coca, podría arrastrar a una persona u objeto hacia el carretel (tambor).
 10. No se deben enrollar demasiadas capas en la zona de estiba del carretel, ya que podría originar que no se pueda largar cable o estaca de una forma controlada.
 11. No se debe someter al cable a un radio de curvatura no permitido.
 12. Nadie se debe situar demasiado próximo a un cable bajo tensión, ya que podría romperse.
 13. No se deben colocar objetos en la zona de trabajo del cable ya que, si el cable se rompe, los objetos podrían salir despedidos.
 14. No se debe permitir que se sitúen más personas de las necesarias en la zona de trabajo de la maquinilla.
 15. No se debe someter a carga el cable enrollado en la zona de estiba del carretel o tambor, en caso de que el carretel disponga de zona de almacenamiento. Asegúrese de que en la zona de trabajo del tambor se disponga de suficiente longitud de cable.
 16. Nadie debe situarse muy cerca del tambor o carretel cuando se está manipulando el cable. El cable podría saltar y aprisionar las manos de los operarios (Villa-Caro et al., 2014b).

4. Instrucciones relativas a la seguridad en el uso de maquinillas y chigres de amarre:

1. Durante su manejo se deben llevar puestos zapatos

5. Equipos de Protección Personal:

Todo el personal que participe en las operaciones de amarre y remolque debe llevar puesto el equipo correcto de protección personal (EPI), (Villa-Caro et al., 2014b).

El equipo debe estar detallado en el Sistema de Gestión de Seguridad del buque y debe incluir buzos de alta visibilidad, un casco de seguridad con correa para sujetar la barbilla, calzado o botas de seguridad, guantes y, en climas fríos, ropa adecuada para el frío con alta visibilidad.

El personal del castillo de proa debe tener a mano gafas protectoras, en caso que el ancla tenga que ser largado en emergencia.

Se deben usar siempre guantes al manipular cables de acero por la posibilidad de lesiones en las manos o por alambres rotos. En cuanto a las operaciones de amarre, el mejor consejo es no llevarlos demasiado sueltos para que no queden atrapados en los extremos de los tambores (Villa-Caro et al., 2014a).

6. Precauciones en las Operaciones de Amarre y Fondeo:

Todo marino que participe en operaciones de amarre y desamarre debería estar informado de los riesgos que entrañan tales operaciones.

Una persona formada debería dirigir las operaciones de amarre, y antes de ordenar que se larguen o se recojan los cabos de amarre, debería cerciorarse que ninguna persona está en lugares peligrosos, (Villa-Caro et al., 2015).

Cada vez que un buque vaya a fondear, deberían examinarse todas las circunstancias pertinentes, tales como el estado atmosférico, las mareas o el tráfico de embarcaciones en el sector, con el fin de determinar qué tipo de cabos y cables se han de utilizar para garantizar un amarre en condiciones de seguridad.

El manejo de maquinillas y chigres debería estar, exclusivamente, a cargo de personas con la formación técnica.

Se debe asegurar que haya suficiente personal listo para asistir a las operaciones de amarre en la proa y en popa, con un oficial presente.

Cuando el buque se encuentre abarloado, un vigía debería comprobar a intervalos regulares que las amarras se conservan en buen estado, y éstas deberían mantenerse siempre tensas para evitar el desplazamiento del buque. Los puestos de amarre deben estar libres de suciedades, desechos y despojos, las fugas de aceite hidráulico limpias y, en la medida de lo posible, las cubiertas pintadas con un tratamiento antideslizante.

Por la noche, los puestos de amarre deben estar adecuadamente iluminados para permitir las operaciones con seguridad.

Las comunicaciones por radio deben ser comprobadas con el puente antes de comenzar las operaciones y todas las comunicaciones tienen que identificar al buque para garantizar que no existe confusión con otros buques que operan en el mismo canal.

7. Materiales:

Los cabos de fibras sintéticas superan a los cabos de fibra natural en solidez, durabilidad, resistencia a la putrefacción, entre otros, y por consiguiente reducir en gran medida la resistencia de los cabos sintéticos, por lo que es preciso utilizarlos con precaución.

Uno de los principales peligros existentes en las operaciones de amarre es que los cabos pueden romperse, hecho que en la práctica ocurre con asiduidad.

En los cabos de fibra sintética puede observarse muy poca o ninguna señal acústica, antes de ocurrir la rotura. Debido a la elasticidad inherente en los cabos sintéticos, cuando se rompen pueden desplazarse una distancia considerable al retroceder con el latigazo de tensión, (Villa-Caro et al., 2015).

Los cables de acero pueden dar algún aviso sonoro de que están rompiéndose, porque los cables se rompen individualmente y se separan, pero debido a la falta de elasticidad no se desplazan tanto como un cabo sintético, una vez separados. De todos modos, los cabos de acero pueden todavía causar lesiones graves o mortales. Por tanto, el personal tiene siempre que asegurarse que están colocados en un lugar de seguridad, fuera de la trayectoria por donde un cabo pudiera retroceder al romperse y retroceder bajo tensión.

Cuando se observe que un cabo tiene tensión excesiva, en lo posible se deben tomar medidas apropiadas para reducir la tensión.

El personal nunca debe colocarse de pie dentro del seno de un cabo en ningún momento, y toda la tripulación en ese servicio debe estar pendiente el uno del otro y alertar a sus compañeros si ven que pueden encontrarse en una posición peligrosa.

Los tambores de las maquinillas o los extremos de los tambores no deben nunca ser dejados en marcha y girar con la palanca de control no atendida. Una persona con experiencia debe estar siempre lista en los controles para manipular la maquinilla. La palanca de control no debe nunca ser atada y abandonada.

Es necesario asegurarse que la tensión de afloje y giro lento de una maquinilla o su freno esté por debajo de la carga mínima de rotura (MBL) del cabo en el tambor. Típicamente el freno debe aflojarse a 60% de la MBL del cabo en el tambor.

Se tiene que asegurar que los cabos sean estibados en los tambores, de tal manera que el cabo ejerza un tiro contra el extremo fijo del conjunto de banda del freno. En los tambores dotados de frenos de disco, el cabo puede ser estibado en el tambor en cualquiera de las dos direcciones.

Los cabos deben ser dirigidos, en la mayor medida posible, sin cambios bruscos de dirección.

Los cabos de acero y fibra sintética se mantendrán separados y no se debe permitir su cruce o ser dirigidos a través de la misma sondaleza.

Todos los cabos, en la mayor medida posible, deben ser dirigidos al noray en tierra, de tal manera, que se mantenga un ángulo mínimo entre el cabo y el plano horizontal.

En la medida de lo posible, las estachas de costado tienen que ser pasadas desde lo más lejos posible en proa y popa y a ángulos rectos de la línea de proa y popa del buque.

También en la medida de lo posible, los esprines tienen que ser pasados en paralelo con la línea de proa y popa del buque.

Cuando haya disponibles cabos de fibra sintética y de acero, tienen que ser usados al mismo tipo y tamaño de cabos para el mismo servicio. Por ejemplo, todos los esprines pueden ser de acero y todos los cabos de proa de fibra sintética.

La mezcla de cabos sintéticos y de acero no es recomendado para el mismo servicio como ya se ha comentado con anterioridad.

Muchos buques usan ambos tipos de cabos de acero y sintéticos para amarrarse al muelle y, muchos cabos de acero tienen chicotes de estacha para darle al cabo de amarre elasticidad. Sin embargo, debido a la elasticidad limitada en un cabo de amarre de acero o de acero con chicotes de cabo, comparada con la elasticidad de un cabo sintético, se recomienda no pasar los cabos de acero como primeros cabos cuando se acerca al muelle para llevar al buque a su posición.

8. Resultados:

El estudio y la elaboración de estadísticas relacionadas con accidentes ocurridos durante las operaciones de amarre:

La mayoría de los accidentes relacionados con los

equipos de amarre, ocurridos en los últimos veinte años, han finalizado en daños de gran valor, tanto materiales como personales, en los cuales han sido perjudicados gran cantidad de marinos heridos.

Muchos de estos accidentes han ocurrido durante el manejo de cabos y cables, donde a veces los cabos se han partido (53 %) o se han salido de tambores, cabirones y bitas (42%), provocando golpes, atrapamientos y sacudidas. Sólo un 5% de los accidentes se ha producido por fallos de los equipos de amarre, (Villa-Caro et al., 2014c).

La rotura de cabos y cables ocurre normalmente durante las operaciones generales de amarre, aunque los fallos del equipo en el remolque, su mal uso y la meteorología, también juegan un papel importante en los accidentes. Los accidentes no originados por rotura de cabos, generalmente, se originan durante las operaciones de amarre, por atrapamiento de la tripulación con los cabos, o por sacudidas sobre las personas cuando se escapan de los cabirones, tambores y bitas.

Analizados accidentes de los últimos diez años, las siguientes figuras resumen lo explicado en este apartado:

9. Discusión:

Evaluación de riesgos en estaciones de amarre. Peligros: La evaluación de riesgos se debe realizar sobre todos los lugares susceptibles al realizar operaciones relacionadas con el amarre a bordo; observándolos detenidamente, con el fin de buscar los peligros que puedan causar lesiones a los tripulantes. Las zonas de amarre contienen gran parte de los numerosos peligros del buque, y ponen de relieve esto como punto de partida, (Villa-Caro et al., 2014c).

Los riesgos físicos a destacar no se deben limitar a guías, bitas y cornamusas. También se deben incluir estructuras tales como plataformas de los molinetes, escobenes, gateras y tapas.

10. Conclusiones:

- Existen situaciones de atraques de buques en las que se producen desiguales repartos de las tensiones y cargas entre las estachas que configuran el amarre. Precisamente, en esos casos es cuando juega un papel de relevancia el freno del chigre. Sin embargo, este elemento del equipo ha evolucionado muy poco, debido a que nunca se le ha dado la consideración que merece.
- El oficial encargado de la maniobra de amarre dispone de una serie de equipos – chigres, bitas,

guías, gateras, entre otros – que complementados con los elementos existentes en los muelles - norays, defensas, entre otros – forman el subsistema de amarre. Para que la finalidad del amarre se lleve a cabo de forma satisfactoria será necesario que estos dos grupos de elementos – los del buque y los del muelle – estén ubicados de forma efectiva. De nada serviría tener una disposición que permitiera encapillar una serie de estachas en la misma bita – por ejemplo – y que la citada bita no estuviera diseñada para recibir esa carga de trabajo.

- La maniobra de amarre es una operación muy peligrosa, que desgraciadamente, a menudo, acarrea accidentes, pudiendo, incluso, representar la pérdida de vidas humanas. Por regla general, si los fallos del sistema de amarre conllevan la ruptura de una amarra, la fuerza y velocidad adquirida por la estacha fracturada convertirá al buque en una zona de peligro.
- Las maniobras de amarre aportan un peligro adicional al del propio sistema. Este problema radica en que para realizar las maniobras se necesitan dos grupos de marineros. Por un lado, tenemos a los amarradores del muelle y, por otro lado, a la dotación del buque. Estos dos grupos de personas, que la mayoría de las veces ni se conocen – incluso, a veces, tampoco hablan el mismo idioma –, representan un factor de peligro para el buque y su tripulación.
- El personal de la tripulación asistente a las maniobras de amarre debe ser el estrictamente necesario, y designado para esa función. Debe evitar situaciones, que habitualmente se producen, de personal adicional, observar la maniobra a escasos metros de los equipos. Toda la dotación del buque debe ser consciente de este precepto.
- No debe haber un tripulante en cada puesto durante las operaciones de amarre. Incluso, pensar en los sistemas automáticos y novedosos de amarre. Es recomendable que haya dos miembros de la dotación, por si surgiera algún problema. Por supuesto, nunca debe existir un solo marinero que opere el cuadro de funcionamiento del chigre y la salida o entrada de la amarra al mismo tiempo.

Bibliografía:

- (1) CEDEX (Centro de Estudios de Obras Públicas), Análisis crítico de los sistemas de atraque de buques, (Ministerio de Obras Públicas), Madrid, 1990.
- (2) CEDEX (Centro de Estudios de Obras Públicas), OCIMF (Oil Companies International Marine Forum) (2008). Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition. Great Britain: OCIMF, España, (1990).
- (3) Villa-Caro, R., Carral, L., & Fraguera, J. (2014a). Acciones a llevar a cabo para evitar los accidentes de trabajo de los profesionales del mar durante el uso de los equipos de amarre. ISBN: 978-84-697-1306-8, España, (2014)
- (4) Villa-Caro, R., Carral, L., & Fraguera, J. (2014b). Estudio de operaciones y maniobras relacionadas con el amarre en el entorno marino. ISBN: 978-84-697-1306-8, España, (2014).
- (5) Villa-Caro, R., Carral, L., & Fraguera, J. (2014c). Maniobras de Amarre en Buques. Formas de evitar los accidentes y estadísticas de los mismos. Charleston: Creospace. ISBN: 9781500909024, España (2014)
- (6) Villa-Caro, R., Sistemas de amarre en buques: situación actual y evolución futura. Tesis Doctoral. RUC-UDC (<http://hdl.handle.net/2183/14759>), 2 España, (2015).