



LA CARGA PROYECTO EN EL TRANSPORTE MARÍTIMO

JORGE ANTONIO GARCÍA ROJAS

16 de octubre de 2017 – 5 de Julio de 2019

# **INDICE**

## **LA CARGA PROYECTO EN EL TRANSPORTE MARÍTIMO**

- I. INTRODUCCIÓN
- II. EL TRANSPORTE MARÍTIMO
  - II.1 Evolución del comercio marítimo.
  - II.2 El comercio marítimo actual
  - II.3 El transporte multipropósito actual
  - II.4 Sector energético, la energía eólica
- III. TIPOS DE BUQUE
- IV. INFORMACIÓN GENERAL
  - IV.1 Transporte marítimo de la carga proyecto
  - IV.2 Transporte marítimo de aerogeneradores eólicos
- V. ETAPAS DEL TRANSPORTE DE CARGA PROYECTO POR VÍA MARÍTIMA
  - V.1 Fase de negociación
  - V.2 Planificación
  - V.3 Operaciones de carga y descarga
  - V.4 Estiba y aseguramiento
- VI. EL VIAJE
- VII. RIESGOS
- VIII. RECOMENDACIONES
- IX. NORMATIVA APLICABLE
- X. CONCLUSIONES
- XI. BIBLIOGRAFÍA

# I. INTRODUCCIÓN

El transporte marítimo es el principal modo de realizar el comercio internacional. A diferencia del aéreo y el terrestre, el transporte marítimo permite enviar grandes cantidades de mercancía a un coste muy económico. El transporte marítimo aglutina más del 80% del comercio internacional de mercancías.

Este medio de transporte se caracteriza por su alta competitividad y por las diferentes aplicaciones para el transporte de mercancías en gran volumen sin importar su estado, líquido, sólido o gaseoso.

En este tipo de transporte se diferencian dos tipos principales de cargas: la carga a granel y la carga mediante de contenedores. Además de estas cargas podemos destacar la carga proyecto o carga especial.

La carga proyecto o carga especial es aquella en la que su transporte y movilización internacional requieren de actividades complementarias, implica estudios previos de dimensiones, puntos de estiba, centros de gravedad, clasificaciones especiales entre aduanas y embalajes especiales, por lo tanto, su movilización, incluyendo la logística en el país de carga, el transporte y el país de descarga, se convierte en especial.

Las características que posee la carga proyecto son las siguientes: es carga que no puede ser contenerizada, ya que porque su peso excede las 25 toneladas o porque las dimensiones de largo, alto y ancho son mayores a la de un contenedor. Dentro de esta definición se pueden englobar múltiples tipos de carga que cumplen con los requisitos mencionados como grúas, yates, torres eólicas, etc.

El transporte de carga proyecto como antes mencioné se caracteriza porque necesita de estudios únicos a diferencia de otras cargas, por lo que cada transporte será diferente. En este punto influye también la figura del fabricante, ya que en muchos casos establecen los puntos para el transporte de su carga.

Para el transporte de carga proyecto se toman en cuenta diferentes factores como, por ejemplo:

- El puerto de origen y destino
- El alcance

- Trincaje/destrincaje
- Plano de estiba y secuencia de carga
- Fechas de carga y tiempos para la carga: *Laycan* y plancha
- Flete: se cotiza en metros lineales, toneladas o metros cúbicos
- *Bunker Adjustment Factor* (BAF): cláusula de combustible
- Honorarios documentación

El objetivo, por tanto, de este Trabajo de Fin de Máster sobre el Transporte Marítimo de Carga Proyecto es analizar los puntos más importantes que afectan al momento de realizar el transporte de este tipo de cargas por vía marítima y por ello tomaré como ejemplo el transporte de aerogeneradores eólicos.

¿Por qué tomar los aerogeneradores eólicos como ejemplo?, el coste de este tipo de carga es muy alto por lo que un daño o pérdida puede traducirse en millones de dólares, por lo tanto, se debe hacer una evaluación y planificación cuidadosa de las operaciones para realizar un transporte seguro y preciso.

## II. EL TRANSPORTE MARÍTIMO

### II.1 EVOLUCIÓN DEL COMERCIO MARÍTIMO.

En los últimos 15 años, la demanda de transporte marítimo, en toneladas, ha sufrido un cambio extraordinario, no solo en el valor absoluto aumentando un 75 por ciento con respecto al 2002, sino también en su estructura por grupos de mercancías que han evolucionado de forma muy dispar.

**EVOLUCIÓN DEL COMERCIO MARÍTIMO MUNDIAL ENTRE 2002 Y 2017**

	Principales graneles sólidos*	Graneles sólidos menores	Crudo y productos petróleo	Otros graneles líquidos	Carga en contenedores	Carga general convencional	Total
2002	1.310 19,9%	1.199 18,2%	2.190 33,3%	323 4,9%	693 10,5%	871 13,2%	6.586 100%
2017	3.175 (+142%) 27,5%	1.899 (+58%) 16,5%	3.090 (+41%) 26,8%	679 (+110%) 5,9%	1.817 (+162%) 15,8%	874 (+0,3%) 7,6%	11.536 (+75%) 100%

Tabla 1: Evolución del comercio marítimo mundial 2002-2017

Se aprecia que los mayores aumentos lo tienen las cargas en contenedores y los principales graneles sólidos, crecimientos motivados en ambos casos por el enorme desarrollo de las manufacturas e importaciones de China.

También han aumentado de forma muy notable los transportes de gases licuados, sobre todo por el auge del gas natural, como combustible más limpio que los derivados del petróleo y competitivo en precio con el mismo. Esto es previsible que siga aumentando a medio plazo.

En cuanto a la carga convencional o la no contenerizada ha permanecido en las mismas cifras absolutas que hace 15 años, bajando su cuota del 13,2 por ciento a solo el 7,6 por ciento del comercio marítimo global.

Estas tendencias y su evolución en el tiempo se pueden apreciar en el gráfico 1. En los últimos 15 años la importancia relativa de los graneles sólidos ha ido creciendo en detrimento de los graneles líquidos, suponiendo en el 2002 el 38 por ciento del comercio mundial, dejando a la carga general el 23 por ciento restante. Hoy día los graneles sólidos suponen el 44 por ciento de la demanda de transporte marítimo mundial, los graneles líquidos el 33 por ciento y la carga general mantiene el 23 por ciento restante.

## EVOLUCIÓN DEMANDA DE TRANSPORTE MARÍTIMO POR GRUPOS DE PRODUCTOS (En millones de toneladas)

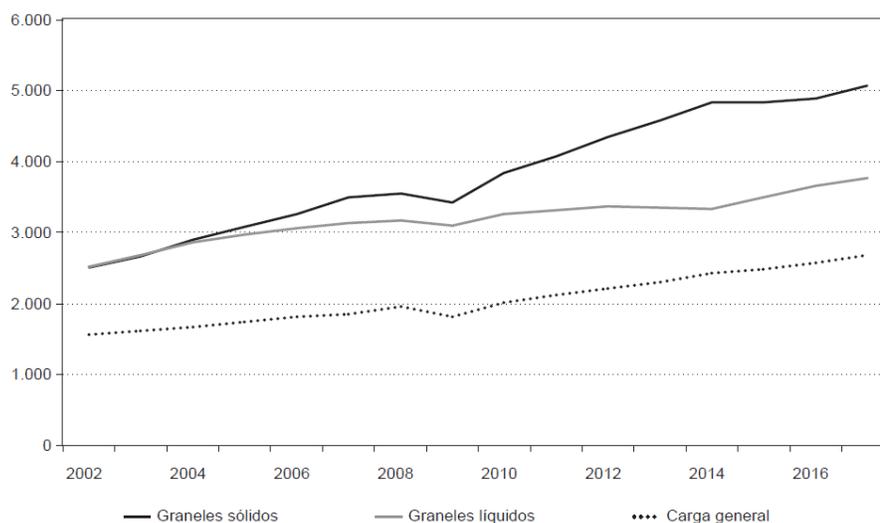


Tabla 2: Evolución en la demanda de transporte marítimo

### II.2 EL COMERCIO MARÍTIMO ACTUAL

En el *Review of Maritime transport*<sup>1</sup> 2018 de la UNCTAD, el 2017 será recordado como el año en que la economía mundial y el transporte marítimo experimentaron una recuperación cíclica de las bajas en el 2016, y de a casi una década después de la crisis económica y financiera mundial de 2008-2009. Los principales indicadores económicos mostraron una tendencia al alza, lo que refleja el crecimiento de la inversión global, la actividad manufacturera y el comercio de mercancías. Al mismo tiempo una serie de riesgos al alza y baja continuaron desarrollándose, lo que trajo importantes implicaciones para el transporte marítimo.

El comercio marítimo mundial en el 2017 se está expandiendo a un 4 por ciento, el crecimiento más rápido en cinco años, y se ha impulsado en la industria naviera. Los volúmenes totales alcanzaron 10,7 mil millones de toneladas, reflejando un adicional de 411 millones de toneladas, casi la mitad de los cuales fueron hechos de productos secos a granel.

<sup>1</sup> UNCTAD, *Review of Maritime Transport 2017*

El comercio global en contenedores aumentó un 6,4 por ciento, la carga seca a granel aumentó un 4 por ciento, por encima del 1,7 por ciento del 2016, mientras que el crecimiento en los envíos de crudo desaceleró a 2,4 por ciento.

Las perspectivas para el comercio marítimo son positivas, UNCTAD proyecta aumentos de volumen del 4 por ciento en 2018, una tasa equivalente a la del 2017. También se prevé un crecimiento anual en la economía mundial del 3,8 por ciento entre el 2018 y el 2023.

### II.2.1 Mejoras Fundamentales del Mercado.

La actividad industrial y manufacturera global mejoró en el 2017. En países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico la producción industrial aumentó un 2,8 por ciento, frente al 0,2 por ciento del 2016. La actividad industrial en las regiones en desarrollo también repuntó. En china, la producción industrial aumentó al 6,5 por ciento comparado con el 6 por ciento del 2016. En Brasil, la producción industrial se recuperó y aumentó un 2,4 por ciento, siguiendo la contracción del 6,4 por ciento registrada durante el 2016.

Con el crecimiento del PIB del 3,1 por ciento en 2017, frente al 2,5 por ciento en el 2016, la economía mundial experimentó un amplio repunte, generando impactos positivos en el comercio marítimo. Impulsado en gran parte por un fuerte gasto de capital y la demanda global, el PIB en países desarrollados aumentó un 2,3 por ciento, frente al 1,7 por ciento en el 2016. Si bien el crecimiento se aceleró en todas las principales economías en donde la Unión Europea obtuvo un fuerte crecimiento del 2,4 por ciento.

### II.3 EL TRANSPORTE MULTIPROPÓSITO ACTUAL

El transporte marítimo multipropósito para el 2018 prevé una recuperación adicional de la demanda, la contratación de la oferta de buques y la disminución de amenazas de los sectores competidores, según la última edición del informe *Multipurpose Shipping Annual Review and Forecast 2018-19* publicado por Drewry<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> DEWRY, Multipurpose Shipping Annual Review and Forecast 2018-2019

El mercado multipropósito, que comprende los sectores de la carga fraccionada y de la carga proyecto, ha tenido problemas en los últimos años, pero las condiciones ahora son propicias para la recuperación.

Hay varias razones para el optimismo. Primero, está la recuperación económica general. El crecimiento de la demanda será impulsado por el crecimiento del PIB y las previsiones del crecimiento de FMI han mejorado en los últimos trimestres. El PMI (*Purchasing Managers Index*) también ha mejorado y sugiere un mayor crecimiento para las cargas proyecto.

### II.3.1 Mercado de carga proyecto

La atención del sector multipropósito se ha enfocado cada vez más en las cargas proyectos debido a que los buques portacontenedores dominan los mercados de carga general y la carga. Tres cuartas partes de los nuevos buques del segmento ahora tienen equipos con una capacidad de carga de más de 500 toneladas, y así ser los únicos buques que pueden transportar carga pesada y sobredimensionada sin verse limitados por el itinerario de los buques de línea y equipamiento portuario.

Durante el 2010 los operadores de multipropósito se beneficiaron gracias a los proyectos del sector energético. Luego el precio del petróleo bajo, los proyectos se cancelaron y el mercado decayó. Sin embargo, el mercado de proyectos está recuperándose, los proyectos energéticos están otra vez a la vanguardia ya que el precio del petróleo se ha estabilizado después de recuperarse de menos de 50 dólares por barril, pero también hay crecimientos de energías renovables, con la energía eólica como un sector particularmente atractivo para el transporte marítimo de proyectos.

Aunque todo parece que va en mejora, debemos tener en cuenta que el sector multipropósito es difícil de analizar. Las dificultades se derivan de la incómoda combinación de cargas (*breakbulk*, carga general y carga proyecto) y términos de negocios que no se pueden comparar fácilmente en su conjunto. Algunas flotas son tramp, otras COAs (*contract of affreightment*) y otras son servicios de línea.

Sumado a esto, el negocio a menudo está en manos de *brokers* y *freight forwarders*, que son reconocidos por su discreción.

### II.3.1.1 La carga proyecto en España

La situación actual de la carga de proyecto en España, lejos de verse afectada por la crisis económica, se encuentra en pleno crecimiento. Desde el primer trimestre del año 2014, ha venido experimentado un incremento. Por tanto, la demanda de los últimos años ha aumentado motivada especialmente por la necesidad de las empresas de exportar sus productos al extranjero ante la drástica bajada de la demanda nacional.

Además de ello, España cuenta con la ventaja competitiva de tener unas magníficas condiciones para convertirse en un gran nodo logístico europeo.

Los sectores más generadores de este tipo de cargas son las empresas constructoras y las dedicadas a la compraventa de bienes de equipo. Concretamente, el sector que más ha aumentado el volumen de cargas proyecto en los últimos meses ha sido el sector de la construcción, debido fundamentalmente a la bajada en la demanda del mercado interior que ha provocado que orienten sus contratos de obras fuera de España.

## II.4 SECTOR ENERGÉTICO, LA ENERGÍA EÓLICA

Como mencione anteriormente este trabajo tratará el transporte de aerogeneradores eólicos por vía marítima como carga proyecto, y ya que a su vez es uno de los proyectos más atractivos para el sector multipropósito, hago un espacio para hablar sobre el crecimiento que ha tenido el sector energético en los últimos años.

La energía eólica es ahora mismo una de las principales fuentes del cambio a otros horizontes que no tienen nada que ver con el uso de los combustibles fósiles. Al menos 84 países en todo el mundo están utilizando la energía eólica para suministrar a sus redes eléctricas.

El sector eólico experimenta un crecimiento envidiable. En los últimos diez años ha tenido un crecimiento anual medio del 25 por ciento y como en sus comienzos se mantiene una capacidad de crecimiento casi ilimitada. Ha pasado de ser una actividad regional o local para convertirse en una actividad global que aprovecha y desarrolla nuevas economías de escala.

Las múltiples oportunidades que ofrece la industria de la energía eólica han provocado un incremento de la competencia entre un número cada vez mayor de proveedores y fabricantes. Las principales empresas en el mercado siguen siendo la danesa Vestas, las

alemanas Enercon y Siemens, las chinas Goldwind y Ming Yang, la india Suzlon, las españolas Gamesa y Acciona, y la norteamericana General Electric.

En 2014, Asia-Pacífico ha sido el mayor mercado de aerogeneradores eólicos. También se espera que el uso de fibra de carbono crezca a ritmo más rápido en el mercado de palas eólicas de mayor tamaño a medida que éstas se van asentando en el mercado global. Se prevé que el mercado crezca a un ritmo anual del 9,2 por ciento entre 2014 y 2019, hasta alcanzar 16.982 millones.

La región Asia-Pacífico se mantendrá como el mercado más atractivo hasta 2019, así como también América del Sur y el área de Oriente Medio y África, mercados que tienen un mayor recorrido y de los que han registrado tasas de crecimiento importantes.

El entorno político favorable a la transición energética hacia un modelo más sostenible y la disminución de costos de generación de energía eólica están impulsando el crecimiento del mercado de aerogeneradores. Una combinación de ventajas ambientales y económicas ha llevado a los gobiernos del todo el mundo para apoyar la industria de la energía renovable.

### III. TIPOS DE BUQUE

Existen varios tipos de buques que son empleados para el transporte de carga proyecto. A continuación, explicaré aquellos buques que pueden participar en la cadena logística del transporte de este tipo de carga.

#### Buques de carga general



Imagen 1: Buque de carga general

Son los buques más básicos en el transporte marítimo de mercancías si nos referimos al transporte de carga seca, y normalmente se utilizan para trasladar carga suelta, puesto que no son aptos para transportar contenedores. En la actualidad las bodegas de los buques de carga general tienden a construirse de forma prismática para facilitar las operaciones de carga, descarga y estiba. Cabe destacar que este tipo de buques incluyen grúas propias para realizar la carga y descarga de las mercancías.

Estos tipos de buques cada vez más están en desuso trasladando su actividad a países en donde las estructuras portuarias no cuentan con las nuevas tecnologías del transporte marítimo.

## Buques multipropósito



Imagen 2: Buque multipropósito

Este tipo de buques pueden transportar carga de todo tipo: carga general, a granel, contenedores e incluso pueden llevar algún pequeño tanque.

Características de los buques multipropósito:

- Amplias aperturas para la carga.
- Refuerzos para el traslado de carga pesada.
- Bahías de carga equipadas con arreglos de seguridad para contenedores.
- Grúas de alta capacidad y equipos de izado.
- Bodegas compartimentadas mediante entrepuentes o mamparos.

Este tipo buques son los más aptos para el transporte de los aerogeneradores eólicos, ya que cuentan con grúas cuya capacidad de carga de más de 100 toneladas. Su utilización se ha ido recuperando en los últimos años, siguiendo los pasos graneles sólidos y los contenedores.

En la actualidad hay operando aproximadamente 3210 buques que están clasificados como buques multipropósito, de carga proyecto o de proyecto premium. La flota totaliza aproximadamente 29,5 millones de toneladas de peso muerto y tiene una edad promedio de 16 años. Los buques multipropósito simples tienen una edad promedio de más de 20 años, mientras que los de transporte proyecto premium (con una capacidad de elevación de más de 250 toneladas) tienen un promedio de tan solo 9 años.

La composición de la flota está cambiando lentamente, en 2017 no hubo entregas menores a 10000 toneladas de peso muerto

Los niveles de desguace son elevados, mientras que los pedidos de nuevos buques han disminuido, lo que supone un crecimiento mínimo de la flota multipropósito.

Sin embargo, las perspectivas del mercado no sólo dependen del equilibrio de la demanda, sino también del resto de buques que compiten por la carga fraccionada y la carga proyecto, en particular los graneleros y portacontenedores.

El crecimiento lento del mercado, frente al incremento de la demanda, podría ayudar a elevar las tasas de carga, apoyadas por la recuperación del mercado de transporte de graneles sólidos. En este sentido, el exceso de oferta que ha vivido del sector durante años podía nivelarse a medio plazo.

En lo que respecta a la nueva regulación de la Organización Marítima Internacional (OMI) respecto a las aguas de lastre, tendrá un efecto reducido en el desguace de buques del sector multipropósito, que se verá aumentado en el caso de los graneleros. Por otra parte, la normativa que limitará el azufre en el *bunkering* a partir del 2020 hará que salgan de la flota los buques multipropósitos simples en gran número.

Al mismo tiempo, las principales inversiones se llevarán a cabo en el ámbito de los buques que transportan cargas especiales, de 100 toneladas o más, lo que supondrá un crecimiento del 3 por ciento en este tipo de flota hasta el 2020.

Alrededor del 80 por ciento de todos los buques nuevos en los últimos cinco años tienen la cualidad de ser *heavylift* y al menos el 70 por ciento de las nuevas órdenes de buques cuentan con dicha característica.

## Barcazas



Imagen 3: Barcaza

Representan el tipo de buque más pequeño en cuanto al transporte marítimo de mercancías, si bien suelen transitar por ríos o espacios acuáticos de escasa profundidad. Al contar con un fondo plano, las barcazas pueden ser varadas en playas corrientes, por lo que son necesarios muelles o embarcaderos para realizar la carga y descarga de las mercancías.

Las barcazas son artefactos navales, normalmente sin propulsión propia, que precisa de un barco remolcador. Están equipadas con bodegas y cubiertas de escotilla.

Este tipo de artefacto naval son usados por lo general, cuando el buque que transporta la carga proyecto, debido a restricciones en el calado no puede entrar al puerto y es necesario la contratación de una barcaza.

Es muy importante el estudio del tipo de barcaza a utilizar y remolcadores, evaluando también las condiciones del mar, en relación con las características de la carga que se va a transportar ya que mientras más pesada o grande es la carga así mismo será la complejidad de la operativa

## IV. INFORMACIÓN GENERAL

### IV.1 TRANSPORTE MARÍTIMO DE LA CARGA PROYECTO

Se considera carga proyecto a la carga sobredimensionada o con sobrepeso, por cuyas características y manipulación no es posible estibar dentro de contenedores por lo cual, son embarques especiales, que requieren procedimientos de manejo y transporte que cumplan ciertas condiciones.

Una amplia gama de cargas se encuentra dentro de la definición de carga proyecto, desde las tradicionales cargas de tipo granelero hasta grandes artículos individuales como grúas o módulos de petróleo y gas. Si la carga que se va a transportar es considerada carga crítica debe cumplir con ciertos procedimientos para su transporte. Se considera carga crítica si entra dentro de los siguientes criterios:

- Aquella carga crítica debido al costo y la dificultad del reemplazo y;
- Aquella que puede requerir de disposiciones inusuales para la carga, almacenamiento, amarre y descarga segura.

Estos criterios pueden incluir el tiempo de entrega del reemplazo, el valor de la carga (individual y/o en total), el tamaño, peso, centro de gravedad y si se requiere transporte especializado, elevación y aseguramiento.

Los tipos de carga que pueden caer dentro de la definición de carga crítica pueden incluir:

- Equipos de petróleo y gas, (estructuras *offshore/onshore*)
- Equipos de refinería y plantas petroquímicas
- Equipos renovables para infraestructura *offshore*
- Módulos y unidades pre-ensambladas
- Equipo de manejo de puertos
- Carga flotante
- Material rodante
- Maquinaria pesada
- Plantas de energía y equipos de generación de energía.

Para el operativo es necesario establecer un alto nivel de coordinación con todos los actores para la carga y descarga del producto hacia y desde el buque. El trabajo de preparación (Ingeniería de Transporte) debe ser llevado a cabo con dedicación y concentración, y deben tomarse en cuenta todas las variables relativas a la operación.

Para ello será necesario contar con un Operador de Carga que tenga la capacidad de establecer los requisitos mínimos en base a los siguientes aspectos:

- Tamaño de la carga y posibilidad de ocupar un contenedor flat rack para el transporte de esta.
- Establecer condiciones de estiba, tomando en cuenta que la carga pueda tener condiciones especiales de peso en uno de sus extremos o lados, lo cual debe ser transmitido a la Empresa de Estiba que trabaja en el Puerto o directamente al Operador Portuario y a la Empresa de Transporte Naviero.
- Establecer las condiciones de peso para el levantamiento de la carga desde el muelle hacia el buque
- Todas estas coordinaciones deben realizarse tanto en el puerto de origen como en el puerto de destino, con lo cual cobra mayor relevancia el Agente de Carga u Operador de Transporte Multimodal que apoye la gestión de la operación.



Imagen 4: Maniobra de Carga proyecto

#### Tipos de servicio

Para este tipo de carga se pueden establecer 2 tipos de servicios:

- Servicio Semi-regular: el armador, establece una ruta de servicio de línea semi-regular, cuyas salidas y puertos del servicio vienen definidos por la cantidad de carga del proyecto contratada y los destinos. Este servicio suele ser ofrecido por armadores de buques de carga proyecto, que se concentran en rutas determinadas o las establecen a partir de cargas.
- Servicio spot: la contratación se hace en función de las necesidades de tipo de barco, fechas de carga y descarga, rotaciones y puertos.

## IV.2 TRANSPORTE MARÍTIMO DE AEROGENERADORES EÓLICOS

Este trabajo lo basaré en el transporte de los componentes de aerogeneradores eólicos, en donde explicaré las fases de carga, estiba, trinca, transporte marítimo, destrinca y descarga aplicando las normas de transporte marítimo de mercancías.

Los aerogeneradores eólicos son considerados carga crítica ya que su coste es elevado y necesita disposiciones especiales para la carga, el almacenamiento, trinca y descarga segura.

Con la demanda internacional y la promesa de reducir drásticamente las emisiones de CO<sub>2</sub>, la energía eólica está desempeñando un papel cada vez más importante en la generación de energía. Actualmente los proyectos energéticos están en crecimiento y la energía eólica es uno de los proyectos más atractivos del sector multipropósito.

En estos días, el tamaño de un aerogenerador sobrepasa los 100 metros. Las turbinas son más pesadas, las palas del rotor cada vez son más largas y los componentes de la torre son más grandes. El rotor (*nacelle*), el núcleo (*hub*) y la pala (*blade*) pueden pesar fácilmente más de 100, 40 y 17 toneladas respectivamente. Cada componente del aerogenerador tiene sus propias características especiales: la torre es grande y pesada, las palas son largas y anchas y el rotor es pequeño y pesado. Teniendo todo en cuenta, a menudo surgen problemas con la carga y seguridad.

Por lo tanto, no hace falta decir que se debe tener cuidado en el envío de los componentes de los aerogeneradores, que además de su naturaleza voluminosa y pesada también es muy sensible. Muchos fabricantes europeos de los componentes son cuidadosos con el

manejo de su carga y envían inspectores para supervisar e inspeccionar el proceso de carga y estiba.

Otro desafío en el transporte de aerogeneradores es que este producto cambia según el fabricante, lo que resulta en la necesidad de revisar y modificar continuamente las mejores prácticas empleadas. No hay envíos de aerogeneradores exactamente iguales; sin embargo, alguna orientación común siempre es útil. Vestas, Acciona y Senvion tienen sus propios manuales de transporte que deben cumplirse estrictamente.



Imagen 5: Aerogenerador eólico

### Elementos de un aerogenerador eólico.

- **Cimentación:** Anillo que va enterrado en la tierra, es la pieza donde se ancla el aerogenerador. Pueden llegar hasta las casi 6 toneladas de peso con diámetros comprendidos entre los 3 y 5 metros.



Imagen 6: Cimentación

- Secciones de la torre: son los tubos sobre los que se colocan el buje, el *nacelle* y las palas. De dimensiones y pesos muy variados, dependiendo del tipo de aerogenerador y de la casa que los fabrique. Las medidas de estos vienen a ser desde los 12 metros de longitud hasta los 35 metros, y de pesos de entre las 25 a 115 toneladas.



Imagen 7: Sección de una torre

- *Nacelle*: es el motor del aerogenerador, la pieza donde reside gran parte de la maquinaria. En él va encajado el buje junto con las palas. Las medidas y pesos de estas oscilan de entre más de 12 metros de longitud y de más de 100 toneladas.



Imagen 8: *nacelle*

- El núcleo o *hub*: es la pieza que hace de unión entre las palas y el *nacelle*. De 20 a 45 toneladas de peso y de 2.5 a 4 metros de diámetro.



Imagen 9: *Hub*

- Palas: La parte del aerogenerador aprovecha la fuerza del viento para su movimiento rotatorio. Estas transmiten ese movimiento rotatorio hacia el *hub*/bujete y este hacia la *Nacelle* mediante los engranajes internos. Las dimensiones de estas oscilan entre los 25 y casi 70 metros y de 8 a 16 Ts de peso.



Imagen 10: Palas

## V. ETAPAS DEL TRANSPORTE DE CARGA PROYECTO POR VÍA MARÍTIMA

El transporte marítimo de mercancías presenta diferentes etapas, y cuando se trata de carga proyecto pueden tener mucha más complejidad que otro tipo de carga. Ya que como he dicho anteriormente, este tipo de carga necesita un estudio y una planificación cuidadosa al momento de transportar.

Las etapas en las que dividiré el transporte de los aerogeneradores son las siguientes:

- Fase de negociación
- Planificación
- Carga/Descarga
- Estiba y aseguramiento
- Fase de navegación

### V.1 FASE DE NEGOCIACIÓN

La ejecución de un transporte implica un acuerdo de voluntades y supone, por lo tanto, la realización de un contrato entre dos partes, cargador y transportista. Dicho contrato cuando se refiere al transporte de mercancías se define como un acuerdo voluntario en el que una persona física o jurídica, que dispone de ellas libremente encarga a otra su transporte, mediante el pago de un precio previamente acordado.

El contrato de fletamento puede estipular obligaciones específicas para el armador, el fletador y el cargador para la estiba, trinca y aseguramiento de la carga. Por ejemplo, puede haber un requerimiento de cualquiera de las partes para el nombramiento de un inspector para revisar, aprobar y monitorear todas las operaciones de carga. Estas responsabilidades deben evaluarse cuidadosamente ya que pueden afectar en gran medida las obligaciones si la carga se daña o se pierde durante la carga, el viaje o la descarga.

Para el transporte marítimo de mercancías nos encontramos con distintos contratos de fletamento, en una relación fletador y transportista y dependiendo del tipo de servicio que se

contrate se acostumbran a utilizar el conocimiento de embarque para un servicio regular o semi-regular y una póliza de fletamento por viaje para un servicio spot.

Por ejemplo, la *HEAVYLIFTVOY* es un contrato de fletamento por tiempo para el sector de carga proyecto mediana. Este tipo de contrato opera bajo el régimen de responsabilidad de carga convencional de las Reglas de La Haya-Visby y está diseñado para el transporte de múltiples envíos tanto por encima como por debajo de la cubierta.

Al momento de escoger el tipo de servicio se deben tener varios aspectos en cuenta. En el caso de contratar con un servicio de línea regular la estructura de los costes se divide en tres capítulos.

- Costes previos al embarque o gastos FOB: son los gastos de transporte interior hasta el puerto de carga más los de recepción, arrastres a zona de espera y carga en puerto, los de las tarifas portuarias, los gastos de preparación de documentación o extensión del conocimiento de embarque, los de obtención de divisa extranjera para pagar el flete cuando sea preciso, conocidos como derecho de obtención de divisa (DOD) o quebranto de moneda, los de despacho aduanero de exportación y eventuales gastos de almacenaje que puedan surgir.
- Flete: es la compensación al porteador por efectuar el transporte. Consta generalmente de un flete básico, que puede verse modificado por una serie de factores de ajuste o recargos
  - *BAF (Bunker adjustment factor)*: Factor de ajuste de combustible
  - *CAF (Currency adjustment factor)*: Factor de ajuste de moneda
  - *CS (Congestion surcharge)*: Factor o recargo de congestión

El flete para este tipo de carga normalmente se cotiza en toneladas, metros cúbicos o flete según valor (*ad valorem*).

- Gastos de encaminamiento final: De naturaleza similar a los gastos FOB, son los necesarios para entregar al cliente en el país de destino. Hay también unos gastos de manipulación o Terminal *Handling Charges* cuya extensión depende de los puertos de destino, unos gastos de despacho aduanero que corresponderán a una u otra parte según el Incoterm que regule la operación.

En el fletamento por viaje, que es una de las fórmulas más frecuente, el cálculo de flete se basa en los siguientes factores:

- Coste diario operativo del buque: puede estar comprendido entre unos miles de dólares o euros.
- Coste del combustible
- Velocidad del buque y distancia a recorrer
- Coste de las operaciones del buque, en los puertos de carga y descarga
- Tiempo acordado entre cargadores/receptores en ellos puertos de carga y descarga con los armadores para la ejecución de las operaciones necesarias. Es lo que se conoce como *Laytime* o tiempo de plancha.

#### V.1.1 Condiciones de contratación de flete:

Un aspecto común entre los dos regímenes mencionados es establecer a quién corresponde el abono de los gastos de carga y estiba, donde se indican cuáles están incluidos en el flete y cuáles deben ser abonados por el usuario.

Entre ellos están:

Para línea regular:

- Términos de línea (*Liner terms*): Cuando la estiba y desestiba están incluidos en el flete, si bien puede haber matizaciones según la costumbre del tráfico.
- *FILLO (Free in liner out)*: Cuando los gastos de carga y estiba en el puerto de carga corren por cuenta del usuario, mientras que en el de descarga están incluidos en el flete.
- *LIFO (Liner in free out)*: Cuando los gastos de carga y estiba en el puerto de carga están incluidos en el flete, mientras que en el de descarga corren por cuenta del usuario.

En régimen de fletamentos:

- *FIO (Free in and out)*: El flete no incluye los gastos de carga ni de descarga.
- *FIOS (Free in and out stowed)*: Además de no incluir los gastos del caso anterior tampoco se incluyen los de estiba, si la mercancía la precisa.

## V.2 PLANIFICACIÓN

Esta etapa es muy importante y se debe ser cuidadoso, para evitar cualquier tipo de error en la práctica, ya que un error puede tener como consecuencias retrasos, daños o pérdidas, lo cual se traduce en gastos. Es importante recordar la sensibilidad de la carga y los grandes valores involucrados. Una sola pala puede costar alrededor de USD 200.000. este tipo de carga tiene partes delicadas que no deben entrar en contacto y algunas no son adecuadas para el transporte en cubierta, ya que se mojarían con la lluvia y el agua de mar.

### V.2.1 Planificación del viaje

El viaje debe planificarse para garantizar que la pieza de carga pueda transportarse de manera segura desde el origen hasta el destino. Los puntos a tener en cuenta son los siguientes:

- El barco debe poder atracar de manera segura en el puerto de carga y en el puerto de destino, para así poder cargar y descargar la mercancía de manera segura, teniendo en cuenta las disposiciones de amarre, los requisitos de estabilidad, la capacidad y alcance de las grúas.
- Una vez que se hayan realizado los cálculos adecuados para determinar los requisitos a bordo, se deben proporcionar materiales de amarre y de acoplamiento suficientes.
- Deben emplearse contratistas profesionales de aseguramiento si corresponde, para realizar los cálculos necesarios y asegurar los artículos en su lugar.

Al momento de planificar el viaje también se debe estudiar la ruta a seguir teniendo en cuenta aquellos aspectos que pueden ser limitantes, como por ejemplo los cambios en zona de navegación o pasos por canales.

#### V.2.1.1 Movimiento del buque en el mar.

Otro aspecto importante para tomar en cuenta son los movimientos del buque, ya que esto afecta en la estiba, trinca y seguridad de la carga.

Cuando un buque se encuentra navegando el viento, las olas de viento y la mar tendida o de fondo producen el movimiento de este. A mayor viento y mayor altura de olas mayor será este movimiento. Existen 6 tipos de movimientos que un buque experimenta durante la

navegación, 3 de ellos rotacionales y otros 3 lineales. El balance, el cabeceo y la guiñada son los rotacionales. El balance y cabeceo del buque producen dos de los movimientos lineales a los que nos referíamos, y estos son el movimiento en dirección proa-popa y el que se presenta de babor a estribor. El tercer movimiento lineal es de traslación vertical y se presenta con el paso del buque sobre las olas.

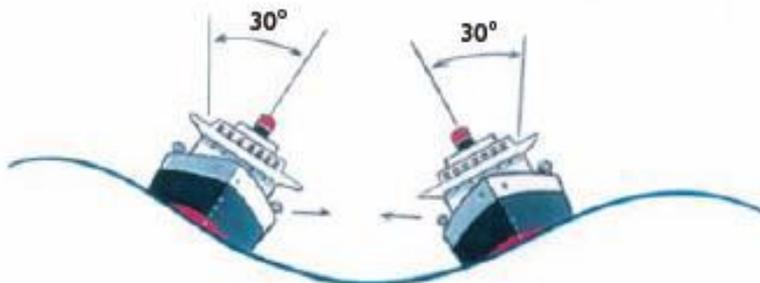


Imagen 11: Movimiento rotacional de balance y el asociado lineal transversal.



Imagen 12: Cabeceo y movimiento longitudinal asociado.

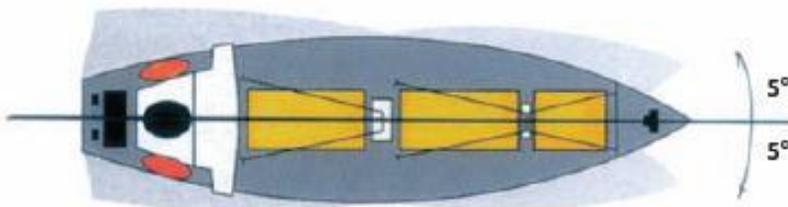


Imagen 13: Movimiento de guiñada

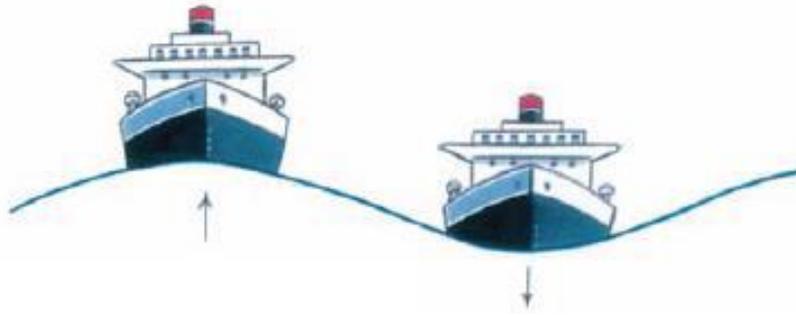


Imagen 14: Movimiento de traslación vertical

El tipo de movimiento y aceleraciones que experimente el buque dependerá de la dirección relativa en que el viento y la mar llegan al barco respecto al rumbo que éste sigue. Si el viento y la mar provienen de proa el buque sufrirá mayores movimientos longitudinales (cabeceo y lineal en dirección proa-popa) y el movimiento transversal será muy reducido. Si el buque recibe un viento y/o mar fuerte del través el movimiento será de balanceo y lineal transversal, siendo los movimientos longitudinales más reducidos. Habitualmente el buque experimentará los 6 tipos de movimientos a la vez siendo unos de mayor intensidad que otros dependiendo de las condiciones de viento y mar.

Es importante tener en cuenta que los movimientos de cabeceo, balance y traslación vertical que se presentan en el buque en navegación son los que más efecto tienen sobre la carga al igual que son los que más siente cualquiera que se encuentre a bordo del buque en navegación. Considerando los efectos que un movimiento particular produce sobre la carga hay que tener en cuenta que los tres movimientos lineales ya descritos afectan por igual a toda la carga independientemente de la posición que ésta tenga en el buque mientras que los movimientos rotacionales serán mayores cuanto más nos alejemos del centro de rotación del buque, el cual se verá desplazado dependiendo del volumen de carga que lleve el buque en cada momento, cabe mencionar que estudiar el centro de rotación de un objeto inerte es fácil pero es muy complejo cuando el objeto está en movimiento y sujeto a fuerzas externas contrarias al movimiento natural del mismo, por tanto debemos entender dicho centro de rotación como un punto aproximado que no se puede calcular fácilmente pero que sabemos se encuentra en algún punto intermedio entre el centro de gravedad del buque y el centro de carena del mismo y que no se desplaza con el movimiento del barco. Es fácil entender que los movimientos que más afectarán a la carga son los mismos que más sienten las personas a bordo del buque, el balance, el cabeceo y el movimiento de traslación vertical.

Es muy importante estudiar las previsiones meteorológicas de las zonas por las que navegaremos durante el viaje y se deben tomar medidas para reducir las aceleraciones que sufrirá la carga tanto a corto plazo con cambios de rumbo, velocidad o combinación de ambos; como medidas a largo plazo al ajustar el plan de viaje antes de iniciar el mismo evitando zonas de tiempo y condiciones de mar adversas. Otra medida que no se suele tomar muy a menudo pero que no debemos olvidar en caso de que la situación empeore gradualmente siendo las anteriores inefectivas es el lastrado o deslastrado a tiempo para mejorar el comportamiento del buque teniendo en cuenta las condiciones presentes de estabilidad, esta medida solo deberá tenerse en cuenta cuando el buque tenga una estabilidad adecuada para no poner en riesgo al buque, tripulación y carga.

#### V.2.1.2 Los movimientos del buque y sus efectos en la carga.

Como mencioné anteriormente, las aceleraciones que experimenta el buque afectan a la carga y por consiguiente van a influir en los cálculos de estiba y de trinca. Estas aceleraciones combinadas producen 3 tipos de fuerza que actúan sobre todo lo que esté a bordo de este. Estas 3 fuerzas son perpendiculares entre ellas encontrándose cada una en un eje dimensional del buque (longitudinal, transversal o vertical). La magnitud de estas fuerzas depende de las dimensiones del buque (eslora, manga, puntal y calado), su altura metacéntrica (GM) y las condiciones de viento y mar reinantes.

A menores dimensiones del buque mayores serán estas fuerzas; A mayor GM, mayores serán las aceleraciones o fuerzas y por supuesto a mayor viento y/o altura de olas las aceleraciones serán proporcionalmente mayores.

Las fuerzas de aceleración actúan sobre la carga aumentando y disminuyendo a medida que la nave se desplaza o cambia de dirección. De hecho, las aceleraciones cambian constantemente de una dirección a otra. Estas fuerzas de aceleración las transfiere la estructura del buque a las unidades de carga a través de los elementos de las cadenas, cables, tensores, calzos y la superficie bajo la unidad, que causa fricción entre la carga y la cubierta. Mientras que los elementos de trinca soporten la tensión suficiente la unidad de carga no se moverá de forma relativa al buque y los elementos de trinca no fallarán, así como la superficie sobre la que ha sido estibada la unidad de carga.

Por lo tanto, cuanto más alejada está la pieza de carga del centro de movimiento del barco mayores serán las fuerzas de aceleración que actúan sobre ese artículo de carga. A la

inversa, las fuerzas de aceleración son menores cuanto más cerca está el objeto del centro de movimiento del barco. Si una pieza de carga que es sensible a las fuerzas de aceleración se va a transportar en un viaje por mar, se debe llevar lo más cerca posible del centro de movimiento del barco, que probablemente sea bastante cerca del centro de gravedad del buque.

Al considerar los amarres y el *dunnage* de una pieza de carga, se debe tener en cuenta su posición a bordo y, por lo tanto, la distribución probable de las fuerzas de aceleración que experimentará esa carga durante el próximo viaje por el océano. Una pieza de carga fuera de borda a babor o estribor, o hacia adelante o hacia atrás, necesitará más amarres y estiba que un artículo colocado en el interior y en medio del barco. El método de cálculo avanzado que figura en el anexo 13, sección 7, del Código CSS tiene en cuenta estos factores cuando se utiliza la fórmula para evaluar si los métodos de aseguramiento elegidos son suficientes o no. La intención de este método es guiar para la planificación de carga no estandarizada a bordo de buques mercantes cuyos manuales de aseguración de carga no contemplan dichas unidades, así como servir de educación y entrenamiento para profesionales de la estiba (tanto terrestres como marítimos).

### V.2.2 Pre-plano

Los remitentes de la carga deben proporcionar al transportista, o al capitán, información sobre la carga para que la estiba y el aseguramiento puedan planearse de antemano. La información debe incluir lo siguiente:

- Una descripción general de la carga.
- La masa bruta del artículo o de cada artículo si hay más de uno
- Las dimensiones principales del artículo o artículo y, si es posible, los dibujos a escala.
- La ubicación del centro de gravedad de cada elemento.
- Detalles del área de camas de unidades de carga y detalles de cualquier precaución con respecto a la cama de los artículos.
- Detalles de los puntos de elevación o posiciones de eslinga y, si es posible, información sobre la mejor manera de levantar cada elemento.
- Detalles de los puntos de sujeción, incluyendo su fuerza y el radio de fuerza.

Algunos artículos de carga pesada no están equipados con ningún tipo de arreglos de camas aparte de los cimientos o patas sobre los cuales se colocan normalmente. Otros estarán completamente revestidos en madera y se les proporcionará un piso de madera que sea capaz de soportar y repartir el peso de la carga, mientras que otros estarán equipados con cunas de resistencia limitada. Se requiere información sobre la construcción de unidades base para que se puedan hacer los arreglos apropiados a bordo para acomodar y apoyar la carga de manera adecuada.

### **Requisitos generales para artículos de carga pesada.**

- Los puntos de elevación deben instalarse simétricamente en ambos lados del centro de gravedad y también deben tener una extensión suficiente, que no sea inferior a la mitad de la longitud de la unidad, para permitir una elevación segura y nivelada de la unidad sin el uso de equipo adicional de eslinga. Los puntos de elevación deben estar claramente marcados.
- Los puntos de sujeción deben tener una resistencia adecuada y su resistencia mínima debe ser recomendada. Los puntos de amarre deben construirse de manera que tengan un amplio arco de fuerza, ya que los amarres no necesariamente se dirigirán directamente en línea con el plano del punto de amarre.
- Se debe conocer la resistencia y el área de la base de las cunas, bastidores o camas de la carga para establecer que más se necesita para soportar la carga sobre la escotilla, cubierta o la parte superior del tanque, teniendo en cuenta la carga máxima permitida.



### V.2.3 Planificación de la estiba



Imagen 16: Estiba de carga proyecto

Todos los artículos deben almacenarse de una manera que sea apropiada y que permita asegurar los artículos, y que no se muevan de manera significativa o sufrir daños Hay tres arreglos principales de estiba.

- Estiba cruzada
- Estiba lateral
- Estiba individual

La estiba cruzada es donde la carga se guarda en una sección del barco que se extiende continuamente desde un costado del buque al otro o hacia una estructura fija, como un mamparo longitudinal. Si la estiba es compacta, será necesario un mínimo de disposiciones de seguridad para actuar contra fuerzas transversales. Sin embargo, será necesario asegurar fuerzas longitudinales, especialmente en compartimientos delanteros y traseros.

La estiba lateral es donde la carga se guarda contra el costado del barco o un mamparo longitudinal, de modo que la estructura del buque proporciona apoyo contra las fuerzas transversales de un solo lado. Serán necesarios arreglos de seguridad para actuar contra fuerzas transversales en la otra dirección y para actuar contra fuerzas longitudinales.

La estiba individual es para unidades de carga que deben ser aseguradas individualmente y, por lo tanto, se deben guardar solas, y con espacio alrededor del *tank top*, *tweendeck* o de la cubierta.

Una vez que se conocen las características de la carga a transportar se escoge el tipo de estiba y se realiza un plano de estiba que servirá como guía para las autoridades portuarias y los estibadores. Un aspecto muy importante a conocer es en qué tipo de estructura será transportada la carga, ya que con esto podemos calcular el material de estiba (dunnage) necesario a utilizar.

Cuando se conocen los detalles de la estructura de la base o de las cunas, se puede elegir una ubicación de almacenamiento adecuada y se puede pedir un material de cama adecuado. Con respecto a la ubicación de la estiba, se deben tener en cuenta los siguientes puntos

### **Ubicación de la estiba**

- La carga almacenada en la cubierta estará expuesta a la lluvia, agua de mar y al viento. Solo los artículos que los remitentes han confirmado que son adecuados para soportar la exposición a dichos elementos podrán colocarse en cubierta.
- Las aceleraciones generadas por el barco son bajas en la parte media del barco que las que están más alejadas de ese centro de movimiento. La carga más pesada debe, cuando sea posible, guardarse cerca del centro de movimiento del barco.
- La distribución del peso de la carga debe considerarse junto con la carga máxima permitida de la cubierta, entrepuente o parte superior del tanque sobre la cual se debe cargar la pieza. Luego, se debe calcular la extensión en que se debe distribuir el peso del artículo y, a partir de eso, se pueden evaluar los requisitos de las camas.
- El objetivo de la cama es proporcionar una base sólida sobre la cual se pueda colocar y asegurar el artículo y distribuir el peso de la unidad de manera uniforme sobre el área de almacenamiento para mantener la carga por debajo de la capacidad de carga máxima permitida. Además, la cama proporciona un alto coeficiente de fricción entre la unidad de carga y la cubierta o la parte superior del tanque.
- Los materiales de la cama incluyen la estiba de vigas de acero o madera y plataformas. El tipo más apropiado de material para la plataforma o la cama se debe

usar teniendo en cuenta el área de distribución de peso requerida, el peso del elemento a transportar y la resistencia de las cunas o bases.

- Las cunas, pueden diseñarse para el transporte por carretera o ferrocarril, o para su instalación en sitio, pero pueden ser de resistencia insuficiente para el transporte marítimo. Por lo tanto, el artículo de carga en sí mismo podría requerir arreglos de soporte adicionales en forma de soportes de madera o acero. Si existe alguna duda sobre la resistencia de las cunas, se debe proporcionar soporte adicional debajo de la carga.
- La carga pesada se debe estibar en la línea de crujía del barco.

#### V.2.3.1 Carga de cubierta

Este es otro aspecto importante que se debe tener en cuenta al momento de la estiba, ya que la carga en cubierta está expuesta a factores meteorológicos.

El término 'carga de cubierta' se refiere a los artículos o productos transportados en la cubierta de intemperie o escotillas de un barco y, por lo tanto, expuestos al sol, viento, lluvia, nieve, hielo y mar, por lo que el embalaje debe ser completamente resistente o los productos mismos no pueden ser desnaturalizados por, tal exposición. Los efectos combinados del viento, el mar y el oleaje pueden ser desastrosos.

Cuando se produzcan daños y pérdidas de la carga transportada en cubierta, a riesgo y costo de cualquiera, los armadores, el capitán y sus oficiales, y los fletadores deben estar en condiciones de demostrar que no hubo negligencia o falta de diligencia debida de su parte.

Las cargas en cubierta, debido a su ubicación y al medio por el cual están aseguradas, estarán sujetas a velocidades y esfuerzos de aceleración mayores, en la mayoría de los casos, que la carga almacenada debajo de la cubierta. Cuando dos o más formas de onda se suman algebraicamente, puede ocurrir una onda alta precedida por una depresión profunda. Esto puede denominarse una "onda episódica", es decir, una onda grande aleatoria, notablemente de mayor altura que sus precursores o sucesores, que se produce cuando uno o más trenes de ondas entran en fase con otros, de manera que una onda u ondas de gran amplitud se producen dando lugar a un súbito y violento balanceo o cabeceo de la nave. Estas se conocen popularmente, e incorrectamente, como olas "*freak*"; sin embargo, no son "*freak*", porque pueden ocurrir y ocurren en cualquier lugar en cualquier

momento en mar abierto. El riesgo es generalizado y prevalente. Por lo tanto, la estiba, el amarre y la sujeción de las cargas requieren una atención especial en cuanto al método y al detalle si se deben evitar riesgos innecesarios.

### Reglas generales

El Reglamento de la marina mercante (Líneas de carga) (Carga de cubierta), 1968 (Instrumento legal del Reino Unido N.º 1089 de 1968) (Referencia 84) establece algunas de las ideas generales que deben seguirse para asegurar las cargas de cubierta. La lista de requisitos no es exhaustiva, pero proporciona una base realista desde la cual trabajar. La carga de cubierta se distribuirá y almacenará de manera que:

1. para evitar una carga excesiva teniendo en cuenta la resistencia de la cubierta y la estructura de soporte integral del barco;
2. para garantizar que el barco conservará la estabilidad adecuada en todas las etapas del viaje teniendo en cuenta, en particular, lo siguiente:
  - a. la distribución vertical de la cubierta de carga;
  - b. momentos de viento que normalmente se pueden esperar en el viaje;
  - c. pérdidas de peso en el barco, incluidas en particular las debidas al consumo de combustible y almacenes; y
  - d. posibles aumentos de peso de la carga del buque o de la cubierta, incluidos en particular los debidos a la absorción de agua.
3. su altura sobre la cubierta o cualquier otra parte del barco en el que se encuentre no interferirá con la navegación o el funcionamiento del barco;
4. no interferirá ni obstruirá el acceso seguro y eficiente a cualquier maquinaria u otra parte del barco utilizada para su funcionamiento.



## V.2.4 Planificación de la seguridad

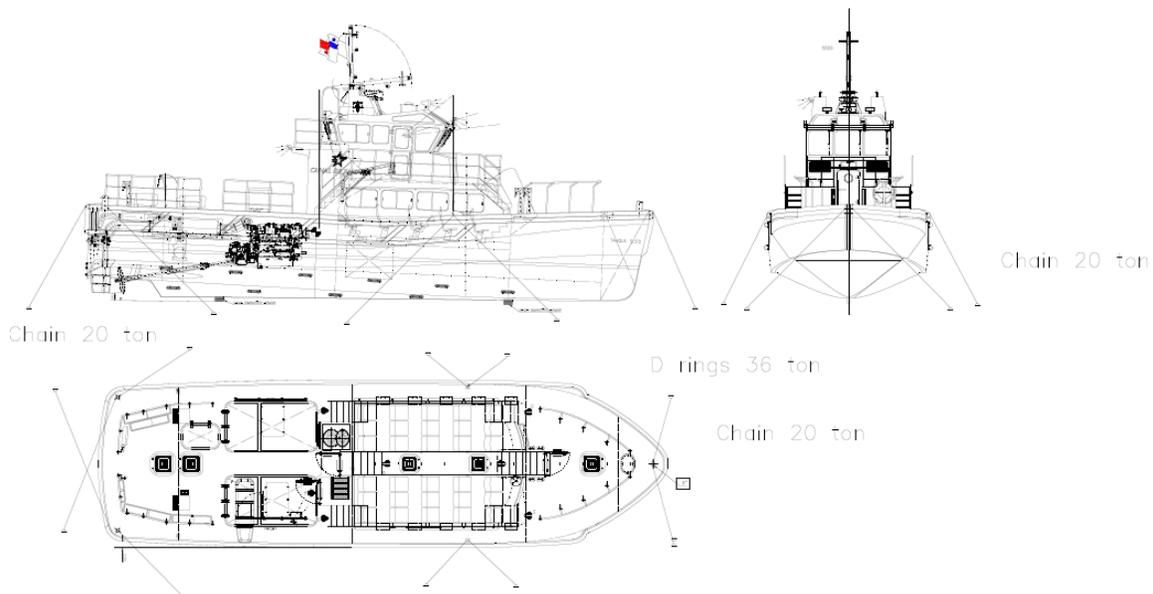


Imagen 18: ejemplo de una planificación de trincaje

Cuando se conoce el detalle de una pieza de carga pesada o carga de proyecto, se puede realizar cálculos para determinar cuántos amarres se requieren para asegurar la carga adecuadamente contra el movimiento. Además, se puede evaluar la distribución requerida de esos amarres. Los puntos a tener en cuenta durante una evaluación de este tipo son los siguientes.

- El método de aseguramiento debe decidirse mediante el uso de amarres de cable de acero, amarres de cadena o de cinchas. Debido a que los diferentes materiales tienen características diferentes con respecto a la flexibilidad y elasticidad, todos los amarres deben ser del mismo tipo, es decir, todos de cable de acero, todos de cadena o todos de cinchas. Si se usa una combinación de tipos de amarre, aquellos con una baja elasticidad llevarán más carga que aquellos que tienen mayor elasticidad.
- Deben realizarse cálculos para determinar cuántos amarres del tipo decidido se necesitan.
- Los amarres deben colocarse en una posición que resista fuerzas transversales y longitudinales que pueden dar lugar al deslizamiento o inclinación del elemento.

- El ángulo de amarre óptimo para actuar contra el deslizamiento es aproximadamente 25° respecto a la horizontal, mientras que el ángulo de amarre óptimo para actuar contra la inclinación está en el rango de 45° a 60° respecto a la horizontal.
- Si es necesario, se deben soldar puntos de amarre adicionales a la estructura del barco en los lugares apropiados. La superficie donde se debe soldar el punto de amarre debe estar en condiciones adecuadas y la soldadura solo debe realizarse de acuerdo con los procedimientos adecuados de trabajo en caliente. La soldadura a los elementos estructurales del barco, como cuadernas, y la soldadura a los tanques de combustible, deben prohibirse a menos que se obtenga la aprobación de la sociedad de clasificación.
- Los elementos de fijación de la carga como cuñas generalmente se hacen con perfiles de acero soldadas a la cubierta, plataforma o parte superior del tanque cerca de la estructura de la base para permitir el bloqueo de la carga.
- Si el artículo de carga no tiene puntos de seguridad, o un número insuficiente de puntos de seguridad, los amarres deben asegurarse en bucles que pasen alrededor del artículo. Dichos bucles deben organizarse de modo que ambos extremos del amarre se aseguren a la estructura del barco.

#### V.2.4.1 Métodos para el cálculo de la trinca

El Anexo 13 del Código CSS proporciona los dos métodos para lograr con eficiencia asegurar la carga no estandarizada. Cualquiera de los dos métodos, el método de la regla de oro o el método de cálculo avanzado, se pueden usar para establecer si el sistema de trinca elegido es suficiente o no para evitar que la pieza de carga se mueva durante un viaje por mar, siempre que no se encuentren condiciones climáticas adversas y siempre que el barco navegue de manera apropiada.

Ambos métodos tienen en cuenta la resistencia de los elementos de trinca, la efectividad del material de estiba colocado debajo de la carga para aumentar la fricción. Estos métodos evalúan los elementos de trinca necesarios para una carga individual colocada ya sea en la cubierta, *tweendeck* o *tank-top*.

#### **Método de la regla de oro**

El método de la regla de oro es un método simple que se puede usar para la evaluación de la trinca a utilizar en la carga en cualquier lugar a bordo del barco. El método no tiene en

cuenta el tamaño del barco, su estabilidad o condición de carga, ni la temporada o el área de operación.

El método supone que la carga está adecuadamente estibada proporcionándole fricción contra el deslizamiento y se supone que los amarres se ajustan en un ángulo no mayor a 60° con respecto a la horizontal. Cualquier amarre que esté en ángulos superiores a 60° con respecto a la horizontal no debe incluirse en el número de amarres al momento de realizar el cálculo de trinca.

El requisito para utilizar la regla de oro o la regla general establece que el total de los valores de la carga máxima de seguridad (MSL) de los dispositivos de seguridad en cada lado de la unidad de carga (puerto y estribor) debe ser igual al peso de la unidad.

El proceso de evaluar la eficiencia de los acuerdos de aseguramiento por este método es, por lo tanto, bastante simple y directo. Se debe establecer el peso total de la unidad y el total de las MSL de los dispositivos de amarre en cada lado debe ser igual al peso total.

También es importante recordar algunos requisitos básicos, como son:

- Debe haber un número equilibrado de ataduras en cada lado de la unidad, ese número depende del tamaño, la forma y el peso de la unidad.
- Los amarres que se dirigen directamente hacia adelante o directamente hacia la popa, no deben incluirse en los cálculos de evaluación.
- Los amarres que salen de la unidad en un ángulo de más de 60° a la horizontal no deben incluirse en los cálculos de evaluación. Tales ataduras evitan que se vuelquen, pero no se deslicen.
- Todos los amarres deben hacerse de la misma manera, comprendiendo los mismos componentes, para que tengan la misma elasticidad.

El método de la regla de oro asegura que, cuando un barco se desplaza hacia babor o estribor, el artículo de carga estará suficientemente asegurado para que no se desplace en circunstancias normales. Es una evaluación de la efectividad de los componentes de trinca de los barcos. Al utilizar el método, se debe tener en cuenta la disposición general de los componentes de trinca y asegurar que haya suficientes para proa y popa.

Una fórmula probada y comprobada es tener el 40% de la resistencia de los amarres a babor y el 40% a estribor, con un 10% en proa y un 10% en popa.

## Método avanzado

El método de cálculo avanzado es un cálculo más preciso que evalúa la eficiencia de los amarres de seguridad tanto en la línea de los barcos amarrados como en la línea de proa y popa. El método es un cálculo en cuatro pasos. Los cuatro pasos establecen y determinan progresivamente la información básica necesaria, las fuerzas externas que actúan sobre la carga, los componentes antideslizantes y antivuelco de los dispositivos de seguridad y, finalmente, si los dispositivos de seguridad son suficientes para mantener la carga de desplazarse.

Los cuatro pasos son los siguientes:

- Paso uno: se debe obtener y enumerar toda la información básica sobre el barco, la pieza de carga y su ubicación de estiba, y completar los cálculos primarios.
- Paso dos: se calculan las fuerzas externas que probablemente actúen sobre el artículo de carga.
- Paso tres: se calcula el efecto de la fricción y la efectividad y la fuerza de todos los amarres individuales en cada una de las cuatro direcciones.
- Paso cuatro: se realiza una evaluación para determinar si la efectividad de la combinación de la fricción y las ataduras supera o no las fuerzas externas probables.

Si las combinaciones de fricción y la fuerza de amarre exceden las fuerzas externas tanto en la línea transversal como en la línea de longitudinal, entonces esos amarres son suficientes para el viaje. Pero si alguna de las combinaciones de fricción y resistencia de amarre es menor que la fuerza externa en esa dirección, entonces se deben agregar amarres adicionales o la fricción debe incrementarse de alguna manera.

## Fricción

Siempre que dos superficies estén en contacto y estén estáticas o deslizándose una sobre otra, habrá una fuerza de fricción que actúa contra cualquier fuerza que esté causando o pueda causar movimiento. Esa fuerza de fricción depende del coeficiente de fricción ( $\mu$ ) entre las dos superficies.

Para una carga colocada en la cubierta de un barco, la fuerza de fricción, o más bien la fuerza requerida para superar esa fuerza de fricción y, por lo tanto, la que se requiere para

mover esa pieza de carga a través de la cubierta, se puede calcular multiplicando el peso del artículo (masa x fuerza gravitacional) por el coeficiente de fricción de las dos superficies.

$$F = \mu \times m \times g$$

Donde:

F = fuerza de fricción

$\mu$  = coeficiente de fricción

m = masa,

g = aceleración debida a la gravedad

La magnitud del coeficiente de fricción depende de la naturaleza de las dos superficies y de si están lubricadas o no. Los coeficientes de fricción más útiles en lo que respecta al aseguramiento de la carga, se dan como en la siguiente tabla.

Materials in contact	Friction coefficient ( $\mu$ )
Timber to timber (wet or dry)	0.4
Steel to timber or steel to rubber	0.3
Steel to steel (dry)	0.1
Steel to steel (wet)	0.0

Tabla 3: cuadro de coeficientes de fricción

## V.3 OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA

### V.3.1 Antes de cargar:

Además del manual de transporte personal de los fabricantes, el capítulo VI y VII de SOLAS requiere un manual de aseguramiento de carga (CSM) para todos tipos de buques que realicen el transporte de cargas que no sean cargas sólidas y líquidas a granel. Tener un manual de CSM es un requisito legal. El anexo 13 del código de prácticas seguras de la OMI para la estiba y aseguramiento de la carga proporciona métodos para calcular arreglos de seguridad satisfactorios cuando se cargan cargas de tamaño no estándar. LASHCON es una herramienta de cálculo basada en Excel que calcula las aceleraciones y el equilibrio de fuerzas en componentes de amarre para carga semi y no estandarizada.

Una vez que se haya completado toda la planificación previa, la información de la carga, la ubicación de la estiba y el método de aseguramiento decidido y verificado mediante cálculos, procedemos a la operación de carga.

A bordo de un barco que a menudo transporta carga pesada o carga proyecto, ya sea como parte de los procedimientos ISM o dentro del Manual de Aseguramiento de Carga, puede haber una lista de verificación o checklist que puede completarse cuando se carga una pieza pesada. La lista de verificación del barco se debe utilizar para garantizar la finalización de una operación de descarga segura. Esta lista debe cubrir todos los puntos principales que debe tener en cuenta el capitán de un buque durante una operación.

- El centro de gravedad y los puntos de elevación de la unidad de carga deben confirmarse y marcarse.
- Puntos de elevación que deben verificarse para comprobar su adecuación.
- Puntos de amarre, cualquier embalaje y las estructuras de soporte de base deben verificarse.
- La carga máxima permitida en el tank top, tweendeck y main deck se deben verificar al momento de ser estibada la carga, así como también el material de estiba (dunnage) que se vaya a utilizar.
- Se deben tener los cálculos de estabilidad para garantizar un GM adecuado durante toda la operación.
- Los procedimientos de transferencia de lastre se acordarán entre el capitán y el oficial a cargo de las operaciones de lastre.
- La bomba de lastre y el sistema de tuberías deben probarse operativos antes de la operación de carga.
- Las grúas y sus cables deben verificarse para asegurarse de que están en buenas condiciones operativas y que se deben establecer los límites de manera adecuada.
- Condición y capacidad de los spreaders, grilletes y eslingas deben revisarse, la carga de trabajo segura debe ser adecuada para el levantamiento planificado. Todo el equipo a utilizar debe ser certificado.
- Reunión informativa que se llevará a cabo para garantizar que todos los miembros de la tripulación conozcan sus deberes, los procedimientos y el sistema de señales y órdenes.

- El capitán debe supervisar la operación de cubierta. Si el capitán no está disponible, debe delegar los deberes a otro oficial de cubierta.
- El jefe de máquina debe supervisar la operación de lastre. Si no está disponible, debe delegar los deberes a otro ingeniero, pero solo con el acuerdo del capitán.
- Los amarres deben ser verificados y atendidos durante la operación.

Cuando se haya completado todo el trabajo preparatorio, se puede iniciar la operación, pero si alguno de los elementos de la lista de verificación no se ha verificado, la operación no debe comenzar. El capitán o el primer oficial de puente debe estar y permanecer a cargo de la operación con el responsable de servicio.

El levantamiento de la unidad de carga debe ser constante y controlado, y los cables de elevación de la (s) grúa (s) deben estar verticales durante toda la operación. Cuando se utilizan dos grúas de barco en tándem, la operación debe llevarse a cabo solo a la luz del día. Se deben colocar líneas de etiquetas en la unidad de carga para permitir el control de cualquier movimiento de rotación, si corresponde. La operación de lastre debe llevarse a cabo en conjunto con la operación de transferencia de carga.

Si, cuando la unidad de carga se levanta por primera vez del muelle, se encuentra que o bien el peso es mayor que el declarado o el centro de gravedad no está donde se muestra o que los puntos de elevación están posicionados incorrectamente, la operación debe abandonarse y la unidad de carga debe colocarse con cuidado en el muelle. La situación debe entonces ser cuidadosamente considerada; se debe buscar asesoramiento experto y obtener más información para diseñar un sistema para la carga segura de la unidad de carga. Si no se puede diseñar un programa para la carga segura de la unidad, la unidad de carga no debe cargarse en absoluto.

### V.3.2 Carga a buque

Aquí se puede diferenciar: con medios de tierra o con medios propios del buque.

Medios de Tierra: Como hemos visto, este es un tipo de mercancía que presenta diferentes pesos y dimensiones, por lo que habrá que hacer un estudio teniendo en cuenta los planos de estiba y dimensiones de las bodegas ya que el alcance de las grúas no sólo está limitado por peso de la izada sino también y no menos importante por peso a distintos alcances de las plumas. De esta manera podremos determinar el tipo y número de grúas a emplear y así optimizar el buque.

Los modelos de grúa más empleada para este tipo de mercancía, por ser las más versátiles, sería:

- Liebherr LHM 400: Hasta 100 Ts a 25 m
- Liebherr LHM 500: hasta 125 Ts a 20 m
- Gotwald HMK 280: Hasta 100 Ts a 20 m
- Fantuzzi MHC 200: Hasta 100 Ts

Grúas de abordó: Las grúas de tierra se pueden desplazar por el muelle a lo largo del costado del buque, mientras que las del buque no con lo cual nos presentarán más limitaciones.

Con respecto a la maniobra de izado y material a emplear, cada fabricante dispone de unos manuales de manipulación, ya que las piezas aun denominándose de la misma manera, tienen los puntos de enganche distintos e incluso ceden los materiales y aparejos de izado para la manipulación de su mercancía.

### **Carga de elementos de aerogeneradores eólicos**

Como anteriormente mencioné tomaré como ejemplo una de las cargas que conlleva mucha planificación y mucho cuidado, como lo son los aerogeneradores eólicos. Como ya vimos, cada elemento de un aerogenerador tiene dimensiones y pesos diferentes, por lo cual el procedimiento de izaje varía según el elemento.

Hubs:

Bastaría con trabajar con una sola grúa, ya que las por sus dimensiones y peso no debería ser necesario más. Para su izado, normalmente los fabricantes ceden sus aparejos de izado, ya que estos no suelen tener conexiones normales empleadas en el entorno marítimo.

Nacelles:

Al igual que los hubs, dependiendo del fabricante son de diferentes dimensiones y pesos. Los sistemas de izado pueden resultar similares, pero no iguales, incluso para nacelles del mismo fabricante que, dependiendo del tipo de aerogenerador tiene unas características y por lo tanto un sistema de izado completamente distinto.

Para el izado de estas, sí que dependemos mucho del peso. Habiendo ya nacelles de más de 90 Ts, la diferencia está en poder maniobrar con una sola grúa a con dos en tándem, ya

que a estas hay que sumarle el peso de los aparejos que suele ser superior a las 10 Ts, lo que ya nos hace llegar al límite de las grúas que normalmente podemos encontrar en los puertos y por supuesto en buques.



Imagen 19: Carga de un *nacelle*

#### Secciones/Tramos:

Estos, en resumen, son tubos. Los tenemos de distintos tamaños y pesos. En este caso, no hay grandes diferencias dependiendo del fabricante. Su izado puede ser mediante una grúa con separador, o con dos en tándem. Esto depende del peso del tramo y de las indicaciones del fabricante. Por lo general la conexión y la maniobra de izado no son complejas.

#### Palas:

Estas debido a su peso y dimensiones normalmente suelen estibadas sobre las tapas de escotilla, aunque esto no quiera decir que no puedan ir en bodega.

Hay varios tipos de estructuras que sustentan las palas, y en base a ello se confeccionará la estiba y posterior trincaje. Tenemos, por un lado, la jaula de palas, esta normalmente lleva tres palas encajadas en su interior y por otro las palas estibadas en dos frames, estas van una a una, encajadas en dos estructuras donde apoya la pala, denominadas root frame y middle frame. Estas se deben cargar con dos grúas en tándem.



Imagen 20: Carga de Palas acciona

#### V.4 ESTIBA Y ASEGURAMIENTO

La estiba consiste en la adecuada colocación y distribución de las mercancías en el buque (contenedor de transporte intermodal, camión de caja rígida, camión articulado con remolque o semirremolque, vagón de ferrocarril, etc.) mientras que la sujeción o trincaje es el conjunto de técnicas destinadas a evitar el movimiento de dichas mercancías dentro del buque cuando es transportada. Ambas operaciones dependen de múltiples factores, tales como las características técnicas del buque, la geometría y el peso de las mercancías, el envase y embalaje en que éstas se presentan, etc.

##### **Estiba**

Para la carga proyecto se utiliza mayormente la estiba individual que es para unidades que deben ser aseguradas individualmente. En la estiba la posición a bordo de la carga va a determinar los materiales empleados como *bedding* y cuanta cantidad, ya que las resistencias por metro cuadrado son distintas en *tank top*, *tweendecks* y tapas de escotillas

o *Hatchcovers* en un mismo buque, y no todos los buques tienen las mismas. Estas en los buques de carga general suelen variar en torno:

- *Stacking weights Tank Top*: De 15 a 22 Ts/m<sup>2</sup>
- *Stacking Weights Tweendecks*: De 3 a 4 Ts/m<sup>2</sup>
- *Stacking weights Tapas de escotilla*: De 1,5 a 2,5 Ts/m<sup>2</sup>

Actualmente también podemos encontrar buques especiales para cargas de proyecto, los cuales doblan los *stacking weights* en *tweendecks* y en tapas de escotilla.

Material de estiba (*dunnage* o *bedding*)

El término *dunnage* incluye los diversos materiales que se utilizan para proteger, separar y apoyar los artículos de carga.

El *dunnage* tiene muchas funciones, pero en relación con la estiba y la protección de estas son las siguientes:

- Para proteger la carga del contacto con las estructuras de acero del barco, para evitar el contacto con el agua que podría correr desde arriba, por cualquier motivo.
- Para colocar una carga encima de otra, como por ejemplo planchas de acero.
- Para apoyar la carga contra vuelcos.
- Para repartir el peso de la carga a través de la escotilla, la cubierta o la parte superior del tanque.
- Para aumentar la fricción entre la base del artículo de carga y la escotilla, la cubierta o la parte superior del tanque sobre la que se guarda.

Al igual que con los amarres, el material de estiba que forma parte del equipo del barco, y que no se desecha al final de un viaje, debe almacenarse en un espacio de almacenamiento adecuado, limpio y seco, lejos de cualquier producto químico u otro elemento que pueda causar daños. A intervalos apropiados, los materiales de estiba deben examinarse visualmente para determinar si se ha sufrido algún daño. Las piezas dañadas deben ser desechadas. Siempre que se utilicen materiales de estiba, y cuando se lleve a bordo una nueva estiba, los artículos deben inspeccionarse minuciosamente para detectar defectos y su idoneidad para el propósito previsto.

Los materiales para emplear para el *bedding* son (de forma genérica): Madera (pino y eucalipto) y/o perfil de hierro HEB 100/ HEB 120.

- *Tank top*: Goma y Madera (tablilla).
- *Tweendecks*: Madera (tablilla, tablón o taco) y/o viga de hierro perfil HEB 100/120.
- Tapas de escotilla: Tablón de madera y/o perfil de hierro HEB 100/120



Imagen 21: material de estiba (dunnage)

Para los materiales y las cantidades empleadas para el *bedding* depende si las piezas están estibadas en *tank top*, *tweendecks* o sobre tapas de escotilla.

En cuanto a los elementos de los aerogeneradores su estiba y la trinca van a depender de la sección del buque en la que se encuentren:

#### *Hubs*:

Para su estiba a bordo podremos diferenciar, si estuviesen estibados sobre *tank top* o sobre *tweendeck* (la opción sobre cubierta no suele darse ni ser admitida por *shipper* ya que llevan componentes electrónicos y engranajes en su interior que se pueden dañar debido al agua salada.

- *Tank top*: Se puede emplear goma o tablilla de madera independientemente del peso, ya que este oscila de entre las 25 a 45 Ts y en *tank top* no tendríamos problemas con el *stacking weight*. La cantidad de goma o madera a emplear sería de 3 a 5 rollos de goma de 5 x 0,2 x 0,3/0,5 ó de 4 a 10 tablas de 200/250 x 10/15 x 1,5/2 cm dependiendo de la superficie de la base del *hub*. Max= 0,08 m<sup>3</sup> de madera por *hub*.
- *Tweendeck*: Aquí ya deberíamos emplear madera de 200/250 x 10/15 x 2 cm, la cantidad al igual que anteriormente dependerá del modelo de *hub* debiendo cubrir

toda la superficie de la base. Estaríamos hablando de un max 0,1 m3 de madera por *hub* (para los de hasta 40 Ts que suelen tener una base de 3,5 x 3,5 m: 12,25 m2 de superficie, x 3,5 Ts/m2 *stacking*: 42,9 Ts de capacidad de carga en la superficie cubierta con la madera).

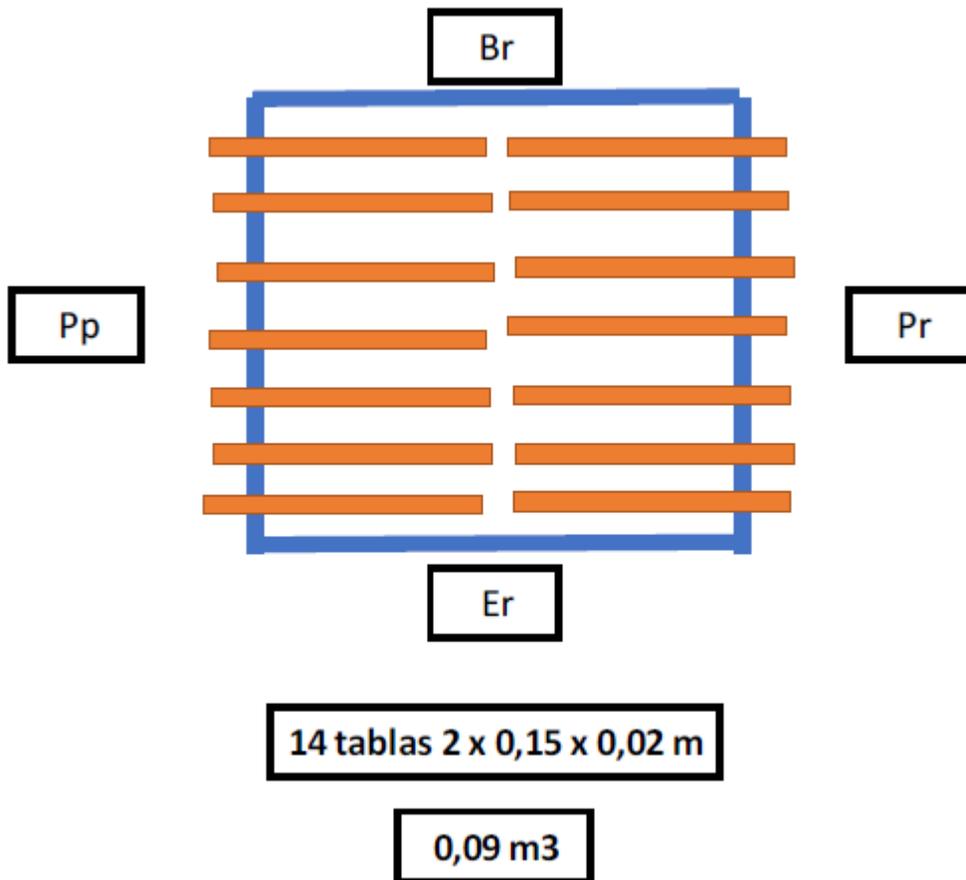


Imagen 22: Estiba y colocación del *dunnage* para *Hubs*

#### *Nacelles*:

Al igual que los *hubs*, dependiendo del fabricante son de diferentes dimensiones y pesos. Los sistemas de izado pueden resultar similares, pero no iguales, incluso para *nacelles* del mismo fabricante que, dependiendo del tipo de aerogenerador tiene unas características y por lo tanto un sistema de izado completamente distinto. En la medida de lo posible, se debe planificar la estiba de las *nacelles* de más de 90 Ts sobre *tank top*. Por seguridad, debido al *stacking weight* y por lo tanto ahorro de material como madera de estiba.

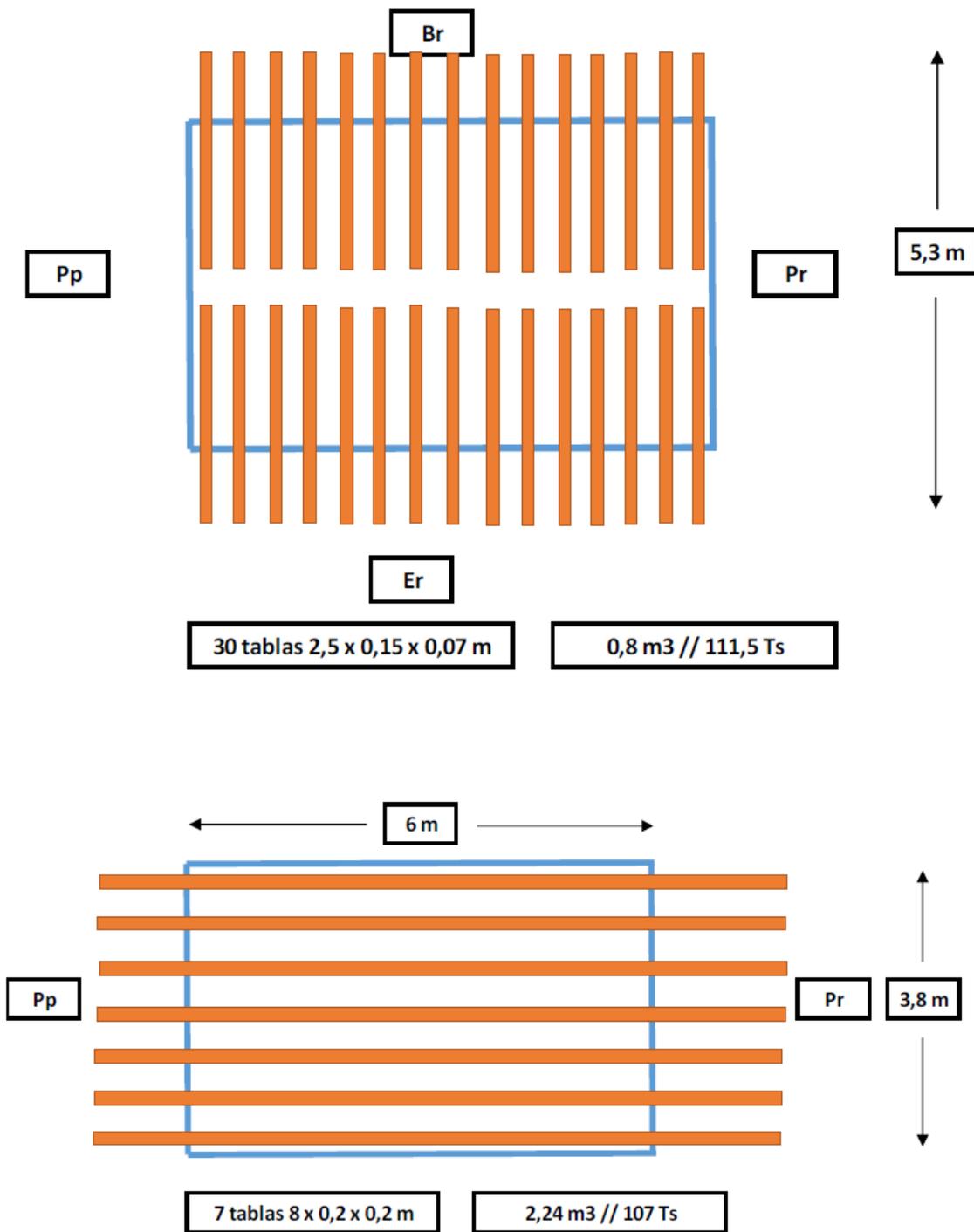


Imagen 23: Estiba y colocación de *dunnage* para *nacelle*

### Secciones/Tramos:

Estos, en resumen, son tubos. Tienen distintos tamaños y pesos. En este caso, no hay grandes diferencias dependiendo del fabricante.

El gran problema que estos presentan, ya que pueden ir estibados tanto en bodegas como *tweendecks* y tapas de escotilla, es cuando van estibados en *tweendecks* y tapas de escotilla. Debido a las bases/patas que tienen como apoyo para el transporte, la mayoría de las veces son escasas para cumplir con el *stacking weight* de los buques en *tweendecks* y por supuesto en las tapas de escotilla, ya que la mayoría de los fabricantes no permiten que se coloque ningún apoyo en la zona intermedia del tubo para hacer una mejor repartición de pesos argumentando pérdidas de tiempo en la estiba y posibles daños a la mercancía por fricción en esas zonas de apoyo contra las cuñas. Es por tanto que en estos casos se deba hacer uso de *hard dunnage* (madera de eucalipto) o de perfiles de hierro HEB 100/120, pero, aun así, en ciertos casos, como en los tubos más pesado, el *stacking weight* se sobrepasa sobremanera. Por decirlo de forma más específica, cada tubo solo tiene dos patas o apoyos, uno en cada cabeza.

Pongo el ejemplo de un tubo, pesado de 80 Ts (los hay hasta de 115 Ts, así como también secciones de 30 Ts), estibado en un *tweendeck* de 3,5 Ts/m<sup>2</sup>, supongamos que sus cunas de apoyo son de 3 x 0,5 m, lo que hace un apoyo de un metro cuadrado en cada cabeza, es decir, suponiendo que el centro de gravedad del tubo este en el centro, tendríamos que distribuir 40 Ts de peso en cada apoyo. Es decir, que para hacer que el *stacking weight* esté más o menos corregido, se debería emplear vigas de acero de 4 metros de largo repartidos entre los tres metros de apoyo de las patas, con lo que así conseguiríamos 42 Ts para cada apoyo. Que decir sobre cubierta, donde los *stacking weights* son la mitad que en los *tweendecks*.

Por otro lado, hay otro cálculo, que es el del peso total que soportaría una tapa de *tweendeck*, las dimensiones de estos suelen ser de 6,5 x (manga de la bodega dependiendo del buque) 17,5 m, por ejemplo, x *stacking weight* del *tweendeck* 3,5 Ts/m<sup>2</sup> = 398 Ts. Esta sería la cantidad que nunca deberemos sobrepasar por pontona de *tweendeck*. Con la carga sólo de tubos es muy difícil sobrepasar estas cantidades debido a que las dimensiones de estos nos limitan, pero hay que prestar atención cuando hay una combinación de cargas.

Como hemos dicho, en las tapas de escotilla los *stacking weights* son la mitad de los del *tweendeck*, con lo que la teoría dicta que este tipo de mercancía no se debería estibar nunca sobre las tapas, aun usando, según cálculo anterior, vigas de hasta 8 metros de longitud (que sería prácticamente imposible debido a varios factores, separación entre bodegas, estructuras sobre cubierta, etc....)

Por lo tanto, el número de vigas/piezas de madera y medidas dependerá por tanto de tres factores básicos:

- Peso del tubo
- Dimensiones de las patas de apoyo
- Posición de estiba. Y uno no menos importante
- En buques fletados, la aprobación del OWNER.

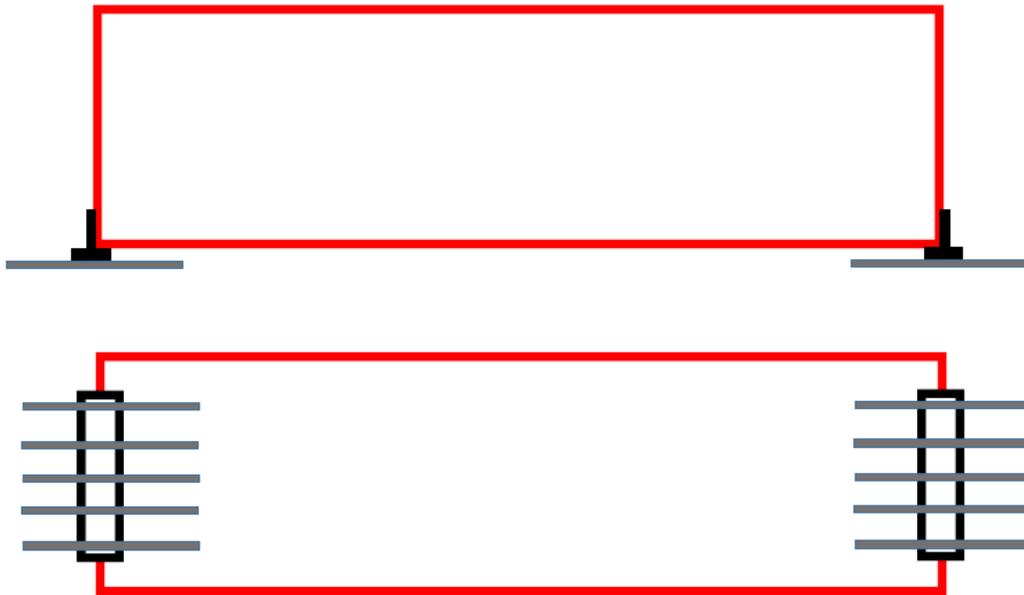


Imagen 24: Estiba y Colocación de *dunnage* en secciones

Palas:

Estas debido a su peso y dimensiones normalmente suelen estibadas sobre las tapas de escotilla, aunque esto no quiera decir que no puedan ir en bodega.

Para las palas que van estibadas en dos *frames*, la situación no sería complicada si estas fueran estibadas a una sola altura, sin embargo, suelen ir a tres alturas con lo cual, todo reside en las medidas de los *frames* y la posibilidad de poder usar los pines para estiba de contenedores a bordo o no. En el primer caso, si las medidas de los *frames* cuadran con los pines de contenedores de cubierta se reducen los problemas y gastos.

En el segundo, se debe tener en consideración todas las características, medidas de las palas, de los *frames*, medidas de la cubierta y elementos estructurales sobre cubierta, ya que la estiba y *bedding* nos va a venir determinado por todos estos puntos. En este caso lo lógico sería emplear 4 vigas HBE 100/120 de 250 a 300 cm de longitud, con gomas entre

*frame*-viga y viga-cubierta en el *root frame*, y en el *middle frame*, tener en cuenta la distancia desde el *root frame* y ver si hay o no algún elemento estructural de cubierta que nos impida la posibilidad de usar viga, y si así fuera el caso, emplear madera de estiba, ya que esta se puede cortar para así salvar estas estructuras que nos impidan la colocación normal de la cama de apoyo.



Imagen 25: *Dunnage* para la estiba de palas

### **Aseguramiento o trincaje**

Cuando se haya decidido la ubicación de almacenamiento adecuada para un artículo de carga en particular, debe pensarse en la protección y aseguramiento de la carga para que no se mueva. Los artículos de carga se deslizarán o se volcarán dependiendo de su forma y tamaño, la posición del centro de gravedad y el coeficiente de fricción entre la carga y la cubierta. Hay muchos tipos de equipos de amarre y muchos tipos diferentes de material de estiba, y solo aquellos que son apropiados para la carga en particular deben usarse para aumentar la fricción, para sostener la pieza de carga y para evitar que se mueva. Los diferentes tipos de amarres se describen a continuación.

### **Materiales de trinca**

Cable de acero

El alambre es un material muy comúnmente usado en el mar, y una construcción que se usa ampliamente es de 16 mm de diámetro, de construcción 6 × 12, con siete núcleos de fibra

(FC). Dicho cable suele tener una resistencia mínima a la rotura de aproximadamente 7,7 t. La construcción del cable, y, por lo tanto, su resistencia, siempre se debe revisar cuidadosamente para evitar errores.

El tamaño del cable siempre debe ser apropiado para el tamaño y peso de los artículos de carga que se aseguran y también se debe tener en cuenta que, para facilitar el uso, el cable debe ser flexible.



Imagen 26: Cable de acero

### Grilletes y tensores

Los grilletes y los tensores se suministran en varios tipos, formas y tamaños. Estos se utilizan junto con los cables y las ataduras de cadenas. Se debe elegir un tamaño apropiado para el tamaño del cable o la cadena, y apropiado para los puntos de amarre en la pieza de carga y en la cubierta. Los artículos deben estar en buen estado, sin defecto ni deformidad.



Imagen 27: Tensores y grilletes

## Cadenas

Las cadenas, en términos generales, se utilizan únicamente para fines específicos. Sus principales usos son para asegurar contenedores, artículos de carga rodada, artículos de carga pesada y cargas de cubierta de madera.

La cadena, en muchos casos, se habrá fabricado con la longitud adecuada y del tamaño y tipo de enlace adecuados, y tendrá accesorios de extremo ya colocados, si corresponde.

La principal ventaja de la cadena es que no se estira de manera apreciable en cargas normales y, por lo tanto, puede ajustarse cuando se instala. Sin embargo, debe recordarse que, a lo largo del viaje, las fuerzas que actúan sobre la carga causarán que se mueva levemente y esto puede hacer que las ataduras de la cadena se estiren ligeramente y se aflojen un poco, y también puede hacer que la carga se asiente sobre los cimientos y la estiba.



Imagen 28: Cadena para trinca

## Cuerda de fibra

Hay muchos tipos diferentes de cuerdas de fibra, tanto de fibra natural como de fibra sintética, y la mayoría se producen en una amplia gama de diámetros. Los tamaños más

grandes se utilizan para fines de amarre, especialmente en embarcaciones pequeñas y marítimas, y los tamaños más pequeños se utilizan, entre otras cosas, para asegurar artículos de carga. Las cuerdas de fibra tienen, sin embargo, características que significan que no son ideales para ataduras. Se estiran, inicialmente, cuando se tensan por primera vez y durante el uso. Se debilitan cuando se anudan o se empalman, y se deterioran cuando se exponen a la luz solar y al agua de mar. En consecuencia, a veces es difícil tensar y mantener una cuerda de fibra apretado.



Imagen 29: Cuerda de fibra

## Cinchas

Las correas de cinchas ahora son ampliamente utilizadas. Son fáciles de usar, se aprietan fácilmente y se fabrican en una gama de diferentes tamaños y fortalezas. Las correas de cinchas se fabrican con diferentes accesorios de extremo y se pueden encontrar con tensores de trinquete.

Su uso más común es para asegurar la carga en vehículos de carretera. También pueden usarse para asegurar una amplia gama de artículos de carga a bordo, muchos de los cuales no pueden ser asegurados por otros medios.



Imagen 30: Cincha

### *Sea fastenings*

El término *sea fastenings* se les conoce a los arreglos de seguridad que comprenden vigas de madera o acero las cuales están atornilladas o soldadas a la estructura del buque para que cumplan funciones de cuñas contra, debajo, sobre o alrededor de una carga para apoyarla y evitar que se mueva.

Los *sea fastenings* se utilizan para asegurar artículos pesados, aquellos sin suficientes puntos de amarre y aquellos que no se pueden asegurar con ningún otro método. Además, los *sea fastenings* se pueden usar junto con ataduras convencionales de alambres, cadenas o correas.



Imagen 31: *Sea Fastenings*

### Elección del equipo de trinca.

Es de gran importancia que los materiales de amarre elegidos para asegurar un artículo o envío en particular sean apropiados. Por ejemplo, las cadenas y los cables de alambre no deben usarse para asegurar rollos de papel de seda porque los amarres cortarían el papel y causarían daños cuando la carga se mueva a medida que el buque navegue. Deben usarse ataduras adecuadas al tamaño, peso y tipo de carga, y esas ataduras siempre deben usarse junto con piezas adecuadas de material de estiba.

### Elección de arreglos de trinca.

Los arreglos de amarre deben tener el efecto deseado, deben evitar que la carga se mueva a medida que el barco navega. Los arreglos deben ser eficientes, no tiene sentido colocar un amarre que no tenga efecto, y los arreglos deben ser apropiados para el tipo de carga. Los amarres aplicados a la carga son de varios tipos:

#### Trinca directa

Cuando una carga está provista de puntos de amarre o accesorios que se pueden usar para atar los amarres, se pueden colocar amarres directos en esos puntos o accesorios y luego dirigirse a los puntos de amarre del buque. Los amarres más eficientes son aquellos que se colocan en la dirección de la fuerza, transversal o longitudinal, contra la cual debe actuar el amarre. Los amarres para evitar deslizamientos transversales o longitudinales deben colocarse en un ángulo inferior, mientras que los amarres para evitar que se vuelque transversalmente deben ajustarse en un ángulo más alto.

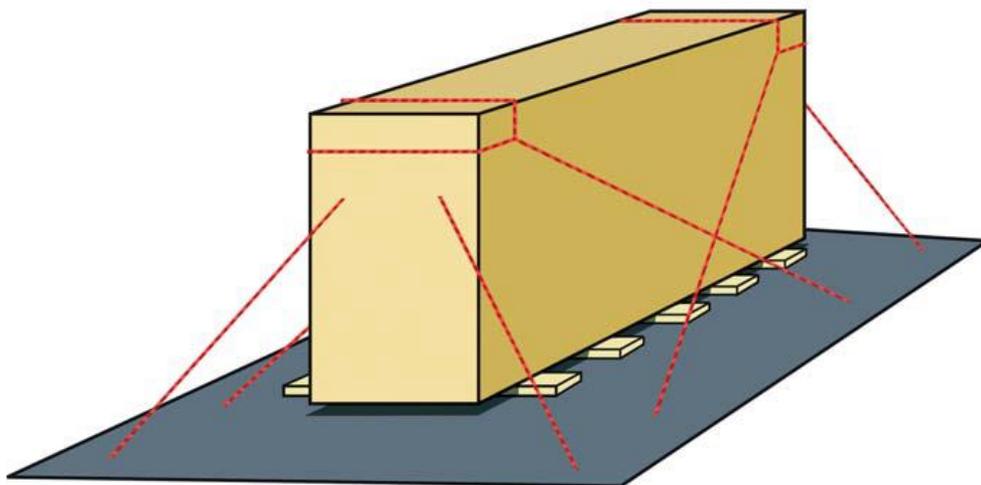


Imagen 32: Trinca directa

### Trincaje en bucle (loop lashing)

Los trincajes en bucle se pueden montar en unidades individuales que no tienen puntos de amarre y en bloques de carga guardados contra el costado del barco. Sin embargo, deben configurarse cuidadosamente para que tengan un efecto de seguridad y no solo aumenten la fricción, a menos que el efecto deseado sea aumentar la fricción. El trincaje en bucle puede realizarse de manera horizontal o vertical, pero deben comenzar y terminar en el mismo lado de la carga para tener un efecto de seguridad, de lo contrario, el amarre es solo un bucle de fricción.

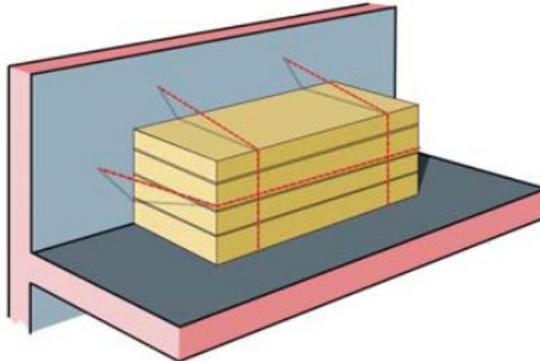


Imagen 33: *Loop lashing*

### Trincaje compacto

Los artículos de carga almacenados en una disposición de estiba cruzada y que, por su naturaleza, no tienen puntos de amarre, pueden estar provistos de amarres compactos para mantener los artículos individuales juntos para formar bloques más sólidos dentro de la estiba. Dichas ataduras compactadoras se guiarán a través de los elementos adyacentes para mantenerlos juntos. Estos acuerdos no proporcionan transferencia directa o indirecta de fuerzas a la estructura del barco.

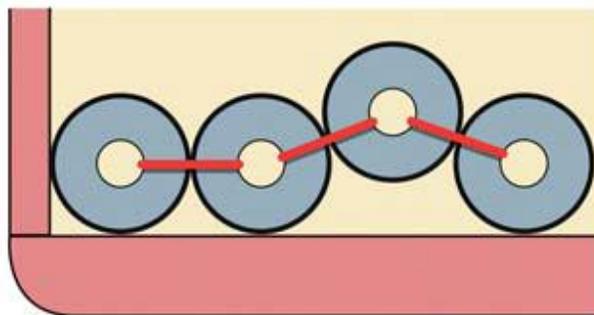


Imagen 34: Trincaje compacto

## Cuidado de los materiales de trinca

Cuando no estén en uso, los materiales de amarre deben mantenerse en un área de almacenamiento adecuada, limpia y seca, lejos de productos químicos u otras tiendas que puedan causar daños. Las partes móviles de elementos tales como grilletes y tensores deben mantenerse lubricados y libres. Todas las piezas del equipo de amarre deben inspeccionarse minuciosamente a intervalos regulares y todas las piezas dañadas, muy desgastadas o defectuosas deben desecharse o dejarse a un lado en espera de reparaciones.

Cada vez que los materiales de amarre se sacan del almacenamiento y se usan para asegurar la carga, se debe realizar un examen para confirmar que aún se encuentran en buen estado de funcionamiento. Cuando se traigan nuevas piezas a bordo, se deben inspeccionar para confirmar que son los artículos que se ordenaron y que están en buenas condiciones.

## Trincaje de los elementos de los aerogeneradores

Normalmente, dependiendo del fabricante, estos entregan manuales de manipulación y trincaje exigiendo se cumplan unos requerimientos mínimos, a partir de ahí ya el resto depende de otros factores (Características del buque, posición de estiba a bordo, altura metacéntrica, duración del viaje, meteorología, posibilidades de hacerlo o no según manuales, etc....)

En el caso de no haber manuales/procedimientos de trincaje, una herramienta que nos puede ayudar mucho, es el LASHCON (debiendo tener también muy en cuenta sus recomendaciones con respecto a las limitaciones que presenta), aun así, es una herramienta del todo muy útil para tener presente la cantidad de trinca necesaria para un trincaje “orientado/adecuado”, a partir de ahí, como hemos dicho luego se ha de tener en cuenta otros factores muy importantes, como son la duración del viaje, zonas de navegación y meteorología que podremos encontrarnos durante el viaje. O más sencillo, para un mismo buque que hace el mismo viaje primero con un GM de 0,75 m y posteriormente con GM de 3,5 m.

Es recomendable revisar los cálculos de trincaje para cada embarque. Las condiciones de trinca para un mismo buque en viajes distintos pueden cambiar, ya que la condición de carga puede ser distinta con lo que los GM varíen y ya el trincaje pueda variar también.

En este apartado, se hará un resumen del trincaje de cada pieza a régimen general, usando un buque modelo y modelo de trinca de mercancía en posiciones de estiba a bordo menos favorables.

*Nacelle* 110 TS embarcada en tweendeck a 0,8 L:

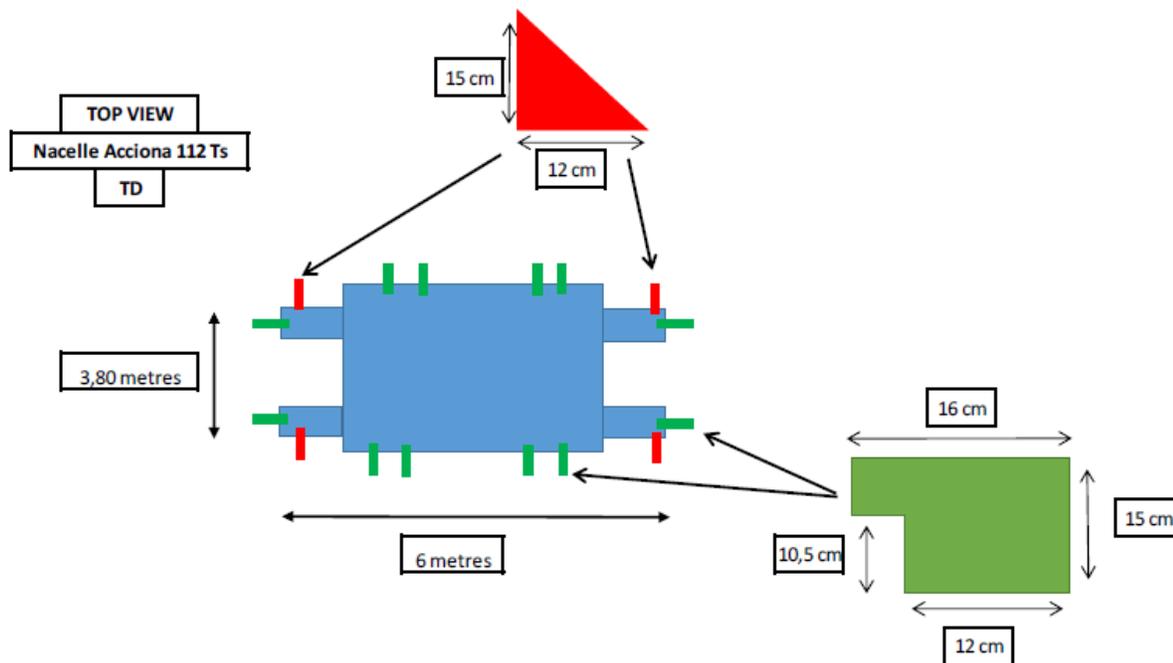


Imagen 35: esquema de trinca de *nacelle*

Para el trincaje de los *nacelles* no es necesario el uso de cadenas, ya que la trinca se puede hacer solo mediante *stoppers*. Por lo que en los cálculos ingresamos la capacidad de carga de los *stoppers* de unas 9.6 Ton, dándonos como resultado 16 *stoppers* a utilizar.

<< Return		Print		<b>Main Vessel Data:</b>				
Clear stack		Clear		Vessel Name:	Ship Id:	Lpp [m]:	B [m]:	V [kn]:
				BUQUE TIPO	#####	165,0	22,0	13,5
Case id.:	1	Nacelle Acciona	Position: 0.8 L / Tween-deck <b>Alternative calc.</b>					
Input data:	GM = 2	m = 112t	$\mu = 0,3$	$A_w = 0/0$	$A_s = 0/0$	$a = 2,5$	$b = 1,9$	( $a_t = 4,25$ $a_v = 5,17$ $a_l = 1,36$ )
Lashing data:	#1 PS/	#2 SB/	#3 /Fwd	#4 /Aft				
MSL	576	576	192	192				
( $\alpha/\beta/d$ )	0/0/3	0/0/3	0/90/1,9	0/90/1,9				
Results:	<b>PS - sliding</b>	<b>SB - sliding</b>	<b>Fwd - sliding</b>	<b>Aft - sliding</b>	<b>Tr. tipping (min)</b>			
(req/act/res)	476 / 756 / OK	476 / 756 / OK	152 / 298 / OK	152 / 298 / OK	1190 / 2088 / OK			

Imagen 36: Resultados del laschcom para *nacelle*

Tramo de 112 Ton embarcado en cubierta a 0,9L:

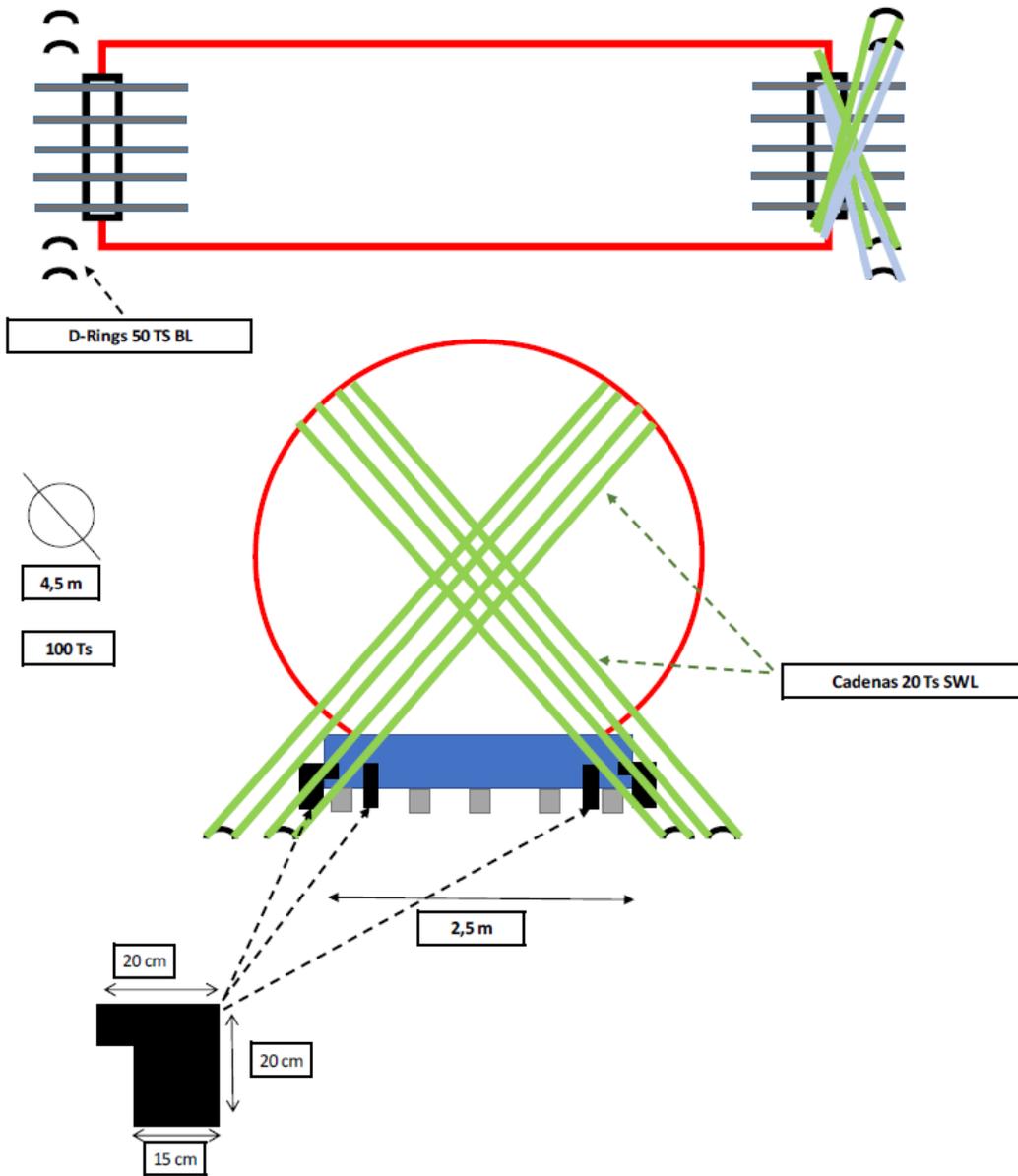


Imagen 37: Esquema de trunca de secciones

<input type="button" value="Return"/> <input type="button" value="Print"/>		Main Vessel Data:					
<input type="button" value="Clear stack"/> <input type="button" value="Clear"/>		Vessel Name:	Ship Id:	Lpp [m]:	B [m]:	V [kn]:	
		TYPE VESSEL	9555555	165,0	22,0	13,5	
Case id.:	1	TRAMO	Position: 0.9 L / Deck, high			Alternative calc.	
Input data:	GM = 2	m = 112t	$\mu = 0,3$	$A_w = 74,4/14,2$	$A_s = 32/4,5$	a = 2,4 b (at = 5,58 av = 6,25 al = 2,58)	
Lashing data:	#1 PS/Fwd	#2 SB/Fwd	#3 PS/Aft	#4 SB/Aft	#5 PS/	#6 SB/	#7 /Fwd #8 /Aft
MSL	314	314	314	314	240	240	240 240
( $\alpha/\beta/d$ )	70/10/3	70/10/3	70/10/3	70/10/3	0/0/2,5	0/0/2,5	0/90/1 0/90/1
Results:	PS - sliding		SB - sliding		Fwd - sliding		Aft - sliding
(req/act/res)	732 / 795 / OK		732 / 795 / OK		308 / 456 / OK		308 / 456 / OK
						Tr. tipping (min)	
						1756 / 2556 / OK	

Imagen 38: resultados del laschom para secciones

En el caso de que el resultado dé como bueno, pero la diferencia entre fuerzas sea mínima, es recomendable aumentar la trinca por seguridad.

Hub 40 Ts en *Tweendeck* a 0,9 L.

Algunos fabricantes te dan la opción de realizar la trinca solo con cadenas o solo con *stoppers*. Para este caso utilizaré la trinca mediante cadenas.

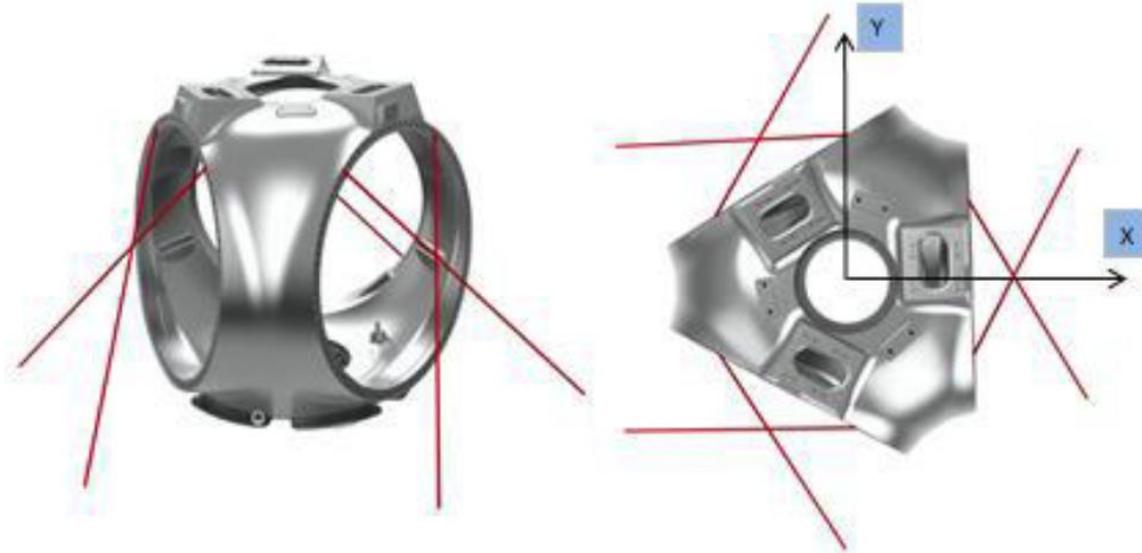
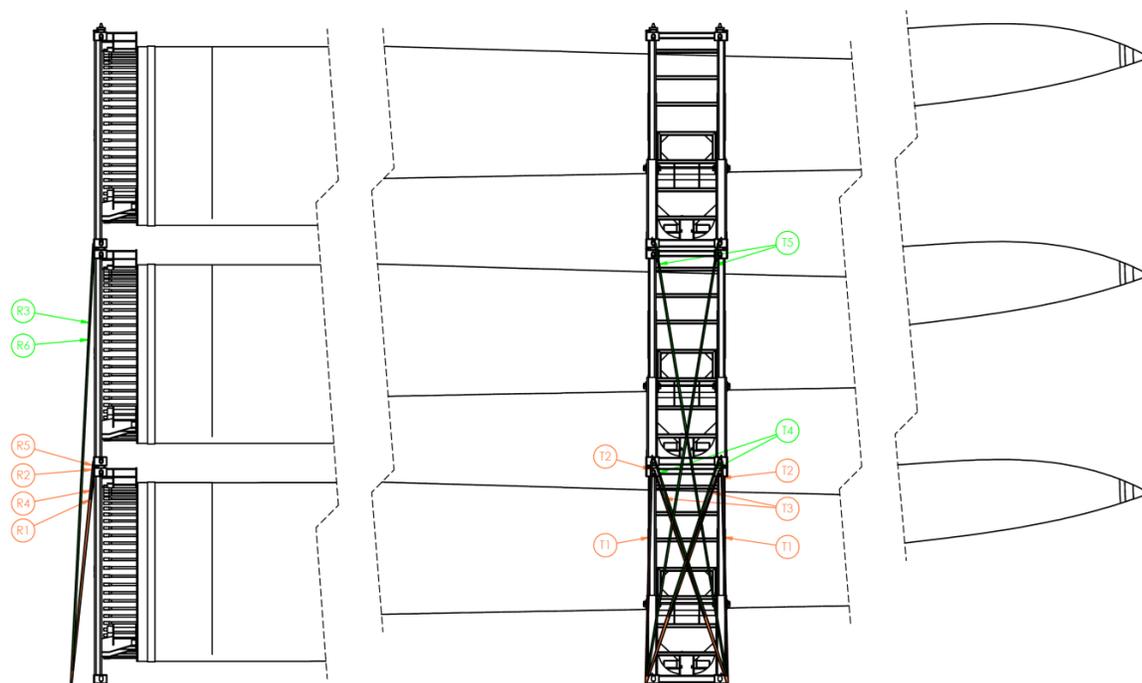


Imagen 39: Esquema de trinca de los *hubs*

<< Return		Print		<b>Main Vessel Data:</b>				
Clear stack		Clear		Vessel Name:	Ship Id:	Lpp [m]:	B [m]:	V [kn]:
				BUQUE TIPO	9555555	165,0	22,0	13,5
Case id.:	1	HUB	Position: 0.9 L / Tween-deck <b>Alternative calc.</b>					
Input data:	GM = 2	m = 40t	$\mu = 0,3$	Aw = 0/0	As = 0/0	a = 2	b = 1,75	( at = 4,47 av = 6,25 al = 1,36 )
Lashing data:	#1 SB/Fwd	#2 PS/Aft	#3 PS/Fwd	#4 SB/Aft				
MSL	157	157	79	79				
( $\alpha/\beta/d$ )	70/10/1,75	70/10/1,8	70/10/1,8	70/10/0				
Results:	<b>PS - sliding</b>	<b>SB - sliding</b>	<b>Fwd - sliding</b>	<b>Aft - sliding</b>	<b>Tr. tipping (min)</b>			
(req/act/res)	179 / 226 / OK	179 / 226 / OK	54 / 102 / OK	54 / 102 / OK	357 / 859 / OK			

Imagen 40: Resultados del laschom para trinca de *hubs*

Palas: El trincaje de las mismas depende de varios factores, en este caso realizaré el cálculo con una configuración sencilla a 3 de altura. En el trincaje de las palas se utilizan tanto cadenas como *stoppers*, ya que por ser una carga que generalmente se estiba sobre la cubierta principal requiere de más seguridad que los demás elementos.



Stoppers

Cadenas sencillas: una cadena por línea de trincaje / Single chains: 1 chain for lashing line.

Cadenas dobles: dos cadenas por línea de trincaje / Double chains: 2 chains for lashing line

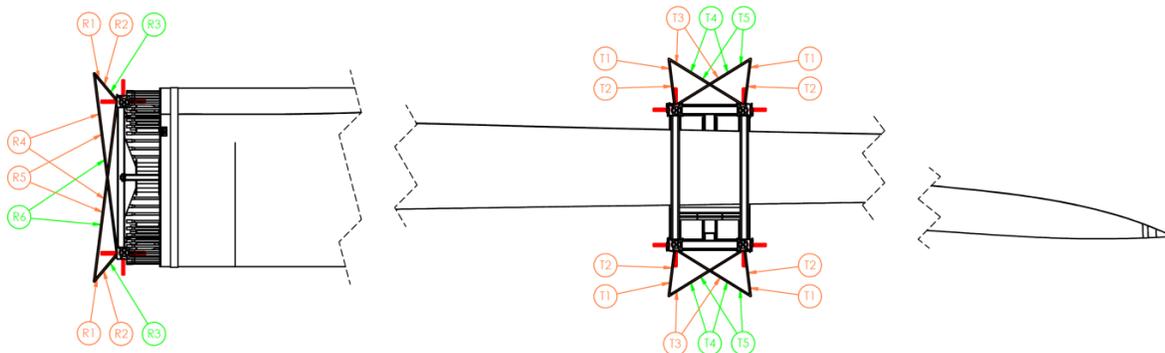


Imagen 41: Esquema de trinca de palas

## VI. EL VIAJE



Cualquier viaje se puede dividir en tres secciones principales en lo que respecta a la planificación de las cosas, y la verificación de las desviaciones de esos planes.

Estas secciones son:

- Carga y sujeción
- Planificación del viaje
- Acciones durante el viaje.

Los tres están, por supuesto, interconectados y cada uno depende de los otros dos.

Como en temas anteriores desarrollé el tema de las operaciones de carga y trincaje omitiré la primera sección y hablaré de las otras dos.

Planificación del viaje

La planificación del viaje es el término utilizado para planificar la ruta desde el puerto de carga hasta el puerto de descarga y el establecimiento de cursos y colocarlos en las tablas apropiadas. La planificación del paso también implica la consideración de las condiciones climáticas y del mar que probablemente se presentarán durante el viaje porque esas condiciones afectarán a la carga.

La planificación de pasajes y la planificación de la carga y la seguridad están claramente vinculadas, y deben llevarse a cabo conjuntamente. Los puntos a tener en cuenta son los siguientes:

- La planificación del paso debe incluir la determinación de qué clima y condiciones del mar es probable que se encuentren en todas las etapas del viaje. Si es probable que se produzcan condiciones climáticas adversas durante cualquier etapa del viaje, los arreglos de estiba y seguridad se pueden ajustar para tener en cuenta la probabilidad de que el barco se balancee e incline fuertemente durante el viaje.
- Si se cree que la carga o los arreglos de amarre no pueden soportar el pesado balanceo e inclinación del barco, como podría ser el caso de la carga del proyecto, una opción podría ser ajustar el plan de pasaje para asegurarse de que el barco no se encuentre en una situación adversa.

#### Acciones durante el viaje

Durante el viaje, ya sea un corto viaje costero de solo unas pocas horas o un largo viaje por el océano entre continentes, el capitán y la tripulación deben realizar ciertas acciones para garantizar que la carga se transporte con cuidado y seguridad sin poner en peligro la carga en sí, el barco o la tripulación.

El progreso del barco y la condición deben ser monitoreados y la carga y los dispositivos de seguridad deben ser inspeccionados y ajustados cuando y donde sea necesario. Si se producen condiciones meteorológicas adversas, se deben tomar medidas para minimizar los movimientos del barco, para minimizar las aceleraciones que actúan sobre la carga y, por lo tanto, mantener al mínimo las cargas en los arreglos de seguridad. Los puntos a tener en cuenta son los siguientes:

- Las previsiones meteorológicas para el viaje se deben obtener en un período apropiado antes de la salida del puerto de carga y durante todo el viaje hasta la llegada al puerto de descarga. Esos pronósticos meteorológicos deben estudiarse

para determinar qué condiciones climáticas y marinas se pueden encontrar. Tal monitoreo del clima debe ser un proceso continuo.

- Si se pronostican condiciones meteorológicas y marinas adversas, entonces podrían ser necesarias acciones. Tales acciones podrían incluir: aumentar el número de ataduras ajustadas a los artículos de carga; lastre para mejorar el comportamiento del barco o una alternancia de rumbo o velocidad para minimizar los movimientos del barco; o para evitar el área de condiciones adversas por completo.
- Si las condiciones climáticas y marinas adversas se desarrollan sin mucha advertencia, podría ser necesario tomar medidas urgentes para aumentar el acuerdo de seguridad y una alternancia de rumbo o velocidad podría ser apropiada en el corto plazo, o podría ser necesaria para facilitar el movimiento de la nave. El deslastrado también puede mejorar el comportamiento del barco, pero siempre se debe tener en cuenta la estabilidad del barco, ya que dicho deslastrado no debe dar al barco una estabilidad excesiva o insuficiente.
- La carga y los arreglos de aseguramiento deben ser monitoreados durante todo el viaje y los arreglos de aseguramiento deben ajustarse cuando sea necesario. Es una práctica normal completar una inspección de los compartimientos de carga y la cubierta diariamente durante condiciones de buen clima y con mayor frecuencia, según se considere necesario y apropiado, durante condiciones de clima adversas.
- Si la carga se desplaza durante el viaje, debe reducirse el rumbo o la velocidad del barco para facilitar el movimiento de este.
- Si la carga se ha desplazado y las ataduras han fallado hasta el punto de que la tripulación no puede re-estibar y reasegurar la carga mientras el barco está en el mar, se debe realizar un desvío a un lugar de refugio. Si es apropiado, el barco debe ser llevado a un puerto de refugio donde se pueda llevar a cabo de manera adecuada la re-estiba y el aseguramiento.
- La integridad del barco debe controlarse durante todo el viaje para garantizar que no se hayan producido daños por el desplazamiento de la carga o por los amarres, o por cualquier otra causa.

Los espacios de carga, como cualquier otro espacio cerrado, pueden sufrir el agotamiento de oxígeno. Siempre se deben seguir las precauciones y procedimientos adecuados para entrar en el espacio cerrado antes de que las personas ingresen a un espacio de carga.

## VII. RIESGOS



Imagen 42: Pérdida de una pala en el mar

Desafortunadamente, a pesar de toda la guía de prevención de pérdidas disponible, existe una incidencia continua del colapso y / o pérdida de la carga. Cuando se investigan a fondo, las causas de tales pérdidas pertenecen a las siguientes categorías, que son:

- Condiciones meteorológicas adversas.
- Falta de apreciación de las diversas fuerzas involucradas.
- Ignorancia de las reglas relevantes y recomendaciones orientativas
- Presión de limitación de costos en detrimento de los requisitos de seguridad conocidos
- Falta de tiempo y / o personal para completar el trabajo necesario antes de que el barco abandone el puerto
- Estiba no utilizada de manera efectiva
- Fuerza, balance y cantidad de amarres insuficientes.
- Ojales y bucles de fijación de cables mal formados, incluidos métodos incorrectos de uso de dispositivos de sujeción.
- Falta de continuidad de la fuerza entre los diversos componentes de seguridad

- Colocar materiales de amarre alrededor de bordes afilados sin protección.
- Estiba incorrecta / desequilibrada y distribución inadecuada del peso.
- La perversidad del trabajo en tierra cuando se requiere hacer el trabajo correctamente
- Los acuerdos de aseguramiento, tanto suministrados como aprobados, no se utilizan completamente en el viaje.

## VIII. RECOMENDACIONES

Si bien todas las piezas deben tratarse individualmente, no es el caso que algunas reglas solo se apliquen a ciertas piezas de carga y otras a otras; todas estas reglas deben tenerse en cuenta durante cada viaje y para cada pieza de carga. Algunas reglas básicas a seguir para lograr una operación segura y eficiente son:

- Familiarizarse a fondo con el Código de Prácticas Seguras de la OMI para la Estiba y Sujeción de la Carga y cualquier modificación posterior.
- Estar completamente familiarizado con el contenido del propio Manual de Aseguramiento de Carga del barco.
- Establecer el peso del artículo de carga y, donde sea posible, la posición de su centro de gravedad.
- Decidir qué tipos de materiales de amarre se utilizarán para asegurar el artículo, y luego determine la carga de seguridad máxima (MSL) de los amarres.
- Examinar el artículo de carga y asegúrese de que esté en una condición adecuada para el transporte a bordo en el viaje actual y que pueda asegurarse de manera adecuada y adecuada a bordo.
- Los amarres deben estar unidos de tal forma que aseguren el anclaje a la carga, o deben tomarse alrededor de la carga o alrededor de partes fuertes de esta. Las ataduras que se ajustan a la carga no deben colocarse de tal manera que dañen el punto de anclaje, a ellos mismos o la parte de la carga alrededor de la cual se asegura.
- Los amarres deben estén configurados de igual manera en todos los extremos de la carga.
- Asegurarse de que todo el material de trinca esté en buenas condiciones y que sea el apropiado para la carga que se va a asegurar.

- Realizar los cálculos pertinentes y tener conocimiento de las cargas máximas permitidas para los *hatchcover*, *tweendeck* y *tank top*.
- De ser necesario, proteger la carga con madera o cualquier otro material adecuado para dicha función.
- La carga debe colocarse en un lugar seguro. Ningún artículo de carga puede ser estibado en algo que no está asegurado al barco.
- Utilizar materiales de estiba, como madera, caucho, etc... para aumentar el coeficiente de fricción entre la carga y la superficie sobre la que se estiba. Evitar en mayor medida el contacto de acero con acero. Verificar que la superficie esté seca, limpia y libre de aceite o grasa.
- Verificar que la trinca de un artículo no interfiera con la trinca de otro artículo o con el artículo en sí.
- Asegurarse de que la disposición de los artículos de carga y sus amarres sea tal que las inspecciones rutinarias de la carga y el ajuste de los amarres se puedan llevar a cabo en todas las partes de la cubierta o compartimientos y que la estiba o los amarres de elementos particulares no obstaculicen aquellas inspecciones que deben llevarse a cabo durante el viaje.

## IX. NORMATIVA APLICABLE

Cuando vamos a realizar el transporte de cualquier mercancía se debe tener en cuenta las normas que rigen todo el transporte marítimo, y como en nuestro caso se trata del transporte de carga proyecto, también debemos conocer las normas que rigen el transporte de dicha carga.

Debido a la magnitud de lo que representa la carga proyecto y como lo he mencionado anteriormente, los costes que puede generar la pérdida y daños de un artículo de carga proyecto, nos obliga a familiarizarnos con la normativa referida a la seguridad, estiba y transporte de esta.

También debemos estar claros en el papel que juega cada personaje que está involucrado en la cadena logística. Por ejemplo, dentro de las responsabilidades del capitán es asegurarse de que toda la carga se estibe, se asegure y se maneje de manera segura y de acuerdo a lo que se haya establecido en el contrato de fletamento.

El contrato de fletamento denominado “*Charter party*” en inglés, es un contrato consensual entre el dueño de la embarcación (fletante) y el que renta la embarcación (fletador) por medio del cual se alquila todo o parte de un buque durante un plazo estipulado.

En el contrato de fletamento se establecen obligaciones específicas para el propietario de barco o armador, fletador y cargador, como la responsabilidad de la estiba, la trinca y el aseguramiento de la carga. Se puede dar el requerimiento de alguna de las partes para que se nombre un inspector independiente (Marine Warranty Surveyor), el cual cumplirá con las funciones de revisar, aprobar y supervisar todas las operaciones de carga o descarga. Estas responsabilidades deben evaluarse cuidadosamente, ya que pueden afectar en gran medida a las responsabilidades si la carga se daña o se pierde durante alguna operación.

En el transporte marítimo existen también otras normativas que rigen el ámbito marítimo y que a continuación explicaré.

## SOLAS

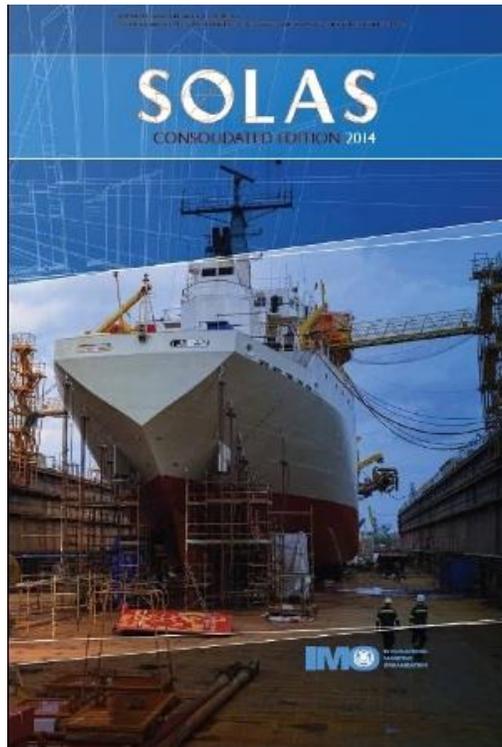


Imagen 43: Convenio SOLAS

La Convención Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar, es una de las principales convenciones de la OMI, que periódicamente analiza y adopta los requisitos y enmiendas a

la misma. SOLAS incorpora requisitos con respecto a todos los aspectos de la operativa de un buque, incluido en el capítulo VI sobre el transporte de cargas. El capítulo consta de tres partes, la parte A se aplica al transporte de cargas que, debido a sus riesgos particulares para los barcos y las personas a bordo, pueden requerir precauciones especiales. La regla 5, de la parte A, trata de la estiba y la seguridad. Las partes B y C tratan con cargas a granel y grano. Debe recordarse que SOLAS se revisa constantemente.

El convenio SOLAS está considerado como el más importante de todos los tratados internacionales relativos a la seguridad de los buques mercantes. El objetivo principal del convenio es establecer las normas mínimas relativas a la construcción, el equipo y la utilización de los buques, compatibles con su seguridad. Los estados de abanderamiento son responsables de asegurar que los buques que enarboles su pabellón cumplan con las disposiciones del convenio, el cual prescribe la expedición de una serie de certificados como prueba de que se ha hecho así.

Capítulo VI, parte A, Regla 5 del SOLAS.

Donde se trata la estiba y la sujeción de la carga.

1. La carga, las unidades de carga y las unidades de transporte en cubierta o bajo cubierta se embarcarán, estibarán y sujetarán de modo apropiado para impedir, en la medida de lo posible, durante todo el viaje que el buque y las personas a bordo sufran daños o corran riesgos y que la carga caiga al mar.
2. La carga, unidades de carga y las unidades de transporte en unidades de carga irá arrumada y sujeta dentro de dichas unidades de modo apropiado para impedir durante todo el viaje que el buque y las personas a bordo sufran daños o corran riesgos.
3. Se tomarán precauciones apropiadas durante el embarque y el transporte de cargas pesadas y de cargas de dimensiones anormales para garantizar que el buque no sufra daños estructurales y para mantener una estabilidad adecuada durante todo el viaje.
4. Se tomarán precauciones apropiadas durante el embarque y el transporte de unidades de carga y unidades de transporte en buques de transbordo rodado, especialmente con respecto a los medios de sujeción a bordo de tales buques en las unidades de carga y unidades de transporte, y a la resistencia de los puntos y trincas de sujeción.

5. Una vez cargados, los contenedores de carga no deberán exceder del peso bruto máximo indicado en la placa de aprobación relativa a la seguridad, prescrita en el Convenio sobre seguridad de los contenedores (CSC) enmendado.
6. Todas las cargas que no sean cargas sólidas o líquidas a granel, las unidades de carga y las unidades de transporte, se cargarán, estibarán y sujetarán durante el viaje con arreglo al Manual de sujeción de la carga aprobado por la Administración. En los buques de carga rodada, según estos se definen en la regla II-2/3.41, la sujeción de tales cargas, unidades de carga y unidades de transporte, de conformidad con el Manual de sujeción de la carga, se efectuará antes de que el buque salga del muelle. El Manual de sujeción de la carga se elaborará de acuerdo con normas de un nivel equivalente, como mínimo, a las de las directrices pertinentes elaboradas por la Organización."

### **Código Internacional de Estabilidad Sin Avería (Código IS)**

Este código contiene los requisitos para los criterios de estabilidad intacta, tanto de carácter obligatorio como de recomendación, y otras medidas que garanticen la seguridad de los diferentes tipos de buques. El código también proporciona detalles de la información requerida a bordo, precauciones generales contra el volcado y procedimientos operativos relacionados con las condiciones climáticas. En la parte A se recogen los criterios obligatorios, mientras que la parte B incluye las recomendaciones y otras directrices.

### **Código de prácticas OMI/OIT/CEPE-Naciones Unidas sobre la arrumazón de las unidades de transporte. (Código CTU)**

El propósito de este código es el de prestar consejo sobre la arrumazón sin riesgos de unidades de transporte a los encargados de las operaciones de arrumazón y sujeción de la carga. También resume los aspectos teóricos de las operaciones de arrumazón y sujeción y recomienda medidas prácticas para garantizar la arrumazón sin riesgos. Consta de 13 capítulos, la mayoría de los cuales se remiten a uno o más anexos. Se dispone de otras orientaciones prácticas e información general a manera de material informativo que no constituye parte de este código.

## **Código de prácticas de seguridad para la estiba y sujeción de la carga**

El código de prácticas de seguridad de la OMI para la Estiba y Aseguramiento de la carga, o el código de CSS como se le conoce, se publicó por primera vez en 1992, tras la resolución de la OMI A.714 del 17 de noviembre de 1991. Esa edición del código CSS incorporó principios generales para la estiba segura y sujeción de cargas, definiciones de términos de uso general, algunas recomendaciones básicas que deben seguirse, algunas orientaciones con respecto a las acciones en condiciones climáticas adversas y cuando la carga se transfiere. Los anexos del 1 al 12 contenían una guía sobre la estiba y la sujeción de tipos particulares de cargas y los apéndices del 1 al 5, citan otras resoluciones y circulares que deben considerarse. En 1994/1995 se publicaron tres enmiendas al texto original del código CSS y un nuevo anexo 13. El anexo 13 proporciona métodos para evaluar la eficiencia de los arreglos de sujeción para la carga no estandarizada.

En 2003, se publicó una nueva edición del Código CSS que incorporaba todas las enmiendas, los anexos 1 a 13 y los cambios en los contenidos del anexo 13. Por lo tanto, la nueva edición incorpora todos los principios generales, definiciones y recomendaciones del Código CSS anterior. Orientación específica de la carga en los anexos 1 a 12, anexo 13 y los apéndices.

El código CSS es el documento en el que se basan los manuales de seguridad de la carga. El propósito del Código CSS es proporcionar orientación sobre el almacenamiento y la sujeción adecuados de las cargas. Cuando un barco se encuentra en navegación, los movimientos del barco conducirán a la introducción de la aceleración en la carga y las fuerzas creadas por esas aceleraciones se deben contrarrestar mediante arreglos de trínca para evitar el movimiento de la carga. Por lo tanto, la adecuada estiba y la sujeción de las cargas es esencial, pero debe recordarse que reducir la amplitud y la frecuencia de los movimientos del barco reducirá las fuerzas que actúan sobre la carga.

El Código CSS llama la atención de los armadores y operadores de buques sobre la necesidad de garantizar que el barco sea adecuado para la carga prevista y que esté debidamente equipado, y brinda asesoramiento sobre el almacenamiento y la seguridad adecuada, las acciones que deben tomarse en condiciones marítimas pesadas y acciones que se pueden tomar para remediar los efectos del desplazamiento de la carga.

El Código CSS está dividido en siete capítulos que ofrecen consejos generales seguidos de anexos que proporcionan consejos específicos para la carga, incluido el anexo 13, que proporciona métodos para evaluar la eficiencia de los acuerdos de seguridad.

En más detalle, el anexo 13 brinda algunas pautas y métodos para la evaluación de los arreglos de amarre. Da una definición de la carga máxima de seguridad (MSL) y el método para calcular la MSL para materiales de amarre. Describe el método de la regla de oro, que es el método básico para calcular la resistencia requerida de los amarres, en la sección 6. La sección 7 proporciona el método de cálculo avanzado, que se puede usar para calcular las fuerzas externas que actúan sobre un único elemento de la carga y luego si son suficientes o no los materiales de amarre elegidos y el número de amarres que se ajustarán.

## Contenido del Código CSS

### Capítulo 1 - Disposición general

El Código CSS se aplica a las cargas transportadas a bordo de buques (que no sean cargas sólidas y líquidas a granel y la madera almacenada en cubierta) y, en particular, a aquellas cargas cuya estiba y aseguramiento han demostrado en la práctica crear dificultades. Este capítulo proporciona definiciones de los términos utilizados y descripciones generales de las fuerzas involucradas, y que deben ser absorbidas por los arreglos de estiba y sujeción, y algunas pautas para minimizar las fuerzas. A continuación, se proporciona orientación sobre el comportamiento de las cargas, su tendencia a deformarse o compactarse, y cómo estimar el riesgo de desplazamiento de la carga. se menciona como requisito el Manual de aseguramiento de la carga y la necesidad de que se proporcione un equipo apropiado y bien mantenido, y la información sobre la carga que debe transportarse se proporciona antes de cargar. Debe recordarse que podría ser necesaria la pericia relevante, para ayudar al capitán, en la planificación de la estiba y asegurar los arreglos para cualquier carga especial.

### Capítulo 2 - Principios de estiba segura y sujeción de cargas.

Este capítulo establece diversos aspectos del transporte seguro de los artículos de carga. La carga debe ser adecuada para el transporte, y se debe guardar y asegurar de manera adecuada teniendo en cuenta las características de la carga y del barco, y la fricción entre la cubierta y la base de la unidad de carga. Todos los procedimientos deben ser supervisados adecuadamente y todos los espacios cerrados deben ser seguros para la entrada. El capitán debe asegurarse de que se siguen todos los procedimientos necesarios.

Finalmente, el capítulo destaca la necesidad de almacenamiento de carga y declaraciones de seguridad.

### Capítulo 3 - Sistemas estandarizados de estiba y seguridad.

Este capítulo ofrece recomendaciones para sistemas en barcos diseñados específicamente para artículos tales como contenedores, vagones de ferrocarril y barcas a bordo. Todos los arreglos deben estar diseñados para la carga específica y aprobados, y la información adecuada debe estar a bordo.

### Capítulo 4 - Estiba y seguridad semiestandarizadas.

Este capítulo trata sobre las cargas rodadas, como vehículos de carretera, remolques y automóviles. Estos artículos de carga deben contar con disposiciones de seguridad según lo establecido en la sección 5 del anexo a la resolución A.581, que se incluye como apéndice 4 del Código CSS. Las disposiciones de otras secciones de ese anexo también deben ser seguidas. Cualquier artículo que no cumpla con los requisitos debe tratarse como si fuera un artículo de carga no estandarizado y se debe guardar y asegurar en consecuencia.

### Capítulo 5 - Estiba y sujeción no estandarizadas.

Los artículos de carga no estandarizados plantean una variedad de problemas y, por lo tanto, cada artículo de carga o envío debe tratarse por separado. Las cargas que han demostrado ser una fuente potencial de peligro pueden dividirse en 12 categorías y cada una se trata en un anexo separado.

### Capítulo 6 - Acciones que pueden tomarse en mal tiempo.

Este capítulo proporciona consejos sobre cómo evitar las tensiones provocadas por las aceleraciones excesivas causadas por las condiciones climáticas adversas.

### Capítulo 7 - Acciones que pueden tomarse una vez que la carga se haya desplazado.

Este capítulo enumera las acciones que pueden ser consideradas por el capitán.

### Anexos

Los anexos 1 a 12 proporcionan consejos sobre tipos específicos de carga y el anexo 13 trata sobre los arreglos de seguridad de la siguiente manera.

- Anexo 1: Estiba segura y aseguramiento de contenedores en la cubierta de barcos que no están específicamente diseñados y equipados para transportar contenedores.
- Anexo 2 - Estiba segura y aseguramiento de tanques portátiles.
- Anexo 3 - Estiba segura y aseguramiento de recipientes portátiles.
- Anexo 4 - Estiba segura y aseguramiento de cargas rodadas.
- Anexo 5: Estiba segura y aseguramiento de artículos de carga pesada como locomotoras, transformadores, etc.
- Anexo 6 - Estiba segura y aseguramiento de rollos de láminas de acero
- Anexo 7 - Estiba segura y aseguramiento de productos de metales pesados.
- Anexo 8 - Estiba segura y aseguramiento de cadenas de ancla.
- Anexo 9 - Estiba segura y aseguramiento de chatarra de metal a granel.
- Anexo 10 - Estiba segura y aseguramiento de contenedores intermedios flexibles a granel.
- Anexo 11 - Directrices generales para la estiba bajo cubierta de troncos.
- Anexo 12 - Estiba segura y aseguramiento de cargas unitarias.
- Anexo 13: Métodos para evaluar la eficiencia de los arreglos para asegurar la carga no estandarizada.

Apéndice 2 - MSC / Circ.745: Directrices para la preparación del Manual de sujeción de la carga (13 de junio de 1996).

Los reglamentos VI / 5 y VII / 6 del Convenio SOLAS de 1974 exigen que las unidades de carga y las unidades de transporte de carga se carguen, almacenen y aseguren durante todo el viaje de acuerdo con un Manual de Sujeción de Carga aprobado por la Administración y redactado de acuerdo a los estándares y las pautas desarrolladas por la organización.

El Comité de Seguridad Marítima (MSC) de la OMI, en su sexagésimo sexto período de sesiones (28 de mayo a 6 de junio de 1996), examinó los proyectos de directrices para la preparación del Manual de Sujeción de Carga preparado por el Subcomité de Mercancías Peligrosas, Carga Sólida y Contenedores en su primera sesión (5 al 9 de febrero de 1996) y aprobó las Directrices presentadas en esta publicación, que se publicaron originalmente como MSC / Circ.745 (con fecha del 13 de junio de 1996).

Estas Directrices se basan en las disposiciones contenidas en el anexo de MSC / Circ.385 (con fecha del 8 de enero de 1985) pero se han ampliado para incluir las aplicaciones explícitas a los buques equipados o adaptados para el transporte de contenedores de carga,

teniendo en cuenta las disposiciones del Código de prácticas de seguridad para la estiba y sujeción de la carga (Código CSS), en su forma enmendada. Son de carácter general y están destinados a proporcionar orientación sobre la preparación de los Manuales de Sujeción de Carga, que se requieren en todos los tipos de embarcaciones que se dedican al transporte de cargas que no sean cargas sólidas y líquidas a granel.

## **Manual de sujeción de carga**

La OMI publicó en 1997 el folleto guía para la preparación del manual de sujeción de carga para mostrar cómo se debe disponer un manual y qué debe contener. Es un requisito obligatorio bajo el Convenio SOLAS que un Manual de Sujeción de Carga que haya sido aprobado por la administración, se proporcione a bordo.

El propósito de un Manual de Aseguramiento de Carga es establecer los estándares para los dispositivos de sujeción de carga utilizados a bordo teniendo en cuenta el tipo de carga, las características del barco y las condiciones marítimas que puede encontrar un barco. El manual debe ser fácil de usar y debe contener información y orientación aplicables al barco para el que se redactó; la idea es que toda la información en el manual del barco debería ser de utilidad para los que están a bordo y la información relacionada con las cargas que no se transportan no debe incluirse en el manual.

La información proporcionada en el manual debe seguir el diseño descrito en las Pautas, utilizando los encabezados y sub-encabezados en el orden mostrado, y debe contener la información necesaria específica del barco. Por lo tanto, todos los manuales de aseguramiento de la carga estarán en el mismo formato, de modo que la gente de mar se acostumbrará a ese formato y podrá utilizar el manual en cualquier barco de manera eficiente. Después de que el manual haya sido preparado por, o en nombre de, el operador del barco debe ser aprobado por la administración del estado del pabellón.

Las Directrices establecen el formato que debe seguirse en la preparación de todos los manuales. El manual se dividirá en cuatro capítulos y apéndices.

Formato del Manual de Sujeción de carga

Capítulo 1 – Disposición General

Al comienzo del capítulo 1, debe haber un preámbulo que incluya los números de los párrafos 1, 2 y 4 del preámbulo que figura en la página 1 del folleto de pautas y la declaración de que el manual se ha preparado de acuerdo con las pautas. El Capítulo 1 luego proporcionará definiciones e información general relacionada con el barco.

## Capítulo 2 - Dispositivos de seguridad y disposiciones

El Capítulo 2 contiene, con el mayor detalle posible, descripciones de los dispositivos de seguridad utilizados a bordo del barco, incluido el número transportado, su resistencia en términos de carga de rotura y su carga de seguridad máxima (MSL). También se pueden incluir tablas que enumeran los dispositivos y bocetos de piezas individuales. A continuación, deben aparecer algunos consejos y pautas con respecto a la inspección y el mantenimiento de dispositivos de seguridad fijos y portátiles. Deben darse períodos entre las inspecciones y la forma en que deben realizarse los trabajos de mantenimiento; también debe haber un registro de las inspecciones y el mantenimiento en un apéndice adjunto al final del manual que debe mantenerse actualizado. Debe recordarse que los equipos de amarre deben mantenerse en buen estado de funcionamiento sin defectos que puedan disminuir su resistencia.

## Capítulo 3 - Estiba y aseguramiento de carga no estandarizada y semiestandarizada

El Capítulo 3 incluye información sobre el manejo adecuado de los dispositivos de seguridad y las instrucciones de seguridad sobre el manejo de esos dispositivos. El capítulo debe incluir una sección sobre la evaluación de las fuerzas que actúan sobre las unidades de carga. Esta sección debe incluir tablas o diagramas que den las aceleraciones del barco en las líneas transversales, verticales y longitudinales. Las tablas se pueden usar para calcular las fuerzas según lo establecido en la sección 7 del anexo 13, método de cálculo avanzado. Se dará un ejemplo práctico para ilustrar cómo avanzar con el cálculo y determinar el resultado final. La siguiente sección proporcionará orientación con respecto a la estiba y la seguridad de la carga no estandarizada y esto suele ser una reescritura de los anexos que figuran en el Código CSS.

## Capítulo 4 - Estiba y aseguramiento de contenedores y otras cargas estandarizadas.

El Capítulo 4 proporciona detalles de los requisitos de almacenamiento y seguridad para cargas estandarizadas, esencialmente contenedores y otras cargas unificadas. Habrá orientación sobre el uso de dispositivos de seguridad de contenedores y sobre dónde y cómo

se pueden guardar y apilar los contenedores. Los pesos de apilamiento y la disposición de los contenedores dentro de una pila son de gran importancia y una sujeción adecuada, apropiada para la pila de contenedores en la posición de almacenamiento a bordo, es igualmente de gran importancia; estos factores siempre deben tenerse en cuenta. Las tablas de aceleraciones también se incluirán en este capítulo.

## Apéndices

Por último, el manual debe incluir apéndices con una lista de verificación de seguridad para el ingreso a espacios cerrados, un registro de inspección y mantenimiento del equipo de seguridad y cualquier dibujo o bosquejo apropiado.

### **Reglamento del Estado del pabellón y de la Sociedad de Clasificación:**

Siempre obligatorio e incluye la aplicación obligatoria de SOLAS para cualquier embarcación aplicable. En particular, el Capítulo VI de SOLAS: El transporte de cargas es relevante y debe cumplirse. Las regulaciones para el equipo de elevación y las operaciones se encontrarán dentro de las reglas del Estado del pabellón o de la Sociedad de clasificación.

Las Reglas de la Sociedad de Clasificación de la embarcación también establecerán los requisitos para el mantenimiento de la embarcación, incluidos los equipos necesarios para la carga, almacenamiento y aseguramiento de las cargas del proyecto. Si no se cumplen estos requisitos, los propietarios de la embarcación pueden ser responsables en caso de un incidente.

## X. CONCLUSIONES

En este trabajo se recopilan los factores que influyen al momento de transportar cargas como lo son las cargas proyecto. La planificación para el transporte de este tipo de carga se debe realizar con mucho cuidado y precisión, ya que por su peso y su valor un pequeño error puede conllevar a la pérdida de millones de dólares y lesiones y pérdidas de vidas humanas. Es por eso por lo que a lo largo de este documento redacto las fases que se desarrollan durante el transporte de la carga proyecto, donde explico los aspectos que debemos de tener en cuenta al momento de planificar el viaje, la estiba y la sujeción de dichas cargas.

La adecuada estiba y la seguridad de los artículos de carga es de suma importancia para la seguridad de la tripulación, el buque de transporte y los artículos de carga. Menciono las reglas básicas que deben recordarse en cada ocasión durante la carga y el aseguramiento de la carga, y describe dónde se pueden encontrar regulaciones, recomendaciones y orientación general. También describe los métodos recomendados que se deben utilizar para determinados artículos de carga, y brinda orientación sobre los puntos que deben recordarse durante el pasaje y la planificación y el viaje en sí.

Al igual que con cualquier manejo de carga, es importante mantener registros de las operaciones, tanto para las entradas de registros como para futuras referencias. Se recomienda que la tripulación tome notas de las operaciones a medida que avanzan y durante el viaje. Las notas manuscritas o los cuadernos de la tripulación deben conservarse de la manera normal. Para cargas más complicadas, las notas deben ser extensas y representar un enfoque proactivo; solo proporcionar entradas de registro básicas no es informativo.

Para el izaje de las todas cargas proyecto es esencial un plan detallado. Debe abordar los arreglos de montaje, las cargas de trabajo seguras (SWL), los puntos de elevación y la estabilidad del elevador.

Al momento de realizar la trinca también debemos tener en cuenta todos los factores y aceleraciones actuarán sobre la carga. En muchas ocasiones, aunque el resultado de los cálculos de trinca dé bueno es recomendable aumentar el numero de elementos de amarre.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974 (Convenio SOLAS).
2. ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (OMI), «Código de Prácticas de Seguridad para la Estiba y la Sujeción de la Carga» (CSS), Comité de Seguridad Marítima, Resolución A.714(17), noviembre 1991.
3. ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (OMI), «Código Internacional de Estabilidad sin avería» (Código IS 2008), Comité de Seguridad Marítima, Resolución MSC 267(85), 4 de diciembre de 2008.
4. UK P&I CLUB Y ALLIANZ GLOBAL CORPORATE & SPECIALTY, «How to safely load, stow, secure and discharge heavy lifts & project cargo», 2014.
5. OMI/ILO/UNECE, «Código de prácticas para el embalaje de las unidades de transporte (CTU)», 2014
6. UNCTAD, <<Review of Maritime Transport 2018>>.
7. CARLIER DE LAVALLE, Manuel, *El Sector marítimo en la economía y el comercio*, marzo 2018
8. NORTH OF ENGLAND P&I ASSOCIATION, <<Cargo and stowage and securing>>, A guide to good practice, Second edition, 2007
9. ACCIONA, Manual de Embarque de Eólicos

### Tablas

1. Evolución del comercio marítimo mundial 2002-2017. CARLIER DE LAVALLE, Manuel, *El Sector marítimo en la economía y el comercio*, marzo 2018

2. Evolución en la demanda de transporte marítimo. CARLIER DE LAVALLE, Manuel, El Sector marítimo en la economía y el comercio, marzo 2018
3. Cuadro de coeficientes de fricción

## Imágenes

1. Buque de carga general

<https://www.diariodelexportador.com/2016/07/los-diferentes-tipos-de-buques-en-el.html>

2. Buque multipropósito

<https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:758494/mmsi:636092061/vessel:BERLIN%20TRADER>

3. Barcaza

<https://blogs.grupojoly.com/la-mar-de-historias/tag/barcaza/>

4. Maniobra de carga Proyecto.

Fuente propia.

5. Aerogenerador eólico

<https://www.acciona-energia.com/es/areas-de-actividad/eolica/instalaciones-destacadas/parque-eolico-san-gabriel/>

6. Cimentación

ACCIONA, Manual de Embarque de eólicos

7. Sección de torre

ACCIONA, Manual de Embarque de eólicos

8. Nacelle

ACCIONA, Manual de Embarque de eólicos

9. Hub

ACCIONA, Manual de Embarque de eólicos

10. Palas

Fuente propia

11. Movimiento rotacional de balance y el asociado lineal transversal.

NORTH OF ENGLAND P&I ASSOCIATION, <<Cargo and stowage and securing>>, A guide to good practice, Second edition, 2007

12. Cabeceo y movimiento longitudinal asociado.

NORTH OF ENGLAND P&I ASSOCIATION, <<Cargo and stowage and securing>>, A guide to good practice, Second edition, 2007

13. Movimiento de guiñada

NORTH OF ENGLAND P&I ASSOCIATION, <<Cargo and stowage and securing>>, A guide to good practice, Second edition, 2007

14. Movimiento de traslación vertical

NORTH OF ENGLAND P&I ASSOCIATION, <<Cargo and stowage and securing>>, A guide to good practice, Second edition, 2007

15. Pre-plano de estiba de elementos de aerogeneradores

Fuente propia

16. Estiba de carga proyecto

Fuente propia

17. Estiba de carga en cubierta

Fuente propia

18. Ejemplo de una planificación de trincaje

Fuente propia

19. Carga de un nacelle

ACCIONA, Manual de embarque de eólicos

20. Carga de palas acciona

Fuente propia

21. Material de estiba (dunnage)

ACCIONA, Manual de embarques de eólicos

22. Estiba y colocación del dunnage para Hubs

ACCIONA, Manual de embarque de eólicos

23. Estiba y colocación de dunnage para nacelle

ACCIONA, Manual de embarque de eólicos

24. Estiba y Colocación de dunnage en secciones

ACCIONA, Manual de embarque de eólicos

25. Dunnage para la estiba de palas

ACCIONA, Manual de embarque de eólicos

26. Cable de acero

<https://www.proveedornaval.com/producto.php?cod=63>

27. Tensores y grilletes

<http://www.tecnomovint.com/es/prodotti/grilletes-tensores-cancamos-ganchos-uni/>

28. Cadena para trinca

<https://eslingasycinchas.com/sistemas-de-amarre/383-juego-de-cadena-y-tensor-para-trincaje-de-carga-pesada-13mm.html>

29. Cuerda de fibra

<http://boletinpatron.com/cabos-definiciones-clases-y-confeccion/>

30. Cincha

<https://ralner.com/cinchas/16-cinchas-9m-5000kg-gancho-abierto.html>

31. Sea Fastenings

[http://www.moduleitus.com/3b\\_ground\\_Level\\_onshore.html](http://www.moduleitus.com/3b_ground_Level_onshore.html)

32. Trinca directa

NORTH OF ENGLAND P&I ASSOCIATION, <<Cargo and stowage and securing>>, A guide to good practice, Second edition, 2007

33. Loop lashing

NORTH OF ENGLAND P&I ASSOCIATION, <<Cargo and stowage and securing>>, A guide to good practice, Second edition, 2007

34. Trincaje compacto

NORTH OF ENGLAND P&I ASSOCIATION, <<Cargo and stowage and securing>>, A guide to good practice, Second edition, 2007

35. Esquema de trinca de nacelle

Fuente propia

36. Resultados del laschcom para nacelle

Fuente propia

37. Esquema de trinca de secciones

Fuente propia

38. resultados del laschom para secciones

Fuente propia

39. Esquema de trinca de los hubs

Fuente propia

40. Resultados del laschom para trinca de hubs

Fuente propia

41. Esquema de trinca de palas

Fuente propia

42. Pérdida de una pala en el mar

[https://www.elconfidencial.com/empresas/2017-08-04/gamesa-pierde-22-aspas-eolicas-de-40-metros-en-el-cantabrico\\_1424686/](https://www.elconfidencial.com/empresas/2017-08-04/gamesa-pierde-22-aspas-eolicas-de-40-metros-en-el-cantabrico_1424686/)

### 43. Convenio SOLAS

[http://www.imo.org/es/About/Conventions/ListOfConventions/Paginas/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](http://www.imo.org/es/About/Conventions/ListOfConventions/Paginas/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx)