

ASAMBLEA
27º periodo de sesiones
Punto 9 del orden del día

A 27/Res.1048
20 diciembre 2011
Original: INGLÉS

Resolución A.1048(27)

**Adoptada el 30 de noviembre de 2011
(Punto 9 del orden del día)**

**CÓDIGO DE PRÁCTICAS DE SEGURIDAD PARA BUQUES QUE
TRANSPORTEN CUBERTADAS DE MADERA, 2011
(CÓDIGO TDC 2011)**

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

RECORDANDO TAMBIÉN la adopción, mediante la resolución A.715(17), del Código de prácticas de seguridad para buques que transporten cubertadas de madera, 1991,

RECONOCIENDO la necesidad de mejorar las disposiciones recogidas en el Código, a la luz de la experiencia adquirida,

HABIENDO EXAMINADO las recomendaciones formuladas por el Comité de Seguridad Marítima en su 89º periodo de sesiones,

1. ADOPTA el Código de prácticas de seguridad para buques que transporten cubertadas de madera, 2011 (Código TDC 2011), cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución;
2. RECOMIENDA a los Gobiernos que utilicen las disposiciones del Código TDC 2011 como base para establecer las correspondientes normas de seguridad;
3. AUTORIZA al Comité de Seguridad Marítima a enmendar el Código, según sea necesario, a la luz de los últimos estudios y de la experiencia obtenida en la implantación de las disposiciones que figuran en el mismo;
4. REVOCA la resolución A.715(17).

ANEXO

PROYECTO DE CÓDIGO REVISADO DE PRÁCTICAS DE SEGURIDAD PARA
BUQUES QUE TRANSPORTEN CUBERTADAS DE MADERA

PREFACIO	4
CAPÍTULO 1 – GENERALIDADES	5
1.1 Objetivo	5
1.2 Ámbito de aplicación	5
1.3 Definiciones	5
PARTE A – PRESCRIPCIONES OPERACIONALES	8
CAPÍTULO 2 – RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE ESTIBA Y SUJECIÓN DE CUBERTADAS DE MADERA .	8
2.1 Objetivos	8
2.2 Operaciones previas al embarque de la carga	8
2.3 Pesos de carga permitidos en las cubiertas y tapas de escotilla	9
2.4 Estabilidad	9
2.5 Líneas de carga	10
2.6 Francobordo para el transporte de madera	10
2.7 Visibilidad	10
2.8 Aspectos relacionados con la seguridad y el entorno laborales	10
2.9 Estiba	12
2.10 Sujeción	13
2.11 Operaciones posteriores a la carga	18
2.12 Planificación del viaje	18
2.13 Manual de sujeción de la carga	19
CAPÍTULO 3 – VISIBILIDAD	20
CAPÍTULO 4 – PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS CARGAS DE MADERA	21
4.1 Factores de estiba	21
4.2 Coeficientes de fricción	22
4.3 Cubiertas plásticas	23
4.4 Marcado del fardo	23
4.5 Absorción de agua	23
4.6 Peso de hielo	23
4.7 Rigidez de los fardos de madera aserrada	23
PARTE B – PROYECTO DE LOS MEDIOS DE SUJECIÓN DE LA CARGA	25
CAPÍTULO 5 – PRINCIPIOS DE PROYECTO	25
5.1 Generalidades	25
5.2 Pies derechos	26
5.3 Madera aserrada suelta o en fardos	27
5.4 Troncos, postes, trozas o cargas similares	27
5.5 Pruebas, marcado, examen y certificación	28
5.6 Planos de trinca	28

CAPÍTULO 6 – PRINCIPIOS DE PROYECTO ALTERNATIVOS	29
6.1 Prescripciones generales	29
6.2 Aceleraciones y fuerzas que actúan en la carga	29
6.3 Propiedades físicas de las cubertadas de madera	31
6.4 Factores de seguridad	32
6.5 Criterios de proyecto para los distintos medios de sujeción	32
CAPÍTULO 7 – PIES DERECHOS	39
CAPÍTULO 8 – TÉRMINOS UTILIZADOS	41
ANEXO A – ORIENTACIONES PARA ELABORAR PROCEDIMIENTOS Y LISTAS DE COMPROBACIÓN	43
A.1 Preparativos para el embarque de cubertadas de madera	43
A.2 Seguridad durante el embarque y la sujeción de cubertadas de madera	45
A.3 Sujeción de las cubertadas de madera	47
A.4 Medidas que deben adoptarse durante la travesía	49
A.5 Seguridad durante la descarga de las cubertadas de madera	51
ANEXO B – EJEMPLOS DE MEDIOS DE ESTIBA Y DE SUJECIÓN	53
B.1 Ejemplo de cálculo – Trincas por encima de la carga	53
B.2 Ejemplo de cálculo – Bloqueo de la base y trincas por encima de la carga	55
B.3 Ejemplo de cálculo – Trincas de lazo	57
B.4 Ejemplo de cálculo – Pies derechos para fardos de madera aserrada	60
B.5 Ejemplo de cálculo – Pies derechos para rollizos	63
B.6 Ejemplo de cálculo – Sujeción por fricción de rollizos estibados en sentido transversal ..	70
B.7 Resistencia a la flexión máxima de los perfiles comúnmente utilizados para los pies derechos	72
ANEXO C – INSTRUCCIONES A LOS CAPITANES SOBRE EL CÁLCULO DEL CAMBIO DE MASA DE LAS CUBERTADAS DE MADERA DEBIDO A LA ABSORCIÓN DE AGUA	74
ANEXO D – REFERENCIAS	75

PREFACIO

La Organización empezó a elaborar la primera edición del Código de prácticas de seguridad para buques que transporten cubiertas de madera en 1972 y enmendó posteriormente el Código en 1978.

El Código fue revisado mediante la resolución A.715(17) de la OMI, titulada "Código de prácticas de seguridad para buques que transporten cubiertas de madera", la cual se adoptó el 6 de noviembre de 1991.

El presente Código se basa en el Código anterior y ha sido revisado y enmendado para reflejar las capacidades de los buques actuales y el equipo disponible a bordo, y también incorpora futuras innovaciones previstas.

El presente Código se ha elaborado con la idea de ayudar a:

- .1 los propietarios de buques, los fletadores, las compañías de explotación y la tripulación de los buques;
- .2 el sector portuario, los expedidores y las compañías de preembarado que participan en la preparación, el embarque y la estiba de cubiertas de madera; y
- .3 las Administraciones, los fabricantes y proyectistas de buques y equipo utilizado para el transporte de cubiertas de madera, y a quienes elaboran manuales de sujeción de la carga,

en el transporte de cubiertas de madera.

El objetivo primordial del presente Código es proporcionar recomendaciones para el transporte seguro de cubiertas de madera.

Nota sobre las referencias

Las referencias indicadas en el presente texto refundido no forman parte del Código, sino que se incorporan para facilitar la referencia a los textos pertinentes.

CAPÍTULO 1 – GENERALIDADES

1.1 Objetivo

1.1.1 El objetivo del presente Código es garantizar que las cubertadas de madera se carguen, estiben y sujeten a fin de prevenir, durante toda la travesía y en la medida de lo posible, todo daño o peligro para el buque y las personas a bordo, así como la pérdida de carga en el mar.¹⁾

1.1.2 El Código contiene:

- .1 prácticas para un transporte sin riesgos;
- .2 metodologías para una estiba y sujeción sin riesgos;
- .3 principios de proyecto para los sistemas de sujeción;
- .4 orientaciones para elaborar procedimientos e instrucciones sobre estiba y sujeción sin riesgos para su inclusión en los manuales de sujeción de la carga de los buques; y
- .5 ejemplos de listas de comprobación para una estiba y sujeción sin riesgos.

1.2 Ámbito de aplicación

1.2.1 Las disposiciones del presente Código son aplicables a todos los buques de eslora igual o superior a 24 metros dedicados al transporte de cubertadas de madera. El presente Código entrará en vigor el 30 de noviembre de 2011.

1.2.2 La sujeción de las cubertadas de madera debería cumplir lo dispuesto en el Manual de sujeción de la carga del buque, basándose en los principios del capítulo 5 o del capítulo 6 de la parte B del presente Código.

1.2.3 El capitán debería ser consciente de que quizá exista una normativa nacional que limite la aplicación de los capítulos 5 o 6, y también es posible que éstas exijan inspecciones por terceras partes a fin de asegurarse de que la carga está adecuadamente estibada de conformidad con el Manual de sujeción de la carga del buque.

1.2.4 Los manuales de sujeción de la carga para las cubertadas de madera aprobados tras la fecha de implantación del presente Código deberían cumplir lo prescrito en el mismo. Los manuales de sujeción de la carga existentes aprobados en virtud del Código de prácticas de seguridad para buques que transporten cubertadas de madera anterior (resolución A.715(17)) podrán seguir siendo válidos.

1.3 Definiciones

1.3.1 A efectos del presente Código, regirán las siguientes definiciones:

Expresiones de carácter general

- .1 *Administración*: el Gobierno del Estado cuyo pabellón tenga derecho a enarbolar el buque.

- .2 *Compañía*: el propietario del buque o cualquier otra organización o persona, como el gestor naval o el fletador a casco desnudo, que haya recibido del propietario del buque la responsabilidad de la explotación del buque y que, al asumir dicha responsabilidad, haya aceptado todas las obligaciones y responsabilidades estipuladas en el Convenio SOLAS.²⁾
- .3 *Convenio de Líneas de Carga*: el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o su Protocolo de 1988, según proceda.
- .4 *Organización*: la Organización Marítima Internacional (OMI).
- .5 *Sector portuario*: las instalaciones portuarias o las compañías de estibadores encargadas de la estiba de cubiertas de madera en buques.
- .6 *Expedidor*: la persona, organización o Gobierno que prepara o proporciona una remesa para su transporte.³⁾
- .7 *Convenio SOLAS*: el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, enmendado.
- .8 *Código IS 2008*: el Código internacional de estabilidad sin avería, 2008.
- .9 *Zona marítima restringida*: toda zona marítima en la cual las condiciones climáticas pueden pronosticarse para la totalidad de la travesía o en la cual se puede encontrar refugio durante el viaje.

Expresiones relacionadas con la carga

- .10 *Troza*: tronco "escuadrado", o sea, que se ha aserrado en sentido longitudinal, de forma que las piezas gruesas que se obtienen tienen dos caras opuestas planas y paralelas y, en algunos casos, una tercera cara aserrada también plana.
- .11 *Carga no rígida*: madera aserrada o elaborada, trozas, troncos, postes, madera para pasta papelera y cualquier otro tipo de madera suelta o en fardos que no cumpla las prescripciones de resistencia estipuladas en la sección 4.7.
- .12 *Fardo de carga rígida*: madera aserrada o elaborada, trozas, troncos, postes, madera para pasta papelera y cualquier otro tipo de madera en fardos que cumpla las prescripciones de resistencia estipuladas en la sección 4.7.
- .13 *Rollizos*: partes de árboles que no tienen más de una cara longitudinal aserrada. Incluye, entre otros, troncos, postes y madera para pasta papelera suelta o liada.
- .14 *Madera aserrada*: partes de árboles que se han aserrado de modo que tienen, como mínimo, dos caras longitudinales planas y paralelas. Incluye, entre otros, madera elaborada y trozas sueltas o liadas.
- .15 *Madera*: término general que incluye todos los tipos de materiales de madera tratados en el presente Código, incluidos los rollizos y la madera aserrada, pero excluye la madera para pasta papelera y cargas similares.

Expresiones técnicas

- .16 *Dispositivo de bloqueo:* elemento físico utilizado para evitar desplazamientos y caídas de las cargas y/o el derrumbamiento de la estiba.
- .17 *Plano de trinca:* esquema o dibujo en el que se indica el número y la resistencia de los elementos de sujeción que se necesitan para la estiba y sujeción sin riesgos de las cubiertas de madera.
- .18 *Cubierta de madera:* carga de madera transportada en una zona expuesta de una cubierta de francobordo o de la superestructura.
- .19 *Línea de carga para el transporte de madera:* línea de carga especial asignada a los buques que cumplen determinadas condiciones estipuladas en el Convenio internacional sobre líneas de carga.
- .20 *Factor de estiba:* el volumen que ocupa una tonelada de carga estibada y separada del modo aceptado.
- .21 *Cubierta de intemperie:* la cubierta entera más alta expuesta a la intemperie y al mar.
- .22 *Guarnimiento:* proceso en el que un cabo, una cadena o cualquier otro tipo de trinca puede moverse libremente a través de una polea o por encima de un fulcro tal como una pieza angular redondeada, de un modo que reduzca al mínimo el efecto de fricción de dicho movimiento.
- .23 *Altura de la carga:* distancia desde la base de la estiba de la carga en cubierta hasta la parte más alta de la carga.

PARTE A – PRESCRIPCIONES OPERACIONALES

CAPÍTULO 2 – RECOMENDACIONES GENERALES SOBRE ESTIBA Y SUJECIÓN DE CUBERTADAS DE MADERA

2.1 Objetivos

2.1.1 Los medios de estiba y sujeción de las cubertadas de madera deberían permitir una sujeción segura y lógica de la carga a fin de evitar adecuadamente que ésta se derrumbe, se corra o se caiga en cualquier dirección habida cuenta de las aceleraciones que puede experimentar la carga durante la totalidad de la travesía en los estados del mar y las condiciones atmosféricas más extremas que puedan esperarse.

2.1.2 El presente capítulo contiene las medidas y factores que deberían tenerse en cuenta para lograr dicho nivel de sujeción de la carga.

2.1.3 Se deberían establecer procedimientos para la elaboración de planos e instrucciones, incluidas las listas de comprobación que proceda, para las principales operaciones de a bordo.⁵⁾ El anexo A contiene orientaciones para facilitar la elaboración de dichas listas de comprobación.

2.2 Operaciones previas al embarque de la carga

2.2.1 Antes de proceder al embarque de la carga, el expedidor debería presentar la información pertinente sobre la carga⁽⁴⁾ que se define en el capítulo 4 del presente Código, de acuerdo con la costumbre del sector.

2.2.2 El capitán del buque debería estudiar toda la información pertinente sobre la carga y tomar las precauciones necesarias para estibar y sujetar adecuadamente la carga y transportarla en condiciones de seguridad, tal como se define en el presente Código y se prescribe en el Manual de sujeción de la carga del buque.

2.2.3 La compañía de estiba debería estar al tanto de las necesidades específicas estipuladas en el Manual de sujeción de la carga del buque en relación con la estiba y la sujeción de las cubertadas de madera antes de embarcarlas.

2.2.4 Durante las operaciones de embarque de la carga en cubierta, el capitán debería mantener todos los tanques de modo que tengan un mínimo de efecto de superficies libres. Preferiblemente, los tanques de lastre deberían estar totalmente llenos o vacíos y se deberían evitar movimientos de lastre durante las operaciones de embarque de la carga.

2.2.5 Antes de cargar cubertadas de madera en cualquier parte de la cubierta de intemperie:

- .1 deberían cerrarse y asegurarse las tapas de escotilla y otras aberturas a espacios situados bajo la zona en cuestión;
- .2 los conductos de aire y de ventilación deberían estar adecuadamente protegidos y deberían examinarse las válvulas de retención y dispositivos similares a fin de determinar que son eficaces para evitar las entradas de agua;
- .3 se deberían quitar los objetos que pudieran obstruir la estiba de carga en cubierta y sujetarse de manera segura en lugares adecuados para su almacenamiento;

- .4 debería comprobarse el estado de los medios de incremento de la fricción que se hayan instalado;
- .5 se deberían quitar de la zona en cuestión las acumulaciones de hielo y nieve;
- .6 normalmente, es preferible que todas las trincas, pies derechos, etc. estén en posición antes de proceder a embarcar la carga en una zona dada. Esto será necesario en el caso en que el puerto de carga prescriba un examen del equipo de sujeción previo al embarque de la carga; y
- .7 se deberían examinar todos los tubos de sonda de la cubierta y se deberían tomar las medidas necesarias para no obstaculizar el acceso a los mismos en la medida de lo posible.

2.2.6 Los demás aspectos que han de tenerse en cuenta durante las operaciones previas al embarque figuran en el capítulo A.1 del anexo A.

2.3 Pesos de carga permitidos en las cubiertas y tapas de escotilla

2.3.1 Los medios de sujeción y apoyo de las tapas de escotilla, estopores, etc., así como las brazolas, deberían proyectarse y reforzarse según sea necesario, de modo que se tengan en cuenta las cubiertas de madera. Se deben tener en cuenta posibles aumentos de peso de las cubiertas debidos a la absorción de agua, la formación de hielo, etc.

2.3.2 Se debería tener cuidado de no exceder las cargas máximas admisibles de proyecto de la cubierta de intemperie y las tapas de escotilla en ningún momento durante la travesía.⁶⁾

2.4 Estabilidad

2.4.1 El capitán debería asegurarse de que el buque cumple lo dispuesto en su cuadernillo de estabilidad en todo momento.

2.4.2 Los buques que transportan cubiertas de madera deberían seguir cumpliendo las prescripciones aplicables sobre estabilidad con avería (por ejemplo, la sección II-1/4.1 del Convenio SOLAS o la regla 27 del Convenio de Líneas de Carga, según proceda), además de lo dispuesto en el Código de Estabilidad sin Avería, 2008 (Código IS 2008),¹¹⁾ en particular las prescripciones relativas a las cubiertas de madera. Como los valores excesivos de altura metacéntrica (GM) generan aceleraciones acusadas, sería preferible que la GM no supere el 3 % de la manga del buque, según se indica en 3.7.5 del Código IS 2008.

2.4.3 Las operaciones de cambio de agua de lastre deberían efectuarse de conformidad con las instrucciones del plan de gestión del agua de lastre (en su caso).¹²⁾ Si es necesario efectuar un cambio de agua de lastre, éste debería tenerse en cuenta al planificar la cantidad de carga que se va a embarcar en cubierta.

2.4.4 De conformidad con lo dispuesto en el Código IS 2008,¹¹⁾ al calcular las curvas de estabilidad se puede tener en cuenta la flotabilidad de la cubierta de madera dando por supuesto que dicha carga tiene una permeabilidad de hasta el 25 %. La "permeabilidad" se define como el porcentaje de espacio vacío que contiene el volumen que ocupa la cubierta. Es posible que sea necesario trazar otras curvas de estabilidad si la Administración juzga necesario investigar el efecto que tienen las distintas permeabilidades y/o la supuesta altura efectiva de la cubierta. Las cargas de madera aserrada tienen una permeabilidad del 25 %, y las de rollizos, del 40-60 %; el valor de permeabilidad aumenta en función del diámetro de los troncos.

2.5 Líneas de carga

2.5.1 Los buques a los que se les haya asignado y utilicen una línea de carga para el transporte de madera deberían cumplir las reglas pertinentes del Convenio de Líneas de Carga aplicables para la estiba y sujeción de cargas de madera prescritas en el Manual de sujeción de la carga del buque. Debería prestarse atención especial a las prescripciones sobre la anchura de la estiba y los huecos en la estiba (regla 44 del Convenio de Líneas de Carga). Cuando se utilicen líneas de carga para el transporte de madera en cubierta, la madera se estibará lo más cerca posible de los costados del buque, de manera que ningún hueco exceda una media del 4 % de la manga del buque.

2.5.2 Convendría tener en cuenta que no todos los diagramas que figuran en el presente Código se basan en el supuesto de que se utilizan líneas de carga para el transporte de madera en cubierta, de manera que puede que la carga no se represente como que cumple lo dispuesto en la regla 44 del Convenio de Líneas de Carga.

2.6 Francobordo para el transporte de madera

2.6.1 El francobordo para el transporte de madera, si procede, figurará en el certificado de francobordo del buque.

2.6.2 Las instrucciones para el cálculo del francobordo para el transporte de madera figuran en el Convenio de Líneas de Carga aplicable.¹⁴⁾

2.7 Visibilidad

2.7.1 Las cubiertas de madera deberían cargarse de manera que el buque cumpla las prescripciones de visibilidad recogidas en el capítulo V del Convenio SOLAS. Es posible que existan variaciones para algunos países, las cuales deberían tenerse en cuenta según sea necesario, teniendo presente la travesía prevista.

2.7.2 En el capítulo 3 figuran las prescripciones relativas a visibilidad del Convenio SOLAS e instrucciones sobre cómo calcular el campo de visibilidad.

2.8 Aspectos relacionados con la seguridad y el entorno laborales

2.8.1 La compañía debería establecer procedimientos mediante los cuales el personal del buque reciba información pertinente sobre el sistema de gestión de la seguridad⁽¹⁶⁾ en un idioma o idiomas de trabajo que entiendan.

2.8.2 Al trincar y asegurar carga en cubierta, es posible que sea necesario adoptar medidas especiales a fin de permitir el acceso en condiciones de seguridad a la parte alta de la carga y en sentido transversal, con el fin de reducir a un mínimo el riesgo de caídas. Al trabajar en cubierta se debe llevar casco de seguridad, calzado adecuado y prendas prácticas de alta visibilidad.

2.8.3 El peligro de resbalamiento debería tenerse en cuenta de manera especial durante el invierno, al cargar fardos de madera cubiertos con embalajes de plástico o lonas impermeabilizadas. Se debería evitar cargar fardos de madera de distintas longitudes y, de hacerlo, se deberían señalar claramente los envoltorios de plástico de los fardos que tienen madera de distintas longitudes.

2.8.4 Durante las operaciones de carga y descarga, la iluminación debería ser razonablemente constante y dispuesta de modo que se reduzcan a un mínimo los reflejos y el deslumbramiento y la formación de sombras profundas y contrastes muy marcados entre los niveles de iluminación de las distintas zonas.

2.8.5 Se deberían marcar claramente todas las obstrucciones, tales como las trincas y los puntos de sujeción, que haya en los accesos de las rutas de evacuación y los espacios esenciales para el funcionamiento del buque, como los espacios de máquinas y los alojamientos de la tripulación, así como las obstrucciones al equipo de seguridad, el equipo de lucha contra incendios y los tubos de sonda. En ningún caso debería una obstrucción impedir la entrada o salida en condiciones de seguridad de los medios de evacuación y los espacios anteriormente mencionados.

2.8.6 Durante la travesía, si no existe una vía conveniente para la tripulación en cubierta o por debajo de cubierta⁽¹⁸⁾ que ofrezca medios de acceso seguros desde el alojamiento hasta todas las partes que se utilizan en las operaciones necesarias del buque, se deberían disponer barandillas, que no disten entre sí más de 330 mm medidos verticalmente, a cada lado de la carga en cubierta hasta una altura de 1 metro por encima de la carga. Además se debería instalar un andarivel, preferiblemente de cable con tensor acoplado, bien atesado, lo más cerca posible del eje longitudinal del buque. Los candeleros de las barandillas y andariveles deberían estar espaciados de modo que no sea excesivo el seno del cable. Si la cubertada es de configuración irregular, se debería disponer de una superficie de paso que ofrezca seguridad, de por lo menos 600 mm de ancho, por encima de aquella y sujetándola firmemente por debajo del andarivel o cerca del mismo.

2.8.7 Se deberían disponer barandillas o dispositivos de cierre para todas las aberturas en la estiba tales como en la caseta de chigres, los chigres, etc.

2.8.8 Cuando no se provean pies derechos o cuando se permitan medios alternativos con respecto a lo dispuesto en 2.8.6, debería instalarse un pasillo de construcción robusta que tenga una superficie de paso homogénea y conste de dos series de barandillas de proa y popa que estén a una distancia aproximada de 1 metro. Cada una de estas series constará de tres tramos de barandillas de una altura de 1 metro por encima de la superficie de paso, como mínimo. Tales barandillas deberían apoyarse en puntales de entre puente rígidos a una distancia de 3 metros entre sí, como máximo, y deberían tensarse los cabos mediante dispositivos de tensado.

2.8.9 Como alternativa a lo dispuesto en 2.8.6, 2.8.7 y 2.8.8, se podrá instalar un andarivel, preferiblemente metálico, por encima de la cubertada de madera de modo que un tripulante equipado de un sistema de protección contra caídas pueda engancharse a este cabo y trabajar en la cubertada de madera. El andarivel debería:

- .1 instalarse aproximadamente 2 metros por encima de la cubertada de madera, lo más cerca posible del eje longitudinal del buque;
- .2 tensarse lo suficientemente con un dispositivo de tensado para sostener a un tripulante que se haya caído sin que se derrumbe o falle.

2.8.10 Deberían instalarse escalas, escalones o rampas de construcción sólida dotados de barandillas o pasamanos desde la parte superior de la carga hasta la cubierta, y en otros casos en los que la carga esté escalonada, a fin de ofrecer un acceso razonable.

2.8.11 El equipo individual de seguridad al que se hace referencia en el presente capítulo debería guardarse en un lugar fácilmente accesible.

2.8.12 Si fuera necesario verificar o ajustar las trincas durante la travesía, el capitán debería adoptar las medidas necesarias para reducir los movimientos del buque durante esta operación.

2.8.13 En los convenios pertinentes de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)¹⁷⁾ figuran orientaciones adicionales sobre los aspectos de seguridad y entorno laboral.

2.8.14 Tras tomar nota de los medios particulares de un buque cargado con cubiertas de madera, deberían examinarse atentamente los medios para el embarco de prácticos (véase también la regla V/23 del Convenio SOLAS).

2.9 Estiba

2.9.1 El principio básico para el transporte de cubiertas de madera en condiciones de seguridad es hacer que la estiba sea lo más sólida, compacta y estable posible a fin de:

- .1 evitar que se mueva la estiba, lo que a su vez haría que se aflojaran las trincas;
- .2 generar un efecto adhesivo dentro de la estiba; y
- .3 reducir a un mínimo la permeabilidad de la estiba.

2.9.2 Las aberturas de la cubierta expuesta a la intemperie sobre las que se estibe la carga deberían ir firmemente cerradas y aseguradas. Los conductos de ventilación y de aire deberían contar con una protección eficaz.¹⁹⁾

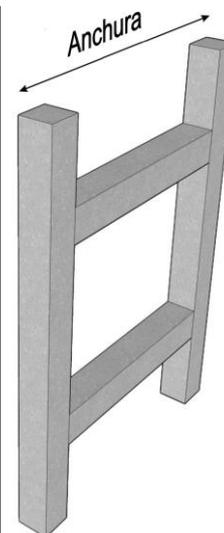
2.9.3 La carga se debería estibar en cubierta de modo que se permita el acceso a las vías de evacuación y espacios esenciales para el funcionamiento del buque, como los espacios de máquinas y los alojamientos de los tripulantes, y desde los mismos, así como al equipo de seguridad, el equipo de lucha contra incendios y los tubos de sonda.¹⁸⁾ No debería obstaculizar de ninguna manera la navegación ni las operaciones que sea necesario efectuar en el buque.¹⁹⁾

2.9.4 Cuando se embarca la carga, es posible que queden espacios perdidos en la estiba entre los fardos y entre las amuradas o los rieles de la grúa de pórtico, etc., y otras estructuras fijas, como las brazolas de las escotillas.

2.9.5 Al embarcar carga se debería tener cuidado para evitar la formación de espacios perdidos o espacios abiertos. Si quedan espacios perdidos, éstos deberían llenarse con madera suelta o bloquearse con soportes verticales en forma de H que tengan la resistencia adecuada para evitar el corrimiento de la carga. En el cuadro que figura a continuación aparecen los valores de *MSL* para los marcos en forma de doble H de diferentes anchuras y dimensiones. Los valores se aplican a los marcos en forma de H hechos de madera blanda sin nudos en buen estado.

Cuadro 2.1: Carga máxima de sujeción (MSL) de los marcos en forma de H de diferentes dimensiones

Dimensiones de las serretas mm	MSL (en kN) de los marcos en forma de doble H de diferentes anchuras			
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m
50 x 50	75	53	30	17
50 x 75	113	79	46	26
50 x 100	151	106	61	34
50 x 150	226	159	91	51
75 x 75	186	153	119	85
75 x 100	248	203	159	114
75 x 150		305	238	171
75 x 200			317	227
100 x 100		301	256	212



2.9.6 Las cubertadas de madera que sobresalen considerablemente (un tercio de la longitud del fardo) de brazolas de escotilla u otras estructuras en sentido longitudinal deberían apoyarse en su extremo exterior en otra carga estibada en cubierta o en barandillas o en una estructura equivalente que tenga suficiente resistencia para sostenerlas.

2.9.7 En el caso de los buques que tienen asignada y utilizan una línea de flotación para el transporte de madera se aplican prácticas adicionales de conformidad con el Convenio de Líneas de Carga aplicable.¹⁹⁾

2.10 Sujeción

2.10.1 Para asegurar las cubertadas de madera se podrán utilizar uno o varios de los siguientes métodos principales o una combinación de los mismos:

- .1 distintos tipos de medios de trinca;
- .2 bloqueo en la base de la tongada inferior en combinación con medios de trinca;
- .3 bloqueo de la totalidad de la altura de la carga utilizando, por ejemplo, pies derechos, lo cual podría complementarse con medios de trinca;
- .4 sujeción por fricción, teniendo en cuenta las investigaciones científicas y los criterios meteorológicos y del viaje adecuados; y
- .5 otro medio práctico para reforzar la sujeción (teniendo en cuenta los criterios meteorológicos y del viaje adecuados), tales como:
 - .1 pintura antideslizante en las tapas de escotilla;
 - .2 utilización de abundante abarrote en la estiba para apuntalar y salvar los huecos;
 - .3 trincas dobles en las zonas expuestas; y
 - .4 posibilidad de utilizar tongadas que se puedan cerrar.

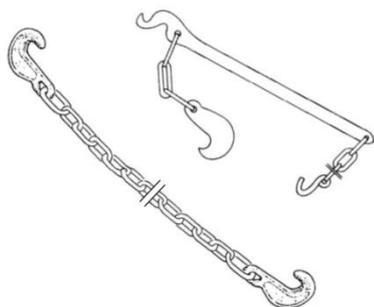
2.10.2 Los medios de sujeción utilizados deberían proyectarse de conformidad con lo dispuesto en la parte B y dejarse documentados con arreglo a lo previsto en la sección 2.13 del presente Código.

Trincas

2.10.3 En la parte B del presente Código se describen distintos medios de trinca.

2.10.4 Los siguientes tres tipos de equipo de trinca con distintas resistencias y características de alargamiento son los más utilizados para la sujeción de cubertadas de madera. Para determinar qué tipo de trinca es apropiado para cada caso se tendrán en cuenta factores como el tipo de buque, su tamaño y la zona de operaciones, según se describe en el presente Código y según se prescriba en el manual de sujeción de la carga:

- .1 trincas de cadena;
- .2 trincas de cable; y
- .3 trincas de cinta.



Trinca de cadena



Trinca de cable



Trinca de cinta



Trincas de cadena

Trincas de cable

Trincas de cinta

Figura 2.1: Ejemplos de diferentes tipos de equipo de trinca

No se deberían utilizar ganchos abiertos para la sujeción de las cubiertas de madera, dado que éstos podrían soltarse si se afloja la trinca. No se deberían utilizar trincas de cinta en combinación con cintas de cadena o de cable.

2.10.5 En el anexo 13 del Código de prácticas de seguridad para la estiba y sujeción de la carga (Código ESC) se describen los factores de seguridad apropiados para los distintos tipos de equipo.

2.10.6 Se debería examinar visualmente todo el equipo de trinca siguiendo las instrucciones del manual de sujeción de la carga antes de utilizarlo; para la sujeción de las cubiertas de madera solamente se debería utilizar equipo adecuado para tal fin

2.10.7 Se debería mantener la pretensión necesaria en las trincas durante la totalidad de la travesía. Es esencial examinar minuciosamente todas las trincas y apretarlas al principio del viaje, dado que las vibraciones y el funcionamiento del buque asientan y compactan la carga. Las trincas deberían examinarse periódicamente durante la travesía y ajustarse si es necesario.

2.10.8 En el diario de navegación del buque se debe dejar constancia de todas las inspecciones y ajustes que se hayan hecho a las trincas.

2.10.9 Se podrán utilizar ganchos de escape u otros métodos adecuados para ajustar las trincas de manera rápida y segura. Si se utilizan ganchos de zafada rápida, deberían abarbararse.

2.10.10 Se deberían utilizar protectores de esquinas para evitar que las trincas dañen la carga y para proteger a las trincas de posibles cantos agudos. Esto último se aplica especialmente a las trincas de cinta.

2.10.11 Todas las trincas deberían disponer de un medio o sistema tensor instalado de modo tal que pueda accionarse de manera segura y eficaz cuando sea necesario.

Pies derechos

2.10.12 Se deberían instalar pies derechos cuando se prescriban en el presente Código y en el Manual de sujeción de la carga del buque según la naturaleza, la altura o las características de la cubierta de madera. Éstos deberían proyectarse siguiendo los criterios previstos en el capítulo 7 del presente Código e instalarse como lo estipula el Manual de sujeción de la carga del buque. Si los pies derechos tienen un límite operacional (dado por las alturas de ola), esto debería indicarse en el Manual de sujeción de la carga del buque.

2.10.13 Los pies derechos deberían estar bien fijos a la cubierta, las escotillas o las brazolas del buque (cuando haya resistencia suficiente) de modo que no puedan caer hacia adentro durante las operaciones de carga y descarga.

Medios de trinca

2.10.14 A fin de estibar troncos en cubierta de manera más segura, pueden utilizarse trincas intermedias de cable. Dichas trincas intermedias de cable deberían utilizarse de la siguiente manera:

- .1 Se deberían fijar cáncamos a aproximadamente tres cuartas partes de la altura de la estiba por los cuales se debería pasar el cable de la trinca intermedia, de modo que corra transversalmente entre los correspondientes pies derechos de babor y de estribor. El cable de la trinca intermedia no

debería tensarse demasiado, de modo que pueda tensarse más al estibarle más troncos encima.

- .2 Si la altura de la tapa de escotilla es inferior a 2 metros se podría tender una segunda trinca intermedia de cable de manera similar. Esta segunda trinca intermedia de cable debería colocarse a alrededor de 1 metro por encima de las tapas de escotilla.
- .3 Las trincas intermedias de cable se colocan de esta manera con el objeto de aplicar una tensión tan uniforme como sea posible en toda la trinca, con lo que pasa a aplicarse una fuerza hacia crujía en los pies derechos correspondientes.

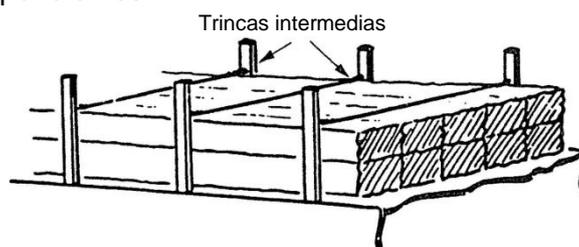


Figura 2.2: Ejemplos de trincas intermedias

2.10.15 Además de los pies derechos y las trincas intermedias, en cada una de las escotillas que cumpla las especificaciones del capítulo 5 podrá utilizarse una combinación de trincas por encima de la carga y trincas en zigzag continuas (cables en zigzag) como puede verse en las siguientes figuras.

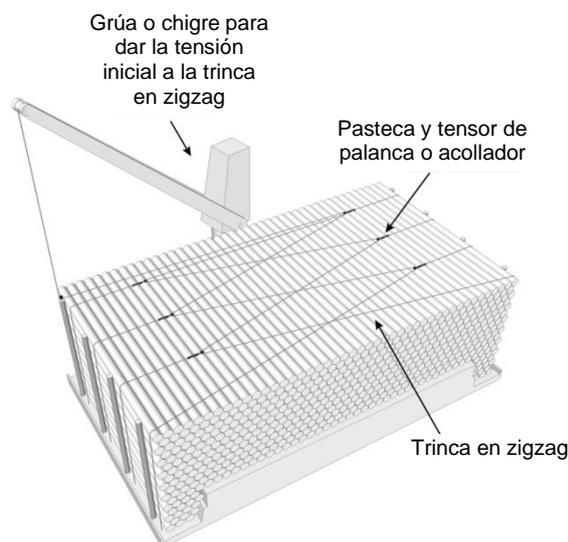


Figura 2.3: Ejemplo de trincas en zigzag

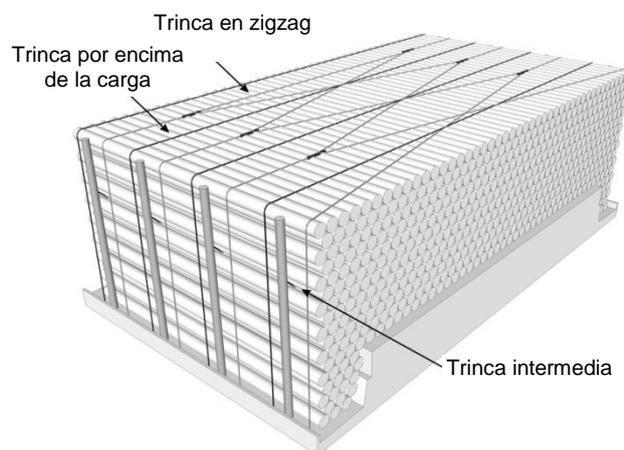


Figura 2.4: Ejemplo de combinación de trincas intermedias, trincas por encima de la carga y trincas en zigzag

* Con independencia de la orientación proporcionada en estos diagramas, se deben cumplir las disposiciones pertinentes del Convenio de Líneas de Carga para el transporte de madera en cubierta, cuando proceda.

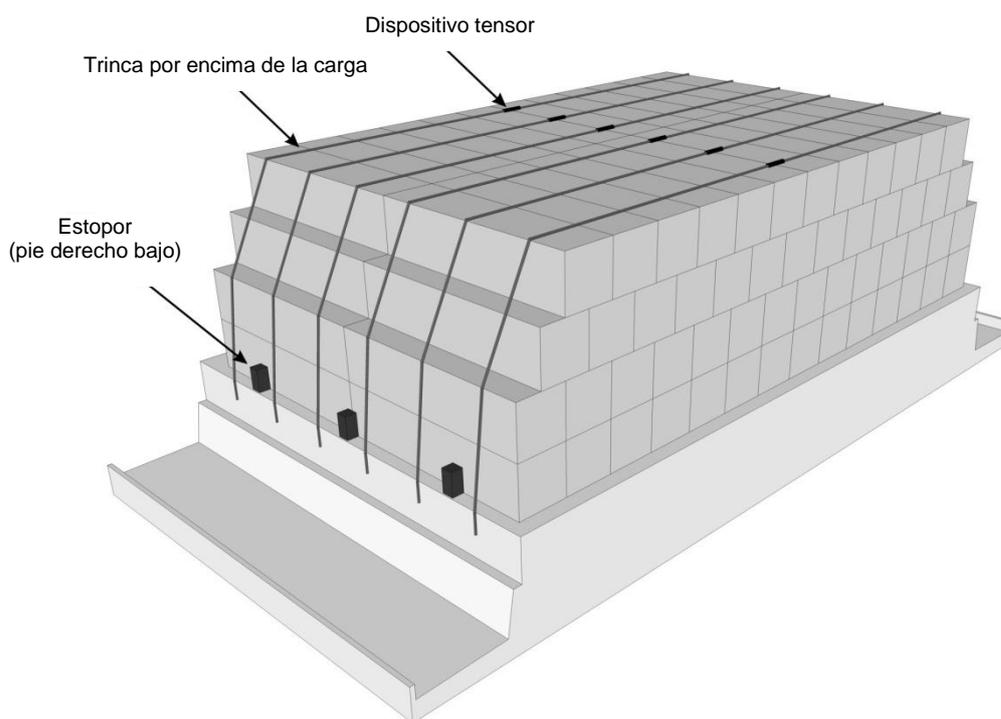


Figura 2.5: Ejemplo de combinación de trincas por encima de la carga y estopos*

DISPOSICIÓN TÍPICA DE TRINCAS DE UNA CUBERTADA DE TRONCOS

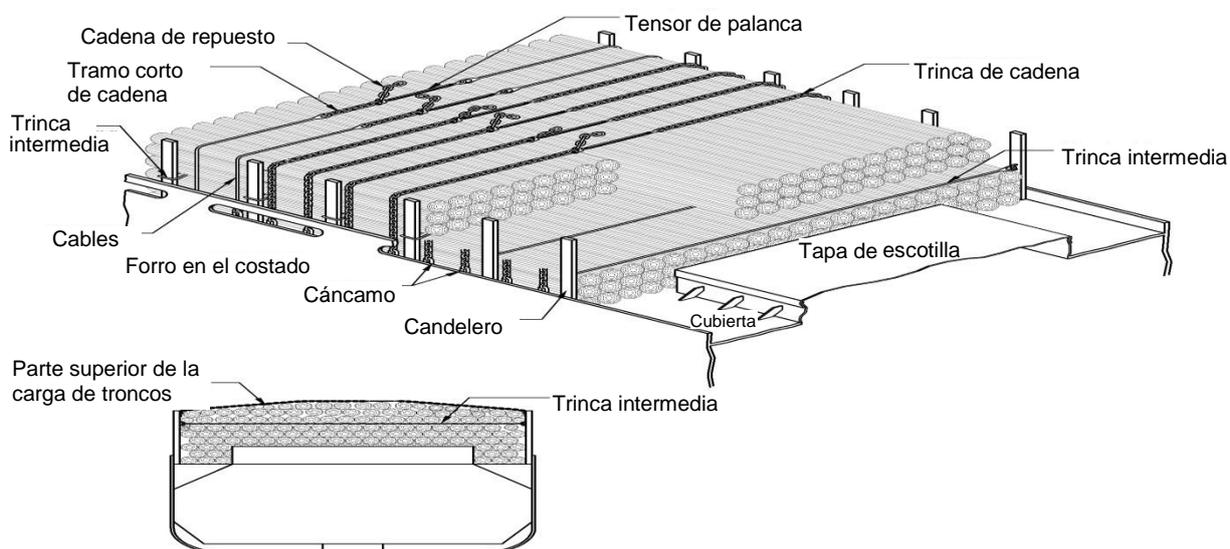


Figura 2.6: Ejemplo de trincas de cadena por encima de la carga para una carga de troncos

2.10.16 Si no se ha instalado un cable en zigzag, deberían disponerse en su lugar trincas superpuestas de cadena o de combinación de cadena y cable, como se describe en 5.4.1.

* Con independencia de la orientación proporcionada en estos diagramas, se deben cumplir las disposiciones pertinentes del Convenio de Líneas de Carga para el transporte de madera en cubierta, cuando proceda.

2.11 Operaciones posteriores a la carga

La compañía debería establecer procedimientos para la elaboración de planos e instrucciones, incluyendo las listas de comprobación que proceda, para las principales operaciones posteriores a la carga.⁵⁾

2.12 Planificación del viaje

2.12.1 Antes de hacerse a la mar, el capitán debería asegurarse de que se ha planificado el viaje previsto utilizando las cartas y publicaciones náuticas adecuadas para la zona en cuestión teniendo en cuenta las directrices y recomendaciones elaboradas por la Organización.²³⁾

2.12.2 Para reducir aceleraciones excesivas, el capitán debería planear el viaje de modo de evitar posibles condiciones de mal tiempo y mar gruesa. A tal efecto, se deberían consultar los partes o facsímiles meteorológicos y, cuando sea posible, consultar a los servicios meteorológicos encargados de recomendar la derrota óptima, y siempre se debería utilizar la información meteorológica disponible más reciente.²⁴⁾

2.12.3 Si durante la travesía se considera la posibilidad de apartarse del plan de viaje previsto, se debería seguir el procedimiento descrito en los párrafos 2.12.1 y 2.12.2.

2.12.4 Cuando no sea posible evitar situaciones de mal tiempo y mar gruesa, el capitán debería ser consciente de la necesidad de reducir la velocidad y/o modificar el rumbo en una fase temprana a fin de reducir a un mínimo las fuerzas impuestas en la carga, la estructura y las trincas. Las trincas no están proyectadas como medio de sujeción en caso de manejo imprudente del buque en condiciones meteorológicas adversas y mar gruesa. Nada puede sustituir a las buenas prácticas marineras. Se deberían tener en cuenta las siguientes precauciones:

- .1 en el caso de resonancia de balance acusada, con amplitudes por encima de 30° a ambas bandas, los medios de sujeción de la carga podrían verse sometidos a un esfuerzo excesivo. Se deberían tomar las medidas adecuadas para evitar esta situación;
- .2 si se navega con mar de proa a alta velocidad, con grandes fuerzas de pantocazo, podrían experimentarse aceleraciones longitudinales y verticales excesivas. Se debería considerar la posibilidad de reducir la velocidad del buque según fuera necesario; y
- .3 si se navega con mar gruesa de aleta o de popa con una estabilidad que no supera en mucho las prescripciones mínimas aceptadas, es probable que se experimenten grandes amplitudes de balance que provoquen aceleraciones transversales acusadas. Se debería considerar la posibilidad de hacer un cambio adecuado de rumbo.

Riesgos previsibles

2.12.5 Durante la planificación del viaje se deberían tener en cuenta todos los riesgos previsibles debidos a aceleraciones excesivas que ocasionen corrimientos de la carga, o rocciones que tengan como resultado la absorción de agua y la formación de hielo. La siguiente lista contiene las principales situaciones que deben tenerse en cuenta a tal efecto:

- .1 condiciones meteorológicas extremas pronosticadas por partes meteorológicos;
- .2 condiciones de ola severas que es sabido que se experimentan en ciertas zonas de navegación;
- .3 olas con direcciones no favorables,²⁵⁾ y

- .4 mar de fondo causado por fenómenos meteorológicos recientes en las inmediaciones de la zona de la travesía prevista.

2.13 Manual de sujeción de la carga

2.13.1 Las cubiertas de madera deberían embarcarse, estibarse y sujetarse durante la totalidad del viaje de conformidad con lo dispuesto en el Manual de sujeción de la carga, tal como se prescribe en el capítulo VI del Convenio SOLAS.

2.13.2 El Manual de sujeción de la carga debería basarse en las directrices del presente Código, ser como mínimo equivalente en rigor a las directrices elaboradas por la Organización^{(26), (27)} y estar aprobado por la Administración⁽²⁶⁾.

2.13.3 Cada medio utilizado para la sujeción de las cubiertas de madera debería documentarse en el Manual de sujeción de la carga del buque de conformidad con las instrucciones de la circular MSC/Circ.745.

2.13.4 De conformidad con el Código ESC y la circular MSC/Circ.745, entre otras disposiciones, se deberían tener en cuenta los siguientes parámetros para proyectar los sistemas de sujeción de la carga:

- .1 duración de la travesía;
- .2 zona geográfica de la travesía;
- .3 estados del mar previsibles;
- .4 dimensiones, proyecto y características del buque;
- .5 fuerzas estáticas y dinámicas previstas durante la travesía;
- .6 tipo y embalaje de las unidades de carga;
- .7 modo de estiba previsto de las unidades de carga; y
- .8 masa y dimensiones de las unidades de carga.

2.13.5 En el manual de sujeción de la carga también se debería dejar constancia de todos los medios de estiba y sujeción en un plano de trinca que incluya, como mínimo, los siguientes aspectos:

- .1 el peso máximo de la carga para la cual está proyectado el medio de sujeción;
- .2 la altura máxima de estiba;
- .3 el número y resistencia necesarios de los dispositivos de bloqueo y las trincas, según proceda;
- .4 la pretensión prescrita de las trincas;
- .5 otras propiedades de la carga que sean pertinentes para los medios de sujeción, como la fricción, la rigidez de los fardos de madera, etc.;
- .6 ilustraciones de todos los elementos de sujeción que puedan utilizarse; y
- .7 toda restricción en relación con las aceleraciones máximas, los criterios meteorológicos, solamente para condiciones no invernales, zonas marinas restringidas, etc.

CAPÍTULO 3 – VISIBILIDAD

3.1 De conformidad con lo dispuesto en el capítulo V del Convenio SOLAS, la vista de la superficie del mar desde el puesto de órdenes de maniobra no debería quedar oculta en más del doble de la eslora, o de 500 metros si esta longitud es menor, por delante de la proa y a 10° a cada banda en todas las condiciones de calado, asiento y cubertada. Es posible que existan variaciones para algunos países, las que deberían tenerse en cuenta según sea necesario, teniendo presente la travesía prevista.

3.2 Ningún sector ciego debido a la carga, el equipo de manipulación de la carga u otras obstrucciones que haya fuera de la caseta de gobierno a proa del través, que impida la vista de la superficie del mar desde el puesto de órdenes de maniobra, debería exceder de 10°. El arco total de sectores ciegos no debería exceder de 20°. Los sectores despejados entre sectores ciegos deberían ser de 5° como mínimo. No obstante, en el campo de visión descrito en 3.1, ningún sector ciego debería exceder de 5°.

3.3 Para calcular la visibilidad desde el puente se puede utilizar la siguiente fórmula:

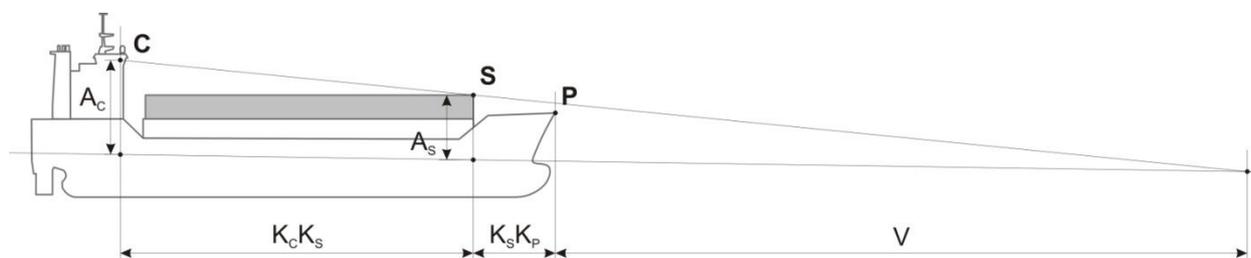


Figura 3.1: Distancias utilizadas para calcular la visibilidad desde el puente

$$V = \frac{K_C K_S \cdot A_S}{A_C - A_S} - K_S K_P$$

donde:

$K_C K_S$ = Distancia horizontal desde el puesto de órdenes de maniobra hasta la posición "S"

$K_S K_P$ = Distancia horizontal desde la posición "S" hasta la posición "P"

A_C = Altura del puesto de órdenes de maniobra

A_S = Altura de la posición "S"

CAPÍTULO 4 – PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS CARGAS DE MADERA

4.1 Factores de estiba

4.1.1 En el cuadro que aparece a continuación figuran los valores más comunes de densidad y de los factores de estiba para distintos tipos de cubiertas de madera.

Cuadro 4.1: Valores típicos de densidad y de los factores de estiba

Tipo de carga de madera	Densidad [ton/m ³]	Factor de volumen [m ³ de espacio de bodegas/ m ³ de carga]	Factor de estiba [m ³ de espacio de bodegas/ ton de carga]
Madera aserrada			
Fardos de madera aserrada – fardos de extremos uniformes	0,5-0,8	1,4-1,7	1,8-3,4
Fardos de madera aserrada – fardos de extremos no uniformes	0,5-0,8	1,6-1,9	2,0-3,8
Fardos de madera cepillada – fardos de extremos uniformes	0,5	1,2-1,4	2,4-2,8
Rollizos			
Rollizos de coníferas – madera nueva (con corteza)	0,9-1,1	1,5-2,0	1,4-2,2
Rollizos de árboles caducos – madera nueva (con corteza)	0,9-1,5	2,0-2,5	1,3-2,8
Rollizos – madera seca (con corteza)	0,65	1,5-2,0	2,3-3,1
Rollizos de coníferas descortezados – madera nueva	0,85-1,2	1,5-2,0	1,2-2,4
Rollizos de árboles caducos descortezados – madera nueva	0,9-1,0	1,5-2,5	1,5-2,8
Rollizos descortezados, secos	0,6-0,75	1,2-2,0	1,6-3,3

4.1.2 Las densidades y los factores de estiba del cuadro *supra* se presentan exclusivamente con fines de información para facilitar las operaciones de planificación preliminar. Los valores correspondientes a las cargas reales pueden diferir considerablemente de las cifras del cuadro dependiendo del tipo de madera y su estado. Durante el embarque de la carga se pueden obtener valores más precisos del peso de la carga con comprobaciones periódicas del desplazamiento del buque. Por lo general, los pesos de los fardos de madera aserrada suelen ser más precisos.

4.1.3 Durante la travesía, el peso de la carga de madera descubierta puede variar debido a la pérdida o a la absorción de agua (pero esto no ocurre con las cargas enfardadas). La madera estibada bajo cubierta puede perder peso, mientras que la estibada en cubierta puede adquirir peso debido a la absorción de agua (véase la instrucción especial en el anexo C). Se debe prestar particular atención al efecto que tienen en la estabilidad del buque éstas y otras condiciones cambiantes durante una travesía.

4.2 Coeficientes de fricción

4.2.1 La fricción estática evita que la carga embarcada sufra corrimientos. Cuando se mueve la carga, se reduce la resistencia del contacto físico y pasa a actuar la fricción dinámica para evitar el corrimiento (véase 4.2.6).

4.2.2 La fricción estática puede determinarse con una prueba de inclinación. Se mide el ángulo ρ cuando la carga de madera comienza a deslizarse y la fricción estática se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\mu = \tan (\rho).$$

4.2.3 Se deben efectuar cinco pruebas de inclinación con la misma combinación de materiales, tras lo cual se descartan el valor más alto y el más bajo y se toma el valor de fricción promedio calculado utilizando los tres valores intermedios. Este promedio se redondea por defecto al 0,05 más próximo.

4.2.4 Si se piensan utilizar los valores para condiciones no invernales, se debería calcular el coeficiente de fricción tanto para las superficies de contacto secas como húmedas en series separadas de ensayos y, al proyectar los medios de sujeción de la carga, se debe utilizar el menor de los dos valores.

4.2.5 Si se piensan utilizar estos valores para condiciones invernales, en las cuales las superficies expuestas estén cubiertas de nieve y hielo, al proyectar los medios de sujeción de la carga se debería utilizar el coeficiente de fricción más bajo correspondiente a superficies de contacto secas, húmedas o con hielo y con nieve.

4.2.6 Si no se calcula el factor de fricción dinámica, se podrá considerar que éste equivale al 70 % de la fricción estática.

4.2.7 Al proyectar los medios de sujeción para las cubiertas de madera se podrán utilizar los siguientes valores de fricción estática para las condiciones mencionadas a menos que se haya calculado y registrado el coeficiente real de fricción como se describe *supra*.

Cuadro 4.2: Valores típicos de fricción estática para distintas combinaciones de materiales

Superficie de contacto	Condición no invernal <i>Seco o húmedo</i>	Condición invernal
Madera aserrada en fardos		
<i>contra</i> acero pintado	0,45	0,05
<i>contra</i> madera aserrada	0,50	0,30
<i>contra</i> cubierta plástica o eslingas de cinchas	0,30	0,25
Rollizos		
rollizos de conífera (con corteza) <i>contra</i> acero pintado	0,35	
rollizos de conífera (con corteza) <i>entre tongadas</i>	0,75	

4.2.8 La fricción estática podrá utilizarse para los medios de estiba de bloque apretado y para proyectar los sistemas de trinca por fricción, como los sistemas de trinca por encima de la carga.

4.2.9 Para los sistemas de trinca no rígidos debería utilizarse la fricción dinámica, dado que, debido a la elasticidad del equipo de sujeción, estos medios de sujeción permiten un pequeño desplazamiento de la carga antes de lograr su capacidad plena de sujeción.

4.3 Cubiertas plásticas

4.3.1 Los fardos de madera aserrada suelen protegerse con lonas plásticas. Un método eficaz para mejorar el transporte en condiciones de seguridad de estas cargas es aplicar un revestimiento de alta fricción (coeficiente de fricción igual o superior a 0,5) a las lonas plásticas.

4.3.2 Se deberían tomar precauciones especiales para evitar utilizar cubiertas plásticas resbaladizas que tengan un coeficiente de fricción bajo como cubiertas de un fardo de madera aserrada en cubierta.

4.4 Marcado del fardo

En todos los fardos de madera aserrada se debería indicar claramente el volumen del fardo. El marcado debería estar claramente visible en la parte alta del fardo y en ambos lados largos. También debería indicarse el peso aproximado.²⁹⁾

4.5 Absorción de agua

El agua de mar puede incrementar el peso de la cubertada de madera y, en consecuencia, afectar a la estabilidad. El incremento del peso de la madera varía en relación con el tiempo, la exposición y el tipo de madera. El valor del aumento del peso de la cubertada de madera debido a la absorción de agua debería considerarse de conformidad con el Código IS 2008 y las instrucciones especiales del anexo C.

4.6 Peso de hielo

En condiciones meteorológicas frías es posible que, como resultado de los rociones, se forme hielo, lo que puede afectar a la estabilidad dado que el hielo puede añadir peso rápidamente. El aumento del peso debido a la formación de hielo debería considerarse de conformidad con lo dispuesto en la sección 6.2 del Código IS 2008. Los incrementos que figuran en la sección 6.3 de dicho Código para los buques pesqueros pueden considerarse adecuados también para las cubertadas de madera, en particular para los buques pequeños. Se debería tener en cuenta todo incremento del peso debido a la absorción de agua antes de calcular el aumento debido al peso del hielo.

4.7 Rigidez de los fardos de madera aserrada

4.7.1 La resistencia a la deformación transversal (RS) de un fardo de madera se define como la fuerza horizontal que puede soportar el fardo por cada metro de su longitud sin colapsarse ni deformarse en más del 10 % de su anchura (B) o un máximo de 100 mm, como puede verse en la figura 4.1.

4.7.2 La resistencia a la deformación transversal de los fardos de madera puede medirse efectuando la prueba que se ilustra en la figura 4.2. El ángulo α no debería ser superior a 30°.

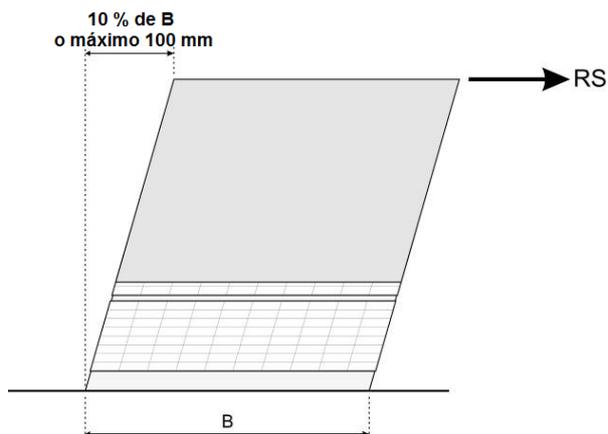


Figura 4.1: Resistencia a la deformación transversal de los fardos de madera

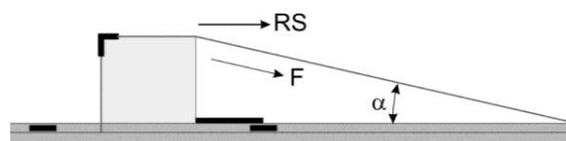


Figura 4.2: Montaje para la prueba de resistencia a la deformación transversal

4.7.3 La resistencia a la deformación transversal corresponde a la fuerza aplicada, es decir, $F \cdot \cos \alpha$ (véase la figura *supra*) en el momento en que el fardo se colapsa o cuando la deformación en la parte superior llega al 10 % de la anchura del fardo o a 100 mm como máximo.

4.7.4 El expedidor deberá medir la resistencia a la deformación transversal y presentar este dato al capitán como parte de la información sobre la carga prescrita en el capítulo VI del Convenio SOLAS.

PARTE B – PROYECTO DE LOS MEDIOS DE SUJECIÓN DE LA CARGA

Para poder utilizar los proyectos y prácticas establecidos, pero para también dar lugar a los adelantos de las tecnologías y los materiales, la parte B se ha dividido en dos capítulos que contienen distintos principios de proyecto. El capítulo 5 (Principios de proyecto) contiene prescripciones **obligatorias**. El capítulo 6 (Principios de proyecto alternativos) contiene proyectos y equipo alternativos que pueden utilizarse e incluye prescripciones **funcionales**.

CAPÍTULO 5 – PRINCIPIOS DE PROYECTO

El presente capítulo se aplica principalmente, aunque no exclusivamente, a los buques de manga igual o superior a 24 metros dedicados al transporte internacional en alta mar, y contiene prescripciones obligatorias basadas en la experiencia obtenida con la sujeción de cubiertas de madera. Se utilizan principalmente, aunque no exclusivamente, componentes de acero para las trincas. Se podrá considerar la posibilidad de permitir que los buques regidos por el capítulo 5 hagan uso de tecnologías alternativas de probada eficacia en el proyecto de sujeción de la carga, que ofrezcan como mínimo el grado de seguridad especificado en el presente capítulo. Se debería incluir información detallada sobre dichas tecnologías alternativas en el Manual de sujeción de la carga del buque.

5.1 Generalidades

5.1.1 Todas las trincas deberían pasar sobre la cubierta de madera y estar fijas a chapas cáncamo, bolardos de trinca u otros medios adecuados para la función prevista que, a su vez, estén firmemente sujetos a la chapa de trancañil de cubierta u otros puntos reforzados. Deberían instalarse de manera que, en la medida de lo posible, estén en contacto con la cubierta de madera en la totalidad de su altura.

5.1.2 Todas las trincas y componentes utilizados para la sujeción deberían:

- .1 tener una resistencia a la rotura que no sea inferior a 133 kN;
- .2 tras aplicar la tensión inicial, experimentar un alargamiento de no más del 5 % al 80 % de su resistencia a la rotura; y
- .3 no experimentar deformación permanente tras haber estado sujetos a una carga de prueba no inferior al 40 % de su resistencia a la rotura original.

5.1.3 Todas las trincas deberían disponer de un medio o sistema tensor instalado de modo tal que pueda accionarse de manera segura y eficaz cuando sea necesario. El medio o sistema tensor debe poder aplicar una carga mínima de:

- .1 27 kN en la parte horizontal; y
- .2 16 kN en la parte vertical.

5.1.4 Tras concluir el tensado inicial, el medio o sistema tensor debería tener disponible, como mínimo, la mitad de la longitud de la rosca del tornillo o de capacidad de ajuste para uso futuro.

5.1.5 Todas las trincas deberían disponer de un dispositivo o una instalación que permita ajustar la longitud de la trinca.

5.1.6 Las trincas deberían estar espaciadas de modo tal que las trincas de ambos extremos de cada tramo de cubertada continuo estén situadas tan cerca como sea posible del extremo de la cubertada de madera.

5.1.7 Si se utilizan mordazas para cables para hacer una unión en una trinka de cable, se deberían tener en cuenta las siguientes condiciones a fin de evitar que se reduzca considerablemente la resistencia de la trinka:

- .1 la cantidad y el tamaño de las mordazas para cables debería ser proporcional al diámetro del cable; debería haber tres como mínimo, separadas con un espaciamiento de no menos de 150 mm;
- .2 el lado firme del cable debería ir del lado de la pieza de apriete de la mordaza, y el chicote o segmento acortado, del lado del perno en U; y
- .3 al hacer el primer ajuste de las mordazas para cables, éstas deberían comprimir visiblemente el cable metálico y, tras tensar la trinka, se deberían volver a apretar.



Figura 5.1: Mordazas para cables

5.1.8 Se pueden engrasar las roscas de las mordazas, abrazaderas, grilletes y tensores a fin de aumentar su resistencia y evitar la corrosión.

5.1.9 Las mordazas de presión solamente son adecuadas para cables metálicos normales de cinco hilos de arrollamiento a derechas. Con dichas mordazas no deberían utilizarse cables de arrollamiento a izquierdas o de distinta estructura.

5.2 Pies derechos

5.2.1 Se deberían utilizar pies derechos proyectados de conformidad con lo dispuesto en el capítulo 7 cuando sea necesario por la naturaleza, la altura o las características de la cubertada de madera, según se indica en el presente Código.

5.2.2 Si se utilizan pies derechos, éstos deberían cumplir las siguientes condiciones:

- .1 ser de material que tenga la resistencia apropiada teniendo en cuenta los siguientes parámetros pertinentes: la anchura de la cubertada, el peso y la altura de la carga, el tipo de carga de madera, los coeficientes de fricción, las trincas adicionales, etc.;

- .2 estar espaciados a 3 metros como máximo entre las líneas centrales de dos pies derechos, de modo que, si es posible, todas las secciones de la estiba estén apoyadas en dos pies derechos como mínimo; y
- .3 estar fijos a la cubierta y/o las tapas de escotilla mediante ángulos, tinteros metálicos u otros medios que proporcionen la misma firmeza, y estar sujetos en la posición correcta de conformidad con el manual de sujeción de la carga.

5.3 Madera aserrada suelta o en fardos

5.3.1 Se deben utilizar pies derechos para la madera aserrada suelta. También deberían utilizarse pies derechos o estopores (pies derechos bajos) para evitar el corrimiento de los fardos de madera aserrada estibados sobre tapas de escotilla. Asimismo, la cubertada de madera debería ir sujeta con trincas independientes en la totalidad de su longitud.

5.3.2 A reserva de lo dispuesto en el párrafo 5.3.3, el espaciamiento máximo de las trincas mencionadas *supra* debería determinarse en función de la altura máxima de la cubertada de madera en la contigüidad de las trincas.

- .1 para una altura igual o inferior a 2,5 metros, el espaciamiento máximo debería ser de 3 metros;
- .2 para alturas de más de 2,5 metros, el espaciamiento máximo debería ser de 1,5 metros; y
- .3 en las secciones situadas más a proa y las secciones situadas más a popa de la cubertada se debería reducir a la mitad la distancia entre trincas estipulada *supra*.

5.3.3 En la medida de lo posible, en la parte exterior de la cubertada deberían estibarse fardos largos y sólidos, y los fardos estibados en el borde superior externo deberían ir sujetos con dos trincas cada uno como mínimo.

5.3.4 Cuando la parte externa de los fardos de madera tenga longitudes de menos de 3,6 metros, se debería reducir el espaciamiento de las trincas como sea necesario o aplicar otros medios adecuados para adaptarse a la longitud de la madera.

5.3.5 Se deberían utilizar ángulos redondeados de un material y proyecto adecuado a lo largo del borde superior de la estiba externa a fin de absorber la carga y permitir el guarnimiento libre de las trincas.

5.3.6 Otra posibilidad sería sujetar los fardos de madera mediante una cadena o un sistema de trinca con bucle de cable metálico basándose en los principios de proyecto formulados en el capítulo 6.

5.4 Troncos, postes, trozas o cargas similares

5.4.1 Las cubertadas de rollizos deberían sostenerse mediante pies derechos y estar sujetas en la totalidad de su longitud con trincas independientes por encima de la carga o trincas de lazo cuyo espaciamiento no supere los 1,5 metros.

5.4.2 Si los rollizos de la cubertada de madera se estiban sobre las escotillas y hacia arriba, además de ir sujetos con las trincas recomendadas en el párrafo 5.4.1, también deberían ir sujetos con un sistema de trincas de través (trincas intermedias descritas en la sección 2.10.14) entre cada par de pies derechos (de babor y de estribor).

5.4.3 Si a bordo se dispone de chigres o de otros sistemas adecuados de tensado, cada una de las trincas alternas mencionadas en 5.4.1 se podrá conectar a un sistema de cables en zigzag, según se describe en la sección 2.10.15.

5.4.4 La recomendación del párrafo 5.3.5 debería aplicarse a las cubiertas de trozas de madera.

5.5 Pruebas, marcado, examen y certificación

Todas las trincas y los componentes utilizados para la sujeción de la cubierta de madera deberían someterse a prueba, marcarse, examinarse y certificarse de conformidad con las directrices que figuran en la circular MSC/Circ.745,²⁷⁾ y deberían ajustarse a las prescripciones relativas a las trincas y componentes que figuran en 5.1.2 y 5.1.3.

5.6 Planos de trinca

Se deberían presentar y llevar a bordo uno o más planos genéricos de trinca que se ajusten a las recomendaciones del presente Código para los buques que transporten cubiertas de madera. Los planos de trinca deberían incorporarse en el manual de sujeción de la carga, y al estibar y sujetar cubiertas de madera debería consultarse el plano de trinca más pertinente.

CAPÍTULO 6 – PRINCIPIOS DE PROYECTO ALTERNATIVOS

El presente capítulo permite elaborar y utilizar proyectos y medios de sujeción novedosos mediante el establecimiento de prescripciones de carácter funcional sobre la sujeción de las cubiertas de madera, las cuales pueden ser utilizadas como alternativa a las prescripciones del capítulo 5 para los buques de manga inferior a 24 metros y por los proyectistas que contemplen la posibilidad de aplicar tecnologías alternativas en la sujeción de la carga. Toda evaluación de riesgos en el proyecto debería acordarse con la Administración antes de utilizarse. Al aplicarse este capítulo, se deberían incluir en el sistema de gestión de la seguridad del buque evaluaciones de los riesgos operacionales.

6.1 Prescripciones generales

6.1.1 Las cubiertas, amuradas, pies derechos, escotillas y brazolas deberían estar proyectados de modo que se posibilite el transporte de cubiertas de madera de manera satisfactoria.

6.1.2 El objeto es evitar, en la medida de lo posible, el corrimiento de la carga; el sistema de sujeción debería proyectarse siguiendo los principios previstos en este capítulo.

6.1.3 Como regla general, los rollizos o la madera aserrada suelta deberían estibarse en sentido longitudinal y apoyarse, en los lados, en pies derechos que tengan la misma altura que la estiba.

6.1.4 Las cubiertas de madera en fardos podrán asegurarse sin pies derechos si se verifica mediante pruebas que la resistencia a la deformación transversal de los fardos es suficiente y que se evita el corrimiento mediante bloqueo de la base, fricción o trincas.

6.1.5 Si la fricción es suficiente y las aceleraciones transversales previstas son limitadas, la madera aserrada no liada se podrá estibar en sentido transversal.

6.1.6 Todos los términos utilizados en las fórmulas del presente capítulo figuran en la sección 6.7 del presente Código.

6.2 Aceleraciones y fuerzas que actúan en la carga

6.2.1 Los medios de sujeción de la carga en sentido transversal deberían proyectarse para las aceleraciones y las fuerzas generadas por el viento y el mar estipuladas en el anexo 13 del Código ESC.

6.2.2 Se podrá dispensar de la necesidad de sujetar de manera especial las cubiertas de madera en sentido longitudinal solamente si se tiene mucho cuidado en evitar aceleraciones excesivas con mar gruesa de proa.

6.2.3 Para tener en cuenta los factores mencionados en 2.13.4, se pueden multiplicar los datos de aceleración calculados según lo dispuesto en el anexo 13 del Código ESC por un factor de reducción cuyo valor (entre 0 y 1) depende de la altura significativa de la ola máxima prevista durante la travesía planificada. El factor de reducción se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$f_R = \sqrt[3]{\frac{H_M}{19,6}}$$

donde la variable H_M representa la altura significativa de la ola máxima prevista (en metros).

(La cifra 19,6 es el valor supuesto para una ola de veinte años que ocurrirá en el Atlántico norte. Para consultar las alturas significativas de la ola pertinentes en distintas estaciones y zonas marinas, véase *Ocean Wave Statistics*)

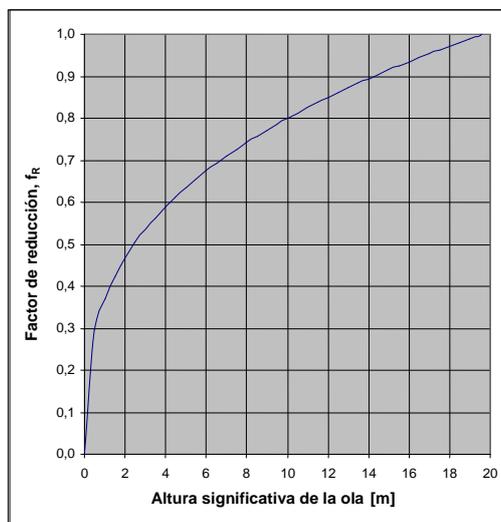


Figura 6.1: Representación gráfica del factor de reducción en función de la altura significativa de la ola prevista

6.2.4 Para el proyecto de los medios de sujeción de las cubiertas de madera podrá utilizarse una aceleración reducida de alguna de las maneras siguientes:

- .1 Los medios de sujeción prescritos se proyectan para distintas alturas de ola y el medio de sujeción se selecciona teniendo en cuenta la altura máxima de ola prevista para cada travesía.
- .2 Se calcula la altura máxima de ola que puede soportar un medio de sujeción particular y el buque debe limitarse a operar en alturas de ola no superiores al máximo calculado. Ejemplos de dichos medios de sujeción son las cubiertas de madera estibadas de manera transversal sin sujetar en zonas marinas restringidas.
- .3 Se hacen los cálculos para el medio de sujeción prescrito para la ola máxima prevista de veinte años en una zona restringida particular y la carga se sujeta, en todos los casos, siguiendo el medio proyectado para la navegación en dicha zona.

6.2.5 Si para tomar decisiones sobre los medios de sujeción se utiliza uno de los dos primeros métodos mencionados en el párrafo 6.2.4, es importante que se elaboren procedimientos para pronosticar la altura máxima prevista de la ola para los viajes que se van a realizar, que se haga un seguimiento de los mismos y que se documenten en el Manual de sujeción de la carga del buque.

6.3 Propiedades físicas de las cubertadas de madera

6.3.1 Antes de embarcar las cubertadas de madera, se debería presentar al capitán del buque toda la información pertinente sobre la carga (descrita en la presente sección y en el capítulo 4).

Fricción

6.3.2 La fricción es uno de los principales factores que evitan el corrimiento de la carga. Las cubertadas sufren corrimientos debidos a la falta de fricción interna. La nieve, el hielo, la helada, la lluvia y otras situaciones que generan superficies resbaladizas afectan notoriamente la fricción. Se debería prestar especial atención a los materiales de embalaje, las superficies de contacto y las condiciones meteorológicas.

6.3.3 Para los medios de estiba de bloque apretado y para el proyecto de los sistemas de sujeción de la carga por fricción, como los sistemas de trinca por encima de la carga, podrá utilizarse la fricción estática.

6.3.4 Para los sistemas de trinca no rígidos, por ejemplo, trincas de lazo, podrá utilizarse la fricción dinámica; de este modo, la elasticidad del equipo de sujeción permite un pequeño desplazamiento de la carga (véase el párrafo 6.5.16) antes de que se alcance la capacidad máxima del medio de sujeción.

6.3.5 En el capítulo 4 figuran los procedimientos de prueba para determinar los coeficientes de fricción y valores generales de fricción de contacto de los materiales más comúnmente utilizados para la estiba de las cubertadas de madera.

Rigidez de los fardos de madera

6.3.6 La rigidez de los fardos de madera es de gran importancia para la estabilidad de la cubertada, y al proyectar los sistemas de sujeción se debería tener en cuenta la resistencia a la deformación transversal de los fardos de madera.



Figura 6.2: Ejemplo de rigidez insuficiente

6.3.7 En el capítulo 4 figura la definición de rigidez de los fardos de madera a fines del presente Código y los métodos para calcularla. La resistencia a la deformación transversal no debería ser inferior a 3,5 kN/m de la longitud del fardo.

6.4 Factores de seguridad

6.4.1 Se deben utilizar los factores de seguridad al calcular:

- .1 la carga máxima de sujeción (*MSL*) de las trincas utilizando la carga mínima de rotura (*MBL*); y
- .2 el valor máximo permitido de la resistencia calculada (*CS*) de las trincas en función de la *MSL*.

6.4.2 Se debería utilizar la *MSL* en función de la *MBL*, como se estipula en el anexo 13 del Código ESC, siempre y cuando se haya llevado a cabo la inspección y mantenimiento del equipo estipuladas en el Manual de sujeción de la carga del buque.

6.4.3 El valor máximo permitido de la resistencia calculada (*CS*) de las trincas y los pies derechos que se utilicen en los cálculos debería obtenerse aplicando la fórmula siguiente:

$$CS \leq \frac{MSL}{1,35}$$

6.5 Criterios de proyecto para los distintos medios de sujeción

6.5.1 Los medios de sujeción para las cubertadas de madera deberían basarse en las aceleraciones, las propiedades físicas y los factores de seguridad descritos en 6.4 *supra*.

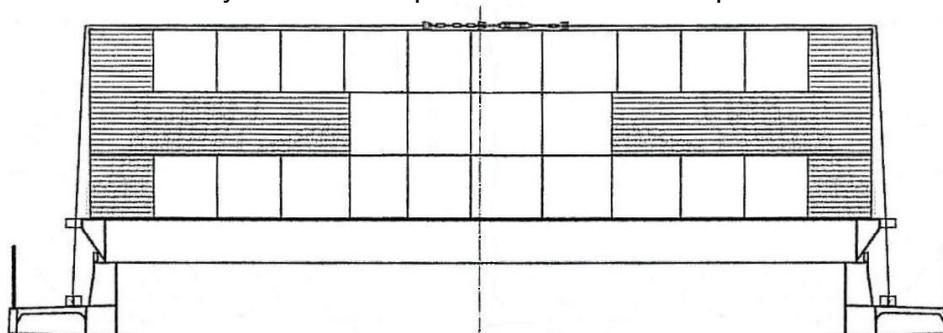
6.5.2 Más abajo figuran los proyectos de criterio para varios medios de sujeción. También podrán utilizarse otros medios de sujeción siempre y cuando el sistema se proyecte de conformidad con los principios estipulados en este Código.

6.5.3 En el anexo B figuran descripciones detalladas y ejemplos de cálculos de proyecto para algunos medios de estiba y sujeción.

6.5.4 En el capítulo 8 figuran los términos de las fórmulas utilizadas en el presente capítulo.

Fardos de madera estibados en sentido longitudinal con trincas por encima de la carga

6.5.5 Las trincas por encima de la carga son un método de sujeción por fricción en el cual la trinca aplica una presión vertical que aumenta la fuerza de fricción entre las tongadas exteriores de la cubertada y la cubierta/tapas de escotilla del buque.



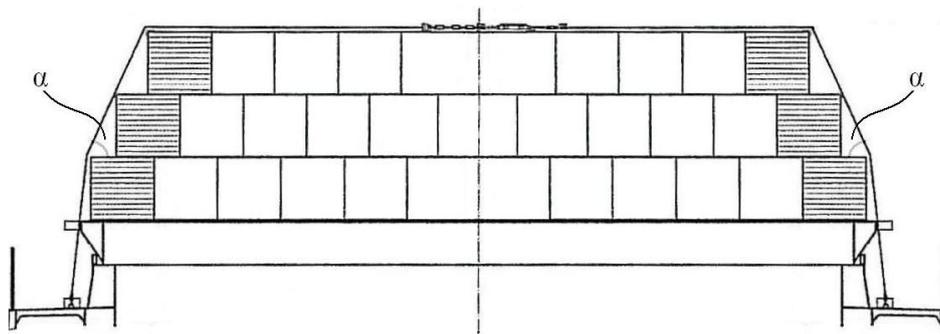


Figura 6.3: Principios de las trincas por encima de la carga

6.5.6 Si solamente se utilizan trincas por encima de la carga como medio de sujeción, la fricción por sí sola tendrá que compensar las fuerzas transversales de modo que se cumpla el siguiente equilibrio de fuerzas:

$$(m \cdot g_0 + 2 \cdot n \cdot PT_v \cdot \text{sen} \alpha) \cdot \mu_{\text{static}} \geq m \cdot a_t + PW + PS$$

6.5.7 En la práctica, el corrimiento entre las tongadas se evita a menudo por las alturas ligeramente diferentes de los fardos de madera. También se puede evitar introduciendo serretas verticales sólidas de dimensiones adecuadas entre las columnas de fardos.

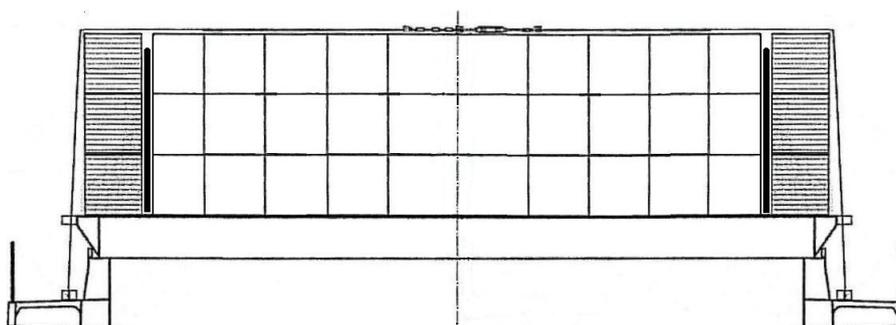


Figura 6.4: Se evita el corrimiento de la tongada superior colocando serretas verticales sólidas

6.5.8 Si no se evita el corrimiento entre tongadas, se debería tener en cuenta el corrimiento de cada tongada aplicando el siguiente equilibrio de fuerzas:

$$(m_a \cdot g_0 + 2 \cdot n \cdot PT_v \cdot \text{sen} \alpha) \cdot \mu_{\text{statica}} \geq m_a \cdot a_t + PW_a + PS_a$$

Las unidades con_a solamente tienen en cuenta las unidades de carga situadas por encima de la tongada que experimenta corrimiento.

6.5.9 Para evitar que se colapsen los fardos de la tongada inferior debido a la deformación transversal, se debería limitar el peso de la carga estibada encima de la tongada inferior de modo que se cumpla el siguiente equilibrio de fuerzas:

$$n_p \cdot L \cdot RS \geq m_a \cdot (a_t - 0,5g_0) + PW_a + PS_a$$

Las unidades con_a solamente tienen en cuenta las unidades de carga situadas por encima de la tongada inferior

6.5.10 Las trincas utilizadas se deberían ajustar a lo dispuesto en 6.5.20 y 6.5.21. Cuando se utilice solamente el método de trinca por encima de la carga es esencial mantener las trincas ajustadas, dado que ese método se basa en la presión vertical que ejercen las trincas.

6.5.11 Cuando solamente se utilicen trincas por encima de la carga para sujetar fardos de madera aserrada estibados en sentido longitudinal se debe tratar de obtener una fricción adecuada contra las tapas de escotilla y, de ser posible, se deberían limitar las aceleraciones transversales.

Fardos de madera estibados en sentido longitudinal con trincas de lazo

6.5.12 Las trincas de lazo deben aplicarse siempre en pares, como puede verse en la figura *infra*. Las trincas se fijan de un lado de la carga, se pasan por debajo de la carga hasta el otro lado, a continuación por encima de la carga y se fijan del mismo lado. Otra opción es asegurar la parte inferior de la trinca a un punto de sujeción que esté por encima de la tapa de escotilla situada debajo de la carga.

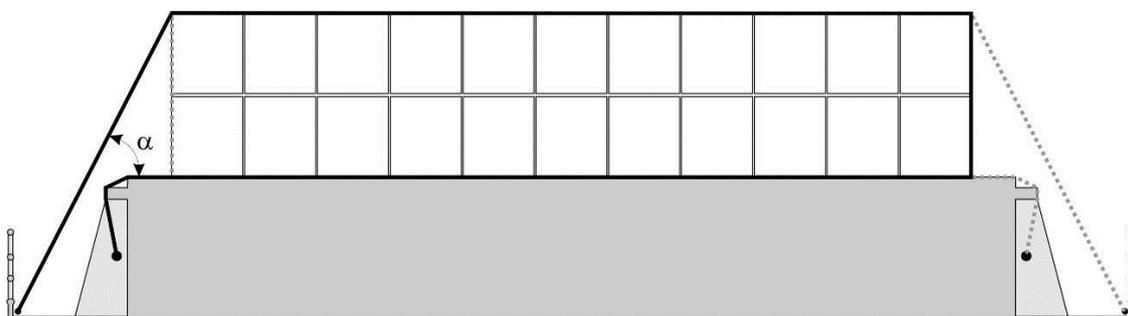


Figura 6.5: Principios de las trincas de lazo – Opción 1: se debe tener en cuenta el posible desgaste en las partes en las que las trincas pasan alrededor de la estructura del buque, como puede verse en la figura (véase la sección 2.10.10)

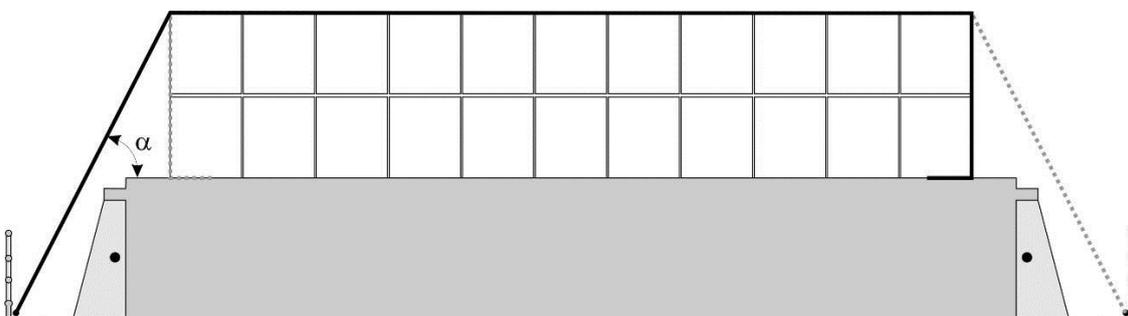


Figura 6.6: Principios de las trincas de lazo – Opción 2: en este caso la trinca es de menor longitud que la de la opción 1, con lo que se reduce el movimiento de la carga debido al alargamiento de la trinca

6.5.13 El número y la resistencia de las trincas se debe escoger de modo que se mantenga el siguiente equilibrio:

$$(m \cdot g_0 + n \cdot CS \cdot \text{sen} \alpha) \cdot \mu_{dynamic} + n \cdot CS + n \cdot CS \cdot \cos \alpha \geq m \cdot a_t + PW + PS$$

6.5.14 Se debería evitar el corrimiento entre las tongadas (véase 6.5.7).

6.5.15 Para evitar que los fardos de la tongada inferior sufran deformación transversal, se debería limitar el peso de la carga estibada sobre la tongada inferior de modo que se cumpla el siguiente equilibrio:

$$n_p \cdot L \cdot RS + n \cdot CS \cdot \cos \alpha \geq m_a \cdot (a_t - 0,5g_0) + PW_a + PS_a$$

Las unidades con _a solamente tienen en cuenta las unidades de carga situadas por encima de la tongada inferior.

6.5.16 El movimiento transversal de la carga en cubierta debido al alargamiento de las trincas se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$\delta = L_L \cdot \frac{(CS - PT_V)}{MSL} \cdot \varepsilon$$

Debería considerarse que el factor de alargamiento (ε) corresponde al 2 % para trincas de cadena y de cable y al 7 % para trincas de cinta a menos que se estipule lo contrario en el certificado del fabricante.

El ángulo máximo de escora del buque provocado por un desplazamiento transversal reducido de la carga no debería, en ningún caso, ser superior a 5° con el buque transportando una cubertada de madera completa, y se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$HA = \arctan\left(\frac{HM}{G'M \cdot \Delta}\right)$$

siendo:

- HA = ángulo de escora (en grados)
- HM = momento de escora debido al movimiento transversal de la cubertada (en ton · metros)
- G'M = altura metacéntrica corregida para tener en cuenta los momentos generados por el efecto de las superficies libres (en metros)
- Δ = desplazamiento del buque (en toneladas)

Fardos de madera estibados en sentido longitudinal con trincas por encima de la carga y bloqueados en la base

6.5.17 El bloqueo consiste en la estiba de la carga contra una estructura de bloqueo o parte integrante del buque. Si la carga está formada por fardos rígidos con gran resistencia a la deformación transversal, el bloqueo de la base debería ser suficiente en combinación con trincas por encima de la carga.



Figura 6.7: Ejemplo de pies derechos para bloqueo de la base

6.5.18 La resistencia necesaria (MSL) de los dispositivos de bloqueo de la base se calcula utilizando el siguiente equilibrio:

$$(m \cdot g_0 + 2 \cdot n \cdot PT_V \cdot \text{sen}\alpha) \cdot \mu_{static} + n_b \cdot \frac{MSL}{1,35} \geq m \cdot a_t + PW + PS$$

6.5.19 El espaciamiento en sentido longitudinal de las trincas por encima de la carga debería ser de 3 metros como máximo para las estibas de hasta 2,5 metros de altura y de 1,5 metros como máximo para las estibas de más de 2,5 metros de altura.

6.5.20 La pretensión en la parte vertical de las trincas (PT_V) no debería ser inferior a 16 kN y la pretensión en la parte horizontal de las trincas (PT_H) no debería ser inferior a 27 kN.

6.5.21 Todas las trincas y componentes utilizados para la sujeción en combinación con el bloqueo de la base deberían:

- .1 tener una resistencia a la rotura (MBL) que no sea inferior a 133 kN;
- .2 tras aplicar la tensión inicial, experimentar un alargamiento de no más del 5 % al 80 % de su resistencia a la rotura; y
- .3 no experimentar deformación permanente tras haber estado sujetos a una carga de prueba no inferior al 40 % de su resistencia a la rotura original.

6.5.22 Los dispositivos de bloqueo de la base deben situarse a ambos lados de la cubertada, con el mismo espaciamiento. Se deberían utilizar dos dispositivos de bloqueo a ambos lados de cada sección de carga, y su altura debería ser, como mínimo, de 200 mm.

6.5.23 Se debe evitar el corrimiento entre las tongadas (véase el párrafo 6.5.7). Si no se toman estas medidas, se debería comprobar el corrimiento entre las tongadas aplicando el equilibrio de fuerzas que se presenta en el párrafo 6.5.8.

6.5.24 Para evitar que los fardos de la tongada inferior sufran deformación transversal, se debería limitar el peso de la carga estibada sobre la tongada inferior de modo que se cumpla el siguiente equilibrio de fuerzas:

$$n_p \cdot L \cdot RS \geq m_a \cdot (a_t - 0,5g_0) + PW_a + PS_a$$

Las unidades con _a solamente tienen en cuenta las unidades de carga situadas por encima de la tongada inferior.

Fardos de madera aserrada y rollizos estibados en sentido longitudinal bloqueados con pies derechos y con trincas por encima de la carga

6.5.25 Los fardos de madera aserrada, la madera aserrada no liada y los rollizos estibados en sentido longitudinal pueden sostenerse con pies derechos y con o sin trincas por encima de la carga o trincas intermedias (dependiendo del tipo de viaje).

6.5.26 Los pies derechos deberían proyectarse de conformidad con lo dispuesto en el capítulo 7.

6.5.27 Los pies derechos deberían ir a ambos lados de la carga, con el mismo espaciamiento. Cada bloque de carga de la estiba debe estar sujeto por un mínimo de dos pies derechos por lado.

6.5.28 El espaciamiento de las trincas por encima de la carga debería ser, para los fardos de madera aserrada, de 3 metros como máximo para las alturas de estiba de hasta 2,5 metros, y de 1,5 metros como máximo para las estibas de más de 2,5 metros de altura. Para los rollizos, el espaciamiento debería ser de 1,5 metros, independientemente de la altura.

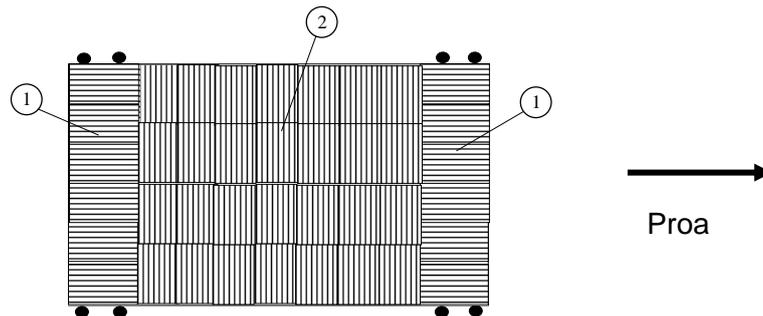
6.5.29 La pretensión en la parte vertical de las trincas (PT_V) no debería ser inferior a 16 kN, y la pretensión en la parte horizontal de las trincas (PT_H) no debería ser inferior a 27 kN.

6.5.30 Todas las trincas y componentes utilizados para la sujeción de la cubertada en combinación con el bloqueo de la base deberían:

- .1 tener una resistencia a la rotura (MBL) de 133 kN como mínimo;
- .2 tras aplicar la tensión inicial, experimentar un alargamiento de no más del 5 % al 80 % de su resistencia a la rotura; y
- .3 no experimentar deformación permanente tras haber estado sujetos a una carga de prueba no inferior al 40 % de su resistencia a la rotura original.

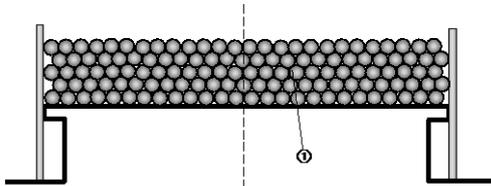
Sujeción por fricción

6.5.31 En zonas marinas restringidas, las cargas de rollizos podrán estibarse en sentido transversal y asegurarse únicamente por bloqueo de la base y/o fricción entre las tongadas. Esto podrá hacerse solamente si la fricción entre tongadas es suficiente y se prevé que no se producirán aceleraciones transversales fuertes. Si la fricción entre las tongadas inferiores y la cubierta/escotilla es suficiente, es posible que no sea necesario el bloqueo de la base. Si solamente va a utilizarse la fricción, se debería incluir en el Manual de sujeción de la carga información sobre el ángulo máximo de escora supuesto.

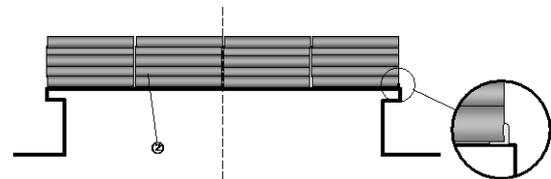


Ejemplo de método de estiba de rollizos en zonas marinas restringidas

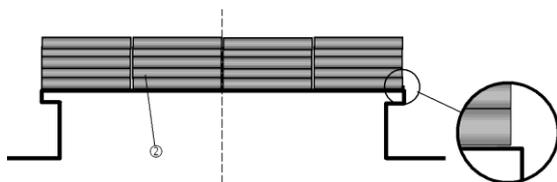
Las secciones (1) contienen rollizos estibados en sentido longitudinal sujetos por pies derechos y la sección (2) contiene rollizos estibados en sentido transversal asegurados por fricción, con o sin bloqueo de la base.



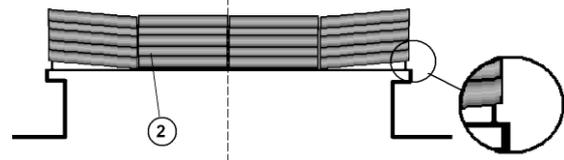
Sección de rollizos estibados en sentido longitudinal sujetos por pies derechos.



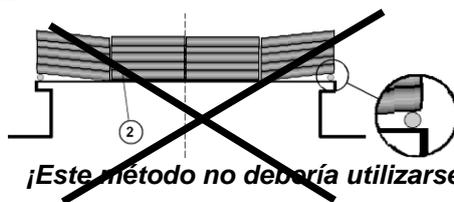
Sección de carga de madera estibada en sentido transversal asegurada por fricción y por bloqueo de la base.



Sección de rollizos estibados en sentido longitudinal sujetos únicamente por fricción (opción 1). Se debería utilizar pintura antideslizante en la tapa de la escotilla o colocar un material antideslizante entre la tapa de escotilla y los rollizos.



Sección de rollizos estibados en sentido transversal sujetos únicamente por fricción (opción 2). Se debería utilizar pintura antideslizante en la tapa de la escotilla o colocar un material antideslizante entre la tapa de escotilla y los rollizos.



¡Este método no debería utilizarse!

Sección de rollizos estibados en sentido transversal sujetos únicamente por fricción (opción 3).

Figura 6.8: Principios para la sujeción por fricción de rollizos en zonas marinas restringidas

6.5.32 La resistencia necesaria (*MSL*) que deben tener los dispositivos de bloqueo de la base se calcula aplicando el siguiente equilibrio:

$$m \cdot g_0 \cdot \mu_{static} + n_b \cdot \frac{MSL}{1,35} \geq m \cdot a_t + PW + PS$$

6.5.33 La fricción prescrita entre las tongadas puede calcularse aplicando el siguiente equilibrio:

$$m \cdot g_0 \cdot \mu_{static} \geq m \cdot a_t + PW + PS$$

CAPÍTULO 7 – PIES DERECHOS

7.1 Los rollizos, la madera aserrada no liada y los fardos de madera aserrada estibados en sentido longitudinal cuya resistencia a la deformación transversal sea limitada deberían ir apoyados en pies derechos cuya altura sea como mínimo equivalente a la estiba.

7.2 Los pies derechos deberían estar proyectados para las fuerzas que tengan que soportar aplicando las fórmulas de esta sección. El acoplamiento de los pies derechos a la cubierta o la escotilla ha de ser satisfactorio a juicio de la Administración. En particular, los pies derechos altos deberían estar proyectados de modo que se limite la deformación. Los pies derechos podrán complementarse con otros medios de trinca distintos.



Figura 6.9: Pies derechos que bloquean la totalidad de la altura de la estiba

7.3 En los buques que transportan madera aserrada no liada y rollizos, para calcular el momento flector de proyecto por pie derecho se toma el mayor de los dos valores de momento obtenidos con las fórmulas siguientes:

$$CM_{bending1} = 0,1 \cdot \frac{H^2}{k \cdot B \cdot N} \cdot m \cdot g_0$$

$$CM_{bending2} = \frac{H}{3 \cdot k \cdot N} \cdot (m \cdot (a_t - 0,6 \cdot \mu_{static} \cdot g_0) + PW + PS)$$

$$M_{bending} \geq 1,35 \cdot \max(CM_{bending1}, CM_{bending2})$$

Si las trincas por encima de la carga se aplican de conformidad con las secciones 5.4 o 6.5.28 – 6.5.30, el momento flector de los pies derechos se podrá reducir en un 12 %.

7.4 Para calcular el momento flector de proyecto de cada pie derecho que sujeta fardos de madera se toma el mayor de los tres valores de momento obtenidos con las fórmulas siguientes:

$$CM_{bending1} = \frac{m}{n_p \cdot k \cdot N} \cdot \left(a_t \cdot \frac{H}{2} - g_0 \cdot \frac{b}{2} \right) \cdot \frac{1 - (1 - f_i)^n}{f_i} \quad (\text{Momento necesario para evitar vuelcos})$$

$$\text{donde} \quad f_i = \mu_{internal} \cdot \frac{2b}{H} \quad (f_i = \text{factor que permite tener en cuenta el momento interno})$$

* El factor 0,6 de la fórmula *supra* se utiliza a fin de tener en cuenta tanto el movimiento de rodado como de deslizamiento de los rollizos y se ha determinado mediante pruebas prácticas. No debería confundirse con el factor de fricción dinámica mencionado en el párrafo 4.2.6.

$$CM_{bending2} = \frac{H}{2 \cdot k \cdot N} \cdot m \cdot (a_t - \mu_{interna} \cdot g_0) \cdot \frac{q-1}{2q} \quad (\text{Momento necesario para evitar el corrimiento})$$

$$CM_{bending3} = \frac{H}{k \cdot N} \cdot (m \cdot a_t - (n_p - 4)(q-2) \cdot L \cdot RS) \cdot \frac{q-1}{2q} \quad (\text{Momento necesario para evitar la deformación transversal})$$

$$M_{bending} \geq 1,35 \cdot \max(CM_{bending1}, CM_{bending2}, CM_{bending3})$$

7.5 Si se utilizan trincas intermedias, la resistencia necesaria (*MSL*) que debe tener cada trinca intermedia se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$MSL \geq \frac{M_{bending}}{2 \cdot h}$$

7.6 El momento flector de proyecto no debería generar tensiones que superen en un 50 % la carga de rotura del material en cualquier parte de los pies derechos.

CAPÍTULO 8 – TÉRMINOS UTILIZADOS

A continuación se definen los términos utilizados en las fórmulas que se aplican para los criterios de proyecto del presente Código:

- a_t = aceleración transversal máxima en el centro de gravedad de la cubertada en el extremo proel o popel de la estiba (en m/s^2)
- B = anchura de la cubertada (en metros)
- b = anchura de cada pila de fardos
- CS = resistencia calculada de las trincas (en kN) (véase la sección 6.4)
- f_R = factor de reducción para las aceleraciones previstas debido al estado de la mar
- g_0 = aceleración de la gravedad ($9,81 m/s^2$)
- H = altura de la cubertada (en metros)
- H_M = altura significativa de la ola máxima
- h = altura por encima de cubierta a la cual se fijan las trincas intermedias a los pies derechos (en metros)
- k = factor para las trincas intermedias:
 $k = 1$ si no se utilizan trincas intermedias
 $k = 1,8$ si se utilizan trincas intermedias
- L = longitud de la cubertada o de la sección que se va a asegurar (en metros)
- L_L = longitud de cada trinca (en metros)
- $M_{bending}$ = momento flector de proyecto de los pies derechos (en kNm)
- MSL = carga máxima de sujeción de los dispositivos de sujeción de la carga (en kN)
- m = masa de la carga en cubierta o de la sección que debe sujetarse (en toneladas) incluida el agua absorbida y la posible formación de hielo
- N = número de pies derechos que sostienen una sección dada de cada lado
- n = número de trincas
- n_b = número de dispositivos de bloqueo de la base a cada lado de la cubertada
- n_p = número de pilas de fardos en cada fila

- PS = presión aplicada por los rociones inevitables (en kN) basada en 1 kN por m^2 de superficie expuesta (véase el anexo 13 del Código ESC)
- PT_V = pretensión en la parte vertical de las trincas (en kN)
- PT_H = pretensión en la parte horizontal de las trincas (en kN)
- PW = presión del viento (en kN) basada en 1 kN por m^2 de superficie expuesta al viento (véase el anexo 13 del Código ESC)
- q = número de tongadas de fardos de madera
- RS = resistencia a la deformación transversal por metro de fardo de madera (en kN) (véase la sección 4.7)
- α = ángulo que forman las trincas con la plancha superior de la tapa de escotilla (en grados)
- δ = pequeño movimiento transversal de la cubertada debido a la elasticidad de las trincas (en metros)
- ε = factor de elasticidad del equipo de trinca, tomado como una fracción del alargamiento provocado por la carga máxima de sujeción (*MSL*) de la trinca
- $\mu_{dynamic}$ = coeficiente de fricción dinámica entre la cubertada de madera y la cubierta/tapas de escotilla del buque (se considera que equivale al 70 % del valor de fricción estática)
- $\mu_{internal}$ = coeficiente de fricción dinámica interna entre los fardos de madera aserrada
- μ_{static} = coeficiente de fricción estática entre la cubertada de madera y la cubierta/tapas de escotilla del buque

ANEXO A – ORIENTACIONES PARA ELABORAR PROCEDIMIENTOS Y LISTAS DE COMPROBACIÓN

Al elaborar las listas de comprobación para las operaciones relacionadas con las cubertadas de madera se deberían tener en cuenta los elementos que figuran en las secciones A.1 a A.5.

A.1 PREPARATIVOS PARA EL EMBARQUE DE CUBERTADAS DE MADERA

Preparativos generales

A.1.1 El expedidor deberá presentar al capitán o su representante la siguiente información aplicable a cada carga:

- .1 cantidad total de la carga que consta como cubertada;
- .2 dimensiones típicas de la carga;
- .3 número de fardos;
- .4 densidad de la carga;
- .5 factor de estiba de la carga;
- .6 resistencia a la deformación transversal de la carga en fardos;
- .7 tipo de cubiertas de los fardos y si son antideslizantes; y
- .8 coeficientes de fricción pertinentes, incluidos los de las cubiertas de fardos de madera aserrada, si procede.

A.1.2 Se debería recibir confirmación de cuándo va estar lista la cubertada para embarcarla.

A.1.3 Se debería elaborar un plano preliminar de sujeción de la carga de conformidad con el cuadernillo de asiento y estabilidad y se deberían calcular y comprobar los siguientes aspectos:

- .1 altura de la estiba;
- .2 peso por m²;
- .3 cantidad necesaria de agua de lastre; y
- .4 desplazamiento, calado, asiento y estabilidad al zarpar y al llegar a puerto.

A.1.4 La estabilidad debería mantenerse dentro de los límites prescritos durante la totalidad de la travesía.

A.1.5 Al hacer los cálculos de estabilidad se deberían tener en cuenta las variaciones de desplazamiento, del centro de gravedad y de los momentos de las superficies libres debidos a los siguientes factores:

- .1 absorción de agua por la madera que se transporte en una cubertada siguiendo las instrucciones especiales (véase el anexo C);

- .2 acumulación de hielo, si procede;
- .3 variaciones en los productos fungibles; y
- .4 operaciones de cambio de agua de lastre, de conformidad con los procedimientos aprobados.

A.1.6 Si se van a efectuar operaciones de cambio de agua de lastre durante el viaje previsto, las instrucciones del caso deberían figurar en el plan de gestión del agua de lastre.

A.1.7 Se debería elaborar un plano de sujeción de la carga siguiendo lo estipulado en el Manual de sujeción de la carga del buque y se deberían calcular:

- .1 el peso y la altura de las estibas por escotilla;
- .2 el número de secciones estibadas en sentido longitudinal por escotilla;
- .3 el número necesario de elementos de equipo de trinca; y
- .4 el número necesario de pies derechos, si procede.

A.1.8 Los certificados para el equipo de sujeción de la carga deberían figurar en el Manual de sujeción de la carga del buque.

A.1.9 Una vez que se hayan efectuado de manera satisfactoria los cálculos de estabilidad y elaborado el plano de sujeción de la carga, se debería confirmar la carga máxima de a bordo.

A.1.10 Se deberían distribuir los planos preliminares de embarque y de sujeción de la carga a todas las partes interesadas (es decir, al responsable de las operaciones de carga y descarga, los estibadores, el agente, etc.).

A.1.11 Se deberían comprobar el parte meteorológico para el periodo de carga y los pronósticos para la travesía.

A.1.12 Se debería confirmar que la compañía de estiba está al tanto de las necesidades específicas del buque en relación con la estiba y la sujeción de las cubiertas de madera.

Preparación del buque

A.1.13 Se deberían llenar todos los tanques de lastre necesarios para el viaje contemplados en los cálculos de estabilidad antes de comenzar a embarcar carga en cubierta, y se debería constatar que se elimina el efecto de las superficies libres en todos los tanques que van a estar completamente llenos o vacíos durante la travesía.

A.1.14 Se deberían cerrar, fijar y bloquear las tapas de escotilla y otras aberturas que den a espacios situados por debajo de cubierta.

A.1.15 Se deberían proteger y examinar los conductos de aire y de ventilación, etc, para determinar que son eficaces contra las entradas de agua.

A.1.16 Se deberían retirar los objetos que puedan obstaculizar la estiba de carga en cubierta y colocarse de manera segura en lugares adecuados para su almacenamiento.

A.1.17 Se deberían eliminar las acumulaciones de hielo y nieve de la zona de carga y de los fardos de madera.

A.1.18 Se deberían examinar todos los tubos de sonda de la cubierta y tomarse las precauciones necesarias para mantener el acceso en condiciones de seguridad a los mismos.

A.1.19 Se debería examinar el equipo de sujeción de la carga antes de utilizarlo para sujetar las cubiertas de madera y se debería retirar de servicio, sustituir y marcar para reparación todo equipo defectuoso que se encuentre.

A.1.20 Se debería confirmar que los pies derechos utilizados cumplen lo dispuesto en el Manual de sujeción de la carga del buque.

A.1.21 Se debería preparar la superficie de estiba de modo que quede firme y nivelada. Cuando se utilice madera de estiba, ésta debe estar sin cepillar y ubicarse en una dirección que distribuya la carga en las escotillas o en la estructura bajo cubierta del buque y que facilite el drenaje.

A.1.22 Los puntos de trinca adicionales, si fueran necesarios, deberían ser aprobados por la Administración.

A.1.23 Se debería constatar que la madera de estiba está disponible y en buen estado.

A.1.24 Debería comprobarse el estado de los medios de incremento de la fricción que se hayan instalado (en su caso).

A.1.25 Se deberían verificar los cables, frenos, microinterruptores y las señales de las grúas (si se utilizan).

A.1.26 Se debería verificar que funciona el alumbrado de la cubierta y que está listo para encenderse.

Comunicaciones buque-costera

A.1.27 Se deberían asignar y someter a prueba los canales de radio que se van a utilizar durante las operaciones de carga.

A.1.28 Se debería confirmar que los gruístas y los estibadores/la tripulación entienden las señales que se van a utilizar durante las operaciones de embarque de la carga.

A.1.29 Se debería elaborar un plan de cese de las operaciones de embarque o desembarque de la carga debido a circunstancias imprevistas que puedan poner en riesgo la seguridad del buque y/o las personas a bordo.

A.2 SEGURIDAD DURANTE EL EMBARQUE Y LA SUJECIÓN DE CUBERTADAS DE MADERA

Equipo de trinca

A.2.1 Si procede, los pies derechos se deberían montar antes de comenzar a embarcar la carga en cubierta.

A.2.2 Se debería comprobar que todo el equipo de trinca está en su lugar de utilización.

Seguridad del buque

A.2.3 Se debería planificar el cese inmediato de todas las operaciones de embarque de la carga si se experimenta una escora para la cual no hay una explicación satisfactoria.

A.2.4 Si el buque se escora de manera imprevista, se deberían interrumpir las operaciones para sondear todos los tanques y evaluar la estabilidad del buque.

A.2.5 Si se considera necesario, se deberían pesar muestras de la carga de madera durante el embarque de la carga y comparar los resultados con el peso indicado por el expedidor con el objeto de evaluar de manera correcta la estabilidad del buque.

A.2.6 Durante el embarque de la carga se deberían llevar a cabo reconocimientos regulares del calado y calcular el desplazamiento del buque para asegurarse de que la estabilidad y el calado del buque en el estado final se encuentran dentro de los límites prescritos.

A.2.7 No se deberían superar los pesos de carga permitidos sobre cubierta y sobre las escotillas.

A.2.8 La estabilidad del buque debería ser positiva en todo momento y en cumplimiento de las prescripciones de estabilidad sin avería del buque.

A.2.9 Las vías de evacuación de emergencia deberían estar expeditas y libres.

A.2.10 Debería haber acceso libre a los conductos y válvulas de ventilación.

A.2.11 Se deberían evitar obstrucciones, tales como trincas o puntos de sujeción, en el acceso a las vías de evacuación o a los espacios operacionales, al equipo de seguridad o de lucha contra incendios y a los tubos de sonda. Cuando sean inevitables, las obstrucciones deberían estar marcadas claramente.¹¹⁾

A.2.12 En el manual de estabilidad aprobado se darán instrucciones sobre el cálculo de la altura metacéntrica (GM) del buque, las cuales deberían observarse para determinar la altura metacéntrica del buque. Se debería estimar la altura metacéntrica (cuando ello no entrañe riesgos) utilizando el periodo de balance o la escora estática en la última fase del embarque de la carga. Para generar un movimiento de balance o la escora estática se puede desplazar carga rápida o lentamente (según proceda) con las grúas de cubierta o colocarse fardos de carga sobre otra cubertada, en una banda del buque.

Estiba

A.2.13 La cubertada se debería estibar de manera tan sólida, compacta y estable como sea posible. Se debería verificar que la estiba está ajustada, dado que, en caso contrario, se podrían aflojar las trincas y/o podría acumularse agua.

A.2.14 En la medida de lo posible, se debería lograr un efecto adhesivo dentro de la estiba a fin de incrementar la estabilidad de la pila y para reducir al mínimo el riesgo de corrimiento de la carga durante la travesía.

A.2.15 No se debería permitir la estiba de fardos de madera dañados. Se deberían devolver a tierra los fardos de madera que estén deformados o que tengan bandas partidas a fin de componerlos.

A.2.16 No se debería estibar carga que sobresalga de la amura del buque.

A.2.17 Las cubertadas de madera que sobresalgan del lado exterior de las brazolas de escotillas u otras estructuras deberían apoyarse, en su extremo exterior, en otra carga estibada en cubierta o sobre barandillas o estructuras equivalentes que tengan suficiente resistencia para aguantar el peso (véase 2.9.6).

Evitar el riesgo de corrimiento de la estiba

A.2.18 Se deberían eliminar las acumulaciones de hielo y nieve de las escotillas y la cubertada antes de continuar estibando tongadas a fin de lograr un alto coeficiente de fricción en la estiba.

A.2.19 Si fuera posible, se debería evitar el corrimiento entre las tongadas estibando fardos de madera de distintas alturas en la misma tongada o introduciendo serretas verticales sólidas entre las tongadas. Se podría evitar el vuelto transversal de fardos de madera superponiendo fardos en tongadas sucesivas a fin de generar un efecto adhesivo en la estiba (véase 6.5.7).

Seguridad en el trabajo

A.2.20 El personal dedicado al proceso de carga debería estar equipado con indumentaria de protección, es decir, casco, calzado adecuado, guantes, etc., de conformidad con las prescripciones del buque y del puerto.

A.2.21 El personal que esté trabajando en cargas estibada a alturas de 2 metros o más, a una distancia de 1 metro o menos de un borde sin protección debería, si se considera necesario, estar protegido con equipo para evitar las caídas, como arneses de seguridad u otros dispositivos aprobados por la Administración para evitar las caídas.

A.2.22 Mientras se trabaja sobre la carga se debería disponer de medios para fijar el arnés de seguridad.

A.2.23 Se debería poder acceder en condiciones de seguridad a la parte superior de la estiba y a través de la misma.

A.2.24 El personal debería tener cuidado al trabajar o moverse sobre fardos de madera cubiertos por embalajes de plástico o lonas impermeabilizadas.

A.3 SUJECIÓN DE LAS CUBERTADAS DE MADERA

Sujeción – Prescripciones básicas

A.3.1 Se debería informar a la compañía de estiba y a la tripulación de las prescripciones sobre los medios de sujeción.

A.3.2 Cuando se utilizan pies derechos, éstos deberían fijarse adecuadamente de modo que no puedan caer hacia adentro durante las operaciones de carga y descarga.

A.3.3 Si lo estipula el presente Código y lo prescribe el manual de sujeción de la carga, los pies derechos deberían estar conectados por trincas intermedias que corran entre cada par de pies derechos a lados opuestos de la estiba.

Reparación o sustitución del equipo de sujeción dañado

A.3.4 Para la sujeción de las cubiertas de madera solamente se debería utilizar equipo de sujeción de la carga que no esté dañado.

A.3.5 El equipo que está tan dañado que no pueda repararse se debería marcar como irreparable y desembarcarlo.

A.3.6 Si se observa que algunos de los pies derechos o sus apoyos en cubierta, en las brazolas o las escotillas están dañados, se deberían reparar inmediatamente.

A.3.7 Si se observan daños en el equipo de trinca fijo, éste debería repararse inmediatamente.

A.3.8 Si se constatan daños en el equipo de trinca portátil, éste debería repararse inmediatamente o sustituirse por equipo nuevo certificado.

Ajuste de las trincas

A.3.9 Se deberían engrasar las roscas de los tensores para lograr un mayor pretensado de las trincas.

A.3.10 Durante la travesía se deberían ajustar adecuadamente todas las trincas y todos los pernos y tornillos de los grilletes y los tensores.

A.3.11 Los tensores deberían tener suficientes hilos de rosca para poder tensar las trincas durante la travesía si fuera necesario.

A.3.12 Las trincas deberían tensarse con la fuerza especificada en el presente Código y en el manual de sujeción de la carga.

A.3.13 A fin de lograr una buena pretensión, tanto en las partes verticales como horizontales de las trincas, se deberían utilizar protectores de cantos cuando sea necesario con arreglo a lo estipulado en el presente Código y en el Manual de sujeción de la carga del buque.

Pasarela

A.3.14 Si no existe una vía adecuada por encima o por debajo de la cubierta del buque, se debería instalar una pasarela sólida con pasamanos firmes por encima de la cubierta (véase 2.8.6).

Sujeción de la carga de conformidad con el Manual de sujeción de la carga del buque

A.3.15 La cubierta debería estibarse y asegurarse según lo dispuesto en el presente Código y como se prescribe en el Manual de sujeción de la carga del buque.

A.3.16 El número y la resistencia de los pies derechos y del equipo de trinca utilizado para la sujeción de la cubierta de madera deberían ajustarse a lo estipulado en el presente Código y como se prescribe en el Manual de sujeción de la carga del buque.

A.4 MEDIDAS QUE DEBEN ADOPTARSE DURANTE LA TRAVESÍA

Planificación del viaje

A.4.1 Al planificar la travesía se deberían tener en cuenta todos los riesgos previsibles que pudieran generar aceleraciones excesivas que ocasionen corrimientos de la carga o roces que tengan como resultado la absorción de agua y la formación de hielo.

A.4.2 Antes de que el buque se haga a la mar, se debería verificar que:

- .1 el buque está adrizado;
- .2 el buque tiene una altura metacéntrica adecuada;
- .3 el buque cumple los criterios de estabilidad prescritos; y
- .4 la carga está correctamente sujeta.

A.4.3 Los tanques deberían sondearse periódicamente durante toda la travesía.

A.4.4 Se debería calcular el periodo de balance del buque de manera periódica para determinar que la altura metacéntrica continúa estando dentro de la banda aceptable de valores.

A.4.5 Cuando no puedan evitarse condiciones meteorológicas adversas o mar gruesa, el capitán debería ser consciente de la necesidad de reducir la velocidad y/o modificar el rumbo en una fase temprana a fin de reducir a un mínimo las fuerzas impuestas en la carga, la estructura y las trincas.

A.4.6 Si durante la travesía se considera la posibilidad de desviarse del plan de viaje previsto, se debería elaborar un plan nuevo.

Inspecciones de seguridad de la carga durante las travesías en el mar

A.4.7 Durante toda la travesía deberían llevarse a cabo regularmente inspecciones de seguridad de la carga, de conformidad con los elementos *infra*.

A.4.8 Antes de dar inicio a cualquier inspección en cubierta, el capitán debería tomar las medidas adecuadas para reducir los movimientos del buque durante estas operaciones.

A.4.9 Se debería prestar suma atención a cualquier movimiento de la carga que pudiera representar un riesgo para la seguridad del buque.

A.4.10 Cuando lo permitan las consideraciones de seguridad, se debería examinar visualmente todo el equipo de sujeción de la carga, tanto fijo como portátil, para verificar que éste no tenga desgastes ni roturas anormales u otros daños.

A.4.11 Como las vibraciones y el funcionamiento del buque hacen que la carga se consolide y se compacte, si fuera necesario se debería volver a ajustar el equipo de trinca para obtener la pretensión necesaria.

A.4.12 Debería comprobarse que los pies derechos no estén dañados ni deformados.

A.4.13 Los apoyos de los pies derechos no deberían estar dañados.

A.4.14 Los protectores de las esquinas deberían mantenerse en su posición.

A.4.15 Se debería dejar constancia en el diario oficial de navegación del buque de todas las inspecciones y ajustes al equipo de sujeción de la carga efectuados durante la travesía.

Escora durante la travesía

A.4.16 Si se experimenta una escora no ocasionada por el consumo normal de los fungibles, se debería investigar la causa sin demora. Se debería determinar si dicha escora puede atribuirse a una o más de las siguientes razones:

- .1 corrimiento de la carga;
- .2 entradas de agua; y
- .3 ángulo de escora de transición (altura metacéntrica inadecuada).

A.4.17 Aunque no sea aparente ningún corrimiento mayor de la carga en cubierta, se debería examinar si ésta ha sufrido un corrimiento imperceptible o si ha habido un corrimiento de la carga embarcada bajo cubierta. Sin embargo, antes de entrar a cualquier bodega cerrada que contenga madera, se debería comprobar la atmósfera a fin de cerciorarse de que la madera no ha agotado el oxígeno del aire de la bodega.

A.4.18 Se debería analizar si las condiciones meteorológicas son tales que enviar a la tripulación a aflojar o ajustar las trincas en una carga que se ha movido o corrido representa un riesgo mayor que dejar una carga suspendida.

A.4.19 Se debería determinar si existe la posibilidad de entradas de agua haciendo un sondeo de todo el buque. Si se constata la presencia inexplicada de agua, se deberían utilizar todas las bombas disponibles para controlar la situación.

A.4.20 Se debería estimar la altura metacéntrica determinando el periodo de balance.

A.4.21 Si se corrige la escora con operaciones de deslastro o de toma de lastre, para decidir qué tanques llenar o vaciar se deberían tener en cuenta los siguientes factores:

- .1 cuando aumenta el calado del buque, es posible que comience a entrar agua por las aberturas y los conductos de ventilación;
- .2 si se transfiere lastre para contrarrestar un corrimiento de la carga o una entrada de agua, es posible que el buque se escore rápidamente con un mayor ángulo hacia la banda opuesta;
- .3 si la escora se debe a la escora de transición del buque y el buque tiene un espacio del doble fondo vacío dividido, se debería comenzar por tomar lastre en el tanque de la banda más baja a fin de aumentar inmediatamente la altura metacéntrica, tras lo cual también se debe tomar lastre en el tanque de la banda alta; y
- .4 para mantener a un mínimo los momentos ocasionados por las superficies libres se debe trabajar con un solo tanque a la vez.

A.4.22 Si, como última opción cuando se han agotado todas las posibilidades, se corrige la escora echando al mar carga de cubierta, se deberían tener en cuenta los siguientes aspectos:

- .1 es poco probable que la echazón al mar mejore la situación, dado que probablemente no caerá toda la pila de carga de una sola vez;
- .2 es posible que la hélice se dañe seriamente si ésta está girando cuando se echa la madera al mar;
- .3 toda persona que participe en el procedimiento de echazón de la carga se expone a un riesgo inherente; y
- .4 se deberá transmitir inmediatamente a las autoridades costeras la situación del buque durante el procedimiento de echazón y una estimación del riesgo que supone a la navegación.

A.4.23 Si se echa al mar o se pierde de manera accidental parte o toda la cubertada de madera, el capitán debería informar de dicho peligro directo a la navegación,²⁸⁾ por todos los medios disponibles, a las siguientes partes:

- .1 los buques que se encuentran en las proximidades; y
- .2 las autoridades competentes en el primer punto de la costa con el que se pueda comunicar directamente.

Dicha información debe incluir los siguientes aspectos:

- .3 el tipo de peligro;
- .4 la posición del peligro en el momento de la última observación; y
- .5 la hora y fecha (hora universal coordinada) en el momento en que se observó dicho peligro por última vez.

A.5 SEGURIDAD DURANTE LA DESCARGA DE LAS CUBERTADAS DE MADERA

Equipo de sujeción de la carga

A.5.1 Se debería recoger y examinar el equipo de sujeción de la carga y reparar o eliminar el equipo dañado.

A.5.2 En los casos en que se utilicen pies derechos, éstos deberían fijarse sólidamente a la cubierta, las escotillas o las brazolas del buque y asegurarse a fin de evitar que caigan hacia adentro durante las operaciones de descarga.

Seguridad del buque

A.5.3 Se debería planificar el cese inmediato de todas las operaciones de desembarque de la carga si se experimenta una escora para la cual no hay una explicación satisfactoria, en cuyo caso sería imprudente continuar con la descarga.

A.5.4 La estabilidad del buque debería ser positiva en todo momento y cumplir lo estipulado para la estabilidad sin avería del buque.

A.5.5 Las vías de evacuación de emergencia deberían estar expeditas y libres.

Seguridad en el trabajo

A.5.6 El personal dedicado al proceso de descarga debería estar equipado con indumentaria protectora, es decir, casco, calzado adecuado, guantes, etc., de conformidad con las prescripciones del buque y del puerto.

A.5.7 Mientras se trabaja sobre la carga se debería disponer de medios para fijar arneses de seguridad.

A.5.8 Se deberían convenir y utilizar las señales correctas con los gruístas.

A.5.9 Se debería poder acceder en condiciones de seguridad a la parte superior de la estiba y a través de la misma.

A.5.10 Se deberían tomar todas las medidas posibles para reducir a un mínimo el riesgo de resbalamiento sobre la carga (es decir, cuando se utilizan embalajes de plástico o lonas impermeabilizadas como cubiertas).

A.5.11 Se debería disponer de la iluminación necesaria durante las operaciones de carga.

ANEXO B – EJEMPLOS DE MEDIOS DE ESTIBA Y DE SUJECIÓN

B.1 EJEMPLO DE CÁLCULO – TRINCAS POR ENCIMA DE LA CARGA

En los ejemplos que aparecen a continuación se calcula el número de trincas necesarias para asegurar fardos de madera aserrada en cubierta y la resistencia a la deformación transversal de los fardos de la tongada inferior para un buque de 16 600 TPM.

Ejemplo B.1.1 – Trincas por encima de la carga en un buque de 16 600 TPM

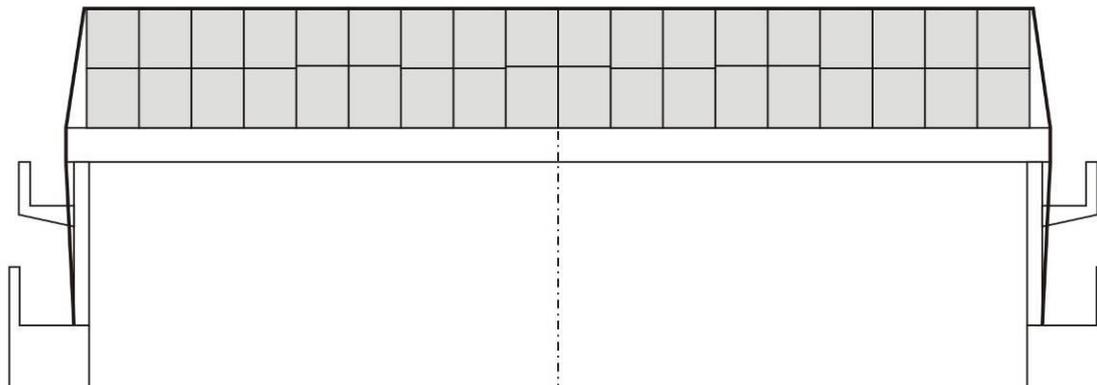


Figura B.1: Sección central de un buque de 16 600 TPM con fardos de madera aserrada en dos tongadas sujetas con trincas por encima de la carga

Pormenores del buque

Eslora entre perpendiculares (LPP):	134 metros
Manga de trazado (B_M):	22 metros
Velocidad de servicio:	14,5 nudos
Altura metacéntrica (GM):	0,70 metros

Las dimensiones de la cubertada son las siguientes: $L \times B \times H = 80 \times 19,7 \times 2,4$ metros. Se considera que el peso total de la cubertada es de 1 600 toneladas. Se evita el corrimiento entre las tongadas utilizando fardos de madera de distintas alturas en la tongada inferior.

Medición de la aceleración transversal

Teniendo en cuenta los pormenores del buque *supra* y considerando una posición de estiba baja en cubierta, según lo dispuesto en el anexo 13 del Código ESC, y utilizando la aceleración básica y los factores de corrección que figuran a continuación, la aceleración transversal es $a_t = 5,3 \text{ m/s}^2$.

$$\begin{aligned}
 a_{t \text{ basic}} &= 6,5 \text{ m/s}^2 &&= \text{aceleración transversal básica} \\
 f_{R1} &= 0,81 &&= \text{factor de corrección para tener en cuenta} \\
 &&&\text{la eslora y la velocidad} \\
 f_{R2} &= 1,00 &&= \text{factor de corrección para } B_M/GM \\
 a_t &= a_{t \text{ basic}} \cdot f_{R1} \cdot f_{R2} = 6,5 \cdot 0,81 \cdot 1,00 = 5,3 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

Propiedades de la carga

m	=	1 600 ton	=	masa de la sección que va a sujetarse (en toneladas) incluida el agua absorbida y la posible acumulación de hielo
μ_{static}	=	0,45	=	coeficiente de fricción estática entre la cubertada de madera y la cubierta/tapas de escotilla del buque
H	=	2,4 m	=	altura de la cubertada (en metros)
B	=	19,7 m	=	anchura de la cubertada (en metros)
L	=	80 m	=	longitud de la cubertada o de la sección que se va a sujetar (en metros)
PW	=	192 kN	=	presión del viento (en kN) basada en 1 kN por m ² de superficie expuesta al viento (véase el anexo 13 del Código ESC)
PS	=	160 kN	=	presión aplicada por los rociones inevitables (en kN) basada en 1 kN por m ² de superficie expuesta (véase el anexo 13 del Código ESC)
PT_V	=	16 kN	=	pretensión en la parte vertical de las trincas (en kN)
α	=	85°	=	ángulo que forman las trincas con el plano horizontal (en grados)
n_p	=	18 unidades	=	número de pilas de fardos en cada fila

Número de trincas por encima de la carga necesarias

En el caso de estibas sujetadas exclusivamente con trincas por encima de la carga, sin bloqueo de la base, la fuerza de fricción tendrá que contrarrestar por sí sola las fuerzas transversales de modo que se logre el siguiente equilibrio de fuerzas:

$$(m \cdot g_0 + 2 \cdot n \cdot PT_V \cdot \text{sen}\alpha) \cdot \mu_{static} \geq m \cdot a_t + PW + PS$$

Las unidades con a solamente tienen en cuenta las unidades de carga situadas por encima de la tongada inferior.

En consecuencia, aplicando la siguiente fórmula se puede calcular el número de trincas por encima de la carga que son necesarias:

$$n \geq \frac{m \cdot a_t + PW + PS}{2 \cdot PT_V \cdot \text{sen}\alpha} - m \cdot g_0 = \frac{1\,600 \cdot 5,3 + 192 + 160}{2 \cdot 16 \cdot \text{sen}85} - 1\,600 \cdot 9,81 = 123 \text{ unidades}$$

Resistencia a la deformación transversal

Para evitar que se colapsen los fardos de la tongada inferior debido a la deformación transversal, se debería limitar el peso de la carga estibada encima de la tongada inferior de modo que se cumpla el siguiente equilibrio de fuerzas:

$$n_p \cdot L \cdot RS \geq m_a \cdot (a_t - 0,5g_0) + PW_a + PS_a$$

Las unidades con a solamente tienen en cuenta las unidades de carga situadas por encima de la tongada inferior.

De ese modo, se calcula que la resistencia a la deformación transversal es de 0,33 kN/m:

$$RS \geq \frac{m_a \cdot (a_t - 0,5 \cdot g_0) + PW_a + PS_a}{n_p \cdot L} =$$

$$= \frac{800 \cdot (5,3 - 0,5 \cdot 9,81) + 96 + 64}{18 \cdot 80} = 0,33 \text{ kN/m} = 0,034 \text{ ton/m}$$

B.2 EJEMPLO DE CÁLCULO – BLOQUEO DE LA BASE Y TRINCAS POR ENCIMA DE LA CARGA

En el ejemplo que se muestra a continuación se calcula la resistencia que deben tener los medios de bloqueo de la base para una cubertada de fardos de madera aserrada. Se utiliza el número de trincas y la pretensión de las mismas estipulados en las secciones 6.5.19 y 6.5.20 del presente Código.

Ejemplo B.2.1 – Bloqueo de la base y trincas por encima de la carga en un buque de 16 600 TPM

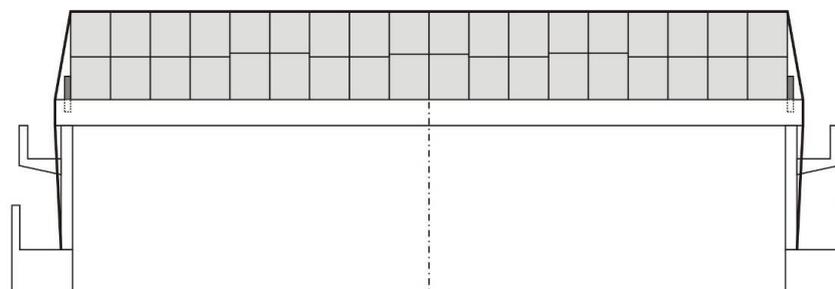


Figura B.2: Sección central de un buque de 16 600 TPM con fardos de madera aserrada en dos tongadas aseguradas por bloqueo de la base y con trincas por encima de la carga

Pormenores del buque

Eslora entre perpendiculares (LPP):	134 metros
Manga de trazado (B_M):	22 metros
Velocidad de servicio:	14,5 nudos
Altura metacéntrica (GM):	0,70 metros

La cubertada tiene las siguientes dimensiones: $L \times B \times H = 80 \times 19,7 \times 2,4$ metros. Se considera que el peso total de la cubertada es de 1 600 toneladas. Se evita el corrimiento entre las tongadas utilizando fardos de madera de distintas alturas en la tongada inferior.

Medición de la aceleración transversal

Teniendo en cuenta los pormenores del buque *supra* y considerando una posición de estiba baja en cubierta, según lo dispuesto en el anexo 13 del Código de prácticas de seguridad para la estiba y sujeción de la carga, y utilizando la aceleración básica y los factores de corrección que figuran a continuación, la aceleración transversal es $a_t = 5,3 \text{ m/s}^2$.

$$a_{t \text{ basic}} = 6,5 \text{ m/s}^2 = \text{aceleración transversal básica}$$

$$f_{R1} = 0,81 = \text{factor de corrección para tener en cuenta la eslora y la velocidad}$$

$$f_{R2} = 1,00 = \text{factor de corrección para } B_M/GM$$

$$a_t = a_{t \text{ basic}} \cdot f_{R1} \cdot f_{R2} = 6,5 \cdot 0,81 \cdot 1,00 = 5,3 \text{ m/s}^2$$

Propiedades de la carga

m	=	1 600 ton	=	masa de la sección que va a sujetarse (en toneladas) incluida el agua absorbida y la posible acumulación de hielo
μ_{static}	=	0,45	=	coeficiente de fricción estática entre la cubertada de madera y la cubierta/tapas de escotilla del buque
H	=	2,4 m	=	altura de la cubertada (en metros)
B	=	19,7 m	=	anchura de la cubertada (en metros)
L	=	80 m	=	longitud de la cubertada o de la sección que se va a sujetar (en metros)
PW	=	192 kN	=	presión del viento (en kN) basada en 1 kN por m ² de superficie expuesta al viento (véase el anexo 13 del Código ESC)
PS	=	160 kN	=	presión aplicada por los rociones inevitables (en kN) basada en 1 kN por m ² de superficie expuesta (véase el anexo 13 del Código ESC)
n	=	26 unidades	=	número de trincas por encima de la carga
PT_V	=	16 kN	=	pretensión en la parte vertical de las trincas (en kN)
α	=	85°	=	ángulo que forman las trincas con el plano horizontal (en grados)
n_p	=	18 unidades	=	número de pilas de fardos en cada fila
n_b	=	26 unidades	=	número de dispositivos de bloqueo por lado de la cubertada

Carga máxima de sujeción del bloqueo de la base

La resistencia necesaria (MSL) de los dispositivos de bloqueo de la base cumple al siguiente equilibrio:

$$(m \cdot g_0 + 2 \cdot n \cdot PT_V \cdot \text{sen}\alpha) \cdot \mu_{static} + n_b \frac{MSL}{1,35} \geq m \cdot a_t + PW + PS$$

$$MSL \geq \frac{1,35}{n_b} (m \cdot a_t + PW + PS - (m \cdot g_0 + 2 \cdot n \cdot PT_V \cdot \text{sen}\alpha) \cdot \mu_{static})$$

$$MSL \geq \frac{1,35}{26} (2\,000 \cdot 5,3 + 192 + 160 - (2\,000 \cdot 9,81 + 2 \cdot 26 \cdot 16 \cdot \text{sen}85) \cdot 0,45) = 91\text{kN}$$

B.3 – EJEMPLO DE CÁLCULO – TRINCAS DE LAZO

En el ejemplo que aparece a continuación se calcula la carga máxima de sujeción de las trincas de lazo utilizadas para asegurar fardos de madera aserrada en cubierta.

Ejemplo B.3.1 – Trincas de lazo en un buque de 16 600 TPM

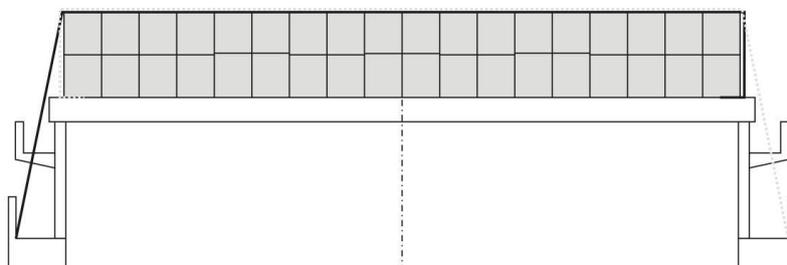


Figura B.3: Sección central de un buque de 16 600 TPM cargado con fardos de madera aserrada asegurados con trincas de lazo

Pormenores del buque

Eslora entre perpendiculares (LPP):	134 metros
Manga de trazado (B_M):	22 metros
Velocidad de servicio:	14,5 nudos
Altura metacéntrica (GM):	0,70 metros

La cubertada tiene las siguientes dimensiones: $L \times B \times H = 80 \times 19,7 \times 2,4$ metros. Se considera que el peso total de la cubertada es de 1 600 toneladas. Se evita el corrimiento entre las tongadas utilizando fardos de madera de distintas alturas en la tongada inferior.

Medición de la aceleración transversal

Teniendo en cuenta los pormenores del buque *supra* y considerando una posición de estiba baja en cubierta, según lo dispuesto en el anexo 13 del Código ESC, y utilizando la aceleración básica y los factores de corrección que figuran a continuación, la aceleración transversal es $a_t = 5,3 \text{ m/s}^2$.

$a_{t \text{ basic}}$	=	6,5 m/s^2	=	aceleración transversal básica
f_{R1}	=	0,81	=	factor de corrección para tener en cuenta la eslora y la velocidad
f_{R2}	=	1,00	=	factor de corrección para B_M/GM

$$a_t = a_{t \text{ basic}} \cdot f_{R1} \cdot f_{R2} = 6,5 \cdot 0,81 \cdot 1,00 = 5,3 \text{ m/s}^2$$

Propiedades de la carga

m	=	1 600 ton	=	masa de la sección que va a sujetarse (en toneladas) incluida el agua absorbida y la posible acumulación de hielo
$\mu_{dynamic}$	=	0,32	=	coeficiente de fricción dinámica entre la cubertada de madera y la cubierta/tapas de escotilla del buque
H	=	2,4 m	=	altura de la cubertada (en metros)
B	=	19,7 m	=	anchura de la cubertada (en metros)
L	=	80 m	=	longitud de la cubertada o de la sección que se va a sujetar (en metros)
PW	=	192 kN	=	presión del viento (en kN) basada en 1 kN por m ² de superficie expuesta al viento (véase el anexo 13 del Código ESC)
PS	=	160 kN	=	presión aplicada por los rociones inevitables (en kN) basada en 1 kN por m ² de superficie expuesta (véase el anexo 13 del Código ESC)
α	=	70°	=	ángulo que forman las trincas con el plano horizontal (en grados)
n	=	36 unidades	=	número de pares de trincas de lazo
L_L	=	25 m	=	longitud de cada trinca (en metros)
PT_V	=	16 kN	=	pretensión en la parte vertical de las trincas (en kN)
n_p	=	13 unidades	=	número de pilas de fardos en cada fila

Número de trincas de lazo necesarias

El número y la resistencia de las trincas que se utilicen se decidirá de modo que se cumpla el siguiente equilibrio:

$$(m \cdot g_0 + n \cdot CS \cdot \text{sen}\alpha) \cdot \mu_{dynamic} + n \cdot CS + n \cdot CS \cdot \cos\alpha \geq m \cdot a_t + PW + PS$$

Si se utilizan 36 pares de trincas de lazo, se puede calcular la carga máxima de sujeción aplicando la fórmula siguiente:

$$CS \geq \frac{m \cdot (a_t - g_0 \cdot \mu_{dynamic}) + PW + PS}{n \cdot (\text{sen}\alpha \cdot \mu_{dynamic} + 1 + \cos\alpha)} = \frac{1600 \cdot (5,3 - 9,81 \cdot 0,32) + 192 + 160}{36 \cdot (\text{sen}70 \cdot 0,32 + 1 + \cos 70)} = 64 \text{ kN}$$

La resistencia necesaria (*MSL*) de las trincas se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$MSL = CS \cdot 1,35 = 64 \cdot 1,35 = 86 \text{ kN} = 8,8 \text{ ton}$$

Movimiento transversal de la carga debido al alargamiento de las trincas

El movimiento transversal de la cubertada debido al alargamiento de las trincas se calcula aplicando la fórmula *infra*. Si se utilizan cadenas, se considera que el factor de alargamiento es $\varepsilon = 0,02$, y el movimiento transversal se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\delta = L_L \cdot \frac{(CS - PT_V)}{MSL} \cdot \varepsilon = 25 \cdot \frac{(64 - 16)}{86} \cdot 0,02 = 0,28 \text{ m}$$

Si se utilizan trincas de cinta, se considera que el factor de alargamiento es $\varepsilon = 0,07$, y el movimiento transversal se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$\delta = L_L \cdot \frac{(CS - PT_V)}{MSL} \cdot \varepsilon = 25 \cdot \frac{(64 - 16)}{86} \cdot 0,07 = 0,98 \text{ m}$$

De conformidad con lo dispuesto en 6.5.16, el movimiento transversal de la carga no debería generar un ángulo de escora superior a 5° . Para cumplir esta condición, se deberá utilizar un número considerablemente mayor de trincas o trincas con una resistencia mucho mayor.

Resistencia a la deformación transversal

Para evitar que se colapsen los fardos de la tongada inferior debido a la deformación transversal, se debería limitar el peso de la carga estibada encima de la tongada inferior de modo que se cumpla el siguiente equilibrio de fuerzas:

$$n_p \cdot L \cdot RS + n \cdot CS \cdot \cos \alpha \geq m_a \cdot (a_t - 0,5g_0) + PW_a + PS_a$$

Las unidades con _a solamente tienen en cuenta las unidades de carga situadas por encima de la tongada inferior.

Por consiguiente, la resistencia a la deformación transversal puede calcularse aplicando la fórmula siguiente:

$$RS \geq \frac{m_a \cdot (a_t - 0,5 \cdot g_0) + PW_a + PS_a - n \cdot CS \cdot \cos \alpha}{n_p \cdot L} =$$

$$= \frac{800 \cdot (5,3 - 0,5 \cdot 9,81) + 96 + 64 - 46 \cdot 62 \cdot \cos 70}{13 \cdot 80} < 0 \text{ kN/m}$$

No existen prescripciones en relación con la resistencia a la deformación transversal de los fardos, dado que el valor calculado es inferior a cero.

B.4 EJEMPLO DE CÁLCULO – PIES DERECHOS PARA FARDOS DE MADERA ASERRADA

En el ejemplo que aparece a continuación se calcula el momento de dimensionado para los pies derechos que soportan fardos de madera aserrada en cubierta en un buque de 16 600 TPM.

Ejemplo B.4.1 – Pies derechos en un buque de 16 600 TPM

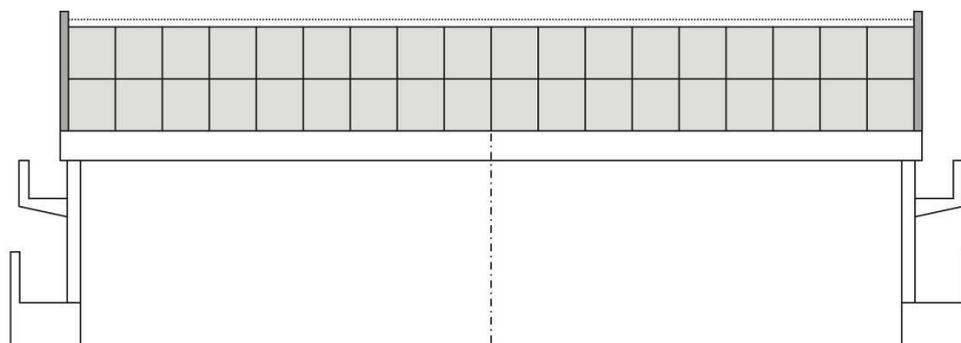


Figura B.4: Sección central de un buque con fardos de madera sujetos con pies derechos

Pormenores del buque

Eslora entre perpendiculares (LPP):	134 metros
Manga de trazado (B_M):	22 metros
Velocidad de servicio:	14,5 nudos
Altura metacéntrica (GM):	0,7 metros

La cubertada tiene las siguientes dimensiones: $L \times B \times H = 80 \times 19,7 \times 2,4$ metros. Se considera que el peso total de la cubertada es de 1 600 toneladas.

Teniendo en cuenta los pormenores del buque *supra* y considerando una posición de estiba baja en cubierta, según lo dispuesto en el anexo 13 del Código ESC, y utilizando la aceleración básica y los factores de corrección que figuran a continuación, la aceleración transversal es $a_t = 5,3 \text{ m/s}^2$.

$$a_{t \text{ basic}} = 6,5 \text{ m/s}^2 = \text{aceleración transversal básica}$$

$$f_{R1} = 0,80 = \text{factor de corrección para tener en cuenta la eslora y la velocidad}$$

$$f_{R2} = 1,00 = \text{factor de corrección para } B_M/GM$$

$$a_t = a_{t \text{ basic}} \cdot f_{R1} \cdot f_{R2} = 6,5 \cdot 0,81 \cdot 1,00 = 5,3 \text{ m/s}^2$$

Propiedades de la carga

m	=	1 600 ton	=	masa de la sección que va a sujetarse (en toneladas) incluida el agua absorbida y la posible acumulación de hielo
μ_{interna}	=	0,30	=	coeficiente de fricción interna entre los fardos de madera
H	=	2,4 m	=	altura de la cubertada (en metros)
b	=	1,1 m	=	anchura de cada pila de fardos
n_p	=	18 unidades	=	número de pilas de fardos en cada fila
q	=	2 unidades	=	número de tongadas de fardos de madera
RS	=	3,5 kN/m	=	Resistencia a la deformación transversal por fardo
N	=	36 unidades	=	número de pies derechos que soportan la sección en cuestión de cada lado de madera (en kN/m)
H	=	2,4 m	=	altura por encima de cubierta a la cual se fijan las trincas intermedias a los pies derechos (en metros)
K	=	1,8	=	factor para las trincas intermedias

$k = 1$ si no se utilizan trincas intermedias

$k = 1,8$ si se utilizan trincas intermedias

Momento flector en los pies derechos

Se utilizará como momento flector de proyecto para cada pie derecho que sujeta a los fardos de madera el mayor valor de los tres momentos que se calculan aplicando las siguientes fórmulas:

$$CM_{\text{bending1}} = \frac{m}{n_p \cdot k \cdot N} \cdot \left(a_t \cdot \frac{H}{2} - g_0 \cdot \frac{b}{2} \right) \cdot \frac{1 - (1 - f_i)^{n_p}}{f_i} \quad (\text{Momento necesario para evitar vuelcos})$$

$$\text{donde: } f_i = \mu_{\text{interna}} \cdot \frac{2b}{H} \quad (f_i = \text{factor que permite tener en cuenta el momento interno})$$

$$CM_{\text{bending2}} = \frac{H}{2 \cdot k \cdot N} \cdot m \cdot (a_t - \mu_{\text{interna}} \cdot g_0) \cdot \frac{q-1}{2q} \quad (\text{Momento necesario para evitar el corrimiento})$$

$$CM_{\text{bending3}} = \frac{H}{k \cdot N} \cdot (m \cdot a_t - (n_p - 4)(q - 2) \cdot L \cdot RS) \cdot \frac{(q-1)}{2q} \quad (\text{Momento necesario para evitar la deformación transversal})$$

Con las propiedades de la carga y la aceleración que figuran *supra* se calculan los siguientes momentos flectores:

$$f_i = 0,3 \cdot \frac{2 \cdot 1,1}{2,4} = 0,275$$

$$CM_{bending1} = \frac{1600}{18 \cdot 1,8 \cdot 36} \cdot \left(5,3 \cdot \frac{2,4}{2} - 9,81 \cdot \frac{1,1}{2} \right) \cdot \frac{1 - (1 - 0,275)^{18}}{0,275} = 4,8 \text{ kNm}$$

$$CM_{bending2} = \frac{2,4}{2 \cdot 1,8 \cdot 36} \cdot 1600 \cdot (5,3 - 0,30 \cdot 9,81) \cdot \frac{2-1}{2 \cdot 2} = 17,5 \text{ kNm}$$

$$CM_{bending3} = \frac{2,4}{1,8 \cdot 36} \cdot (1600 \cdot 5,3 - (18 - 4)(2 - 2) \cdot 80 \cdot 3,5) \cdot \frac{(2-1)}{2 \cdot 2} = 78,5 \text{ kNm}$$

El momento flector de proyecto equivale al momento flector máximo calculado aplicando las tres fórmulas *supra*, multiplicado por el factor de seguridad de 1,35, es decir, 106 kNm:

$$M_{bending} \geq 1,35 \cdot \max(CM_{bending1}, CM_{bending2}, CM_{bending3}) = 1,35 \cdot 78,5 = 106 \text{ kNm}$$

Dimensiones adecuadas de los pies derechos

Si se considera que, para acero cuya carga de rotura es de 360 Mpa (N/mm²), la *MSL* corresponde al 50 % de la *MBL*, es posible calcular la resistencia a la flexión necesaria (*W*) aplicando la fórmula siguiente:

$$W = \frac{M_{bending}}{50\% \text{ de } 360 \text{ MPa}} = \frac{106 \cdot 10^6}{180} = 589 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 = 589 \text{ cm}^3$$

En consecuencia, son adecuados los pies derechos construidos con perfiles HE220A o con perfiles cilíndricos de 324 mm de diámetro exterior y 10,3 mm de espesor de pared (véase la sección B.7).

Resistencia de las trincas intermedias

La resistencia necesaria (*MSL*) prescrita para cada trunca intermedia se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$MSL \geq \frac{M_{bending}}{2 \cdot h}$$

En este caso, las trincas intermedias se fijan a una altura $h = 3,5 \text{ m}$ y la resistencia necesaria se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$MSL \geq \frac{M_{bending}}{2 \cdot h} = \frac{106}{2 \cdot 3,5} = 15 \text{ kN} \approx 1,5 \text{ ton}$$

B.5 EJEMPLO DE CÁLCULO – PIES DERECHOS PARA ROLLIZOS

En los ejemplos que se muestran a continuación, se calculan los momentos de dimensionado de los pies derechos que sujetan rollizos en cubierta para tres buques de distintos tamaños.

Ejemplo B.5.1 – Pies derechos para rollizos en un buque de 28 400 TPM

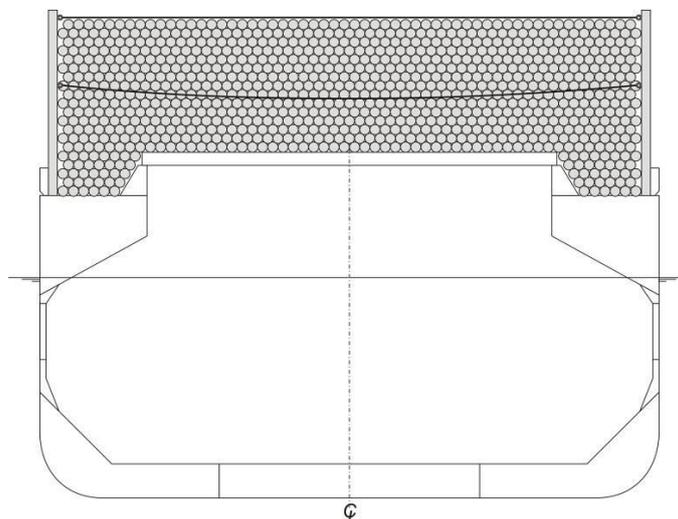


Figura B.5: Sección central de un buque de 28 400 TPM en el cual la cubertada de rollizos está sujeta con pies derechos

Pormenores del buque

Eslora entre perpendiculares (LPP):	160 metros
Manga de trazado (B_M):	27 metros
Velocidad de servicio:	14 nudos
Altura metacéntrica (GM):	0,80 metros

La cubertada tiene las siguientes dimensiones: $L \times B \times H = 110 \times 25,6 \times 7$ metros y está sujeta por 42 pies derechos de cada lado. Se considera que el peso total es de 10 500 toneladas.

Además de los pies derechos y las trincas intermedias, la carga se ha sujetado con trincas por encima de ella, de conformidad con las secciones 5.4 y 6.5.28 – 6.5.30.

Teniendo en cuenta los pormenores del buque *supra* y considerando una posición de estiba baja en cubierta, el anexo 13 del Código ESC da una aceleración transversal $a_t = 4,6 \text{ m/s}^2$ utilizando la aceleración básica y los factores de corrección que figuran a continuación:

$$\begin{aligned}
 a_{t \text{ basic}} &= 6,5 \text{ m/s}^2 &= \text{aceleración transversal básica} \\
 f_{R1} &= 0,71 &= \text{factor de corrección para tener en cuenta la eslora y la velocidad} \\
 f_{R2} &= 1,00 &= \text{factor de corrección para } B_M/GM \\
 a_t &= a_{t \text{ basic}} \cdot k_1 \cdot k_2 = 6,5 \cdot 0,71 \cdot 1,00 = 4,6 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

Propiedades de la carga

M	=	10 500 ton	=	masa de la sección que va a sujetarse (en toneladas) incluida el agua absorbida y la posible acumulación de hielo
μ_{static}	=	0,35	=	coeficiente de fricción estática entre la cubertada de madera y la cubierta/tapas de escotilla del buque
H	=	7 m	=	altura de la cubertada (en metros)
B	=	25,6 m	=	anchura de la cubertada (en metros)
L	=	110 m	=	longitud de la cubertada o de la sección que se va a sujetar (en metros)
PW	=	770 kN	=	presión del viento (en kN) basada en 1 kN por m ² de superficie expuesta al viento (véase el anexo 13 del Código ESC)
PS	=	220 kN	=	presión aplicada por los rociones inevitables (en kN) basada en 1 kN por m ² de superficie expuesta (véase el anexo 13 del Código ESC)
N	=	42 unidades	=	número de pies derechos que sujetan la sección de cada lado
h	=	3,7/6,7 m	=	altura por encima de cubierta a la cual se fijan las trincas intermedias a los pies derechos (en metros)
n_{hog}	=	2 unidades	=	número de trincas intermedias por pie derecho
k	=	1,8	=	factor para las trincas intermedias: k = 1 si no se utilizan trincas intermedias k = 1,8 si se utilizan trincas intermedias

Momento flector en los pies derechos

En los buques que transportan madera aserrada no liada y rollizos, se toma como momento flector de proyecto por pie derecho el mayor de los dos valores de momento obtenidos con las fórmulas siguientes:

$$CM_{bending1} = 0,1 \cdot \frac{H^2}{k \cdot B \cdot N} \cdot m \cdot g_0$$

$$CM_{bending2} = \frac{H}{3 \cdot k \cdot N} \cdot (m \cdot (a_t - 0,6 \cdot \mu_{static} \cdot g_0) + PW + PS)$$

Utilizando las propiedades de la carga y la aceleración que figuran *supra* se calculan los siguientes momentos flectores:

$$CM_{bending1} = 0,1 \cdot \frac{7^2}{1,8 \cdot 25,6 \cdot 42} \cdot 10\,500 \cdot 9,81 = 260 \text{ kNm}$$

$$CM_{bending2} = \frac{7}{3 \cdot 1,8 \cdot 42} \cdot (10\,500 \cdot (4,6 - 0,6 \cdot 0,35 \cdot 9,81) + 770 + 220) = 854 \text{ kNm}$$

En consecuencia, el momento flector de proyecto equivale al momento flector máximo calculado aplicando las fórmulas *supra*, multiplicado por un factor de seguridad de 1,35 y teniendo en cuenta la reducción del 12 % permitida debido a la aplicación adecuada de las trincas por encima de la carga, es decir:

$$M_{bending} \geq 88 \% \cdot 1,35 \cdot \max(CM_{bending1}, CM_{bending2}) = 0,88 \cdot 1,35 \cdot 854 = 1015 \text{ kNm}$$

Dimensiones adecuadas de los pies derechos

Si se considera que, para un acero cuya resistencia a la rotura es de 360 MPa (N/mm^2), la carga máxima de sujeción (MSL) corresponde al 50 % de la carga mínima de rotura (MBL), es posible calcular la resistencia a la flexión necesaria (W) aplicando la fórmula siguiente:

$$W = \frac{M_{bending}}{50 \% \text{ de } 360 \text{ MPa}} = \frac{1015 \cdot 10^6}{180} = 5\,639 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 = 5\,639 \text{ cm}^3$$

En consecuencia, son adecuados los pies derechos construidos con perfiles HE 600 B o bien con perfiles cilíndricos de 610 mm de diámetro exterior y 24,6 mm de espesor de pared (véase la sección B.7).

Resistencia de las trincas intermedias

La resistencia necesaria (MSL) para cada trinca intermedia se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$MSL \geq \frac{M_{bending}}{2 \cdot h \cdot n_{hog}}$$

En este caso, las trincas intermedias se fijan a alturas de 3,7 y 6,7 metros (altura promedio = 5,2 m) y la resistencia necesaria (MSL) se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$MSL \geq \frac{M_{bending}}{2 \cdot h \cdot n_{hog}} = \frac{1015}{2 \cdot 5,2 \cdot 2} = 49 \text{ kN} \approx 4,9 \text{ ton}$$

Ejemplo B.5.2 – Pies derechos para rollizos en un buque de 16 600 TPM

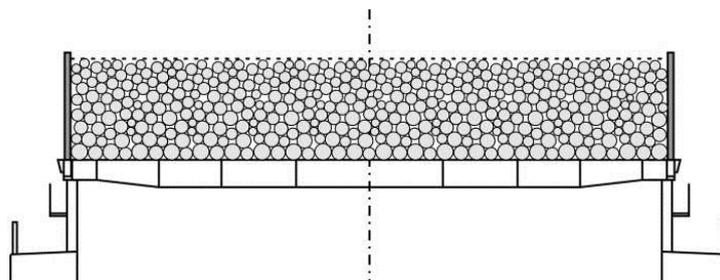


Figura B.6: Sección central de un buque de 16 600 TPM en el cual la cubierta de rollizos está sujeta con pies derechos

Pormenores del buque

Eslora entre perpendiculares (LPP):	134 metros
Manga de trazado (B_M):	22 metros
Velocidad de servicio:	14,5 nudos
Altura metacéntrica (GM):	0,70 metros

La cubertada tiene las siguientes dimensiones: $L \times B \times H = 80 \times 19,7 \times 3,7$ metros y está sujeta por 30 pies derechos de cada lado. Se considera que el peso de la carga es de 3 000 toneladas.

Teniendo en cuenta los pormenores del buque *supra* y considerando una posición de estiba baja en cubierta, el anexo 13 del Código ESC da una aceleración transversal $a_t = 5,3 \text{ m/s}^2$ utilizando la aceleración básica y los factores de corrección que figuran a continuación:

$$a_{t \text{ basic}} = 6,5 \text{ m/s}^2 = \text{aceleración transversal básica}$$

$$f_{R1} = 0,81 = \text{factor de corrección para tener en cuenta la eslora y la velocidad}$$

$$f_{R2} = 1,00 = \text{factor de corrección para } B_M/GM$$

$$a_t = a_{t \text{ basic}} \cdot k_1 \cdot k_2 = 6,5 \cdot 0,81 \cdot 1,00 = 5,3 \text{ m/s}^2$$

Propiedades de la carga

M	=	3 000 ton	=	masa de la sección que va a sujetarse (en toneladas) incluida el agua absorbida y la posible acumulación de hielo
μ_{static}	=	0,35	=	coeficiente de fricción estática entre la cubertada de madera y la cubierta/tapas de escotilla del buque
H	=	3,7 m	=	altura de la cubertada (en metros)
B	=	19,7 m	=	anchura de la cubertada (en metros)
L	=	80 m	=	longitud de la cubertada o de la sección que se va a sujetar (en metros)
PW	=	296 kN	=	presión del viento (en kN) basada en 1 kN por m^2 de superficie expuesta al viento (véase el anexo 13 del Código ESC)
PS	=	160 kN	=	presión aplicada por los rociones inevitables (en kN) basada en 1 kN por m^2 de superficie expuesta (véase el anexo 13 del Código ESC)
N	=	30 unidades	=	número de pies derechos que sujetan la sección de cada lado
h	=	3,7 m	=	altura por encima de cubierta a la cual se fijan las trincas intermedias a los pies derechos (en metros)
n_{hog}	=	1 unidades	=	número de trincas intermedias por pie derecho
k	=	1,8	=	factor para las trincas intermedias: $k = 1$ si no se utilizan trincas intermedias $k = 1,8$ si se utilizan trincas intermedias

Momento flector en los pies derechos

En los buques que transportan madera aserrada no liada y rollizos, se toma como momento flector de proyecto por pie derecho el mayor de los dos valores de momento obtenidos con las fórmulas siguientes:

$$CM_{bending1} = 0,1 \cdot \frac{H^2}{k \cdot B \cdot N} \cdot m \cdot g_0$$

$$CM_{bending2} = \frac{H}{3 \cdot k \cdot N} \cdot (m \cdot (a_t - 0,6 \cdot \mu_{static} \cdot g_0) + PW + PS)$$

Utilizando las propiedades de la carga y la aceleración que figuran *supra* se calculan los siguientes momentos flectores:

$$CM_{bending1} = 0,1 \cdot \frac{3,7^2}{19,7 \cdot 30} \cdot 3\,000 \cdot 9,81 = 68 \text{ kNm}$$

$$CM_{bending2} = \frac{3,7}{3 \cdot 2 \cdot 30} \cdot (3\,000 \cdot (5,3 - 0,6 \cdot 0,35 \cdot 9,81) + 296 + 160) = 209 \text{ kNm}$$

En consecuencia, el momento flector de proyecto equivale al momento flector máximo calculado aplicando las fórmulas *supra*, multiplicado por el factor de seguridad de 1,35, es decir, 282 kNm:

$$M_{bending} \geq 1,35 \cdot \max(CM_{bending1}, CM_{bending2}) = 1,35 \cdot 209 = 282 \text{ kNm}$$

Dimensiones adecuadas de los pies derechos

Si se considera que, para acero cuya carga de rotura es de 360 Mpa (N/mm²), la *MSL* corresponde al 50 % de la *MBL*, es posible calcular la resistencia a la flexión necesaria (*W*) aplicando la fórmula siguiente:

$$W = \frac{M_{bending}}{50\% \text{ de } 360 \text{ MPa}} = \frac{282 \cdot 10^6}{180} = 1568 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 = 1568 \text{ cm}^3$$

En consecuencia, son adecuados los pies derechos construidos con perfiles HE320B o con perfiles cilíndricos de 406 mm de diámetro exterior y 16,7 mm de espesor de pared (véase la sección B.7).

Resistencia de las trincas intermedias

La resistencia necesaria (*MSL*) para cada trinca intermedia se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$MSL \geq \frac{M_{bending}}{2 \cdot h \cdot n_{hog}}$$

En este caso, las trincas intermedias se fijan a una altura de 3,7 metros y la resistencia necesaria (MSL) se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$MSL \geq \frac{M_{bending}}{2 \cdot h \cdot n_{hog}} = \frac{282}{2 \cdot 3,7 \cdot 1} = 38 \text{ kN} \approx 3,9 \text{ ton}$$

Ejemplo B.5.3 – Pies derechos para rollizos en un buque de 6 000 TPM en el mar Báltico

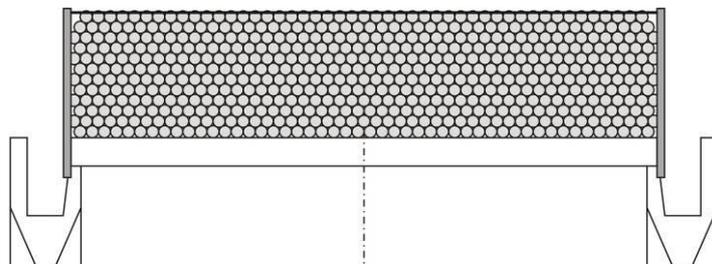


Figura B.7: Sección central de un buque de 6 000 TPM en el cual la cubertada de rollizos está sujeta con pies derechos

Pormenores del buque

Eslora entre perpendiculares (LPP):	101 metros
Manga de trazado (B_M):	17,5 metros
Velocidad de servicio:	13 nudos
Altura metacéntrica (GM):	0,50 metros

La cubertada tiene las siguientes dimensiones: $L \times B \times H = 65 \times 14,5 \times 3,1$ metros y está sujeta por 25 pies derechos de cada lado. Se considera que el peso de la carga es de 1 500 toneladas.

Teniendo en cuenta los pormenores del buque *supra* y considerando una posición de estiba baja en cubierta, el anexo 13 del Código ESC da la aceleración transversal básica y los factores de corrección que figuran a continuación:

$a_{t \text{ basic}}$	=	6,5 m/s ²	=	aceleración transversal básica
f_{R1}	=	0,93	=	factor de corrección para tener en cuenta la eslora y la velocidad
f_{R2}	=	1,00	=	factor de corrección para B_M/GM

Este buque está navegando en el mar Báltico, en el cual se considera que la altura significativa máxima de la ola de 20 años es de 8,5 metros. En consecuencia, se utiliza el siguiente factor de reducción para la navegación en aguas restringidas:

$$f_R = \sqrt[3]{\frac{H_M}{19,6}} = \sqrt[3]{\frac{8,5}{19,6}} = 0,76$$

$$a_t = a_{t \text{ basic}} \cdot f_{R1} \cdot f_{R2} \cdot f_R = 6,5 \cdot 0,93 \cdot 1,00 \cdot 0,76 = 4,6 \text{ m/s}^2$$

Propiedades de la carga

M	=	1 500 ton	=	masa de la sección que va a sujetarse (en toneladas) incluida el agua absorbida y la posible acumulación de hielo
μ_{static}	=	0,35	=	coeficiente de fricción estática entre la cubertada de madera y la cubierta/tapas de escotilla del buque
H	=	3,1 m	=	altura de la cubertada (en metros)
B	=	14,5 m	=	anchura de la cubertada (en metros)
L	=	65 m	=	longitud de la cubertada o de la sección que se va a sujetar (en metros)
PW	=	202 kN	=	presión del viento (en kN) basada en 1 kN por m ² de superficie expuesta al viento (véase el anexo 13 del Código ESC)
PS	=	130 kN	=	presión aplicada por los rociones inevitables (en kN) basada en 1 kN por m ² de superficie expuesta (véase el anexo 13 del Código ESC)
N	=	25 unidades	=	número de pies derechos que sujetan la sección de cada lado
h	=	3,1 m	=	altura por encima de cubierta a la cual se fijan las trincas intermedias a los pies derechos (en metros)
n_{hog}	=	1 unidades	=	número de trincas intermedias por pie derecho
k	=	1,8	=	factor para las trincas intermedias: k = 1 si no se utilizan trincas intermedias k = 1,8 si se utilizan trincas intermedias

Momento flector en los pies derechos

En los buques que transportan madera aserrada no liada y rollizos, se toma como momento flector de proyecto por pie derecho el mayor de los dos valores de momento obtenidos con las fórmulas siguientes:

$$CM_{bending1} = 0,1 \cdot \frac{H^2}{k \cdot B \cdot N} \cdot m \cdot g_0$$

$$CM_{bending2} = \frac{H}{3 \cdot k \cdot N} \cdot (m \cdot (a_t - 0,6 \cdot \mu_{static} \cdot g_0) + PW + PS)$$

Utilizando las propiedades de la carga y la aceleración que figuran *supra* se calculan los siguientes momentos flectores:

$$CM_{bending1} = 0,1 \cdot \frac{3,1^2}{14,5 \cdot 25} \cdot 1500 \cdot 9,81 = 39 \text{ kNm}$$

$$CM_{bending2} = \frac{3,1}{3 \cdot 1,8 \cdot 25} \cdot (1500 \cdot (4,6 - 0,6 \cdot 0,35 \cdot 9,81) + 202 + 130) = 95 \text{ kNm}$$

En consecuencia, el momento flector de proyecto equivale al momento flector máximo calculado aplicando las fórmulas *supra*, multiplicado por el factor de seguridad de 1,35, es decir, 128 kNm:

$$M_{bending} \geq 1,35 \cdot \max(CM_{bending1}, CM_{bending2}) = 1,35 \cdot 95 = 128 \text{ kNm}$$

Dimensiones adecuadas de los pies derechos

Si se considera que, para acero cuya carga de rotura es de 360 Mpa (N/mm²), la *MSL* corresponde al 50 % de la *MBL*, es posible calcular la resistencia a la flexión necesaria (*W*) aplicando la fórmula siguiente:

$$W = \frac{M_{bending}}{50\% \text{ de } 360\text{MPa}} = \frac{128 \cdot 10^6}{180} = 713 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 = 713 \text{ cm}^3$$

En consecuencia, son adecuados los pies derechos construidos con perfiles HE220 B o con perfiles cilíndricos de 324 mm de diámetro exterior y 10 mm de espesor de pared (véase la sección B.7).

Resistencia de las trincas intermedias

La resistencia necesaria (*MSL*) para cada trinca intermedia se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$MSL \geq \frac{M_{bending}}{2 \cdot h \cdot n_{hog}}$$

En este caso, las trincas intermedias se fijan a una altura de 3,7 metros y la resistencia necesaria (*MSL*) se calcula aplicando la fórmula siguiente:

$$MSL \geq \frac{M_{bending}}{2 \cdot h \cdot n_{hog}} = \frac{128}{2 \cdot 3,1 \cdot 1} = 20,6 \text{ kN} \approx 2,1 \text{ ton}$$

B.6 EJEMPLO DE CÁLCULO – SUJECIÓN POR FRICCIÓN DE ROLLIZOS ESTIBADOS EN SENTIDO TRANSVERSAL

Ejemplo B.6.1 – Sujeción por fricción de rollizos en un buque de 6 000 TPM

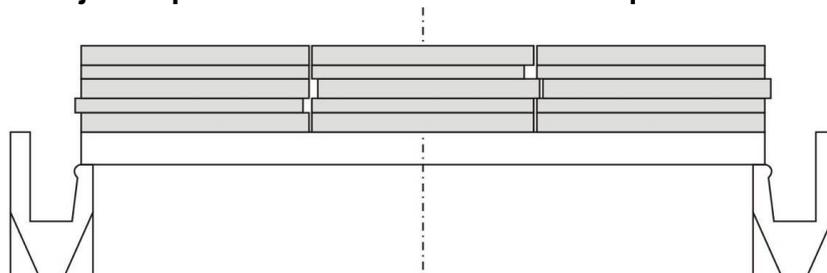


Figura B.8: Sección central de un buque de 6 000 TPM con rollizos sujetos por fricción

Pormenores del buque

Eslora entre perpendiculares (LPP):	101 metros
Manga de trazado (B _M):	17,5 metros
Velocidad de servicio:	13 nudos
Altura metacéntrica (GM):	0,50 metros

La cubertada tiene las siguientes dimensiones: $L \times B \times H = 65 \times 14,5 \times 3,1$ metros. Se considera que el peso de la carga es de 1 500 toneladas.

Propiedades de la carga

M	=	1 500 ton	=	masa de la sección que va a sujetarse (en toneladas) incluida el agua absorbida y la posible acumulación de hielo
μ_{static}	=	0,35	=	coeficiente de fricción estática entre la cubertada de madera y la cubierta/tapas de escotilla del buque
H	=	3,1 m	=	altura de la cubertada (en metros)
B	=	14,5 m	=	anchura de la cubertada (en metros)
L	=	65 m	=	longitud de la cubertada o de la sección que se va a sujetar (en metros)
PW	=	202 kN	=	presión del viento (en kN) basada en 1 kN por m^2 de superficie expuesta al viento (véase el anexo 13 del Código ESC)
PS	=	130 kN	=	presión aplicada por los rociones inevitables (en kN) basada en 1 kN por m^2 de superficie expuesta (véase el anexo 13 del Código ESC)

Aceleración transversal

Con una fricción estática de 0,35 entre las tongadas de madera y entre la madera y las tapas de escotilla, se puede calcular la máxima aceleración transversal aceptable aplicando el siguiente equilibrio:

$$m \cdot g_0 \cdot \mu_{static} \geq m \cdot a_t + PW + PS$$

En este caso, la aceleración transversal no puede exceder de $3,2 \text{ m/s}^2$, como se muestra a continuación:

$$a_t \leq \frac{m \cdot g_0 \cdot \mu_{static} - PW - PS}{m}$$

$$a_t \leq \frac{1500 \cdot 9,81 \cdot 0,35 - 202 - 130}{1500} = 3,2 \text{ m/s}^2$$

Teniendo en cuenta los pormenores del buque *supra* y considerando una posición de estiba baja en cubierta, el anexo 13 del Código ESC da la aceleración básica y los factores de corrección que figuran a continuación:

$a_{t \text{ basic}}$	=	6,5 m/s^2	=	aceleración transversal básica
f_{R1}	=	0,93	=	factor de corrección para tener en cuenta la eslora y la velocidad
f_{R2}	=	1,00	=	factor de corrección para B_M/GM

Con estos medios de estiba, y aplicando las siguientes fórmulas, se calcula que la altura significativa máxima permitida de ola es de 2,9 metros:

$$a_t = a_{t\ basic} \cdot f_{R1} \cdot f_{R2} \cdot f_R$$

$$f_R = \frac{a_t}{a_{t\ basic} \cdot f_{R1} \cdot f_{R2}} = \frac{3,2}{6,5 \cdot 0,93 \cdot 1,00} = 0,53\ m/s^2$$

$$f_R = \sqrt[3]{\frac{H_M}{19,6}}$$

$$H_M = 19,6 \cdot f_R^3 = 19,6 \cdot 0,53^3 = 2,9\ m$$

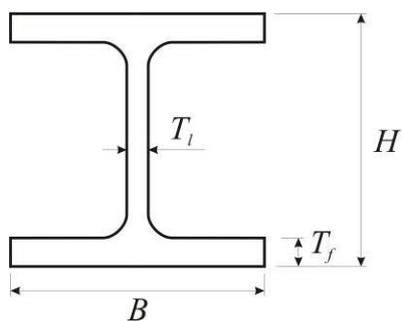
B.7 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN MÁXIMA DE LOS PERFILES COMÚNMENTE UTILIZADOS PARA LOS PIES DERECHOS

Vigas HE-A

Tamaño	H [mm]	B [mm]	T _i [mm]	T _f [mm]	Resistencia a la flexión máxima (W _x) [cm ³]
HE 220 A	210	220	7	11	515
HE 240 A	230	240	7,5	12	675
HE 260 A	250	260	7,5	12,5	836
HE 280 A	270	280	8	13	1 010
HE 300 A	290	300	8,5	14	1 260
HE 320 A	310	300	9	15,5	1 480
HE 340 A	330	300	9,5	16,5	1 680
HE 360 A	350	300	10	17,5	1 890
HE 400 A	390	300	11	19	2 310
HE 450 A	440	300	11,5	21	2 900
HE 500 A	490	300	12	23	3 550
HE 550 A	540	300	12,5	24	4 150
HE 600 A	590	300	13	25	4 790
HE 650 A	640	300	13,5	27	5 470

Vigas HE-B

Tamaño	H [mm]	B [mm]	T _i [mm]	T _f [mm]	Resistencia a la flexión máxima (W _x) [cm ³]
HE 220 B	210	220	9,5	16	736
HE 240 B	230	240	10	17	938
HE 260 B	250	260	10	17,5	1 150
HE 280 B	270	280	10,5	18	1 380
HE 300 B	290	300	11	19	1 680
HE 320 B	310	300	11,5	20,5	1 930
HE 340 B	330	300	12	21,5	2 160
HE 360 B	350	300	12,5	22,5	2 400
HE 400 B	390	300	13,5	24	2 880
HE 450 B	440	300	14	26	3 550
HE 500 B	490	300	14,5	28	4 290
HE 550 B	540	300	15	29	4 970
HE 600 B	590	300	15,5	30	5 700
HE 650 B	640	300	16	31	6 480



Tuberías

Tamaño	Tipo	Diámetro externo [mm]	Espesor de la pared [mm]	Resistencia a la flexión (W_x) [cm ³]
8"	40	219,1	8,2	276
	60	219,1	10,3	337
	80	219,1	12,7	402
12"	40	323,9	10,3	772
	60	323,9	14,3	1 029
	80	323,9	17,5	1 223
16"	40	406,4	12,7	1 499
	60	406,4	16,7	1 910
	80	406,4	21,4	2 371
18"	40	457,2	14,3	2 132
	60	457,2	19,1	2 758
	80	457,2	23,8	3 342
20"	40	508,0	15,1	2 797
	60	508,0	20,6	3 697
	80	508,0	26,2	4 542
	100	508,0	32,5	5 433
24"	40	610,0	17,5	4 686
	60	610,0	24,6	6 368
	80	610,0	31,0	7 761

ANEXO C

INSTRUCCIONES A LOS CAPITANES SOBRE EL CÁLCULO DEL CAMBIO DE MASA DE LAS CUBERTADAS DE MADERA DEBIDO A LA ABSORCIÓN DE AGUA

C.1 El aumento de masa de la carga debido a la absorción de agua de las cubertadas de madera que tienen un embalaje protector o que están cubiertas por un toldo de protección o porque la madera ha estado sumergida en agua hasta cargarla a bordo no debería tenerse en cuenta en los cálculos de estabilidad para la llegada al puerto de destino.

C.2 Para calcular el cambio de masa (P) de una cubertada de madera se debería aplicar la fórmula siguiente:

$$\delta P, \% = T_{pl} \cdot \delta P_{day}, \%$$

siendo:

T_{pl} = duración prevista del viaje (en días);
 $\delta P_{day}, \%$ = cambio de masa de la madera por día (el valor se debe escoger del cuadro C.1)

C.3 Se debe escoger la línea correspondiente del cuadro C.1 comparando la travesía que se va a realizar con las líneas de transporte de madera que figuran en la columna de la izquierda (Líneas).

C.4 Si el valor calculado es $\delta P \leq 2 \%$, en los cálculos de estabilidad del buque no se debería tener en cuenta la absorción de agua de la cubertada de madera, dado que este valor se encuentra dentro del error de cálculo inicial.

C.5 Si el valor calculado es $\delta P \geq 10 \%$, se debería considerar que la absorción de agua de la cubertada de madera es $\delta P = 10 \%$.

Cuadro C.1: Cambio diario de masa de la madera

Líneas	Cambio diario de masa de la cubertada ($\delta P_{day}, \%$)	
	Madera aserrada	Carga de rollizos
Vladivostok – puertos del Japón	1,00	0,14
Puertos de Malasia – puertos del Japón	0,73	0,10
Puertos de Canadá y EEUU – puertos del Japón	1,00	0,14
San Petersburgo – Londres	0,83	0,11
Arkhangelsk – Manchester	1,16	0,15
Oceanía – Asia septentrional	–	-0,10

ANEXO D

REFERENCIAS

- 1) **Convenio SOLAS** – Capítulo VI, regla 5, párrafo 1
- 2) **Código IGS** – Parte A, párrafo 1.1.2
- 3) **Código IMDG** – Parte 1, capítulo 1.2, párrafo 1.2.1 (Definiciones)
- 4) **Convenio SOLAS** – Capítulo VI, regla 2 (Información sobre la carga)
- 5) **Código IGS** – Parte A, párrafo 7
- 6) **Convenio de Líneas de Larga, 1966** – Anexo I, capítulo II, regla 16
- 7) **Convenio SOLAS** – Capítulo II-1, parte B-1, regla 5-1 (Información sobre estabilidad)
- 8) **Código de Estabilidad sin Avería, 2008** – Parte A, sección 3.3 (Buques de carga que transportan cubiertas de madera)
- 9) **Código de Estabilidad sin Avería, 2008** – Parte B, sección 3.6 (Cuadernillo de estabilidad)
- 10) **Código de Estabilidad sin Avería, 2008** – Parte B, sección 3.7 (Medidas operacionales para buques que transporten cubiertas de madera)
- 11) **Código de Estabilidad sin Avería, 2008** – Parte B, párrafo 3.7.5
- 12) **Resolución MEPC.127(53)** – Elaboración de planes de gestión del agua de lastre
- 13) **Convenio de Líneas de Carga, 1966** – Anexo I, capítulo IV, regla 44 (Estiba)
- 14) **Convenio de Líneas de Carga, 1966** – Anexo I, capítulo IV, regla 45 (Cálculo del francobordo)
- 15) **Convenio SOLAS** – Capítulo V, regla 22 (Visibilidad desde el puente de navegación)
- 16) **Código IGS** – Parte A, párrafo 6.6
- 17) **Convenio N° 152 de la OIT** – Convenio sobre seguridad e higiene (trabajos portuarios)
- 18) **Convenio de Líneas de Carga, 1966** – Anexo I, capítulo II, regla 25 (Protección de la tripulación)
- 19) **Convenio de Líneas de Carga, 1966** – Anexo I, capítulo IV, regla 44 (Estiba)
- 20) **Código ESC** – Anexo 13, sección 4 (Resistencia del equipo de sujeción)

- 21) **Código IGS** – Parte A, párrafo 7
- 22) **Código de Formación** – Sección A, capítulo VIII/2, parte 2 (Planificación del viaje)
- 23) **Convenio SOLAS** – Capítulo V, regla 34 (Navegación segura)
- 24) **Código ESC** – Capítulo 6 (Medidas que se han de tomar con mal tiempo)
- 25) **Circular MSC/Circ.1228** – Orientación revisada que sirva de guía al capitán para evitar situaciones peligrosas en condiciones meteorológicas y estados de la mar adversos
- 26) **Convenio SOLAS** – Capítulo VI, regla 5, párrafo 2
- 27) **Circular MSC/Circ.1353** – Directrices revisadas para la elaboración del Manual de sujeción de la carga
- 28) **Convenio SOLAS** – Capítulo V, regla 31 (Mensajes de peligro)
- 29) **Convenio N° 27 de la OIT** – Convenio sobre la indicación del peso en los fardos transportados por barco, 1929.
