

CÓDIGO INTERNACIONAL DE  
**ESTABILIDAD SIN AVERÍA, 2008**  
EDICIÓN DE 2009

Edición electrónica



This electronic edition is licensed to  
CIMAR  
for 1 copy.

© International Maritime Organization

ORGANIZACIÓN  
MARÍTIMA  
INTERNACIONAL

CÓDIGO INTERNACIONAL DE  
**ESTABILIDAD SIN AVERÍA, 2008**  
**(Código IS 2008)**

Edición de 2009

**EDICIÓN ELECTRÓNICA**



Londres, 2009

*Edición impresa (ISBN 978-92-801-0190-4) publicada por la*  
ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL  
4 Albert Embankment, Londres SE1 7SR  
www.imo.org

*Edición electrónica: 2010*

PUBLICACIÓN DE LA OMI
Número de venta: EB874S

La presente publicación se ha preparado utilizando documentos oficiales de la OMI, y se ha hecho todo lo posible para eliminar los errores y reproducir fielmente el texto o textos originales. En caso de discrepancia entre los textos, prevalecerá el texto oficial de la OMI.

Copyright © Organización Marítima Internacional 2009

*Reservados todos los derechos.  
No está permitida la reproducción de ninguna parte  
de esta publicación, ni su tratamiento informático,  
ni su transmisión, de ninguna forma, ni por ningún medio,  
sin la autorización previa y por escrito de la  
Organización Marítima Internacional.*

# Índice

	<i>Página</i>
<b>Prólogo</b> .....	v
<b>Código internacional de estabilidad sin avería, 2008</b> .....	1
<b>Notas explicativas del Código internacional de estabilidad sin avería, 2008</b> .....	129



# Prólogo

El Código internacional de estabilidad sin avería, 2008 (Código de Estabilidad sin Avería 2008) presenta criterios de estabilidad y otras medidas, de carácter obligatorio o recomendatorio, para garantizar el funcionamiento seguro de los buques y reducir al mínimo los riesgos a los que se exponen tales buques, el personal a bordo y el medio ambiente. El Código de Estabilidad sin Avería 2008 (resolución MSC.267(85), adoptada el 4 de diciembre de 2008) entrará en vigor el 1 de julio de 2010 tras la entrada en vigor de las enmiendas pertinentes al Convenio SOLAS 1974 y al Protocolo de Líneas de Carga 1988.

El Código de Estabilidad sin Avería 2008 comprende:

- una actualización completa del antiguo Código de Estabilidad sin Avería (edición de 2002; resolución A.749(18), enmendada mediante la resolución MSC.75(69));
- criterios basados en los conceptos más modernos del sector, disponibles en el momento de su elaboración, teniendo en cuenta sólidos principios de proyecto e ingeniería y la experiencia adquirida en la explotación de estos buques;
- una serie de factores, tales como la condición de buque apagado, la acción del viento en buques con mucha superficie expuesta, las características de balance, mala mar, etc., que influyen en la estabilidad sin avería.

La presente publicación comprende asimismo las Notas explicativas del Código de Estabilidad sin Avería 2008, que tienen por objeto facilitar a las Administraciones y al sector del transporte marítimo orientaciones específicas para contribuir a la interpretación y aplicación uniformes de las prescripciones del Código de Estabilidad sin Avería 2008.



# **Código internacional de estabilidad sin avería, 2008**





# Índice

<b>Resolución MSC.267(85)</b> <i>(adoptada el 4 de diciembre de 2008)</i> .....	7
--	---

<b>Preámbulo</b> .....	9
------------------------	---

## **Introducción**

1	Finalidad .....	10
2	Definiciones .....	10

## ***Parte A – Criterios obligatorios***

### **Capítulo 1 – Cuestiones generales**

1.1	Ámbito de aplicación .....	17
1.2	Fenómenos de estabilidad dinámica con olas. ....	17

### **Capítulo 2 – Criterios generales**

2.1	Cuestiones generales .....	19
2.2	Criterios relativos a las propiedades de la curva de brazos adrizantes .....	20
2.3	Criterio de viento y balance intensos (criterio meteorológico) .....	20

### **Capítulo 3 – Criterios especiales para determinados tipos de buques**

3.1	Buques de pasaje .....	26
3.2	Petroleros de peso muerto igual o superior a 5 000 toneladas. ....	27
3.3	Buques de carga que transporten cubiertas de madera .....	27
3.4	Buques de carga que transporten grano a granel ..	28
3.5	Naves de gran velocidad. ....	28

## **Parte B – Recomendaciones aplicables a determinados tipos de buques y otras directrices**

### **Capítulo 1 – Cuestiones generales**

1.1	Finalidad . . . . .	29
1.2	Ámbito de aplicación . . . . .	29

### **Capítulo 2 – Criterios recomendados de proyecto para determinados tipos de buques**

2.1	Buques pesqueros . . . . .	30
2.2	Pontones . . . . .	33
2.3	Buques portacontenedores de eslora superior a 100 m. . . . .	35
2.4	Buques de suministro mar adentro . . . . .	37
2.5	Buques para fines especiales. . . . .	40
2.6	Unidades móviles de perforación mar adentro. . . . .	41

### **Capítulo 3 – Orientaciones para elaborar la información sobre estabilidad**

3.1	Efecto de las superficies libres de los líquidos en los tanques . . . . .	53
3.2	Lastre permanente . . . . .	55
3.3	Evaluación del cumplimiento de los criterios de estabilidad. . . . .	55
3.4	Condiciones normales de carga que deben examinarse . . . . .	56
3.5	Cálculo de las curvas de estabilidad . . . . .	60
3.6	Cuadernillo de estabilidad. . . . .	62
3.7	Medidas operacionales para buques que transporten cubiertas de madera . . . . .	64
3.8	Cuadernillos de instrucciones para determinados buques . . . . .	65

### **Capítulo 4 – Cálculos de estabilidad efectuados por los instrumentos de estabilidad**

4.1	Instrumentos de estabilidad. . . . .	67
-----	--------------------------------------	----

---

<b>Capítulo 5 – Disposiciones operacionales contra la zozobra</b>	
5.1 Precauciones generales contra la zozobra . . . . .	75
5.2 Precauciones operacionales con mal tiempo . . . . .	76
5.3 Manejo del buque con mal tiempo . . . . .	76
<b>Capítulo 6 – Consideraciones sobre el englamiento</b>	
6.1 Cuestiones generales . . . . .	78
6.2 Buques de carga que transporten cubiertas de madera . . . . .	78
6.3 Buques pesqueros . . . . .	78
6.4 Buques de suministro mar adentro de eslora comprendida entre 24 m y 100 m . . . . .	82
<b>Capítulo 7 – Consideraciones sobre la integridad de estanquidad y la estanquidad a la intemperie</b>	
7.1 Escotillas . . . . .	84
7.2 Aberturas en los espacios de máquinas . . . . .	85
7.3 Puertas. . . . .	86
7.4 Portas de carga y aberturas similares . . . . .	87
7.5 Portillos, imbornales, tomas y descargas. . . . .	88
7.6 Otras aberturas de cubierta. . . . .	90
7.7 Ventiladores, tubos de aireación y dispositivos de sondeo . . . . .	91
7.8 Portas de desagüe . . . . .	92
7.9 Cuestiones diversas . . . . .	94
<b>Capítulo 8 – Determinación de los parámetros de desplazamiento en rosca</b>	
8.1 Ámbito de aplicación . . . . .	95
8.2 Preparativos para la prueba de estabilidad. . . . .	96
8.3 Planos necesarios . . . . .	99
8.4 Procedimiento de prueba . . . . .	100
8.5 Prueba de estabilidad para las unidades móviles de perforación mar adentro . . . . .	101
8.6 Prueba de estabilidad para los pontones . . . . .	102

**Anexo 1 – Orientación detallada para realizar una prueba de estabilidad**

1	Introducción . . . . .	103
2	Preparativos para la prueba de estabilidad . . . . .	103
2.1	Superficie libre y contenido de los tanques . . . . .	103
2.2	Medios de amarre . . . . .	106
2.3	Pesos de prueba . . . . .	108
2.4	Péndulos . . . . .	109
2.5	Tubos en U . . . . .	111
2.6	Inclinómetros . . . . .	112
3	Equipo necesario . . . . .	112
4	Procedimiento de prueba . . . . .	113
4.1	Revista inicial y reconocimiento . . . . .	114
4.2	Lecturas de francobordo/calado . . . . .	116
4.3	Prueba de estabilidad . . . . .	118

**Anexo 2 – Recomendaciones para que los patrones de buques pesqueros se aseguren de la resistencia del buque en condiciones de formación de hielo**

1	Antes de hacerse a la mar . . . . .	122
2	En el mar . . . . .	123
3	Durante la formación de hielo . . . . .	125
4	Lista de equipo y herramientas de mano . . . . .	128

**Resolución MSC.267(85)**  
*(adoptada el 4 de diciembre de 2008)*

**Adopción del Código internacional  
de estabilidad sin avería, 2008  
(Código IS 2008)**

EL COMITÉ DE SEGURIDAD MARÍTIMA,

RECORDANDO el artículo 28 b) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité,

RECORDANDO TAMBIÉN la resolución A.749(18), titulada “Código de estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regidos por los instrumentos de la OMI”, enmendada mediante la resolución MSC.75(69),

RECONOCIENDO la necesidad de actualizar dicho Código y la importancia de establecer prescripciones sobre estabilidad sin avería obligatorias a escala internacional,

TOMANDO NOTA de las resoluciones MSC.269(85) y MSC.270(85), mediante las cuales adoptó, entre otras cosas, enmiendas al Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), 1974, enmendado (en adelante “el Convenio SOLAS 1974”) y al Protocolo de 1988 relativo al Convenio internacional de líneas de carga, 1966 (en adelante “el Protocolo de Líneas de Carga 1988”), a fin de conferir carácter obligatorio en virtud del Convenio SOLAS 1974 y el Protocolo de Líneas de Carga 1988 a la introducción y las disposiciones de la parte A del Código internacional de estabilidad sin avería, 2008,

HABIENDO EXAMINADO, en su 85° periodo de sesiones, el texto propuesto para el Código internacional de estabilidad sin avería, 2008,

1. ADOPTA el Código internacional de estabilidad sin avería, 2008 (Código IS 2008), cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución;
2. INVITA a los Gobiernos Contratantes del Convenio SOLAS 1974 y a las Partes en el Protocolo de Líneas de Carga 1988 a que tomen nota de que el Código de Estabilidad sin Avería 2008 entrará en vigor el 1 de julio de

2010, una vez que entren en vigor las correspondientes enmiendas al Convenio SOLAS 1974 y al Protocolo de Líneas de Carga 1988;

3. PIDE al Secretario General que remita copias certificadas de la presente resolución y del texto del Código de Estabilidad sin Avería 2008, que figura en el anexo, a todos los Gobiernos Contratantes del Convenio SOLAS 1974 y a las Partes en el Protocolo de Líneas de Carga 1988;

4. PIDE ASIMISMO al Secretario General que remita copias de la presente resolución y de su anexo a todos los Miembros de la Organización que no sean Gobiernos Contratantes del Convenio SOLAS 1974 o Partes en el Protocolo de Líneas de Carga 1988;

5. RECOMIENDA a los Gobiernos interesados que utilicen las disposiciones de la parte B del Código de Estabilidad sin Avería 2008, que tienen carácter de recomendación, como base para establecer las correspondientes normas de seguridad, a menos que sus prescripciones nacionales sobre estabilidad ofrezcan, como mínimo, un grado de seguridad equivalente.

## PREÁMBULO

**1** El presente código ha sido elaborado con objeto de ofrecer en un solo documento las disposiciones obligatorias de la introducción y la parte A, junto con las disposiciones recomendadas de la parte B sobre estabilidad sin avería, basadas primordialmente en los actuales instrumentos de la OMI. En los casos en que las recomendaciones del presente código difieran aparentemente de las de otros códigos de la OMI, prevalecerá lo dispuesto en dichos códigos. A fin de que sea lo más completo posible y para comodidad del usuario, el presente código incluye también disposiciones que proceden de instrumentos obligatorios de la OMI.

**2** El Código está inspirado en los conceptos más recientes del sector disponibles en el momento de su elaboración, teniendo en cuenta sólidos principios de proyecto e ingeniería y la experiencia adquirida en la explotación de estos buques. Por otra parte, la técnica de proyecto de los buques modernos evoluciona con rapidez, por lo que el Código, en lugar de permanecer estático, debe ser objeto de la evaluación y revisión necesarias. Con tal finalidad, la Organización examinará regularmente el Código teniendo presentes tanto la experiencia como las innovaciones que se produzcan.

**3** Se tuvieron en cuenta una serie de fenómenos, tales como la condición de buque apagado, la acción del viento en buques con mucha superficie expuesta, las características de balance, mala mar, etc., basados en la tecnología más avanzada y en los conocimientos más recientes del sector en el momento en que se elaboraba el presente código.

**4** Se ha reconocido que, dada la gran variedad de tipos y tamaños de los buques, así como la diversidad de condiciones operacionales y ambientales, no era posible resolver de manera general todos los problemas de seguridad que desde el punto de vista de la estabilidad se plantean para impedir los accidentes. En particular, la seguridad del buque en mar encrespada encierra fenómenos hidrodinámicos complejos que hasta el momento no se han investigado y comprendido plenamente. El buque en mar encrespada ha de concebirse como un sistema dinámico en el que las relaciones que se establecen entre el propio buque y las condiciones ambientales, como la influencia del oleaje y el viento, constituyen elementos sumamente importantes. La elaboración de criterios de estabilidad basados en aspectos hidrodinámicos y en el análisis de la estabilidad del buque en mar encrespada plantea complejos problemas que será preciso continuar investigando.



## INTRODUCCIÓN

### 1 Finalidad

**1.1** La finalidad del presente código es proporcionar criterios de estabilidad, tanto de carácter obligatorio como recomendatorio, y otras medidas que garanticen la seguridad operacional de todos los buques a fin de reducir al mínimo los riesgos para los mismos, el personal de a bordo y el medio ambiente. En esta introducción y en la parte A del presente código se recogen los criterios obligatorios, mientras que la parte B incluye las recomendaciones y otras directrices.

**1.2** Salvo indicación en otro sentido, el presente código contiene criterios de estabilidad sin avería para los siguientes tipos de buques y otros vehículos marinos de eslora igual o superior a 24 m:

- .1 buques de carga;
- .2 buques de carga que transporten cubiertas de madera;
- .3 buques de pasaje;
- .4 buques pesqueros;
- .5 buques para fines especiales;
- .6 buques de suministro mar adentro;
- .7 unidades móviles de perforación mar adentro;
- .8 pontones; y
- .9 buques de carga que transporten contenedores en cubierta y buques portacontenedores.

**1.3** Las Administraciones podrán imponer prescripciones adicionales sobre aspectos relacionados con el proyecto de buques de carácter innovador o de buques que no estén regidos por el presente código.

### 2 Definiciones

A los efectos del presente código regirán las definiciones que se indican a continuación. Por lo que respecta a los términos utilizados en el presente código pero no definidos en él, se emplearán las definiciones que figuran en el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (Convenio SOLAS 1974), en su forma enmendada.

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

**2.2** *Buque de pasaje*: buque que transporte más de 12 pasajeros, tal como se define en la regla 1/2 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada.

**2.3** *Buque de carga*: todo buque que no sea un buque de pasaje, un buque de guerra o un buque para el transporte de tropas, un buque de propulsión no mecánica, un buque de madera de construcción primitiva, un buque pesquero o una unidad de perforación mar adentro.

**2.4** *Petrolero*: todo buque construido o adaptado para transportar principalmente hidrocarburos a granel en sus espacios de carga; este término comprende los buques de carga combinados y los buques tanque quimiqueros, tal como se definen estos últimos en el Anexo II del Convenio MARPOL, cuando estén transportando una carga total o parcial de hidrocarburos a granel.

**2.4.1** *Buque de carga combinado*: todo buque proyectado para transportar indistintamente hidrocarburos o cargas sólidas a granel.

**2.4.2** *Petrolero para crudos*: petrolero destinado a operar en el transporte de crudos.

**2.4.3** *Petrolero para productos petrolíferos*: petrolero destinado a operar en el transporte de hidrocarburos que no sean crudos.

**2.5** *Buque pesquero*: buque utilizado para la captura de peces, ballenas, focas, morsas u otras especies vivas de la fauna y flora marinas.

**2.6** *Buque para fines especiales*: rige la misma definición que la del Código de seguridad aplicable a los buques para fines especiales, 2008 (resolución MSC.266(84)).

**2.7** *Buque de suministro mar adentro*: buque dedicado principalmente a llevar pertrechos, materiales y equipo a las instalaciones mar adentro, proyectado en su parte proel con superestructuras que serán los alojamientos y el puente, y en su parte popel con una cubierta de carga, expuesta a la intemperie, para la manipulación de la carga en la mar.

**2.8** *Unidad móvil de perforación mar adentro (o unidad)*: toda nave apta para realizar operaciones de perforación destinadas a la exploración o a la explotación de los recursos naturales del subsuelo de los fondos marinos, tales como hidrocarburos líquidos o gaseosos, azufre o sal.

**2.8.1** *Unidad estabilizada por columnas*: toda unidad cuya cubierta principal está conectada a la obra viva o a los pies de soporte por medio de columnas o cajones.

**2.8.2** *Unidad de superficie*: toda unidad con formas de buque o de garra y casco de desplazamiento, ya sea el casco único o múltiple, destinada a operar a flote.

**2.8.3** *Unidad autoelevadora*: toda unidad dotada de patas móviles, con capacidad para elevar la plataforma por encima de la superficie del mar.

**2.8.4** *Estado ribereño*: el Gobierno del Estado que ejerza un control administrativo sobre las operaciones de perforación de la unidad.

**2.8.5** *Modalidad operacional*: la condición o forma en que pueda operar o funcionar una unidad, hallándose ésta en su lugar de trabajo o en tránsito. Entre las modalidades operacionales de una unidad figuran las condiciones siguientes:

- .1 *condiciones operacionales*: las que se dan cuando una unidad se halla en su lugar de trabajo para efectuar operaciones de perforación y las cargas ambientales y operacionales combinadas están dentro de los límites de proyecto establecidos para dichas operaciones. La unidad puede estar a flote o apoyada sobre el fondo del mar, según sea el caso;
- .2 *condiciones de temporal muy duro*: aquellas en que una unidad puede estar sometida a la máxima carga ambiental para la que fue proyectada. Se supone que las operaciones de perforación quedan interrumpidas debido a la rigurosidad de dicha carga ambiental. La unidad puede estar a flote o apoyada sobre el fondo del mar, según sea el caso; y
- .3 *condiciones de tránsito*: las que se dan cuando una unidad se está desplazando de un punto geográfico a otro.

**2.9** *Nave de gran velocidad (NGV)\**: nave capaz de desarrollar una velocidad máxima, en metros por segundo (m/s), igual o superior a:

$$3,7 \cdot \nabla^{0,1667}$$

donde:  $\nabla$  = desplazamiento correspondiente a la flotación de proyecto ( $m^3$ ).

**2.10** *Buque portacontenedores*: buque dedicado principalmente al transporte de contenedores marítimos.

---

\* El Código internacional para naves de gran velocidad, 2000 (Código NGV 2000) es el resultado de una revisión a fondo del Código internacional para naves de gran velocidad, 1994 (Código NGV 1994), que estaba basado en el anterior Código de seguridad para naves de sustentación dinámica (Código DSC), adoptado por la OMI en 1977, y en el que se reconocía que los grados de seguridad podrían mejorarse considerablemente mediante una infraestructura asociada al servicio regular de una ruta determinada, mientras que con los principios de seguridad aplicables a los buques tradicionales se pretende que los buques sean autosuficientes y lleven a bordo todo el equipo de emergencia necesario.

**2.11** *Francobordo*: distancia entre la línea de carga asignada y la cubierta de francobordo\*.

**2.12** *Eslora*: se tomará como eslora el 96 % de la eslora total en una línea de flotación situada a una distancia de la quilla igual al 85 % del puntal mínimo de trazado, medida desde el canto alto de dicha quilla, o la eslora desde la cara de proa de la roda hasta el eje de la mecha del timón en dicha flotación, si ésta fuera mayor. En los buques proyectados con asiento de quilla, la flotación en la que se mide esta eslora deberá ser paralela a la flotación de proyecto.

**2.13** *Manga de trazado*: manga máxima del buque medida en el centro del mismo hasta la línea de trazado de la cuaderna, en los buques de forro metálico, o hasta la superficie exterior del casco, en los buques con forro de otros materiales.

**2.14** *Puntal de trazado*: distancia vertical medida desde el canto alto de la quilla hasta el canto alto del bao de la cubierta de francobordo en el costado. En los buques de madera y de construcción mixta, esta distancia se medirá desde el canto inferior del alefrez. Cuando la forma de la parte inferior de la cuaderna maestra sea cóncava o cuando existan tracas de apuradura de gran espesor, esta distancia se medirá desde el punto en que la línea del plano del fondo, prolongada hacia el interior, corte el costado de la quilla. En los buques que tengan tranconiles redondeados, el puntal de trazado se medirá hasta el punto de intersección de la línea de trazado de la cubierta con la de las planchas de costado del forro, prolongando las líneas como si el tranconil fuera de forma angular. Cuando la cubierta de francobordo tenga un escalonamiento y la parte elevada de la cubierta pase por encima del punto en el que ha de determinarse el puntal de trazado, éste se medirá hasta una superficie de referencia formada prolongando la parte más baja de la cubierta paralelamente a la parte más elevada.

**2.15** *Viaje próximo a la costa*: viaje que se realiza en las cercanías de la costa de un Estado, tal como la defina la Administración de dicho Estado.

**2.16** Normalmente se considera que un *pontón*:

- .1 no va autopropulsado;
- .2 no lleva tripulación;

---

\* A efectos de la aplicación de los capítulos I y II del anexo I del Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o su Protocolo de 1988 en su forma enmendada, a los buques portacontenedores sin tapas de escotilla, la "cubierta de francobordo" es la que estipula el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o su Protocolo de 1988 en su forma enmendada, suponiendo que en las brazolas de las escotillas de carga hay instaladas tapas de escotilla.

- .3 transporta sólo carga en cubierta;
- .4 su coeficiente de bloque es igual o superior a 0,9;
- .5 su relación manga/puntal es superior a 3; y
- .6 no tiene escotillas en cubierta, salvo pequeños registros cerrados por tapas y juntas.

**2.17** *Madera:* madera aserrada o rollizos, trozas, troncos, postes, madera para pasta papelera y cualquier otro tipo de madera suelta o liada. Este término no incluye la pulpa de madera ni cargas análogas.

**2.18** *Cubertada de madera:*\* carga de madera transportada en una zona expuesta de una cubierta de francobordo o de la superestructura. Esta expresión no incluye la pulpa de madera ni cargas análogas.

**2.19** *Línea de carga para el transporte de madera:* línea de carga especial asignada a los buques que cumplen determinadas condiciones de construcción estipuladas en el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o en el Protocolo de 1988, en su forma enmendada, y que se utiliza cuando la carga cumple las condiciones de estiba y sujeción establecidas en el Código de prácticas de seguridad para buques que transporten cubiertas de madera, 1991 (resolución A.715(17)).

**2.20** *Certificación de los pesos de las pruebas de estabilidad:* verificación del peso marcado en un peso de prueba. Los pesos de prueba se certificarán utilizando una escala certificada. La pesada se realizará con la mínima antelación posible a la prueba de estabilidad, a fin de asegurar la precisión del peso medido.

**2.21** *Calado:* distancia vertical desde la línea base de trazado hasta la flotación.

**2.22** *Prueba de estabilidad:* operación que consiste en desplazar una serie de pesos de valor conocido, normalmente en dirección transversal, y medir seguidamente el cambio resultante en el ángulo de escora de equilibrio del buque. Con esta información, y aplicando principios básicos de arquitectura naval, se determina la posición vertical del centro de gravedad del buque (VCG).

**2.23** *Buque en rosca:* buque que ha sido acabado en todos los respectos pero que no lleva a bordo productos consumibles, provisiones, carga, tripulación con sus efectos, ni líquidos, salvo los fluidos de la maquinaria y las tuberías, tales como lubricantes y fluidos hidráulicos, que están a nivel de servicio.

---

\* Véase la regla 42 1) del Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o su Protocolo de 1988 en su forma enmendada, según sean aplicables.

**2.24** *Reconocimiento para determinar el peso en rosca:* operación que consiste en hacer un inventario, en el momento de realizar la prueba de estabilidad, de todos los elementos que se vayan a añadir, retirar o cambiar de lugar, de modo que el estado observado del buque pueda ajustarse al estado del buque en rosca. El peso y las posiciones longitudinal, transversal y vertical de cada elemento han de determinarse con precisión y quedar registrados. Acto seguido puede obtenerse el desplazamiento del buque en rosca y la posición longitudinal de su centro de gravedad (LCG) utilizando respectivamente la información mencionada, la flotación estática del buque en el momento de realizar la prueba de estabilidad –que se determina midiendo el francobordo o verificando la escala de calados–, los datos hidrostáticos del buque y la densidad del agua del mar. También puede determinarse la posición transversal del centro de gravedad (TCG) de las unidades móviles de perforación mar adentro y de otras naves que sean asimétricas con respecto al plano de crujía o cuya disposición interna o armamento es tal que pueda producirse una escora debida a los pesos asimétricos.

**2.25** *Prueba de estabilidad en servicio:* prueba de estabilidad que se realiza para comprobar el valor de GM calculado previamente y el centro de gravedad del peso muerto en una condición de carga real.

**2.26** *Instrumento de estabilidad:* es un instrumento instalado a bordo de un buque concreto mediante el cual se puede determinar que las prescripciones relativas a la estabilidad especificadas para el buque en el cuaternillo de estabilidad se cumplen en cualquier condición de carga operacional. El instrumento de estabilidad comprende el soporte físico y el soporte lógico.



# Parte A

## *Criterios obligatorios*

### CAPÍTULO 1 – CUESTIONES GENERALES

#### 1.1 **Ámbito de aplicación**

**1.1.1** Los criterios que figuran en el capítulo 2 de esta parte incluyen un conjunto de prescripciones mínimas que se aplicarán a los buques de carga\* y a los buques de pasaje de eslora igual o superior a 24 m.

**1.1.2** Los criterios que figuran en el capítulo 3 de esta parte son específicos para determinados tipos de buques. A los efectos de la parte A, se aplican las definiciones enumeradas en la introducción.

#### 1.2 **Fenómenos de estabilidad dinámica con olas**

Las Administraciones serán conscientes de que algunos buques tienen más riesgo de encontrarse en situaciones críticas de estabilidad con olas. Puede que sea preciso adoptar las disposiciones de precaución necesarias en el proyecto del buque con objeto de abordar la gravedad de dichos fenómenos. A continuación se señalan los fenómenos en mar encrespada que pueden provocar ángulos de balance y/o aceleraciones amplios.

Habida cuenta de los fenómenos descritos en la presente sección, la Administración podrá aplicar para un buque concreto o grupo de buques criterios que demuestren que la seguridad del buque es suficiente. Toda Administración que aplique dichos criterios deberá comunicar a la Organización los pormenores de los mismos. La Organización reconoce que es necesario elaborar e implantar criterios basados en el rendimiento para los fenómenos enumerados *infra* con objeto de garantizar un grado de seguridad uniforme a escala internacional.

---

\* En el caso de los buques portacontenedores de eslora igual o superior a 100 m, podrán aplicarse las disposiciones de 2.3 de la parte B como alternativa a lo dispuesto en 2.2 de esta parte. Los buques de suministro mar adentro y los buques para fines especiales no están obligados a cumplir lo dispuesto en 2.3 de la parte A. En el caso de los buques de suministro mar adentro, podrán aplicarse las disposiciones de 2.4 de la parte B como alternativa a lo dispuesto en 2.2 de esta parte. En el caso de los buques para fines especiales, podrán aplicarse las disposiciones de 2.5 de la parte B como alternativa a lo dispuesto en 2.2 de esta parte.



**1.2.1** *Variación del brazo adrizante*

Todo buque que registre variaciones amplias del brazo adrizante entre el seno y la cresta de la ola podrá experimentar un balance paramétrico o una pérdida esencial de estabilidad, o combinaciones de ambos.

**1.2.2** *Balance de resonancia con el buque apagado*

Los buques sin propulsión o capacidad de gobierno pueden peligrar debido al balance de resonancia si van a la deriva.

**1.2.3** *Caída al través y otros fenómenos relacionados con las maniobras*

Cabe la posibilidad de que los buques que naveguen con mar de popa y mar de aleta no puedan mantener un rumbo constante a pesar de realizar esfuerzos máximos de gobierno, lo cual puede provocar ángulos máximos de escora.

## CAPÍTULO 2 – CRITERIOS GENERALES

### 2.1 Cuestiones generales

**2.1.1** Todos los criterios se aplicarán respecto de todas las condiciones de carga que se indican en 3.3 y 3.4 de la parte B.

**2.1.2** En todas las condiciones de carga que se indican en 3.3 y 3.4 de la parte B se tendrán en cuenta los efectos de superficie libre (3.1 de la parte B).

**2.1.3** En los buques dotados de dispositivos antibalance, la Administración comprobará que cuando éstos se hallen en funcionamiento se cumplen los criterios de estabilidad y que un fallo del suministro de energía eléctrica o del dispositivo o dispositivos no sea impedimento para que el buque pueda satisfacer las disposiciones pertinentes del presente código.

**2.1.4** Hay una serie de fenómenos, tales como la acumulación de hielo en la obra muerta, el agua embarcada en cubierta, etc., que influyen de manera desfavorable en la estabilidad, por lo que se aconseja a la Administración que los tenga en cuenta siempre que lo juzgue necesario.

**2.1.5** Se tomarán medidas para disponer de un margen seguro de estabilidad en todas las etapas del viaje teniendo en cuenta la adición de pesos, tales como los debidos a la absorción de agua y al engelamiento (los por menores figuran en la parte B, capítulo 6: Consideraciones sobre el engelamiento) y la pérdida de peso, tal como la debida al consumo de combustible y provisiones.

**2.1.6** Todo buque irá provisto de un cuadernillo de estabilidad aprobado por la Administración que contenga suficiente información (véase la parte B, 3.6) para que el capitán pueda manejar el buque de conformidad con las prescripciones aplicables del presente código. Si para determinar el cumplimiento de los criterios de estabilidad pertinentes se utiliza un instrumento de estabilidad como suplemento del cuadernillo de estabilidad, dicho instrumento estará sujeto a la aprobación de la Administración (véase la parte B, capítulo 4: Cálculos de estabilidad efectuados por los instrumentos de estabilidad).

**2.1.7** Si se utilizan curvas o cuadros de valores de la altura metacéntrica (GM) mínima de servicio o la posición vertical del centro de gravedad (VCG) máxima que garanticen el cumplimiento de los criterios pertinentes de estabilidad sin avería, dichas curvas de valores límite han de abarcar la gama de asientos de servicio, a menos que la Administración admita que los efectos de asiento no son importantes. Cuando no se disponga de curvas o cuadros de valores de la GM mínima de servicio o de la VCG máxima en función del calado que abarquen los asientos de servicio, el capitán deberá

comprobar que la condición de servicio no difiere de una condición de carga estudiada, o verificar, mediante los cálculos correspondientes, que los criterios de estabilidad se satisfacen respecto de dicha condición de carga teniendo en cuenta los efectos de asiento.

## 2.2 Criterios relativos a las propiedades de la curva de brazos adrizantes

**2.2.1** El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,055 metros-radianes hasta un ángulo de escora  $\phi = 30^\circ$  ni inferior a 0,09 metros-radianes hasta  $\phi = 40^\circ$ , o hasta el ángulo de inundación descendente  $\phi_f^*$  si éste es inferior a  $40^\circ$ . Además, el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) entre los ángulos de escora de  $30^\circ$  y  $40^\circ$ , o entre  $30^\circ$  y  $\phi_f$  si este ángulo es inferior a  $40^\circ$ , no será inferior a 0,03 metros-radianes.

**2.2.2** El brazo adrizante (GZ) será como mínimo de 0,2 m a un ángulo de escora igual o superior a  $30^\circ$ .

**2.2.3** El brazo adrizante máximo corresponderá a un ángulo de escora no inferior a  $25^\circ$ . Si esto no es posible, podrán aplicarse, a reserva de lo que apruebe la Administración, criterios basados en un nivel de seguridad equivalente.<sup>†</sup>

**2.2.4** La altura metacéntrica inicial  $GM_0$  no será inferior a 0,15 m.

## 2.3 Criterio de viento y balance intensos (criterio meteorológico)

**2.3.1** Habrá que demostrar la aptitud del buque para resistir los efectos combinados del viento de través y del balance, con referencia a la figura 2.3.1, del modo siguiente:

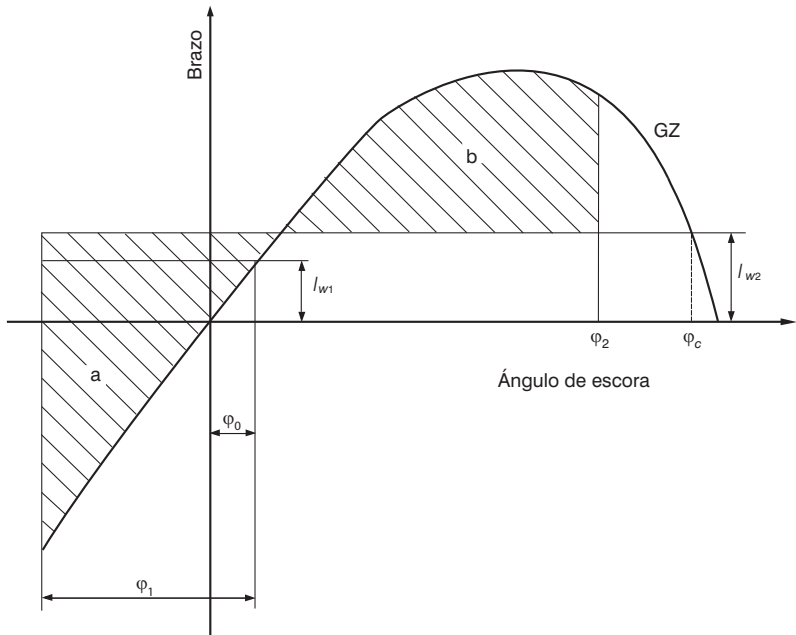
- 1 se someterá el buque a la presión de un viento constante que actúe perpendicularmente al plano de crujía, lo que dará como resultado el correspondiente brazo escorante ( $l_{w1}$ );

---

\*  $\phi_f$  es el ángulo de escora al que se sumergen las aberturas del casco, superestructuras o casetas que no puedan cerrarse de modo estanco a la intemperie. Al aplicar este criterio no hará falta considerar abiertas las pequeñas aberturas por las que no pueda producirse inundación progresiva.

<sup>†</sup> Véanse las Notas explicativas del Código internacional de estabilidad sin avería, 2008 (MSC.1/Circ.1281) (página 129 de la presente publicación).

- .2 se supondrá que a partir del ángulo de equilibrio resultante ( $\varphi_0$ ), el buque se balancea por la acción de las olas hasta alcanzar un ángulo de balance ( $\varphi_1$ ) a barlovento. El ángulo de escora provocado por un viento constante ( $\varphi_0$ ) no deberá ser superior a  $16^\circ$  o al 80 % del ángulo de inmersión del borde de la cubierta, si este ángulo es menor;
- .3 a continuación se someterá al buque a la presión de una ráfaga de viento que dará como resultado el correspondiente brazo escorante ( $l_{w2}$ ); y
- .4 en estas circunstancias, el área  $b$  deberá ser igual o superior al área  $a$ , como se indica en la figura 2.3.1 *infra*:



**Figura 2.3.1 – Viento y balance intensos**

donde los ángulos de la figura 2.3.1 se definen del modo siguiente:

$\varphi_0$  = ángulo de escora provocado por un viento constante

$\varphi_1$  = ángulo de balance a barlovento debido a la acción de las olas (véanse 2.3.1.2 y 2.3.4)

$\varphi_2$  = ángulo de inundación descendente ( $\varphi_f$ ), o  $50^\circ$ , o  $\varphi_c$ , tomando de estos valores el menor,

siendo:

$\varphi_f$  = ángulo de escora al que se sumergen las aberturas del casco, superestructuras o casetas que no puedan cerrarse de modo estanco a la intemperie. Al aplicar este criterio no hará falta considerar abiertas las pequeñas aberturas por las que no pueda producirse inundación progresiva

$\varphi_c$  = ángulo de la segunda intersección entre la curva de brazos escorantes  $l_{w2}$  y la de brazos GZ

**2.3.2** Los brazos escorantes  $l_{w1}$  y  $l_{w2}$  provocados por el viento, a que se hace referencia en 2.3.1.1 y 2.3.1.3, son valores constantes a todos los ángulos de inclinación y se calcularán del modo siguiente:

$$l_{w1} = \frac{P \cdot A \cdot Z}{1000 \cdot g \cdot \Delta} \text{ (m) y}$$

$$l_{w2} = 1,5 \cdot l_{w1} \text{ (m)}$$

donde:

$P$  = presión del viento de 504 Pa. El valor de  $P$  utilizado para los buques en servicio restringido podrá reducirse a reserva de que lo apruebe la Administración

$A$  = área lateral proyectada de la parte del buque y de la cubierta que quede por encima de la flotación ( $m^2$ )

$Z$  = distancia vertical desde el centro del área  $A$  hasta el centro del área lateral de la obra viva, o aproximadamente hasta el punto medio del calado medio (m)

$\Delta$  = desplazamiento (t)

$g$  = aceleración debida a la gravedad de  $9,81 \text{ m/s}^2$

**2.3.3** Si la Administración los considera satisfactorios, podrán aceptarse otros medios para determinar el brazo escorante ( $l_{w1}$ ) como alternativa equivalente al cálculo que figura en 2.3.2. Cuando se realicen dichas pruebas alternativas, se hará referencia a las directrices elaboradas por la Organización.\* La velocidad del viento utilizada en las pruebas será igual a

---

\* Véanse las Directrices provisionales para la evaluación alternativa del criterio meteorológico (MSC.1/Circ.1200).

26 m/s en tamaño natural con un perfil de la velocidad uniforme. El valor de la velocidad del viento utilizado para los buques en servicios restringidos podrá reducirse a un valor que la Administración considere satisfactorio.

**2.3.4** El ángulo de balance ( $\varphi_1$ )\* a que se hace referencia en 2.3.1.2 se calculará del modo siguiente:

$$\varphi_1 = 109 \cdot k \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot \sqrt{r \cdot s} \text{ (grados)}$$

donde:

$X_1$  = factor indicado en el cuadro 2.3.4-1

$X_2$  = factor indicado en el cuadro 2.3.4-2

$k$  = factor que corresponde a lo siguiente:

$k = 1,0$  respecto de un buque de pantoque redondo que no tenga quillas de balance ni quilla de barra

$k = 0,7$  respecto de un buque de pantoque quebrado

$k =$  el valor que se indica en el cuadro 2.3.4-3 respecto de un buque con quillas de balance, quilla de barra o ambas

$r = 0,73 + 0,6 \text{ OG}/d$

donde:

$\text{OG} = \text{KG} - d$

$d =$  calado medio de trazado del buque (m)

$s =$  factor indicado en el cuadro 2.3.4-4, donde  $T$  es el periodo natural de balance del buque. Si no se dispone de información suficiente, puede utilizarse la siguiente aproximación:

$$\text{Periodo de balance } T = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{GM}} \text{ (s)}$$

donde:  $C = 0,373 + 0,023(B/d) - 0,043(L_{wl}/100)$ .

Los símbolos que aparecen en los cuadros 2.3.4-1, 2.3.4-2, 2.3.4-3 y 2.3.4-4 y en la fórmula del periodo de balance tienen los siguientes significados:

$L_{wl} =$  eslora en la flotación del buque (m)

$B =$  manga de trazado del buque (m)

\* En los buques dotados de dispositivos antibalance, el ángulo de balance se determinará sin tomar en consideración el funcionamiento de esos dispositivos, a menos que la Administración juzgue que se ha demostrado satisfactoriamente que los dispositivos son eficaces incluso con una interrupción repentina de la energía eléctrica que los alimenta.

$d$  = calado medio de trazado del buque (m)

$C_B$  = coeficiente de bloque

$A_k$  = área total de las quillas de balance o área de la proyección lateral de la quilla de barra, o suma de estas áreas (m<sup>2</sup>)

GM= altura metacéntrica corregida por el efecto de superficie libre (m)

Cuadro 2.3.4-1 - Valores del factor  $X_1$

$B/d$	$X_1$
≤ 2,4	1,0
2,5	0,98
2,6	0,96
2,7	0,95
2,8	0,93
2,9	0,91
3,0	0,90
3,1	0,88
3,2	0,86
3,4	0,82
≥ 3,5	0,80

Cuadro 2.3.4-2 - Valores del factor  $X_2$

$C_B$	$X_2$
≤ 0,45	0,75
0,50	0,82
0,55	0,89
0,60	0,95
0,65	0,97
≥ 0,70	1,00

Cuadro 2.3.4-3 - Valores del factor  $k$

$\frac{A_k \cdot 100}{L_{wl} \cdot B}$	$k$
0	1,0
1,0	0,98
1,5	0,95
2,0	0,88
2,5	0,79
3,0	0,74
3,5	0,72
≥ 4,0	0,70

Cuadro 2.3.4-4 - Valores del factor  $s$

$T$	$s$
≤ 6	0,100
7	0,098
8	0,093
12	0,065
14	0,053
16	0,044
18	0,038
≥ 20	0,035

(En estos cuadros los valores intermedios se obtendrán por interpolación lineal)

**2.3.5** Los cuadros y fórmulas descritos en 2.3.4 se basan en datos de buques que presentan las siguientes características:

- .1  $B/d$  inferior a 3,5;
- .2  $(KG/d-1)$  entre -0,3 y 0,5; y
- .3  $T$  inferior a 20 s.

En el caso de los buques cuyos parámetros rebasen los límites indicados *supra*, el ángulo de balance ( $\varphi_1$ ) podrá determinarse también mediante experimentos con un modelo de buque de ese tipo utilizando el procedimiento descrito en la circular MSC.1/Circ.1200. Asimismo, la Administración podrá aceptar las estimaciones alternativas mencionadas para cualquier buque si lo estima oportuno.



## CAPÍTULO 3 – CRITERIOS ESPECIALES PARA DETERMINADOS TIPOS DE BUQUES

### 3.1 Buques de pasaje

Los buques de pasaje cumplirán las prescripciones de 2.2 y 2.3.

**3.1.1** Además, el ángulo de escora producido por la aglomeración de pasajeros en una banda, tal como se define *infra*, no excederá de 10°.

**3.1.1.1** Se supondrá un peso mínimo de 75 kg por pasajero, si bien se permitirá aumentar este valor, a reserva de que lo apruebe la Administración. La Administración determinará además la masa y la distribución del equipaje.

**3.1.1.2** La altura del centro de gravedad de los pasajeros se supondrá igual a:

- .1 1 m por encima del nivel de cubierta estando los pasajeros de pie. Si es necesario, se tendrán en cuenta la brusca y el arrufo de la cubierta; y
- .2 0,3 m por encima de los asientos estando los pasajeros sentados.

**3.1.1.3** Se supondrá que los pasajeros y su equipaje se encuentran en los espacios destinados normalmente para ellos cuando se trate de evaluar el cumplimiento de los criterios que figuran en 2.2.1 a 2.2.4.

**3.1.1.4** Al comprobar el cumplimiento de los criterios que figuran en 3.1.1 y 3.1.2, se supondrá que los pasajeros sin equipaje están distribuidos de modo que se produzca la combinación más desfavorable de momento escorante y/o de altura metacéntrica inicial que puedan darse en la práctica. A este respecto, no será necesario tomar un valor superior a cuatro personas por metro cuadrado.

**3.1.2** Además, el ángulo de escora debido a una maniobra de giro no excederá de 10° si se calcula utilizando la fórmula siguiente:

$$M_R = 0,200 \cdot \frac{v_0^2}{L_{wl}} \cdot \Delta \cdot \left( KG - \frac{d}{2} \right)$$

donde:

$M_R$  = momento escorante (kNm)

$v_0$  = velocidad de servicio (m/s)

$L_{wl}$  = eslora en la flotación del buque (m)

$\Delta$  = desplazamiento (t)

$d$  = calado medio (m)

KG = altura del centro de gravedad sobre la línea de base (m)

## **3.2 Petroleros de peso muerto igual o superior a 5 000 toneladas**

Los petroleros definidos en la sección 2 de la introducción (Definiciones) cumplirán lo dispuesto en la regla 27 del Anexo I del MARPOL 73/78.

## **3.3 Buques de carga que transporten cubertadas de madera**

Los buques de carga que transporten cubertadas de madera cumplirán las prescripciones de 2.2 y 2.3, a menos que la Administración juzgue satisfactoria la aplicación de la disposición alternativa 3.3.2.

### **3.3.1** *Ámbito de aplicación*

Las disposiciones que figuran a continuación son aplicables a todos los buques de eslora igual o superior a 24 m dedicados al transporte de cubertadas de madera. Los buques que tengan asignada una línea de carga para buques con cubertada de madera y la utilicen, cumplirán también lo prescrito en las reglas 41 a 45 del Convenio de Líneas de Carga 1966 y el Protocolo de 1988 relativo al mismo.

### **3.3.2** *Criterios de estabilidad alternativos*

En los buques que transporten cubertadas de madera, y siempre que la cubertada se extienda longitudinalmente entre las superestructuras (cuando no haya superestructura que constituya un límite a popa, la cubertada de madera se extenderá por lo menos hasta el extremo popel de la escotilla más a popa)\* y transversalmente a todo lo ancho de la manga del buque, con excepción de la anchura de un trancañil alomado que no exceda del 4 % de la manga y/o de la necesaria para colocar los pies derechos de soporte, y dado asimismo que la cubertada permanezca firmemente sujeta cuando el buque acuse grandes ángulos de escora, los criterios pueden ser:

**3.3.2.1** El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,08 metros-radianes hasta un ángulo de escora  $\varphi = 40^\circ$  o hasta el ángulo de inundación descendente, si éste es inferior a  $40^\circ$ .

**3.3.2.2** El valor máximo del brazo adrizante (brazo GZ) será como mínimo de 0,25 m.

---

\* Véase la regla 44 2) del Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o su Protocolo de 1988, enmendado.

**3.3.2.3** Durante todo el viaje, la altura metacéntrica GM no será inferior a 0,1 m, teniendo en cuenta la absorción de agua por la carga de cubierta y/o la acumulación de hielo en las superficies a la intemperie (los pormenores figuran en la parte B, capítulo 6: Consideraciones sobre el engelamiento).

**3.3.2.4** Cuando se determine la aptitud de un buque para soportar los efectos combinados del viento de través y el balance con arreglo a 2.3, se respetará el límite de 16° del ángulo de escora provocado por un viento constante, pero se podrá dejar de lado el criterio adicional del 80 % del ángulo de inmersión de la línea de contorno de la cubierta.

### **3.4 Buques de carga que transporten grano a granel**

La estabilidad sin avería de los buques dedicados al transporte de grano deberá ajustarse a las prescripciones del Código internacional para el transporte sin riesgo de grano a granel, adoptado mediante la resolución MSC.23 (59).\*

### **3.5 Naves de gran velocidad**

Las naves de gran velocidad definidas en la sección 2 de la introducción (Definiciones), construidas el 1 de enero de 1996 o posteriormente pero antes del 1 de julio de 2002, y a las que se aplique el capítulo X del Convenio SOLAS 1974, deberán cumplir las prescripciones de estabilidad del Código NGV 1994 (resolución MSC.36(63)). Toda nave de gran velocidad a la que se aplique el capítulo X del Convenio SOLAS 1974, con independencia de su fecha de construcción, y que haya sido objeto de reparaciones, reformas o modificaciones de carácter importante, y las naves de gran velocidad construidas el 1 de julio de 2002 o posteriormente, cumplirán las prescripciones de estabilidad del Código NGV 2000 (resolución MSC.97(73)).

---

\* Véase la parte C del capítulo 6 del Convenio SOLAS 1974, enmendado.

## **Parte B**

### *Recomendaciones aplicables a determinados tipos de buques y otras directrices*

#### **CAPÍTULO 1– CUESTIONES GENERALES**

##### **1.1 Finalidad**

Esta parte del presente código tiene por finalidad:

- .1 recomendar criterios de estabilidad y otras medidas que garanticen la seguridad operacional de determinados tipos de buques a fin de reducir al mínimo los riesgos para los mismos, el personal de a bordo y el medio ambiente; y
- .2 ofrecer directrices con respecto a la información sobre estabilidad, disposiciones operacionales contra la zozobra, consideraciones sobre el engelamiento, así como consideraciones sobre la integridad de estanquidad y la determinación de los parámetros de desplazamiento en rosca.

##### **1.2 Ámbito de aplicación**

**1.2.1** Esta parte del presente código define criterios recomendados de estabilidad sin avería aplicables a determinados tipos de buques y otros vehículos marinos que no se han incluido en la parte A, o con los que se pretende complementar los criterios de la parte A en el caso de buques de tamaño o funcionamiento particulares.

**1.2.2** Las Administraciones podrán imponer prescripciones adicionales sobre aspectos relacionados con el proyecto de buques de carácter innovador o de buques que no estén regidos por el presente código.

**1.2.3** Los criterios establecidos en esta parte deberían servir de orientación a las Administraciones si no se aplican las prescripciones nacionales.

## CAPÍTULO 2 – CRITERIOS RECOMENDADOS DE PROYECTO PARA DETERMINADOS TIPOS DE BUQUES

### 2.1 Buques pesqueros

#### 2.1.1 *Ámbito de aplicación*

Las disposiciones que figuran a continuación son aplicables a los buques pesqueros con cubierta y de navegación marítima definidos en la sección 2 de la introducción (Definiciones). Los criterios de estabilidad indicados en 2.1.3 y 2.1.4 *infra* se deberían cumplir en todas las condiciones de carga especificadas en 3.4.1.6, a menos que la Administración quede satisfecha de que la experiencia operacional justifica desviarse de los mismos.

#### 2.1.2 *Precauciones generales contra la zozobra*

Además de las precauciones generales mencionadas en 5.1, 5.2 y 5.3 de la parte B, las medidas que se enumeran a continuación deberían considerarse como una orientación preliminar sobre aspectos de estabilidad que influyen en la seguridad:

- .1 los artes de pesca y otros objetos pesados deberían estibarse adecuadamente en un lugar lo más bajo posible del buque;
- .2 debería ponerse especial cuidado cuando la tracción del arte de pesca pueda afectar negativamente a la estabilidad, por ejemplo, cuando se izan las redes con halador mecánico o el arte de arrastre se engancha en obstrucciones del fondo. La tracción del arte de pesca debería ejercerse desde un punto del buque lo más bajo posible, por encima de la flotación;
- .3 el equipo para soltar la cubertada en buques pesqueros que lleven la captura en cubierta, como arenque, por ejemplo, debería mantenerse en buen estado de funcionamiento;
- .4 cuando la cubierta principal esté preparada para el transporte de cubertadas, subdividida con tablonces de encajonar, entre éstos deberían dejarse espacios de dimensiones apropiadas que permitan que el agua fluya libremente hacia las portas de desagüe para impedir que se acumule;
- .5 para evitar que se corra la carga de pescado transportado a granel, las divisiones amovibles de las bodegas deberían ir debidamente instaladas;
- .6 es peligroso confiar en el gobierno automático, ya que ello puede entorpecer los cambios de rumbo que tal vez sean necesarios en condiciones de mal tiempo;

- .7 debería hacerse todo lo necesario para mantener el franco-bordo adecuado en las diversas condiciones de carga y cuando existan normas relativas a la línea de carga, éstas deberían cumplirse rigurosamente en todo momento; y
- .8 se debería poner especial cuidado cuando la tracción del arte de pesca dé lugar a ángulos de escora peligrosos, lo cual puede suceder cuando dicho arte se engancha en algún obstáculo submarino o al manipular artes de pesca, especialmente las de cerco de jareta, o si se rompe algún cable de las redes de arrastre. Los ángulos de escora producidos en esas situaciones por los artes de pesca pueden eliminarse utilizando dispositivos que permitan reducir o eliminar las fuerzas excesivas que ejerza el propio arte. Tales dispositivos no deberían suponer un peligro para el buque si se utilizan en circunstancias distintas de las previstas.

### 2.1.3 Criterios generales recomendados\*

**2.1.3.1** Los criterios generales de estabilidad sin avería que figuran en 2.2.1 a 2.2.3 de la parte A deberían aplicarse a los buques pesqueros de eslora igual o superior a 24 m, con la salvedad de que las prescripciones sobre la altura metacéntrica inicial  $GM_0$  (véase 2.2.4 en la parte A) en el caso de buques pesqueros de una sola cubierta no debería ser inferior a 0,35 m. En los buques de superestructura corrida o cuya eslora sea igual o superior a 70 m, la altura metacéntrica podrá reducirse a un valor que sea satisfactorio a juicio de la Administración, pero en ningún caso inferior a 0,15 m.

**2.1.3.2** La adopción por los países de criterios simplificados para aplicar esos valores básicos de estabilidad a sus propios tipos y clases de buques se reconoce como un método práctico y valioso para evaluar la estabilidad económicamente.

**2.1.3.3** Cuando para limitar el ángulo de balance se utilicen dispositivos que no sean quillas de balance, la Administración debería quedar convencida de que se observan los criterios de estabilidad mencionados en 2.1.3.1 en todas las condiciones operacionales.

### 2.1.4 Criterio de viento y balance intensos (criterio meteorológico) para buques pesqueros

**2.1.4.1** La Administración podrá aplicar lo dispuesto en 2.3 de la parte A a los buques pesqueros de eslora igual o superior a 45 m.

---

\* Véase la regla III/2 del Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos.

**2.1.4.2** En el caso de los buques pesqueros de eslora comprendida entre 24 m y 45 m, la Administración podrá aplicar lo dispuesto en 2.3 de la parte A. Igualmente, los valores de la presión del viento (véase 2.3.2 en la parte A) podrán tomarse del cuadro siguiente:

$h$ (m)	1	2	3	4	5	6 o más
$P$ (Pa)	316	386	429	460	485	504

donde  $h$  es la distancia vertical desde el centro del área vertical proyectada del buque por encima de la flotación hasta la flotación.

**2.1.5** *Recomendaciones sobre un criterio de estabilidad simplificado y provisional para buques pesqueros con cubierta de eslora inferior a 30 m*

**2.1.5.1** En los buques con cubierta de eslora inferior a 30 m debería utilizarse como criterio la siguiente fórmula aproximada para calcular la altura metacéntrica mínima  $GM_{\min}$  (en metros) en todas las condiciones operacionales:

$$GM_{\min} = 0,53 + 2B \left[ 0,075 - 0,37 \left( \frac{f}{B} \right) + 0,82 \left( \frac{f}{B} \right)^2 - 0,014 \left( \frac{B}{D} \right) - 0,032 \left( \frac{l_s}{L} \right) \right]$$

donde:

$L$  = eslora del buque en la flotación, en la condición de carga máxima (m)

$l_s$  = longitud real de la superestructura cerrada que se extienda de banda a banda (m)

$B$  = manga máxima del buque en la flotación, en la condición de máxima carga (m)

$D$  = puntal del buque medido verticalmente en los medios desde la línea base hasta la parte alta de la cubierta superior en el costado (m)

$f$  = francobordo mínimo medido verticalmente desde la parte alta de la cubierta superior en el costado hasta la flotación real (m).

Esta fórmula es aplicable a los buques con las características siguientes:

- .1  $f/B$  entre 0,02 y 0,2;
- .2  $l_s/L$  inferior a 0,6;
- .3  $B/D$  entre 1,75 y 2,15;

- .4 las ordenadas de la curva de arrufo a proa y a popa son iguales o superiores a las del arrufo estándar prescrito en la regla 38 8) del Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o su Protocolo de 1988 en su forma enmendada; y
- .5 la altura de la superestructura incluida en el cálculo no es inferior a 1,8 m.

En el caso de buques cuyos parámetros difieran de los límites anteriores, la fórmula debería aplicarse con especial cuidado.

**2.1.5.2** Con la fórmula anterior no se pretende sustituir los criterios básicos que figuran en 2.1.3 y 2.1.4, sino que debe emplearse únicamente en los casos en que no haya ni puedan obtenerse curvas transversales de estabilidad, curvas de alturas KM, ni curvas de brazos GZ para evaluar la estabilidad de un determinado buque.

**2.1.5.3** El valor calculado de la altura GM debería compararse con los valores reales de la altura GM para todas las condiciones de carga del buque. Si para determinar la altura GM real se utiliza una prueba de estabilidad basada en un desplazamiento estimado o cualquier otro método aproximado, debería añadirse un margen de seguridad al valor calculado de la altura  $GM_{\min}$ .

## 2.2 Pontones

### 2.2.1 *Ámbito de aplicación*

Las disposiciones que figuran a continuación son aplicables a los pontones de navegación marítima. Normalmente se considera que un pontón:

- .1 no va autopropulsado;
- .2 no lleva tripulación;
- .3 transporta sólo carga en cubierta;
- .4 tiene un coeficiente de bloque igual o superior a 0,9;
- .5 tiene una relación manga/puntal superior a 3; y
- .6 no tiene escotillas en cubierta, salvo pequeños registros cerrados por tapas y juntas.

### 2.2.2 *Planos y cálculos de estabilidad*

La información siguiente es la que se suele presentar a la Administración a efectos de aprobación:

- .1 plano de formas;



- .2 curvas hidrostáticas;
- .3 curvas cruzadas de estabilidad;
- .4 informe sobre las lecturas de calado y densidad y cálculo del desplazamiento en rosca y de la posición longitudinal del centro de gravedad;
- .5 justificación de la posición vertical del centro de gravedad supuesta; y
- .6 orientaciones simplificadas sobre estabilidad, tal como un diagrama de carga, que permitan cargar el pontón de conformidad con los criterios de estabilidad.

### 2.2.3 Realización de los cálculos

Por lo que respecta a los cálculos, se sugiere lo siguiente:

- .1 no debería tenerse en cuenta la flotabilidad de la cubertada (salvo que se haya autorizado una concesión por flotabilidad en el caso de cubertadas de madera firmemente sujetas);
- .2 deberían tenerse en cuenta factores tales como la absorción de agua (por ejemplo, de la madera), el agua retenida en la carga (por ejemplo, en tuberías) y la acumulación de hielo;
- .3 al realizar los cálculos de la escora producida por el viento:
  - .3.1 debería suponerse que la presión del viento es constante y, para operaciones de índole general, que actúa sobre una masa sólida que se extiende a todo lo largo de la cubierta de carga y hasta una altura supuesta por encima de dicha cubierta,
  - .3.2 debería suponerse que el centro de gravedad de la carga está situado en el punto medio de la altura de ésta, y
  - .3.3 el brazo de palanca debido al viento debería tomarse desde el centro de la cubertada hasta el punto medio del calado medio;
- .4 los cálculos deberían realizarse de modo que abarquen una gama completa de calados operacionales; y
- .5 debería suponerse que el ángulo de inundación descendente es aquél al que se sumerge una abertura por la que pueda producirse una inundación progresiva. Estas aberturas no incluyen las que van cerradas con una tapa de registro estanca, ni los respiraderos provistos de cierre automático.

## 2.2.4 Criterios de estabilidad sin avería

**2.2.4.1** El área bajo la curva de brazos adrizantes hasta el ángulo correspondiente al brazo adrizante máximo no debería ser inferior a 0,08 metros-radianes.

**2.2.4.2** El ángulo de escora estática producido por una carga del viento uniformemente distribuida de 540 Pa (velocidad del viento de 30 m/s) no debería ser superior al ángulo para el que se sumerja la mitad del franco-bordo en la condición pertinente de carga, donde el brazo de palanca del momento escorante producido por el viento se mide desde el centroide de la superficie expuesta al viento hasta el punto medio del calado.

**2.2.4.3** La gama mínima de estabilidad debería ser de:

20° si  $L \leq 100$  m

15° si  $L \geq 150$  m

Para las esloras intermedias se calculará por interpolación.

## 2.3 Buques portacontenedores de eslora superior a 100 m

### 2.3.1 *Ámbito de aplicación\**

Estas prescripciones son aplicables a los buques portacontenedores de eslora superior a 100 m definidos en la sección 2 de la introducción (Definiciones). También podrán aplicarse a otros buques de carga de dicha eslora que tengan un abanico pronunciado o un plano de flotación de gran área. La Administración podrá aplicar los criterios siguientes en lugar de los indicados en 2.2 de la parte A.

### 2.3.2 *Estabilidad sin avería*

**2.3.2.1** El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no debería ser inferior a 0,009/C metros-radianes hasta un ángulo de escora  $\varphi = 30^\circ$ , ni inferior a 0,016/C metros-radianes hasta  $\varphi = 40^\circ$ , o hasta el ángulo de inundación descendente  $\varphi_f$  (tal como se define en 2.2 de la parte A) si éste es inferior a  $40^\circ$ .

**2.3.2.2** Además, el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) entre los ángulos de escora de  $30^\circ$  y  $40^\circ$ , o entre  $30^\circ$  y  $\varphi_f$  si este ángulo es inferior a  $40^\circ$ , no debería ser inferior a 0,006/C metros-radianes.

---

\* Dado que los criterios de la presente sección se establecieron empíricamente a partir de los datos de buques portacontenedores de eslora inferior a 200 m, deberán extremarse las precauciones al aplicarlos a los buques que rebasen dichos límites.

**2.3.2.3** El brazo adrizante GZ debería ser como mínimo de  $0,033/C$  m a un ángulo de escora igual o superior a  $30^\circ$ .

**2.3.2.4** El brazo adrizante máximo debería ser como mínimo de  $0,042/C$  m.

**2.3.2.5** El área total bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) hasta el ángulo de inundación  $\varphi_f$  no debería ser inferior a  $0,029/C$  metros-radianes.

**2.3.2.6** En los criterios anteriores, el factor de forma  $C$  se calculará utilizando la fórmula siguiente y la figura 2.3-1:

$$C = \frac{d D'}{B_m^2} \sqrt{\frac{d}{KG}} \left( \frac{C_B}{C_W} \right)^2 \sqrt{\frac{100}{L}}$$

donde:

$d$  = calado medio (m)

$D'$  = puntal de trazado del buque, corregido para tener en cuenta partes definidas de los volúmenes delimitados por las brazolas de escotilla con arreglo a la fórmula:

$$D' = D + h \left( \frac{2b - B_D}{B_D} \right) \left( \frac{2\Sigma l_H}{L} \right) \text{ como se define en la figura 2.3-1}$$

$D$  = puntal de trazado del buque (m)

$B_D$  = manga de trazado del buque (m)

$KG$  = altura del centro de masa por encima de la base, corregida para tener en cuenta el efecto de superficie libre; no se empleará un valor de la altura  $KG$  inferior a  $d$  (m)

$C_B$  = coeficiente de bloque

$C_W$  = coeficiente del plano de flotación

$l_H$  = longitud de cada brazola de escotilla dentro de  $L/4$  a proa y a popa del centro del buque (m) (véase la figura 2.3-1)

$b$  = anchura media de las brazolas de escotilla dentro de  $L/4$  a proa y a popa del centro del buque (m) (véase la figura 2.3-1)

$h$  = altura media de las brazolas de escotilla dentro de  $L/4$  a proa y a popa del centro del buque (m) (véase la figura 2.3-1)

$L$  = eslora del buque (m)

$B$  = manga del buque en la línea de flotación (m)

$B_m$  = manga del buque en la línea de flotación a la mitad del calado medio (m)

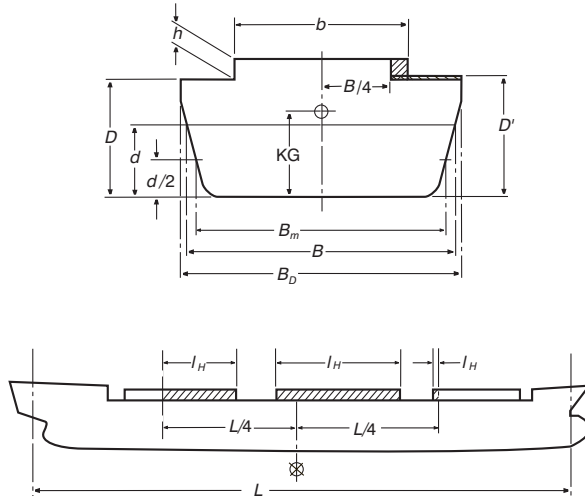


Figura 2.3-1

Las partes sombreadas de la figura 2.3-1 representan volúmenes parciales delimitados por las brazolas de escotilla que se considera contribuyen a la resistencia contra la zozobra con ángulos de escora amplios cuando el buque se encuentra en la cresta de la ola.

**2.3.2.7** Se recomienda la utilización de instrumentos electrónicos de carga y estabilidad para determinar el asiento y la estabilidad del buque en diferentes condiciones operacionales.

## 2.4 Buques de suministro mar adentro

### 2.4.1 Ámbito de aplicación

**2.4.1.1** Las disposiciones que figuran a continuación son aplicables a los buques de suministro mar adentro, definidos en la sección 2 de la introducción (Definiciones), de eslora igual o superior a 24 m. Los criterios alternativos de estabilidad indicados en 2.4.5 son aplicables a los buques de eslora no superior a 100 m.

**2.4.1.2** En lo que respecta a los buques que efectúan viajes próximos a la costa, según se definen en la sección “Definiciones”, los principios señalados en 2.4.2 deberían servir de orientación a la Administración para elaborar sus propias normas nacionales. La Administración podrá permitir la atenuación de las prescripciones del presente código en el caso de los buques que efectúen viajes próximos a sus propias costas si, a su juicio, las condiciones operacionales de tales buques hacen irrazonable o innecesario el cumplimiento de las disposiciones del presente código.

**2.4.1.3** Cuando en un servicio similar se utilicen buques que no sean buques de suministro mar adentro, según se definen éstos en la sección “Definiciones”, la Administración debería determinar hasta qué punto cabrá exigirles que cumplan las disposiciones del presente código.

#### **2.4.2** *Principios que rigen los viajes próximos a la costa*

**2.4.2.1** Al definir, a los efectos del presente código, los viajes próximos a la costa, la Administración no debería imponer a los buques que tengan derecho a enarbolar el pabellón de otro Estado y estén dedicados a realizar tales viajes normas de proyecto y de construcción más rigurosas que las establecidas para los buques con derecho a enarbolar su propio pabellón. La Administración no debería imponer en ningún caso normas más rigurosas, respecto de buques que tengan derecho a enarbolar el pabellón de otro Estado, que las establecidas en el presente código para los buques no dedicados a realizar viajes próximos a la costa.

**2.4.2.2** Por lo que respecta al proyecto y la construcción de buques dedicados regularmente a realizar viajes próximos a la costa de otro Estado, la Administración debería establecer normas que sean al menos iguales a las prescritas por el Gobierno del Estado frente a cuyas costas naveguen esos buques, a condición de que dichas normas no sean más rigurosas que las establecidas en el presente código para los buques no dedicados a realizar viajes próximos a la costa.

**2.4.2.3** Todo buque dedicado a realizar viajes que rebasen los límites de los viajes próximos a la costa deberían cumplir las disposiciones del presente código.

#### **2.4.3** *Precauciones contra la zozobra en la fase de construcción*

**2.4.3.1** Si es posible, el acceso al espacio de máquinas debería habilitarse en el castillo. Todo acceso al espacio de máquinas desde la cubierta expuesta de carga debería estar provisto de dos cierres estancos a la intemperie. El

acceso a los espacios situados por debajo de la cubierta expuesta de carga debería habilitarse, preferiblemente, desde un punto situado dentro o por encima de la cubierta de la superestructura.

**2.4.3.2** El área de las portas de desagüe situadas en las amuradas de la cubierta de carga debería ajustarse como mínimo a lo prescrito en la regla 24 del Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o su Protocolo de 1988, en su forma enmendada, según proceda. Debería estudiarse cuidadosamente la disposición de las portas de desagüe para asegurar la máxima eficacia en el drenaje del agua que se acumule en cubertadas de tuberías o en nichos del extremo popel del castillo. En el caso de los buques que naveguen en zonas donde sea probable la formación de hielo, no deberían instalarse obturadores en las portas de desagüe.

**2.4.3.3** La Administración debería prestar especial atención al drenaje adecuado de los puestos de estiba de tuberías, teniendo en cuenta las características del buque de que se trate. No obstante, el área prevista para el drenaje de los puestos de estiba de tuberías debería ser superior a la prescrita para las portas de desagüe en las amuradas de la cubierta de carga, y en las aberturas no deberían instalarse obturadores.

**2.4.3.4** Todo buque dedicado a operaciones de remolque debería ir provisto de medios para soltar rápidamente el cabo de remolque.

#### **2.4.4** *Precauciones operacionales contra la zozobra*

**2.4.4.1** La carga estibada en cubierta debería disponerse con miras a evitar la obstrucción de las portas de desagüe o de las aberturas necesarias para que el agua corra desde los puestos de estiba de tuberías hacia dichas portas.

**2.4.4.2** En todas las condiciones operacionales debería mantenerse un francobordo a popa de 0,005 *L* como mínimo.

#### **2.4.5** *Criterios de estabilidad*

**2.4.5.1** Los criterios de estabilidad que figuran en 2.2 de la parte A se aplicarán a todos los buques de suministro mar adentro, con la salvedad de aquéllos cuyas características les impidan cumplir con la referida disposición.

**2.4.5.2** Cuando las características de un buque hagan impracticable el cumplimiento de lo dispuesto en 2.2 de la parte A, se recomienda aplicar los siguientes criterios equivalentes:

- .1 el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no debería ser inferior a 0,07 metros-radianes hasta un ángulo

de  $15^\circ$  si el brazo adrizante máximo (GZ) se da a un ángulo igual a  $15^\circ$  o de 0,055 metro-radián hasta un ángulo de  $30^\circ$  si el brazo adrizante máximo (GZ) se da a un ángulo igual o superior a  $30^\circ$ . Cuando el brazo adrizante máximo (GZ) se dé a un ángulo comprendido entre  $15^\circ$  y  $30^\circ$ , el área correspondiente bajo la curva de brazos adrizantes debería ser igual a:

$$0,055 + 0,001 (30^\circ - \varphi_{\max}) \text{ metros-radianes; }^*$$

- .2 el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) entre los ángulos de escora de  $30^\circ$  y  $40^\circ$ , o entre  $30^\circ$  y  $\varphi_i$ , si este ángulo es inferior a  $40^\circ$ , no será inferior a 0,03 metros-radianes;
- .3 el brazo adrizante (GZ) debería ser como mínimo de 0,2 m a un ángulo de escora igual o superior a  $30^\circ$ ;
- .4 el brazo adrizante máximo (GZ) debería darse a un ángulo de escora no inferior a  $15^\circ$ ;
- .5 la altura metacéntrica transversal inicial ( $GM_0$ ) no debería ser inferior a 0,15 m; y
- .6 véanse además 2.1.3 a 2.1.5 de la parte A y 5.1 de la parte B.

## 2.5 Buques para fines especiales

### 2.5.1 *Ámbito de aplicación*

Las disposiciones que figuran a continuación son aplicables a los buques para fines especiales definidos en la sección 2 de la introducción (Definiciones) cuyo arqueo bruto no sea inferior a 500. La Administración podrá asimismo aplicar dichas disposiciones, dentro de lo razonable y posible, a los buques para fines especiales de arqueo bruto inferior a 500.

### 2.5.2 *Criterios de estabilidad*

La estabilidad sin avería de los buques para fines especiales debería ajustarse a lo dispuesto en 2.2 de la parte A, aunque podrán utilizarse los criterios especificados en 2.4.5 de la parte B aplicables a los buques de suministro mar adentro si se trata de buques para fines especiales de eslora inferior a 100 m cuyo proyecto y características sean parecidos.

---

\*  $\varphi_{\max}$  es el ángulo de escora, expresado en grados, en el que la curva de brazos adrizantes alcanza su valor máximo.

## 2.6 Unidades móviles de perforación mar adentro

### 2.6.1 *Ámbito de aplicación*

**2.6.1.1** Las disposiciones que figuran a continuación son aplicables a las unidades móviles de perforación mar adentro definidas en la sección 2 de la Introducción (Definiciones) cuya quilla haya sido colocada, o cuya construcción se halle en una fase equivalente, el 1 de mayo de 1991 o posteriormente. En cuanto a las unidades construidas antes de esa fecha, deberían aplicarse las disposiciones correspondientes del capítulo 3 de la resolución A.414(XI).

**2.6.1.2** El Estado ribereño podrá permitir que cualquier unidad proyectada con arreglo a una norma menos rigurosa que la estipulada en el presente capítulo realice sus operaciones, habida cuenta de las condiciones ambientales locales. No obstante, tal unidad debería cumplir las prescripciones de seguridad que a juicio del Estado ribereño sean adecuadas para las operaciones previstas y garanticen la seguridad general de la unidad y del personal a bordo.

### 2.6.2 *Curvas de momentos adrizantes y momentos escorantes producidos por el viento*

**2.6.2.1** Deberían prepararse curvas de momentos adrizantes y de momentos escorantes producidos por el viento análogas a las de la figura 2.6-1, basadas en cálculos que abarquen toda la gama de calados de servicio, incluidos los correspondientes a las condiciones de tránsito, teniendo en cuenta el máximo de carga y de equipo en cubierta en la ubicación más desfavorable aplicable. Las curvas de momentos adrizantes y de momentos escorantes producidos por el viento deberían referirse a los ejes más críticos. También debería tenerse presente la superficie libre de los líquidos en los tanques.

**2.6.2.2** Cuando el equipo sea de un tipo tal que pueda arriarse y estibarse, es posible que se necesiten curvas complementarias de momentos escorantes producidos por el viento; los datos correspondientes deberían indicar claramente la ubicación de dicho equipo.

**2.6.2.3** Las curvas de momentos escorantes producidos por el viento deberían trazarse con respecto a las fuerzas del viento calculadas mediante la fórmula siguiente:

$$F = 0,5 \cdot C_S \cdot C_H \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A$$

donde:

$F$  = fuerza del viento (N)

$C_S$  = coeficiente de forma, que depende de la forma del elemento estructural expuesto al viento (véase el cuadro 2.6.2.3-1)





Cuadro 2.6.2.3-2 – Valores del coeficiente  $C_H$

Altura sobre el nivel del mar (m)	$C_H$
0-15,3	1,00
15,3-30,5	1,10
30,5-46	1,20
46,0-61	1,30
61,0-76	1,37
76,0-91,5	1,43
91,5-106,5	1,48
106,5-122	1,52
122,0-137	1,56
137,0-152,5	1,60
152,5-167,5	1,63
167,5-183	1,67
183,0-198	1,70
198,0-213,5	1,72
213,5-228,5	1,75
228,5-244	1,77
244,0-256	1,79
superior a 256	1,80

**2.6.2.4** Deberían considerarse las fuerzas del viento en cualquier dirección con respecto a la unidad, y los valores de la velocidad del viento deberían ser los siguientes:

- .1 en general, para las condiciones operacionales normales mar adentro se debería tomar una velocidad mínima del viento de 36 m/s (70 nudos), y de 51,5 m/s (100 nudos) para las condiciones de temporal muy duro; y
- .2 cuando una unidad sólo vaya a operar en lugares abrigados (aguas interiores protegidas, tales como lagos, bahías, marismas, ríos, etc.), debería tenerse en cuenta una velocidad del viento no inferior a 25,8 m/s (50 nudos) para las condiciones operacionales normales.

**2.6.2.5** En el cálculo de las áreas proyectadas en el plano vertical deberían incluirse, utilizando el factor de forma adecuado, las áreas de las superficies expuestas al viento a causa de la escora o del asiento, como por ejemplo las

superficies bajo cubierta. Si se trata de una estructura expuesta de celosía, podrá calcularse aproximadamente su área proyectada tomando un 30 % del área de conjunto proyectada de las secciones frontal y posterior, es decir, el 60 % del área proyectada de uno de los lados.

**2.6.2.6** En el cálculo de los momentos escorantes producidos por el viento, el brazo de palanca de la fuerza escorante del viento debería tomarse verticalmente desde el centro de presión de todas las superficies expuestas al viento hasta el centro de resistencia lateral de la obra viva de la unidad. Se supondrá que la unidad flota libremente sin restricciones debidas al amarre.

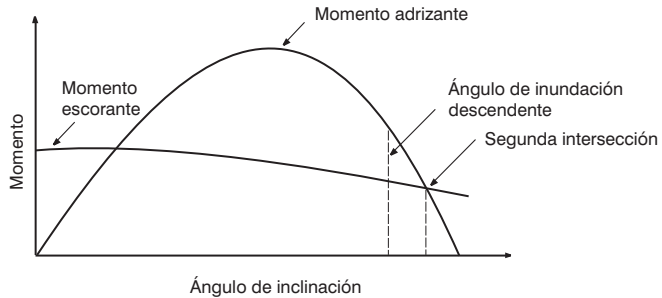
**2.6.2.7** La curva de momentos escorantes producidos por el viento debería calcularse con un número suficiente de ángulos de escora como para definir la curva. En el caso de las unidades con forma de buque se puede suponer que la curva varía en función del coseno de la escora del buque.

**2.6.2.8** En lugar de utilizar el método indicado en 2.6.2.3 a 2.6.2.7, los momentos escorantes producidos por el viento podrán obtenerse mediante pruebas realizadas en un túnel aerodinámico con un modelo representativo de la unidad. En la determinación de esos momentos deberían considerarse los efectos de sustentación y resistencia correspondientes a los distintos ángulos de escora aplicables.

### **2.6.3** *Criterios de estabilidad sin avería*

**2.6.3.1** La estabilidad de una unidad debería satisfacer en cada una de las modalidades operacionales los siguientes criterios (véase también la figura 2.6-2):

- .1** para las unidades de superficie y las autoelevadoras, el área bajo la curva de momentos adrizantes hasta la segunda intersección o hasta el ángulo de inundación descendente, si este valor es menor, debería rebasar en un 40 %, cuando menos, el área bajo la curva de momentos escorantes producidos por el viento, hasta el mismo ángulo límite;
- .2** para las unidades estabilizadas por columnas, el área bajo la curva de momentos adrizantes hasta el ángulo de inundación descendente debería rebasar en un 30 %, cuando menos, el área bajo la curva de momentos escorantes producidos por el viento, hasta el mismo ángulo límite; y
- .3** la curva de momentos adrizantes debería ser positiva en toda la gama de ángulos comprendida entre la posición de adrizado y la segunda intersección.



**Figura 2.6-2** – *Curvas de momentos adrizantes y de momentos escorantes*

**2.6.3.2** Cada unidad debería tener aptitud para quedar en situación de afrontar condiciones de temporal muy duro con la rapidez que exijan las condiciones meteorológicas. Los procedimientos recomendados y el tiempo necesario aproximado, consideradas las condiciones operacionales y las de tránsito, deberían figurar en el manual de instrucciones que se indica en 3.6.2. Habrá de ser posible quedar en dicha situación sin tener que retirar o cambiar de lugar los productos consumibles sólidos u otra carga variable. No obstante, la Administración podrá permitir que para ello se cargue una unidad más allá del punto en el que habría que retirar o cambiar de lugar esos productos para una situación de temporal muy duro, en las condiciones siguientes, siempre que no se exceda la altura KG admisible prescrita:

- .1 en una posición geográfica en la que las condiciones meteorológicas, anualmente o en cada estación, no empeoren lo bastante como para exigir que una unidad quede en situación de afrontar condiciones de temporal muy duro, o
- .2 cuando sea necesario que una unidad soporte carga suplementaria en cubierta durante un breve plazo comprendido dentro de los límites de un pronóstico meteorológico favorable.

Las posiciones geográficas y las condiciones meteorológicas y de carga en que esto esté permitido deberían consignarse en el manual de instrucciones.

**2.6.3.3** La Administración podrá considerar otros criterios de estabilidad siempre que se mantenga un grado equivalente de seguridad y se demuestre que tales criterios ofrecen una estabilidad inicial suficiente. Para determinar si tales criterios son aceptables, la Administración debería remitirse como mínimo a los puntos siguientes y, tomarlos en consideración según proceda:

- .1 las condiciones ambientales que representen vientos (incluidas ráfagas) y olas que respondan a la realidad, apropiados para el

servicio de la unidad en cualquier lugar del mundo y con diversas modalidades operacionales;

- .2 la respuesta dinámica de la unidad. El análisis debería incluir los resultados de pruebas en túnel aerodinámico, en canal hidrodinámico y de simulación no lineal, si procede. Los espectros de vientos y olas utilizados deberían abarcar suficientes gamas de frecuencias, de modo que se garantice la obtención de las respuestas dinámicas críticas;
- .3 el riesgo de inundación teniendo en cuenta las respuestas dinámicas en mar encrespada;
- .4 el riesgo de zozobra, considerando la energía de recuperación y la inclinación estática de la unidad debida a un viento de velocidad media y a la respuesta dinámica máxima; y
- .5 un margen de seguridad adecuado para tener en cuenta las incertidumbres.

En 2.6.4 figura un ejemplo de criterios alternativos aplicables a las unidades semisumergibles de pontones gemelos estabilizadas por columnas.

**2.6.4** *Ejemplo de criterios alternativos de estabilidad sin avería aplicables a las unidades semisumergibles de pontones gemelos estabilizadas por columnas*

**2.6.4.1** Los criterios que se exponen seguidamente son sólo aplicables a las unidades semisumergibles de pontones gemelos estabilizadas por columnas, en condiciones de temporal muy duro, cuyos parámetros queden dentro de los límites siguientes:

$$V_p/V_t \quad \text{entre } 0,48 \text{ y } 0,58$$

$$A_{wp}/(V_c)^{2/3} \quad \text{entre } 0,72 \text{ y } 1,00$$

$$I_{wp}/[V_c \cdot (L_{ptn}/2)] \quad \text{entre } 0,40 \text{ y } 0,70.$$

Los parámetros empleados en estas ecuaciones se definen en 2.6.4.3.

**2.6.4.2** Criterios de estabilidad sin avería

La estabilidad de una unidad en la modalidad operacional de aguante debería satisfacer los criterios siguientes:

### 2.6.4.2.1 Criterios de prevención de la zozobra

Estos criterios se basan en las curvas de momentos escorantes producidos por el viento y de momentos adrizantes, calculadas ambas con respecto al calado de aguante, según se indica en 2.6.2 del presente código. El área 'B', correspondiente a la energía de reserva, debería ser igual o superior al 10 % del área 'A', correspondiente a la respuesta dinámica, según se indica en la figura 2.6-3.

$$\text{Área 'B'}/\text{Área 'A'} \geq 0,10$$

donde:

Área 'A' es el área bajo la curva de momentos adrizantes medida desde  $\varphi_1$  hasta  $(\varphi_1 + 1,15 \cdot \varphi_{\text{dyn}})$

Área 'B' es el área bajo la curva de momentos adrizantes medida desde  $(\varphi_1 + 1,15 \cdot \varphi_{\text{dyn}})$  hasta  $\varphi_2$

$\varphi_1$  es el ángulo de la primera intersección con la curva de momentos escorantes producidos por un viento de 100 nudos

$\varphi_2$  es el ángulo de la segunda intersección con la curva de momentos escorantes producidos por un viento de 100 nudos

$\varphi_{\text{dyn}}$  es el ángulo de respuesta dinámica debida a las olas y el viento fluctuante

$$\varphi_{\text{dyn}} = (10,3 + 17,8 \cdot C)/(1 + GM/(1,46 + 0,28 \cdot BM))$$

$$C = (L_{\text{ptn}}^{5/3} \cdot VCP_{w1} \cdot A_w \cdot V_p \cdot V_c^{1/3})/(I_{wp}^{5/3} \cdot V_t)$$

Los parámetros empleados en estas ecuaciones se definen en 2.6.4.3.

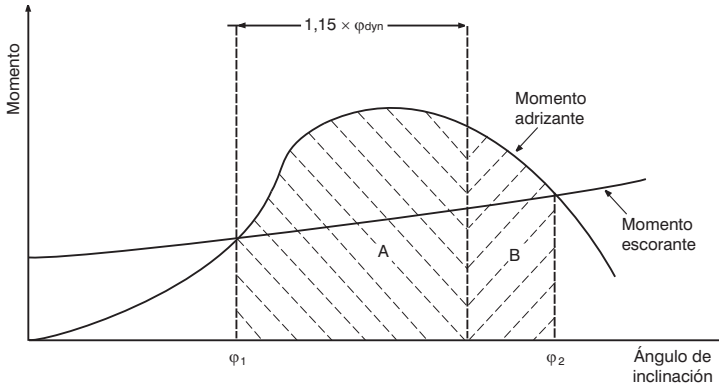
### 2.6.4.2.2 Criterios de prevención de la inundación descendente

Estos criterios se basan en las dimensiones físicas de la unidad y en los movimientos relativos de la misma con relación al ángulo de inclinación estática producido por un viento de 75 nudos y medido con respecto al calado de aguante. La distancia inicial de inundación descendente (DFD<sub>0</sub>) debe ser mayor que la reducción de la distancia de inundación descendente con calado de aguante, según se indica en la figura 2.6-4.

$$\text{DFD}_0 - \text{RDFD} > 0,0$$

donde:

DFD<sub>0</sub> es la distancia inicial de inundación descendente con respecto a  $D_m$  (m)



**Figura 2.6-3** – Curvas de momentos adrizantes y de momentos escorantes

RDFD es la reducción de la distancia de inundación descendente (m), igual a  $SF \cdot (k \cdot QSD_1 + RMW)$

SF es igual a 1,1, factor de seguridad para tener en cuenta incertidumbres en el análisis, como las debidas a efectos no lineales

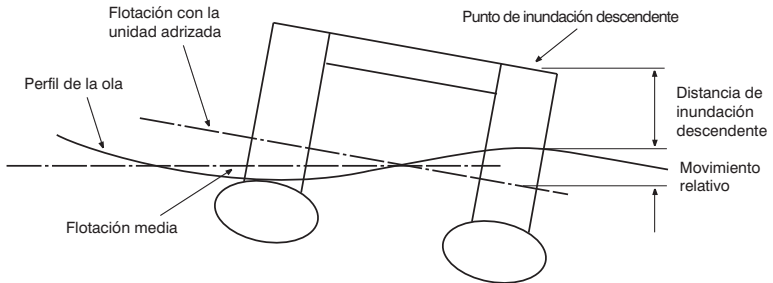
k (factor de correlación) es igual a  $0,55 + 0,08 \cdot (a - 4) + 0,056 \cdot (1,52 - GM)$   
(no se empleará un valor de GM superior a 2,44 m)

a es igual a  $(FBD_0/D_m) \cdot (S_{ptn} \cdot L_{ccc})/A_{wp}$   
(no se empleará un valor de a inferior a 4)

$QSD_1$  es igual a  $DFD_0$  menos la distancia de inundación descendente cuasiestática a un ángulo  $\varphi_1$  (m), no se empleará un valor inferior a 3 m

RMW es el movimiento relativo producido por las olas con relación al ángulo  $\varphi_1$  (m), igual a  $9,3 + 0,11 \cdot (X - 12,19)$

X es igual a  $D_m \cdot (V_t/V_p) \cdot (A_{wp}^2/l_{wp}) \cdot (L_{ccc}/L_{ptn})$   
(no se empleará un valor de X inferior a 12,19 m)



**Figura 2.6-4** – Definición de la distancia de inundación descendente y el movimiento relativo

Los parámetros empleados en estas ecuaciones se definen en 2.6.4.3.

### 2.6.4.3 Parámetros geométricos

- $A_{wp}$  es el área del plano de la flotación con el calado de aguante, incluida, si procede, la aportación de las riostras ( $m^2$ )
- $A_w$  es el área efectiva expuesta al viento con la unidad adrizada (área proyectada x coeficiente de forma x coeficiente de altura) ( $m^2$ )
- BM es la distancia vertical entre el metacentro y el centro de carena, con la unidad adrizada (m)
- $D_m$  es el calado inicial de aguante (m)
- $FBD_0$  es la distancia vertical desde  $D_m$  hasta el borde superior de la cubierta expuesta más alta, en el costado (m)
- GM en 2.6.4.2.1 es la altura metacéntrica calculada con respecto al eje de balance o al diagonal, si con éste la relación de energía de reserva 'B'/'A' es menor. Generalmente es el eje diagonal, ya que en esa posición la unidad presenta una mayor área proyectada expuesta al viento, lo cual influye en los tres ángulos característicos mencionados *supra* (m)
- GM en 2.6.4.2.2 es la altura metacéntrica calculada con respecto al eje que dé lugar al margen mínimo de distancia de inundación descendente (o sea, generalmente el eje que supone la distancia  $QSD_1$  mayor) (m)



- $I_{wp}$  es el segundo momento de inercia del plano de la flotación con el calado de aguante, incluida si procede la aportación de las riostras ( $m^4$ )
- $L_{ccc}$  es la distancia longitudinal entre los centros de las columnas de las esquinas (m)
- $L_{ptn}$  es la eslora de cada pontón (m)
- $S_{ptn}$  es la distancia transversal entre los planos de crujía de los pontones (m)
- $V_c$  es el volumen total de todas las columnas, desde la parte superior de los pontones hasta el tope de la estructura de las columnas, sin contar el volumen incluido en la cubierta superior ( $m^3$ )
- $V_p$  es el volumen total combinado de ambos pontones ( $m^3$ )
- $V_t$  es el volumen total de las estructuras (pontones, columnas y riostras) que contribuyen a la flotabilidad de la unidad desde su línea base hasta el tope de la estructura de las columnas, sin contar el volumen incluido en la cubierta superior ( $m^3$ )
- $VCP_{w1}$  es la altura del centro de presión del viento por encima de  $D_m$  (m)

**2.6.4.4** Formulario para la evaluación de los criterios de prevención de la zozobra

*Datos de entrada*

- GM ..... = ..... m
- BM ..... = ..... m
- $VCP_{w1}$  ..... = ..... m
- $A_w$  ..... = .....  $m^2$
- $V_t$  ..... = .....  $m^3$
- $V_c$  ..... = .....  $m^3$
- $V_p$  ..... = .....  $m^3$
- $I_{wp}$  ..... = .....  $m^4$
- $L_{ptn}$  ..... = ..... m

Datos calculados

$$\varphi_1 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ grados}$$

$$\varphi_2 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ grados}$$

$$C = (L_{\text{ptn}}^{5/3} \cdot VCP_{w1} \cdot A_w \cdot V_p \cdot V_c^{1/3}) / (I_{wp}^{5/3} \cdot V_t) = \dots\dots\dots \text{ m}^{-1}$$

$$\varphi_{\text{dyn}} = (10,3 + 17,8 \cdot C) / (1,0 + GM / (1,46 + 0,28 \cdot BM))$$

$$= \dots\dots\dots \text{ grados}$$

$$\text{Área 'A'} \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m-grados}$$

$$\text{Área 'B'} \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m-grados}$$

Resultados Relación de energía de reserva:

$$'B'/'A' = \dots\dots\dots (\text{mínimo} = 0,1)$$

$$GM = \dots\dots\dots \text{ m} \quad (KG = \dots\dots\dots \text{ m})$$

**Nota:** La altura GM mínima es la que produce una relación 'B'/'A' = 0,1.

**2.6.4.5** Formulario para la evaluación de los criterios de prevención de la inundación descendente

Datos de entrada

$$DFD_0 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$$

$$FBD_0 \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$$

$$GM \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$$

$$D_m \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$$

$$V_t \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}^3$$

$$V_p \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}^3$$

$$A_{wp} \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}^2$$

$$I_{wp} \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}^4$$

$$L_{\text{ccc}} \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$$

$$L_{\text{ptn}} \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$$

$$S_{\text{ptn}} \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$$

$$SF \dots\dots\dots = 1,1$$

Datos calculados

$$\begin{aligned} \Phi_1 & \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ grados} \\ \text{DFD}_1 & \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m} \\ \text{QSD}_1 = \text{DFD}_0 - \text{DFD}_1 & \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m} \\ a = (\text{FBD}_0/D_m) \cdot (S_{\text{ptn}} \cdot L_{\text{ccc}})/A_{\text{wpp}} & = \dots\dots\dots \quad (a_{\text{min}} = 4,0) \\ k = 0,55 + 0,08 \cdot (a - 4,0) + 0,056 \cdot (1,52 - \text{GM}) & \\ & = \dots\dots\dots \text{ m} \quad (\text{GM}_{\text{max}} = 2,44 \text{ m}) \\ X = D_m \cdot (V_t/V_p) \cdot (A_{\text{wpp}}^2/I_{\text{wpp}}) \cdot (L_{\text{ccc}}/L_{\text{ptn}}) & = \dots\dots\dots \text{ m} \quad (X_{\text{min}} = 12,19 \text{ m}) \\ \text{RMW} = 9,3 + 0,11 \cdot (X - 12,19) & = \dots\dots\dots \text{ m} \\ \text{RDFD} = \text{SF} \cdot (k \cdot \text{QSD}_1 + \text{RMW}) & = \dots\dots\dots \text{ m} \end{aligned}$$

Resultados      Margen de inundación descendente:

$$\begin{aligned} \text{DFD}_0 - \text{RDFD} & = \dots\dots\dots \text{ m} \quad (\text{mínimo} = 0,0 \text{ m}) \\ \text{GM} & = \dots\dots\dots \text{ m} \quad (\text{KG} = \dots\dots\dots \text{ m}) \end{aligned}$$

**Nota:** La altura GM mínima es la que produce un margen de inundación descendente = 0,0 m.

## **CAPÍTULO 3 – ORIENTACIONES PARA ELABORAR LA INFORMACIÓN SOBRE ESTABILIDAD**

### **3.1 Efecto de las superficies libres de los líquidos en los tanques**

**3.1.1** En todas las condiciones de carga, la altura metacéntrica inicial y la curva de los brazos adrizantes deberían corregirse con el efecto de superficie libre de los líquidos en los tanques.

**3.1.2** El efecto de superficie libre debería tenerse en cuenta siempre que el nivel de llenado de un tanque sea inferior al 98 % del nivel de llenado total. No será necesario considerar el efecto de superficie libre cuando un tanque esté nominalmente lleno, es decir, cuando su nivel de llenado sea igual o superior al 98 %. Los efectos de superficie libre en los tanques pequeños podrán no considerarse cuando se dé la condición indicada en 3.1.12.\*

Sin embargo, los tanques de carga nominalmente llenos deberían ser objeto de una corrección para tener en cuenta los efectos de las superficies libres con un nivel de llenado del 98 %. Al hacerlo, la corrección de la altura metacéntrica inicial debería basarse en el momento de inercia de la superficie del líquido con un ángulo de escora de 5° dividido por el desplazamiento, y se sugiere que la corrección del brazo adrizante se haga teniendo en cuenta el momento de desplazamiento real de las cargas líquidas.

**3.1.3** Los tanques que se tienen en cuenta al determinar la corrección por superficie libre quedan comprendidos en una de las dos categorías siguientes:

- .1** tanques con niveles de llenado fijos (por ejemplo: cargas líquidas, lastre de agua). La corrección por superficie libre debería determinarse con arreglo al nivel de llenado real de cada tanque; o
- .2** tanques con niveles de llenado variables (por ejemplo, líquidos consumibles, tales como fueloil, dieseloil, agua dulce, y también cargas líquidas y lastre de agua durante las operaciones de trasvase de líquidos). Salvo por lo autorizado en 3.1.5 y 3.1.6, la corrección por superficie libre debería ser el valor máximo alcanzable entre los límites de llenado previstos para cada tanque con arreglo a cualquier instrucción de funcionamiento.

---

\* Véanse los criterios relativos al proyecto de estabilidad sin avería que figuran en la regla I/27 del Convenio MARPOL, así como la Interpretación unificada 45.

**3.1.4** Al calcular los efectos de superficie libre de los tanques que contengan líquidos consumibles debería darse por supuesto que, para cada tipo de líquido, al menos un par de tanques transversales o un solo tanque central tienen una superficie libre, y el tanque o la combinación de tanques considerados deberían ser aquellos en los que el efecto de superficie libre sea mayor.

**3.1.5** Cuando los tanques de lastre de agua, incluidos los tanques anti-balance y los tanques adrizantes, tengan que ser llenados o descargados durante la travesía, el efecto de superficie libre debería calcularse de modo que se tenga en cuenta la fase más crítica relacionada con tales operaciones.

**3.1.6** En los buques que estén realizando operaciones de trasvase de líquidos, las correcciones por superficie libre para cada fase\* de la operación de trasvase de líquidos podrán determinarse con arreglo al nivel de llenado de cada tanque correspondiente a tal fase de la operación de trasvase.

**3.1.7** Las correcciones de la altura metacéntrica inicial y de la curva de brazos adrizantes deberían considerarse por separado, según se indica a continuación.

**3.1.8** Al determinar la corrección de la altura metacéntrica inicial, los momentos de inercia transversales de los tanques deberían calcularse con un ángulo de escora de  $0^\circ$ , con arreglo a las categorías indicadas en 3.1.3.

**3.1.9** La curva de brazos adrizantes podrá corregirse siguiendo uno de los métodos indicados a continuación, a reserva del consentimiento de la Administración:

- .1 corrección basada en el momento de efectuarse el trasvase de líquidos para cada ángulo de escora calculado; o
- .2 corrección basada en el momento de inercia, calculado con un ángulo de escora de  $0^\circ$ , modificada para cada ángulo de escora calculado.

**3.1.10** Las correcciones podrán calcularse con arreglo a 3.1.2.

**3.1.11** Cualquiera que sea el método seleccionado para corregir la curva de brazos adrizantes, en el cuadernillo de estabilidad del buque sólo debería presentarse el método elegido. No obstante, cuando se describa otro

---

\* A fin de cumplir esta recomendación, podrá evaluarse una cantidad suficiente de condiciones de carga que representen las fases inicial, intermedia y final de la operación de llenado o descarga, utilizando la corrección por superficie libre al nivel de llenado en cada tanque en la fase correspondiente.

método opcional para el cálculo manual de las condiciones de carga, debería añadirse una explicación de las diferencias que puedan surgir en los resultados, así como un ejemplo de corrección para cada variante.

**3.1.12** No será necesario incluir en la corrección los tanques pequeños que cumplan la condición dada por la fórmula siguiente, que corresponde a una inclinación de 30°:

$$M_{fs} / \Delta_{min} < 0,01 \text{ m}$$

donde:

$M_{fs}$  es el momento de superficie libre (tm)

$\Delta_{min}$  es el desplazamiento mínimo del buque calculado en  $d_{min}$  (t)

$d_{min}$  es el calado medio de servicio mínimo de un buque sin carga, con el 10 % de provisiones y el mínimo de agua de lastre, si es necesario (m).

**3.1.13** No es necesario tener en cuenta, en los cálculos de las correcciones, los residuos de líquidos que quedan normalmente en los tanques vacíos, siempre y cuando el total de los residuos de líquidos no produzca un efecto de superficie libre considerable.

## **3.2 Lastre permanente**

Si se utiliza lastre permanente, éste debería colocarse con arreglo a un plan aprobado por la Administración y de forma que no pueda variar de posición. El lastre permanente no debería retirarse del buque ni cambiarse de lugar dentro del mismo sin el permiso de la Administración. La información sobre este tipo de lastre debería quedar registrada en el cuadernillo de estabilidad del buque.

## **3.3 Evaluación del cumplimiento de los criterios de estabilidad\***

**3.3.1** Salvo que el presente código estipule lo contrario, para evaluar en general si se satisfacen los criterios de estabilidad, se trazarán, a partir de los

---

\* La evaluación del cumplimiento de los criterios de estabilidad deberá llevarse a cabo con cautela, especialmente en lo que respecta a las condiciones en que puedan preverse operaciones de trasvase de líquidos, a fin de garantizar el cumplimiento de los criterios de estabilidad en todas las etapas del viaje.

supuestos del presente código, las curvas de estabilidad correspondientes a las condiciones principales de carga previstas por el propietario en relación con las operaciones del buque.

**3.3.2** Si el propietario del buque no facilita información suficientemente detallada acerca de las mencionadas condiciones de carga, deberían realizarse los cálculos correspondientes a las condiciones normales de carga.

## **3.4 Condiciones normales de carga que deben examinarse**

### **3.4.1 Condiciones de carga**

Las condiciones típicas de carga a que se hace referencia en el texto del presente código son las siguientes:

#### **3.4.1.1 Buques de pasaje:**

- .1 buque en la condición de salida a plena carga, con la totalidad de provisiones y combustible y de pasajeros con su equipaje;
- .2 buque en la condición de llegada a plena carga, con la totalidad de pasajeros con su equipaje, pero con sólo el 10 % de provisiones y combustible;
- .3 buque sin carga pero con la totalidad de provisiones y combustible y de pasajeros con su equipaje; y
- .4 buque en las mismas condiciones que en .3 *supra*, pero con sólo el 10 % de provisiones y combustible.

#### **3.4.1.2 Buques de carga:**

- .1 buque en la condición de salida a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con la totalidad de provisiones y combustible;
- .2 buque en la condición de llegada a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en todos los espacios de carga y con el 10 % de provisiones y combustible;
- .3 buque en la condición de salida en lastre, sin carga, pero con la totalidad de provisiones y combustible; y
- .4 buque en la condición de llegada en lastre, sin carga, pero con el 10 % de provisiones y combustible.

#### **3.4.1.3 Buques de carga destinados a llevar carga en cubierta:**

- .1 buque en la condición de salida a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en las bodegas, con una cubertada de medidas y masa especificadas y con la totalidad de provisiones y combustible; y

- .2 buque en la condición de llegada a plena carga, distribuida ésta de forma homogénea en las bodegas, con una cubertada de medidas y masa especificadas y con el 10 % de provisiones y combustible.

**3.4.1.4** Buques de carga destinados a transportar cubertadas de madera:

Las condiciones de carga que deberían tenerse en cuenta para los buques que transporten cubertadas de madera se especifican en 3.4.1.3. La estiba de las cubertadas de madera debería satisfacer las disposiciones del capítulo 3 del Código de prácticas de seguridad para buques que transporten cubertadas de madera, 1991 (resolución A.715(17)).\*

**3.4.1.5** En el caso de los buques de suministro mar adentro, las condiciones típicas de carga deberían ser las siguientes:

- .1 buque en la condición de salida a plena carga, distribuida ésta bajo cubierta y con una cubertada de posición y peso especificados y la totalidad de provisiones y combustible, según corresponda a la condición de servicio más desfavorable en que se satisfagan todos los criterios de estabilidad pertinentes;
- .2 buque en la condición de llegada a plena carga, tal como se indica en 3.4.1.5.1, pero con el 10 % de provisiones y combustible;
- .3 buque en la condición de salida en lastre y sin carga, pero con la totalidad de provisiones y combustible;
- .4 buque en la condición de llegada en lastre y sin carga, pero con el 10 % de provisiones y combustible; y
- .5 buque en las peores condiciones operacionales previstas.

**3.4.1.6** En el caso de los buques pesqueros, las condiciones típicas de carga a que se hace referencia en 2.1.1 son las siguientes:†

- .1 salida hacia el caladero con abastecimiento completo de combustible, provisiones, hielo, artes de pesca, etc.;
- .2 salida del caladero con captura completa y un porcentaje de las provisiones, el combustible, etc., que haya aceptado la Administración;
- .3 llegada al puerto de origen con el 10 % de provisiones, combustible, etc., y captura completa; y

\* Véase el capítulo VI del Convenio SOLAS 1974.

† Véase la regla III/7 del Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos.



- .4 llegada al puerto de origen con el 10 % de provisiones, combustible, etc., y una captura mínima, que debería ser normalmente del 20 % de la captura completa, pero que podría ser del 40 % si a juicio de la Administración las pautas operacionales justifican dicho valor.

### **3.4.2** *Supuestos para el cálculo de las condiciones de carga*

**3.4.2.1** En las condiciones de plena carga mencionadas en 3.4.1.2.1, 3.4.1.2.2, 3.4.1.3.1 y 3.4.1.3.2, si un buque de carga seca tiene tanques para carga líquida, el peso muerto efectivo en las condiciones de carga aquí descritas debería distribuirse partiendo de dos supuestos, a saber, con los tanques de carga llenos y con los tanques de carga vacíos.

**3.4.2.2** En las condiciones indicadas en 3.4.1.1.1, 3.4.1.2.1 y 3.4.1.3.1, debería suponerse que el buque está cargado hasta su línea de carga de compartimentado o su línea de carga de verano o, si está destinado a transportar cubertadas de madera, hasta su línea de carga de verano para buques con cubertada de madera con los tanques de lastre vacíos.

**3.4.2.3** Si en alguna condición de carga es necesario tomar agua de lastre, deberían calcularse diagramas adicionales para esta situación, indicándose la cantidad y disposición del agua de lastre.

**3.4.2.4** Se supone en todos los casos que la carga en las bodegas es totalmente homogénea, a menos que esta condición sea incompatible con el servicio normal a que esté dedicado el buque.

**3.4.2.5** Siempre que se transporte carga en cubierta, se debería suponer e indicar una masa de estiba que se ajuste a la realidad, indicando también la altura de la cubertada.

**3.4.2.6** En cuanto a las cubertadas de madera, en el cálculo de las condiciones de carga mencionadas en 3.4.1.4:

- .1 debería suponerse que la cantidad de carga y de lastre es la correspondiente a la condición de servicio más desfavorable en que se cumplan todos los criterios de estabilidad indicados en 2.2 de la parte A, o los criterios facultativos que figuran en 3.3.2 de la parte A. En la condición de llegada debería suponerse que el peso de la cubertada ha aumentado un 10 % debido a la absorción de agua.

**3.4.2.7** En el caso de los buques de suministro mar adentro, los supuestos para el cálculo de las condiciones de carga deberían ser los siguientes:

- .1 si el buque tiene tanques de carga, deberían modificarse las condiciones de plena carga indicadas en 3.4.1.5.1 y 3.4.1.5.2,

suponiendo en primer lugar que los tanques de carga están llenos y a continuación que están vacíos;

- .2** si en alguna condición de carga es preciso lastrar el buque con agua, deberían calcularse diagramas adicionales teniendo en cuenta el agua de lastre, cuya cantidad y disposición debería indicarse en la información sobre estabilidad;
- .3** siempre que se transporten cubertadas debería suponerse un peso de estiba que se ajuste a la realidad y hacerlo constar en la información sobre estabilidad, junto con la altura de la carga y su centro de gravedad;
- .4** cuando se transporten tuberías en cubierta, debería suponerse que dentro de ellas y en sus inmediaciones se acumula agua en cantidad equivalente a un determinado porcentaje del volumen neto de la cubertada de tuberías. Debería considerarse que el volumen neto es igual al volumen interior de las tuberías más el volumen que media entre ellas. Dicho porcentaje debería ser de 30 si el francobordo en los medios es igual o inferior a 0,015 *L* y de 10 si dicho francobordo es igual o superior a 0,03 *L*. Para valores intermedios del francobordo en los medios, el porcentaje correspondiente podrá obtenerse por interpolación lineal. Al determinar la cantidad de agua acumulada, la Administración podrá tener en cuenta el arrufo positivo o negativo a popa, el asiento real y la zona de operaciones; o
- .5** si un buque opera en zonas donde es probable la acumulación de hielo, se aplicará un margen por ese concepto de conformidad con lo dispuesto en el capítulo 6 (Consideraciones sobre el engelamiento).

**3.4.2.8** En el caso de los buques pesqueros, los supuestos para el cálculo de las condiciones de carga deberían ser los siguientes:

- .1** se debería aplicar un margen por el peso de las redes, aparejos y otros objetos mojados que haya sobre cubierta;
- .2** se debería aplicar un margen por acumulación de hielo, si se prevé que ésta va a producirse, de conformidad con lo dispuesto en 6.3;
- .3** en todos los casos debería suponerse que la carga es homogénea, a menos que ello no ocurra en la práctica;
- .4** en las condiciones mencionadas en 3.4.1.6.2 y 3.4.1.6.3, debería incluirse la cubertada, si está previsto llevarla;

- .5 normalmente, sólo se incluirá el agua de lastre si se lleva en tanques que estén especialmente previstos para ese fin.

## 3.5 Cálculo de las curvas de estabilidad

### 3.5.1 Cuestiones generales

Las curvas hidrostáticas y de estabilidad deberían trazarse con arreglo a la gama de asientos de las condiciones de carga operacionales teniendo en cuenta los cambios de asiento debidos a la escora (cálculo hidrostático del asiento libre). Al realizar los cálculos debería tenerse en cuenta el volumen del casco hasta la superficie exterior del revestimiento de la cubierta. Asimismo, los apéndices y los cajones de toma de mar deberán tenerse en cuenta cuando se calculen las curvas hidrostáticas y las curvas cruzadas de estabilidad. Cuando exista una asimetría entre babor y estribor, debería elegirse la curva de brazos adrizantes menos favorable.

### 3.5.2 Superestructuras, casetas, etc., que podrán tenerse en cuenta

**3.5.2.1** Podrán tenerse en cuenta las superestructuras cerradas que cumplan con la regla 3 10) b) del Convenio de Líneas de Carga 1966, y el Protocolo de 1988 relativo al mismo, en su forma enmendada.

**3.5.2.2** También podrán tenerse en cuenta otros pisos de superestructuras cerradas similares a las citadas. A modo de orientación, las ventanas (vidrio y marco) consideradas sin tapas ciegas en otros niveles por encima del segundo (supuesto flotante) deberían proyectarse con una resistencia capaz de mantener un margen de seguridad\* con respecto a la resistencia prescrita de la estructura circundante.†

**3.5.2.3** Podrán tenerse en cuenta las casetas situadas en la cubierta de francobordo, siempre que cumplan con las condiciones exigidas para las superestructuras cerradas, según se estipulan en la regla 3 10) b) del Convenio de Líneas de Carga 1966, y el Protocolo de 1988 relativo al mismo, en su forma enmendada.

**3.5.2.4** No deberían tenerse en cuenta las casetas que, cumpliendo con las condiciones anteriores, no tengan otra salida a una cubierta superior; sin embargo, las aberturas de cubierta en el interior de esas casetas deberían considerarse cerradas aunque no tengan medios de cierre propios.

---

\* Como orientación para las Administraciones, deberá aplicarse un margen de seguridad del 30 %.

† La OMI deberá elaborar orientaciones para poner a prueba dichas ventanas.

**3.5.2.5** Las casetas cuyas puertas de acceso no cumplan con lo dispuesto en la regla 12 del Convenio de Líneas de Carga 1966, y el Protocolo de 1988 relativo al mismo, en su forma enmendada, tampoco deberían tenerse en cuenta; sin embargo, cualquier abertura de cubierta situada en el interior de dichas casetas se considera cerrada si sus medios de cierre cumplen con lo prescrito en las reglas 15, 17 ó 18 de dichos Convenio y Protocolo, en su forma enmendada.

**3.5.2.6** No deberían tenerse en cuenta las casetas sobre cubiertas situadas por encima de la de francobordo, pero las aberturas que contengan podrán considerarse cerradas.

**3.5.2.7** Las superestructuras y casetas que no se consideren cerradas pueden tenerse, sin embargo, en cuenta al realizar los cálculos de estabilidad hasta el ángulo de escora al que se sumerjan sus aberturas. (La curva de estabilidad estática debería presentar para este ángulo uno o más escalones, y en los cálculos siguientes debería suponerse que no existe un espacio inundado.)

**3.5.2.8** En los casos en que el buque pudiera llegar a hundirse por causa de inundación a través de cualquier abertura, la curva de estabilidad debería interrumpirse en el ángulo de inundación correspondiente y debería considerarse que el buque, en ese instante, ha perdido por completo su estabilidad.

**3.5.2.9** Las pequeñas aberturas, como las que dan paso a cables o cadenas, aparejos o anclas, así como los orificios de imbornales y tuberías de descarga al mar y de aguas sucias, no deberían considerarse abiertos si se sumergen a un ángulo de escora superior a 30°. Si se sumergen a un ángulo de escora igual o inferior a 30° y la Administración considera que pueden dar lugar a inundación apreciable, estas aberturas deberían suponerse abiertas.

**3.5.2.10** También podrán tenerse en cuenta los troncos, así como las escotillas, teniendo en cuenta la eficacia de los cierres de éstas.

**3.5.3** *Cálculo de las curvas de estabilidad para buques que transporten cubiertas de madera*

Además de las disposiciones anteriores, la Administración podrá permitir que se tome en consideración la flotabilidad de la cubierta, suponiendo que ésta tiene una permeabilidad igual al 25 % del volumen que ocupa. La Administración podrá prescribir curvas de estabilidad adicionales si considera necesario investigar la influencia de las diversas permeabilidades y/o la altura efectiva supuesta de la cubierta.

### **3.6 Cuadernillo de estabilidad**

**3.6.1** La información sobre estabilidad y los planos correspondientes deberían redactarse en el idioma de trabajo del buque o en cualquier otro idioma que la Administración pueda determinar. También se remite al Código internacional de gestión de la seguridad (Código IGS), aprobado por la Organización mediante la resolución A.741(18). Todas las traducciones del cuadernillo de estabilidad deberían ser aprobadas.

**3.6.2** Todo buque deberá ir provisto de un cuadernillo de estabilidad aprobado por la Administración que contenga suficiente información para que el capitán pueda manejar el buque de conformidad con las prescripciones aplicables del presente código. La Administración podrá imponer requisitos adicionales. En las unidades móviles de perforación mar adentro, el cuadernillo de estabilidad podrá denominarse manual de instrucciones. El cuadernillo de estabilidad podrá incluir información sobre la resistencia longitudinal. En el presente código sólo se hace referencia a los aspectos de estabilidad del cuadernillo.\*

**3.6.3** En el caso de buques que transporten cubiertas de madera:

- .1** el buque debería llevar a bordo información completa sobre estabilidad que tenga en cuenta la cubierta de madera. Dicha información debería permitir al capitán obtener de modo rápido y sencillo una orientación exacta de la estabilidad del buque en diversas condiciones de servicio. La experiencia ha demostrado que los cuadros o diagramas completos de periodos de balance resultan muy útiles para verificar las condiciones reales de estabilidad;<sup>†</sup>
- .2** la Administración podrá considerar necesario que se entregue al capitán información en la que se especifiquen cambios en la cubierta con respecto a la indicada en las condiciones de carga, cuando la permeabilidad de dicha cubierta difiera considerablemente del 25 % (véase 3.5.3); y
- .3** deberían indicarse las condiciones correspondientes a la máxima cantidad de carga admisible sobre cubierta, teniendo en cuenta el menor coeficiente de estiba que se pueda encontrar en servicio.

---

\* Véase respectivamente la regla II-1/22 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada, la regla 10 del Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o su Protocolo de 1988, enmendado, y la regla III/10 del Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos.

<sup>†</sup> Véase la regla II-1/22 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada, y la regla 10 2) del Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o su Protocolo de 1988, enmendado.

**3.6.4** El formato del cuadernillo de estabilidad y la información en él incluida variarán en función del tipo de buque de que se trate y de las operaciones que realice el buque. Al preparar el cuadernillo de estabilidad debería estudiarse la posibilidad de incluir la siguiente información:\*

- .1 una descripción general del buque;
- .2 instrucciones para la utilización del cuadernillo;
- .3 planos de la disposición general del buque en que figuren los compartimientos estancos, cierres, respiraderos, ángulos de inundación descendente, lastre permanente, cargas de cubierta permitidas y diagramas de francobordo;
- .4 curvas o tablas hidrostáticas y curvas cruzadas de estabilidad, calculadas con asiento libre para la gama prevista de desplazamientos y asientos de servicio en condiciones operacionales normales;
- .5 plano o tablas de capacidades en que figuren la capacidad y el centro de gravedad de cada uno de los espacios de carga;
- .6 tablas de sondas de los tanques en que se indiquen la capacidad, el centro de gravedad y los datos de superficie libre de cada tanque;
- .7 información sobre las restricciones de carga, tales como curvas o tablas de alturas KG máximas o de alturas GM mínimas, que puedan utilizarse para determinar si el buque cumple los criterios de estabilidad aplicables;
- .8 condiciones operacionales típicas y ejemplos para desarrollar otras condiciones de carga aceptables utilizando la información que figura en el cuadernillo de estabilidad;
- .9 una breve descripción de los cálculos de estabilidad, incluidos los supuestos en que estén basados;
- .10 precauciones generales para evitar la inundación no intencionada;
- .11 información sobre la utilización de cualquier dispositivo de adrizamiento por inundación transversal, con una descripción de las condiciones de avería que puedan exigir la inundación transversal;
- .12 cualquier otra orientación necesaria para la seguridad operacional del buque en circunstancias normales y en casos de emergencia;

---

\* Véase el Modelo de manual de carga y estabilidad (MSC/Circ.920).

- .13 un índice de materias y un índice analítico para cada cuadernillo;
- .14 el informe sobre la prueba de estabilidad del buque, o:
  - .14.1 si la información sobre estabilidad se basa en la de un buque gemelo, el informe sobre la prueba de estabilidad de dicho buque, junto con un informe sobre el peso en rosca del buque de que se trate; o
  - .14.2 si las características del buque en rosca se determinan por métodos distintos de la prueba de estabilidad de dicho buque o de su gemelo, un resumen del método utilizado para determinar esas características;
- .15 recomendación para determinar la estabilidad del buque mediante una prueba de estabilidad en servicio.

**3.6.5** En lugar del cuadernillo de estabilidad mencionado en 3.6.2 el buque podrá llevar, a discreción de la Administración interesada, un cuadernillo simplificado de formato aprobado que contenga información suficiente para que el capitán pueda manejar el buque de conformidad con las disposiciones aplicables del presente código.

### **3.7 Medidas operacionales para buques que transporten cubiertas de madera**

**3.7.1** En todo momento, incluso durante el embarque y desembarque de la cubierta de madera, la estabilidad del buque debería ser positiva y ajustarse a una norma que sea aceptable a juicio de la Administración. La estabilidad debería calcularse teniendo en cuenta:

- .1 el aumento de peso de la cubierta de madera debido a:
  - .1.1 la absorción de agua por la madera seca o curada; y
  - .1.2 la formación de hielo, si procede (capítulo 6: Consideraciones sobre el englamamiento);
- .2 las variaciones de peso debidas al consumo de provisiones y combustible;
- .3 el efecto de superficie libre del líquido en los tanques; y
- .4 el peso del agua acumulada en los huecos de estiba formados en la cubierta de madera, especialmente cuando sean troncos.

**3.7.2** El capitán debería:

- .1 interrumpir todas las operaciones de carga si se produce una escora para la que no haya una explicación satisfactoria y resulte imprudente seguir cargando;

- .2 antes de hacerse a la mar, cerciorarse de que el buque:
  - .2.1 está adrizado;
  - .2.2 tiene la altura metacéntrica adecuada; y
  - .2.3 satisface los criterios de estabilidad prescritos.
- 3.7.3** Los capitanes de buques de eslora inferior a 100 m deberían, además:
  - .1 aplicar su buen criterio para asegurarse de que el buque que transporte troncos estibados en cubierta tiene flotabilidad adicional suficiente, a fin de evitar un exceso de carga y la pérdida de estabilidad en el mar;
  - .2 ser conscientes de que la altura GM calculada en la condición de salida puede disminuir continuamente debido a la absorción de agua por la cubertada de troncos y el consumo de combustible, agua y provisiones, y asegurarse de que el buque cuenta con una altura GM adecuada a lo largo del viaje; y
  - .3 ser conscientes de que si el buque se lastra después de la salida, el calado operacional puede exceder la línea de carga para el transporte de madera. Las operaciones de lastrado y deslastrado deberían llevarse a cabo de conformidad con las directrices del Código de prácticas de seguridad para buques que transporten cubertadas de madera, 1991 (resolución A.715(17)).
- 3.7.4** Los buques que transporten cubertadas de madera deberían operar, en la medida de lo posible, con un margen seguro de estabilidad y una altura metacéntrica ajustada a las prescripciones de seguridad, pero no debería permitirse que dicha altura metacéntrica fuera inferior al mínimo recomendado que se especifica en 3.3.2 de la parte A.
- 3.7.5** No obstante, debería evitarse una estabilidad inicial excesiva que producirá movimientos rápidos y violentos en mar gruesa, que a su vez someterán la carga a grandes esfuerzos de deslizamiento y traslación, sometiendo las trincas a grandes esfuerzos. La experiencia de servicio indica que, preferiblemente, la altura metacéntrica no debe exceder del 3 % de la manga con objeto de impedir aceleraciones excesivas en el balance, siempre y cuando se cumplan los criterios de estabilidad que figuran en 3.3.2 de la parte A. Es posible que esta recomendación no se aplique a todos los buques, por lo que el capitán debería tener en cuenta la información extraída del cuadernillo de estabilidad del buque.

## **3.8 Cuadernillos de instrucciones para determinados buques**

- 3.8.1** Los buques para fines especiales y las embarcaciones de carácter innovador deberían llevar información adicional en su cuadernillo de estabilidad, tal como limitaciones de proyecto, velocidad máxima,



condiciones meteorológicas más desfavorables para las que estén proyectados y cualquier otra información sobre el gobierno del buque que deba conocer el capitán para manejarlo de manera segura.

**3.8.2** Los petroleros de doble casco con tanques de carga corridos de banda a banda deberán llevar un manual de instrucciones para las operaciones de carga y descarga de hidrocarburos que incluya los procedimientos de carga y descarga de hidrocarburos e información pormenorizada sobre la altura metacéntrica inicial del petrolero y la resultante de la corrección por superficie libre de los líquidos de los tanques de carga de hidrocarburos y de los tanques de lastre durante la carga y descarga de hidrocarburos (incluidos el lastrado y la descarga) y durante el lavado de los tanques de carga de hidrocarburos.\*

**3.8.3** El cuadernillo de estabilidad de los buques de pasaje de transbordo rodado debería contener información sobre la importancia que reviste el garantizar que todos los cierres sean y se mantengan estancos, debido a la rápida pérdida de estabilidad que puede ocasionar la entrada de agua en la cubierta para vehículos y a la zozobra que rápidamente puede seguir.

---

\* Véase la Orientación sobre la estabilidad sin avería de los buques tanque existentes durante las operaciones de trasvase de líquidos (MSC/Circ.706-MEPC/Circ.304).

## **CAPÍTULO 4 – CÁLCULOS DE ESTABILIDAD EFECTUADOS POR LOS INSTRUMENTOS DE ESTABILIDAD**

### **4.1 Instrumentos de estabilidad\***

El instrumento de estabilidad instalado a bordo debería abarcar todas las prescripciones de estabilidad aplicables al buque. El soporte lógico debería someterse a la aprobación de la Administración. En 4.1.2 se definen los sistemas activos y pasivos. Estas prescripciones sólo se refieren a los sistemas pasivos y al modo de funcionamiento autónomo de los sistemas activos.

#### **4.1.1 Cuestiones generales**

**4.1.1.1** El alcance del soporte lógico para el cálculo de estabilidad debería ajustarse a la información sobre estabilidad aprobada e incluir, como mínimo, la información íntegra, así como permitir efectuar todos los cálculos o comprobaciones necesarios para garantizar el cumplimiento de las prescripciones de estabilidad aplicables.

**4.1.1.2** Un instrumento de estabilidad aprobado no sustituye al cuadernillo de estabilidad aprobado, sino que lo complementa con objeto de facilitar los cálculos de estabilidad.

**4.1.1.3** La información de entrada/salida debería ser fácilmente comparable con el cuadernillo de estabilidad aprobado, a fin de evitar cualquier confusión y posibles interpretaciones erróneas del operador.

**4.1.1.4** Debería facilitarse un manual de instrucciones para el instrumento de estabilidad.

**4.1.1.5** El idioma en el que se presenten e impriman los cálculos de estabilidad y en el que esté redactado el manual de instrucciones debería coincidir con el del cuadernillo de estabilidad aprobado del buque. Es posible que se pida su traducción a un idioma considerado oportuno.

**4.1.1.6** El instrumento de estabilidad es específico del buque y los resultados de los cálculos sólo son aplicables al buque para el que se haya aprobado.

**4.1.1.7** Si las modificaciones del buque dan lugar a alteraciones en el cuadernillo de estabilidad, la aprobación específica del soporte lógico original para el cálculo de estabilidad dejará de ser válida. El soporte lógico debería modificarse como corresponda y ser aprobado de nuevo.

---

\* Véanse las Directrices para la aprobación de instrumentos de estabilidad (MSC.1/Circ.1229).

**4.1.1.8** Todo cambio en la versión del soporte lógico relacionada con el cálculo de estabilidad deberá notificarse a la Administración y ser aprobado por ésta.

**4.1.2** *Sistema de registro de datos*

**4.1.2.1** Los sistemas pasivos requieren el registro manual de los datos.

**4.1.2.2** En los sistemas activos se sustituye en parte el registro manual por sensores que leen y registran el contenido de los tanques, etc.

**4.1.2.3** Los sistemas integrados que controlan o ejecutan medidas a partir de la información facilitada por los sensores no son objeto del presente código, a excepción de la parte en la que se calcula la estabilidad.

**4.1.3** *Tipos de programa informático de estabilidad*

Dependiendo de los requisitos de estabilidad del buque, son aceptables tres tipos de cálculos realizados por programas informáticos de estabilidad.

*Tipo 1*

Un programa informático que sólo realice cálculos de estabilidad sin avería (para buques que no deban cumplir un criterio de estabilidad con avería).

*Tipo 2*

Un programa informático que realice cálculos de estabilidad sin avería y compruebe la estabilidad con avería a partir de una curva límite (por ejemplo, para los buques a los que sean aplicables los cálculos de estabilidad con avería del capítulo II-1, parte B-1 del capítulo II-1 del Convenio SOLAS) o condiciones de carga aprobadas previamente.

*Tipo 3*

Un programa informático que realice cálculos de estabilidad sin avería y de estabilidad con avería aplicando directamente los casos de avería programados con anterioridad para cada condición de carga (para algunos buques tanque, etc.). La Administración podría aceptar los resultados de los cálculos directos realizados por el instrumento de estabilidad incluso si difieren de la altura GM mínima o de la altura máxima del centro de gravedad especificadas en el cuadernillo de estabilidad aprobado.

Podrán aceptarse tales desviaciones a condición de que los resultados de los cálculos directos demuestren que se cumplen todas las prescripciones pertinentes de estabilidad.

#### **4.1.4** *Prescripciones funcionales*

**4.1.4.1** El instrumento de estabilidad debería presentar los parámetros pertinentes para cada condición de carga, a fin de que el capitán pueda evaluar si la carga del buque está dentro de los límites aprobados. Deberían presentarse los parámetros siguientes para una condición de carga dada:

- .1** datos detallados sobre el peso muerto, incluidos, si procede, el centro de gravedad y las superficies libres;
- .2** asiento, escora;
- .3** calado en las marcas de calado y en las perpendiculares;
- .4** resumen de la condición de carga: desplazamiento, VCG, LCG, TCG, VCB, LCB, TCB, LCF, GM y  $GM_L$ ;
- .5** cuadro que muestre el brazo adrizante con respecto al ángulo de escora, incluidos el asiento y el calado;
- .6** ángulo de inundación descendente y abertura respectiva de la inundación descendente; y
- .7** cumplimiento de los criterios de estabilidad: relación de todos los criterios de estabilidad, valores límite, valores obtenidos y conclusiones (criterios cumplidos o no).

**4.1.4.2** Si se efectúan cálculos directos de estabilidad con avería, deberían definirse previamente los casos de avería pertinentes con arreglo a las reglas aplicables, a fin de realizar la comprobación automática de una condición de carga determinada.

**4.1.4.3** En el caso de que no se cumpla alguna de las limitaciones de carga, debería aparecer claramente un aviso tanto en la pantalla como en una copia impresa.

**4.1.4.4** Los datos deberían presentarse de forma clara e inequívoca tanto en la pantalla como en la copia impresa.

**4.1.4.5** En la pantalla y en la copia impresa deberían figurar la fecha y la hora de los cálculos registrados.

**4.1.4.6** Toda copia impresa debería incluir el nombre del programa de cálculo y su versión.

**4.1.4.7** En los cálculos de carga, las unidades de medida deberían identificarse con claridad y utilizarse de forma congruente.

#### **4.1.5** *Tolerancias aceptables*

Las tolerancias aceptables deberían determinarse según el tipo y ámbito de aplicación de los programas, de conformidad con lo dispuesto en 4.1.5.1 ó 4.1.5.2. No deberían aceptarse desviaciones con respecto a dichas tolerancias, salvo que la Administración estime que existe justificación suficiente para ello y que la decisión no tendrá repercusiones negativas en la seguridad del buque.

La precisión de los resultados debería determinarse mediante un programa independiente o el cuadernillo de estabilidad aprobado con idénticos datos de entrada.

**4.1.5.1** Los programas que, para los cálculos de estabilidad, sólo utilicen datos del cuadernillo de estabilidad aprobado que hayan sido programados previamente deberían tener tolerancia nula para la impresión de los datos de entrada.

Las tolerancias de los datos de salida deberían aproximarse a cero, si bien son aceptables pequeñas diferencias asociadas al redondeo del cálculo o la condensación de los datos de entrada. Siempre que la Administración las examine, serán aceptables las diferencias que presenten los datos hidrostáticos y de estabilidad para el asiento y el método de cálculo de los momentos de las superficies libres con respecto al cuadernillo de estabilidad aprobado.

**4.1.5.2** Los programas que se basen en modelos de la forma del casco para los cálculos de estabilidad deberían tener tolerancias para la impresión de los cálculos básicos, establecidos ya sea a partir de los datos del cuadernillo de estabilidad aprobado o bien de los datos del modelo de aprobación de la Administración.

#### **4.1.6** *Procedimiento de aprobación*

**4.1.6.1** Condiciones de aprobación del instrumento de estabilidad

La aprobación del programa informático incluirá:

- .1** la verificación de la homologación, si la hay;
- .2** la verificación de que los datos utilizados son congruentes con la condición actual del buque (véase 4.1.6.2);
- .3** la verificación y aprobación de las condiciones de prueba; y
- .4** la verificación de que el programa informático es adecuado para el tipo de buque y los cálculos de estabilidad prescritos.

El funcionamiento satisfactorio del instrumento de estabilidad se verificará tras su instalación (véase 4.1.8). A bordo se dispondrá de una copia de las condiciones de prueba aprobadas y del manual de instrucciones del instrumento de estabilidad.

#### **4.1.6.2** Aprobación específica

**4.1.6.2.1** La precisión de los resultados computacionales y de los datos reales del buque que el programa de cálculo utilice para el buque concreto en el que vaya a instalarse debería ser satisfactoria a juicio de la Administración.

**4.1.6.2.2** Al solicitar la verificación de los datos, deberían extraerse del cuadernillo de estabilidad aprobado cuatro condiciones de carga como mínimo, que se utilizarán como condiciones de prueba. En el caso de buques que transporten líquidos a granel, al menos una de las condiciones debería incluir tanques parcialmente llenos. En el caso de buques que transporten grano a granel, una de las condiciones de carga del grano debería incluir un compartimiento de grano parcialmente lleno. En las condiciones de prueba, cada compartimiento debería cargarse una vez como mínimo. Normalmente las condiciones de prueba deberían abarcar la gama completa de calados de carga, desde el más profundo previsto hasta el correspondiente a la condición de lastre ligero, e incluir al menos una condición de salida y una de llegada.

**4.1.6.2.3** Los datos que se enumeran a continuación, presentados por el solicitante, deberían ser congruentes con respecto a la disposición y las últimas características aprobadas del buque en rosca, de conformidad con los planos y documentación actuales en archivo, a reserva de una posible nueva verificación a bordo:

- .1** identificación del programa de cálculo y de su versión. Dimensiones principales, características hidrostáticas y, si procede, perfil del buque;
- .2** posición de las perpendiculares de proa y popa y, si procede, método de cálculo para obtener los calados a proa y popa en la posición real de las marcas de calado del buque;
- .3** desplazamiento en rosca y centro de gravedad del buque obtenidos a partir de la prueba de estabilidad o del reconocimiento del desplazamiento en rosca efectuados en la fecha más reciente;
- .4** plano de formas, tablas de trazado u otra presentación apropiada de los datos sobre la forma del casco, incluidos todos los apéndices correspondientes, si son necesarios para configurar el modelo del buque;

- .5 definiciones relativas a los compartimientos, incluidos la separación entre cuadernas y los centros de volumen, además de los cuadros de capacidad (cuadros de sondeo/altura del espacio vacío) y las correcciones relativas a las superficies libres, si procede; y
- .6 distribución de la carga y de los productos consumibles en cada una de las condiciones de carga.

La comprobación de la Administración no exime al propietario del buque de su responsabilidad de garantizar que la información programada en el instrumento de estabilidad sea congruente con respecto a la condición actual del buque y el cuadernillo de estabilidad aprobado.

#### 4.1.7 *Manual de uso*

Debería facilitarse un manual de uso sencillo, redactado en el mismo idioma que el cuadernillo de estabilidad, que incluya las descripciones e instrucciones oportunas, al menos sobre los aspectos siguientes:

- .1 instalación;
- .2 teclas de función;
- .3 ventanas de menú;
- .4 datos de entrada y de salida;
- .5 soporte físico mínimo necesario para utilizar el soporte lógico;
- .6 empleo de las condiciones de carga de prueba;
- .7 fases de diálogo asistidas por ordenador; y
- .8 lista de advertencias.

Además del manual impreso, podrá disponerse de un manual de uso en formato electrónico.

#### 4.1.8 *Pruebas de instalación*

**4.1.8.1** A fin de garantizar el funcionamiento correcto del instrumento de estabilidad después de que se haya instalado el programa informático definitivo o actualizado, el capitán del buque ha de encargarse de que los cálculos de prueba se realicen de acuerdo con las pautas siguientes, en presencia de un inspector de la Administración. Para las condiciones de prueba aprobadas, los cálculos deberían incluir, como mínimo, un supuesto de carga (distinto del desplazamiento en rosca).

**Nota:** Los resultados de las condiciones de carga real no son apropiados para comprobar el funcionamiento correcto del instrumento de estabilidad.

**4.1.8.2** Las condiciones de prueba suelen almacenarse permanentemente en el instrumento de estabilidad. He aquí las pautas a seguir:

- .1 recuperar el supuesto de carga de prueba e iniciar un cálculo; comparar los resultados de estabilidad con los de la documentación;
- .2 modificar diversos aspectos del peso muerto (pesos de los tanques y peso de la carga) lo suficiente como para cambiar el calado o el desplazamiento al menos un 10 %. Los resultados deberían examinarse para garantizar que sus diferencias con respecto a los de la condición de prueba aprobada sean lógicas;
- .3 revisar dicha condición de carga modificada para restablecer la condición de prueba inicial y comparar los resultados. Deberían reproducirse los datos de entrada y de salida pertinentes de la condición de prueba aprobada; y
- .4 de otro modo, deberían seleccionarse una o más condiciones de prueba y los cálculos de prueba deberían realizarse introduciendo en el programa todos los datos relativos al peso muerto para cada condición de prueba seleccionada, como si se tratara de una carga propuesta. Debería comprobarse que los resultados son idénticos a los que figuran en la copia aprobada de las condiciones de prueba.

#### **4.1.9** *Pruebas periódicas*

**4.1.9.1** En cada reconocimiento anual, el capitán del buque debería encargarse de comprobar la precisión del instrumento de estabilidad, utilizando, como mínimo, una condición de prueba aprobada. Si no hay ningún representante de la Administración presente en la comprobación del instrumento de estabilidad, debería guardarse a bordo, para documentar que la prueba se ha realizado de manera satisfactoria, una copia de los resultados de dicho examen a efectos de verificación por el representante de la Administración.

**4.1.9.2** En los reconocimientos de renovación, la comprobación de todas las condiciones de carga de prueba aprobadas debería realizarse en presencia del representante de la Administración.

**4.1.9.3** El procedimiento de prueba debería llevarse a cabo de conformidad con lo especificado en 4.1.8.

#### **4.1.10** *Otras prescripciones*

**4.1.10.1** Debería facilitarse protección contra la modificación involuntaria o no autorizada de los programas y datos.



**4.1.10.2** El programa debería supervisar el funcionamiento, activando una alarma cuando el instrumento de estabilidad se utilice de forma incorrecta o poco ortodoxa.

**4.1.10.3** El programa y los datos almacenados en el sistema deberían protegerse de modo que no se vean afectados por una pérdida de energía.

**4.1.10.4** Deberían incluirse mensajes de error sobre las limitaciones relativas al llenado de un compartimiento por encima de su capacidad o a su llenado repetido, o al rebasamiento de la línea de carga asignada, etc.

**4.1.10.5** Si se instala a bordo un programa informático relacionado con medidas de estabilidad, tales como la capacidad de navegación del buque, la evaluación de las pruebas de estabilidad en servicio y el procesamiento de resultados para cálculos posteriores o la evaluación de las mediciones del periodo de balance, la instalación mencionada debería notificarse a la Administración para su examen.

**4.1.10.6** Entre las prestaciones del programa deberían figurar los cálculos de masas y momentos con presentación numérica y gráfica de los resultados, tales como los valores de la estabilidad inicial, la curva de brazos adrizantes, las áreas bajo la curva de brazos adrizantes y la gama de estabilidad.

**4.1.10.7** Todos los datos de entrada procedentes de sensores de medición automática, como dispositivos de medición o sistemas de lectura del calado, deberían presentarse al usuario para su comprobación. El usuario debería tener la posibilidad de corregir manualmente las lecturas incorrectas.

## CAPÍTULO 5 – DISPOSICIONES OPERACIONALES CONTRA LA ZOZOBRA

### 5.1 Precauciones generales contra la zozobra

**5.1.1** El cumplimiento de los criterios de estabilidad no garantiza la inmunidad contra la zozobra, cualesquiera que sean las circunstancias, ni redime al capitán de sus responsabilidades. Por consiguiente, los capitanes deberían ejercer prudencia y buenas prácticas marineras, teniendo en cuenta la estación del año, los pronósticos meteorológicos y la zona de navegación, así como tomar las medidas adecuadas que justifiquen las circunstancias reinantes en lo que se refiere a la velocidad y el rumbo.\*

**5.1.2** Habría que asegurarse de que la carga asignada al buque puede estibarse de manera que se cumplan los criterios. Si fuese necesario, debería limitarse la cantidad hasta el punto que sea preciso lastrar el buque.

**5.1.3** Antes de comenzar un viaje habría que asegurarse de que la carga, las grúas de manipulación de la carga y los elementos voluminosos de equipo han quedado estibados o trincados adecuadamente a fin de reducir al mínimo la posibilidad de su corrimiento longitudinal o lateral durante la navegación, producido por la aceleración debida al balance o el cabeceo.†

**5.1.4** Cuando un buque esté realizando operaciones de remolque debería disponer de una reserva de estabilidad suficiente para soportar el momento escorante previsto provocado por el cable de remolque sin que esto ponga en peligro la seguridad del buque remolcador. La carga de cubierta a bordo del buque remolcador estará situada de manera que no menoscabe la seguridad de la tripulación que esté trabajando en cubierta ni impida el funcionamiento correcto del equipo de remolque, y estará debidamente sujeta. El equipo del cable de remolque debería incluir muelles de remolque y medios para la suelta rápida del remolque.

**5.1.5** Debería reducirse al mínimo el número de tanques parcialmente llenos, habida cuenta de las repercusiones desfavorables para la estabilidad. Deberían tenerse en cuenta las repercusiones negativas sobre la estabilidad de los vasos de piscina que estén llenos.

**5.1.6** Los criterios de estabilidad enunciados en la parte A (capítulo 2) fijan valores mínimos, pero no se recomiendan valores máximos. Es aconsejable evitar alturas metacéntricas excesivas, ya que éstas posiblemente ocasionen

---

\* Véase la Orientación revisada que sirva de guía al capitán para evitar situaciones peligrosas en condiciones meteorológicas y estados de la mar adversos (MSC.1/Circ.1228).

† Véanse las Directrices para la elaboración del Manual de sujeción de la carga (MSC/Circ.745).

fuerzas debidas a la aceleración que podrían ser perjudiciales para el buque, su dotación y equipo y el transporte seguro de la carga. Los tanques parcialmente llenos podrán utilizarse en casos excepcionales como medios para reducir el valor excesivo de la altura metacéntrica. En dichos casos, debería tenerse debidamente en cuenta el efecto del chapoteo.

**5.1.7** Deberían tenerse en cuenta los posibles efectos desfavorables sobre la estabilidad cuando se transporten determinadas cargas a granel. A este respecto convendrá tomar en consideración el Código de prácticas de seguridad relativas a las cargas sólidas a granel, de la OMI.

## **5.2 Precauciones operacionales con mal tiempo**

**5.2.1** Todas las puertas y demás aberturas por las que pueda entrar agua en el casco o en las casetas, el castillo, etc., deberían ir debidamente cerradas cuando las condiciones meteorológicas sean desfavorables y, por lo tanto, todos los dispositivos necesarios para este fin deberían mantenerse a bordo en buen estado.

**5.2.2** Las escotillas, puertas, etc., que sean estancas o estancas a la intemperie deberían mantenerse cerradas durante la navegación, salvo cuando sea necesario abrirlas por razones operacionales del buque, en cuyo caso deberían tenerse siempre listas para cerrarlas inmediatamente, y estarán claramente marcadas para indicar que deben mantenerse cerradas, salvo que haya que utilizarlas para acceso. En los buques pesqueros, las tapas de escotilla y portas a ras de cubierta deberían mantenerse debidamente sujetas mientras no se estén utilizando durante las operaciones de pesca. Todas las tapas ciegas desmontables deberían mantenerse en buenas condiciones y firmemente cerradas cuando haga mal tiempo.

**5.2.3** Los dispositivos de cierre de los tubos de aireación de los tanques de combustible deberían ir sujetos cuando haga mal tiempo.

**5.2.4** Nunca debería transportarse pescado a granel sin asegurarse antes de que las divisiones amovibles de las bodegas van instaladas adecuadamente.

## **5.3 Manejo del buque con mal tiempo**

**5.3.1** En todas las condiciones de carga deberían tomarse las medidas necesarias para mantener un francobordo adecuado.

**5.3.2** En condiciones de mal tiempo debería reducirse la velocidad del buque si se experimenta emersión de la hélice, embarque de agua en cubierta o fuertes pantocazos.

**5.3.3** Debería prestarse especial atención cuando el buque navegue con mar de popa, de aleta o de proa, ya que pueden producirse fenómenos

peligrosos, tales como resonancia paramétrica, caída al través, reducción de la estabilidad en la cresta de la ola y balance excesivo, ya sea de forma aislada, consecutiva o simultánea en una combinación múltiple, con el consiguiente peligro de zozobra. Para evitar dichos fenómenos debería alterarse convenientemente la velocidad y/o el rumbo del buque.\*

**5.3.4** Es peligroso confiar en el gobierno automático, ya que ello puede entorpecer las rápidas maniobras que tal vez sean necesarias con mal tiempo.

**5.3.5** Se debería evitar la acumulación de agua en los pozos de cubierta. Si las portas de desagüe no son suficientes para drenar el pozo, habrá que reducir la velocidad del buque, cambiar el rumbo o ambos. Las portas de desagüe que lleven dispositivos de cierre deberían estar siempre en buen estado de funcionamiento y no llevarse trabadas.

**5.3.6** Los capitanes deberían ser conscientes de que pueden encontrarse olas rompientes o de gran pendiente en determinadas zonas o cuando se dan ciertas combinaciones de viento y corriente (en estuarios, zonas de aguas poco profundas, bahías con forma de embudo, etc.). Estas olas son muy peligrosas, especialmente para los buques pequeños.

**5.3.7** En condiciones de mal tiempo, la presión de los vientos laterales puede provocar un ángulo de escora considerable. Si se recurre a procedimientos antiescora (tales como el lastrado, la utilización de dispositivos antiescora, etc.) para corregir la escora debida al viento, los cambios de rumbo del buque con respecto a la dirección del viento pueden ocasionar ángulos de escora peligrosos o la zozobra. Por ello, la escora debida al viento no debería compensarse con procedimientos antiescora, a menos que, a reserva de la aprobación de la Administración, se haya comprobado mediante cálculos que el buque tiene suficiente estabilidad en las peores condiciones posibles (es decir, manejo inadecuado o erróneo, fallo del mecanismo, cambio de rumbo, etc.). El cuadernillo de estabilidad debería incluir orientaciones sobre el uso los procedimientos antiescora.

**5.3.8** Se recomienda el empleo de directrices operacionales para evitar situaciones peligrosas en condiciones atmosféricas muy desfavorables, o un sistema informatizado a bordo. El método debería ser fácil de usar.

**5.3.9** Las naves de gran velocidad no deberían manejarse deliberadamente en condiciones peores que las más desfavorables previstas ni fuera de los límites especificados en los certificados pertinentes o en los documentos que en ellos se mencionen.

---

\* Véase la Orientación revisada que sirva de guía al capitán para evitar situaciones peligrosas en condiciones meteorológicas y estados de la mar adversos (MSC.1/Circ.1228).

## CAPÍTULO 6 – CONSIDERACIONES SOBRE EL ENGELAMIENTO

### 6.1 Cuestiones generales

**6.1.1** Para todo buque que opere en zonas en las que sea probable la formación de hielo y ésta pueda repercutir desfavorablemente en su estabilidad, deberían incluirse márgenes por engelamiento en el análisis de las condiciones de carga.

**6.1.2** Se recomienda a las Administraciones que tengan en cuenta el engelamiento, permitiéndoseles que apliquen las normas nacionales cuando se considere que las condiciones ambientales justifican la aplicación de normas más rigurosas que las recomendadas en las secciones siguientes.

### 6.2 Buques de carga que transporten cubiertas de madera

**6.2.1** El capitán debería establecer o verificar la estabilidad de su buque en las condiciones de servicio más desfavorables, teniendo en cuenta los aumentos de peso de la cubierta debidos a la absorción de agua y/o la formación de hielo y las variaciones en las provisiones de consumo.\*

**6.2.2** Cuando se transporten cubiertas de madera y se prevea la formación de hielo, debería aplicarse un margen en la condición de llegada para tener en cuenta el peso adicional.

### 6.3 Buques pesqueros

En los cálculos de las condiciones de carga de los buques pesqueros (véase 3.4.2.8) debería incluirse, según proceda, un margen por acumulación de hielo de conformidad con las disposiciones siguientes.

#### 6.3.1 Margen por acumulación de hielo<sup>†</sup>

Para los buques que operen en zonas en las que sea probable la formación de hielo, en los cálculos de estabilidad deberían aplicarse los siguientes márgenes por engelamiento:

- 1 30 kg por m<sup>2</sup> de cubiertas expuestas a la intemperie y pasarelas;

---

\* Véase la regla 44 10) del Convenio de Líneas de Carga 1966 y la regla 44 7) de su Protocolo de 1988, en su forma enmendada.

<sup>†</sup> Véase la regla III/8 del Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos.

- .2 7,5 kg por m<sup>2</sup> del área lateral proyectada de cada costado del buque que quede por encima del plano de flotación;
- .3 el área lateral proyectada de superficies discontinuas de barandillas, botalones diversos, arboladura (exceptuados los palos) y jarcia de los buques que no tienen velas, así como el área lateral proyectada de otros objetos pequeños, deberían calcularse aumentando en un 5 % el área total proyectada de las superficies continuas y en un 10 % los momentos estáticos de esta área.

Los buques destinados a faenar en zonas en las que se sabe que se produce acumulación de hielo deberían estar:

- .4 proyectados de modo que se aminore la acumulación de hielo; y
- .5 equipados con los medios que la Administración pueda prescribir para quitar el hielo, por ejemplo, dispositivos eléctricos o neumáticos y/o herramientas especiales, tales como hachas o bastones de madera para quitar el hielo de las amuradas, barandillas y demás estructuras en cubierta.

### **6.3.2** *Orientación relacionada con la acumulación de hielo*

En la aplicación de lo anterior deberían tenerse en cuenta las siguientes zonas de englamiento:

- .1 la zona situada al norte de la latitud 65°30'N, entre la longitud 28°W y la costa occidental de Islandia; al norte de la costa septentrional de Islandia; al norte de la loxodrómica trazada entre los puntos de latitud 66°N, longitud 15°W y latitud 73°30'N, longitud 15°E; al norte de la latitud 73°30'N entre las longitudes 15°E y 35°E, y al este de la longitud 35°E, así como al norte de la latitud 56°N en el mar Báltico;
- .2 la zona situada al norte de la latitud 43°N, limitada al oeste por la costa norteamericana y al este por la loxodrómica trazada entre los puntos de latitud 43°N, longitud 48°W y latitud 63°N, longitud 28°W y, desde ahí, a lo largo de la longitud 28°W;
- .3 todas las zonas marítimas situadas al norte de Norteamérica y al oeste de las zonas definidas en 6.3.2.1 y 6.3.2.2;
- .4 los mares de Bering y Ojotsk y el estrecho de Tartaria durante la temporada de hielos; y
- .5 al sur de la latitud 60°S.

Al final del capítulo se adjunta un mapa ilustrativo de esas zonas.

Para los buques que operen en zonas en que quepa esperar acumulación de hielo:

- .6** en las zonas definidas en 6.3.2.1, 6.3.2.3, 6.3.2.4 y 6.3.2.5, en las que, según se sabe, se dan condiciones de formación de hielo claramente diferentes de las descritas en 6.3.1, las prescripciones relativas a la acumulación de hielo podrán oscilar, por lo que respecta a los márgenes exigidos, entre la mitad y el doble de los valores admisibles; y
- .7** en la zona definida en 6.3.2.2, en la que cabe esperar una acumulación de hielo superior al doble de los márgenes exigidos en 6.3.1, podrán aplicarse prescripciones más rigurosas que las dadas en 6.3.1.

### **6.3.3** *Breve examen de las causas de la formación de hielo y su influencia en la navegabilidad del buque*

**6.3.3.1** El patrón de un buque pesquero debería tener presente que la formación de hielo es un proceso complicado en el que influyen las condiciones meteorológicas, la condición de carga y el comportamiento del buque con mal tiempo, así como el tamaño y el emplazamiento de las superestructuras y el aparejo. La causa más corriente de formación de hielo es la acumulación de gotas de agua en la estructura del buque. Estas gotas proceden de los rociones producidos por las crestas de las olas y de los generados por el propio buque.

**6.3.3.2** La formación de hielo se puede producir también cuando nieva, cuando hay niebla (incluida la niebla ártica humeante), si desciende la temperatura ambiente de manera repentina, y por la congelación de las gotas de lluvia al dar contra la estructura del buque.

**6.3.3.3** En algunos casos, la formación del hielo puede darse o acentuarse cuando el buque embarca agua y la retiene en cubierta.

**6.3.3.4** La formación intensa de hielo ocurre por lo general en la roda, amurada y tapas de regala, paredes frontales de superestructuras y casetas, escobenes, anclas, equipo de cubierta, castillo y cubierta superior, portas de desagüe, antenas, estays, obenques, palos y arboladura.

**6.3.3.5** Debería tenerse en cuenta que las regiones subárticas son las regiones geográficas más peligrosas desde el punto de vista de la formación de hielo.

**6.3.3.6** La formación de hielo es máxima con la mar y el viento por la proa. Con vientos del través y de aleta, el hielo se acumula más rápidamente en el costado de barlovento, lo cual puede producir una escora constante extremadamente peligrosa.

**6.3.3.7** A continuación se enumeran las condiciones meteorológicas que originan el tipo más común de formación de hielo debido a los rociones. También se dan ejemplos del peso del hielo formado en un buque pesquero típico de desplazamiento comprendido entre 100 y 500 toneladas. Para buques de más porte, el peso será proporcionalmente superior.

**6.3.3.8** La acumulación de hielo es lenta:

- .1 a temperaturas ambiente de  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  con vientos de cualquier velocidad;
- .2 a temperaturas ambiente de  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  o inferiores y vientos de 0 m/s a 9 m/s; y
- .3 en condiciones de precipitación, niebla o neblina, seguidas de un descenso repentino de la temperatura ambiente.

En las condiciones indicadas, es posible que la acumulación de hielo no exceda de 1,5 t/h.

**6.3.3.9** A temperaturas ambiente de  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y vientos de 10 m/s a 15 m/s, la acumulación de hielo es rápida. En estas condiciones, el hielo puede acumularse a razón de 1,5 t/h a 4 t/h.

**6.3.3.10** La acumulación de hielo es muy rápida:

- .1 a temperaturas ambiente de  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  o inferiores y vientos de 16 m/s o de mayor intensidad; y
- .2 a temperaturas ambiente de  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$  o inferiores y vientos de 10 m/s a 15 m/s.

En estas condiciones, la acumulación de hielo puede exceder de 4 t/h.

**6.3.3.11** El patrón debería tener presente que la formación de hielo repercute desfavorablemente en la navegabilidad del buque, ya que da lugar a:

- .1 un aumento del peso del buque debido a la acumulación de hielo en su superficie, lo cual contribuye a reducir el franco-bordo y la flotabilidad;
- .2 una elevación del centro de gravedad del buque debido a que el hielo se acumula en las partes altas de la superestructura, con la correspondiente reducción del grado de estabilidad;



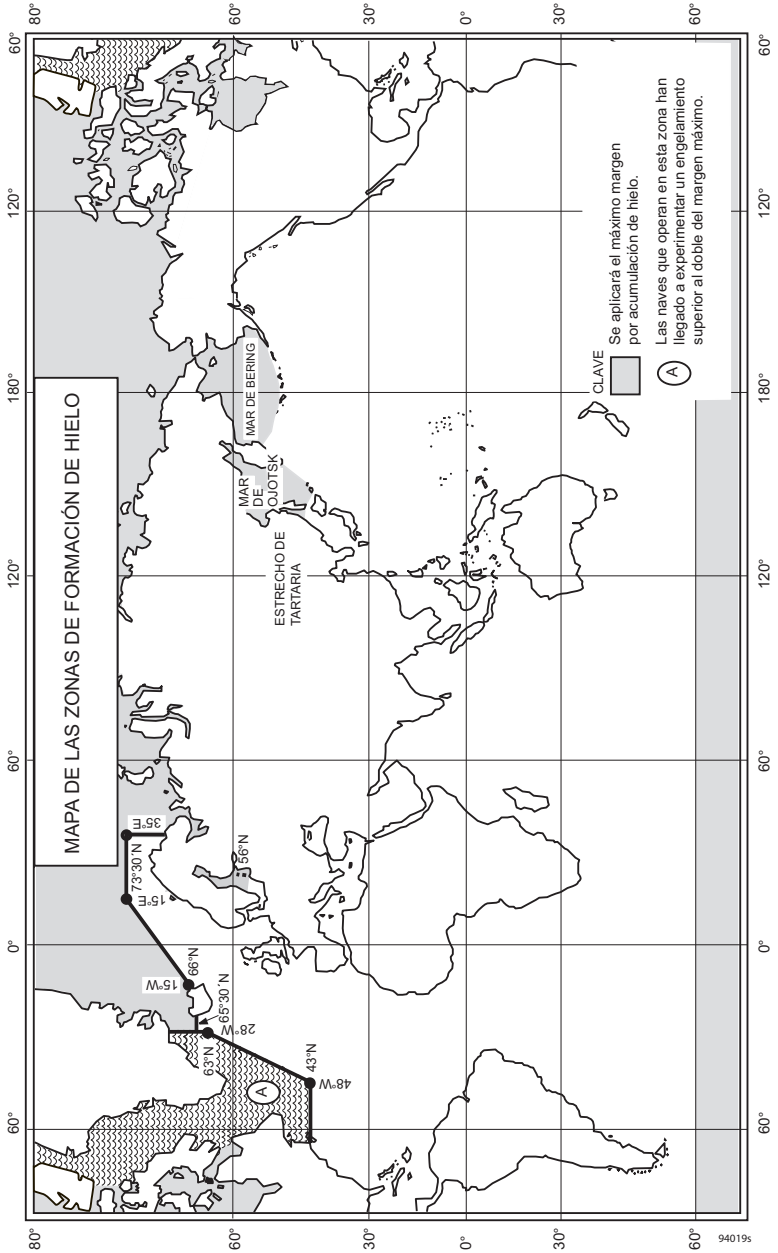
- .3 un aumento de la superficie expuesta al viento debido a la formación de hielo en las partes altas del buque, con el consiguiente aumento del momento escorante producido por la acción del viento;
- .4 un cambio de asiento debido a la distribución irregular del hielo a lo largo del buque;
- .5 la aparición de una escora constante debida a la distribución irregular del hielo a lo ancho del buque; y
- .6 un deterioro de la maniobrabilidad y una disminución de la velocidad del buque.

**6.3.4** Los procedimientos operacionales para asegurar la capacidad de resistencia de los buques pesqueros en condiciones de formación de hielo figuran en el anexo 2 (Recomendaciones para que los patrones de buques pesqueros se aseguren de la resistencia del buque en condiciones de formación de hielo).

## **6.4 Buques de suministro mar adentro de eslora comprendida entre 24 m y 100 m**

En los buques que operen en zonas en las que se pueda producir acumulación de hielo:

- .1 no deberían instalarse cierres en las portas de desagüe; y
- .2 por lo que respecta a las precauciones operacionales contra la zozobra, véanse las recomendaciones para que los patrones de buques pesqueros se aseguren de la capacidad de resistencia del buque en condiciones de formación de hielo, que figuran en 6.3.3 y el anexo 2 (Recomendaciones para que los patrones de buques pesqueros se aseguren de la resistencia del buque en condiciones de formación de hielo).



## CAPÍTULO 7 – CONSIDERACIONES SOBRE LA INTEGRIDAD DE ESTANQUIDAD Y LA ESTANQUIDAD A LA INTEMPERIE

### 7.1 Escotillas

**7.1.1** Las escotillas de carga o de otro tipo de los buques regidos por el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, y el Protocolo de 1988 relativo al mismo deberían cumplir lo dispuesto en las reglas 13, 14, 15, 16 y 26 5) de dichos Convenio y Protocolo.

**7.1.2** Las escotillas de los buques pesqueros regidos por el Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos deberían cumplir con lo dispuesto en las reglas II/5 y II/6 de dicho Protocolo.

**7.1.3** Las escotillas de los buques pesqueros con cubierta y de eslora igual o superior a 12 m pero no inferior a 24 m cumplirán las disposiciones siguientes:

**7.1.3.1** Todas las escotillas deberían estar provistas de tapas, y las que puedan abrirse durante las operaciones de pesca deberían ir normalmente dispuestas cerca de crujía.

**7.1.3.2** En los cálculos de resistencia debería suponerse que las tapas de escotilla que no sean de madera están sometidas a una carga estática igual a  $10 \text{ kN/m}^2$  o al peso de la carga que se tiene previsto llevar sobre ellas, si este valor es mayor.

**7.1.3.3** Si las tapas son de acero dulce, el esfuerzo máximo indicado en 7.1.3.2 multiplicado por 4,25 no debería exceder de la resistencia mínima a la rotura del material. Con estas cargas, la flecha no debería exceder de 0,0028 veces el vano de la escotilla.

**7.1.3.4** Las tapas que no sean de acero dulce o madera deberían tener por lo menos una resistencia equivalente a las de acero dulce y estar construidas con la rigidez suficiente para garantizar la estanquidad a la intemperie cuando estén sometidas a las cargas que se indican en 7.1.3.2.

**7.1.3.5** Las tapas deberían estar provistas de dispositivos de trinca y frisas, u otros medios equivalentes, que sean suficientes para garantizar la estanquidad a la intemperie.

**7.1.3.6** En general, no se recomienda el empleo de tapas de escotilla de madera por la dificultad que entraña sujetarlas rápidamente para que queden estancas a la intemperie. No obstante, si ya existen, deberían poder fijarse de manera estanca a la intemperie.

**7.1.3.7** El grosor neto de las tapas de escotilla de madera debería incluir un margen por la abrasión debida al duro manejo de que serán objeto. En todo caso, el grosor neto de dichas tapas debería ser como mínimo de 4 mm por cada 100 mm de vano, pero nunca inferior a 40 mm, y la anchura mínima de las superficies de apoyo debería ser de 65 mm.

**7.1.3.8** La altura sobre cubierta de las brazolas de escotilla en las partes expuestas de la cubierta de trabajo debería ser como mínimo de 300 mm para buques de eslora igual a 12 m y de 600 mm para buques de eslora igual a 24 m. En el caso de buques de eslora intermedia, la altura mínima debería obtenerse por interpolación lineal. La altura sobre cubierta de las brazolas de escotilla en las partes expuestas de la cubierta de superestructuras será como mínimo de 300 mm.

**7.1.3.9** Cuando la experiencia operacional lo justifique, y previa aprobación de la autoridad competente, la altura de las brazolas de escotilla, exceptuadas las que dan directamente a los espacios de máquinas, podrá reducirse con respecto al valor indicado en 7.1.3.8, e incluso prescindirse de las brazolas, a condición de que se instalen tapas de escotilla estancas que no sean de madera. La abertura de tales escotillas debería ser la menor posible y las tapas deberían ir fijadas de modo permanente con bisagras o medios equivalentes y poder quedar cerradas y aseguradas rápidamente.

## **7.2 Aberturas en los espacios de máquinas**

**7.2.1** En los buques regidos por el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o el Protocolo de 1988 relativo al mismo, en su forma enmendada, las aberturas de los espacios de máquinas cumplirán lo dispuesto en la regla 17 de dicho Convenio.

**7.2.2** En los buques pesqueros regidos por el Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos, y en los buques pesqueros con cubierta nuevos de eslora igual o superior a 12 m pero no inferior a 24 m, se cumplirán las siguientes prescripciones de la regla II/7 de dicho Protocolo:

- .1** las aberturas del espacio de máquinas deberían ir armadas y protegidas por guardacalores de resistencia equivalente a la de la superestructura adyacente. Las correspondientes aberturas exteriores de acceso deberían llevar puertas que cumplan lo prescrito en la regla II/4 del Protocolo o, en el caso de buques de eslora inferior a 24 m, tapas de escotilla que no sean de madera, que cumplan lo prescrito en 7.1.3 del presente capítulo; y

- .2 las aberturas que no sean de acceso deberían ir provistas de tapas de resistencia equivalente a la de la estructura no perforada, fijadas a ésta de modo permanente y susceptibles de quedar cerradas de manera que sean estancas a la intemperie.

**7.2.3** En los buques de suministro mar adentro, el acceso al espacio de máquinas debería habilitarse, a ser posible, en el castillo. Todo acceso al espacio de máquinas que dé a la cubierta expuesta de carga debería estar provisto de dos cierres estancos a la intemperie. El acceso a los espacios situados por debajo de la cubierta expuesta de carga debería habilitarse con preferencia desde un lugar situado dentro o por encima de la cubierta de superestructuras.

### 7.3 Puertas

**7.3.1** En los buques de pasaje regidos por el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, las puertas deberían cumplir con lo dispuesto en las reglas II-1/13 y 16 de dicho Convenio.

**7.3.2** En los buques regidos por el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o el Protocolo de 1988 relativo al mismo, en su forma enmendada, las puertas deberían cumplir lo dispuesto en la regla 12 de dicho Convenio.

**7.3.3** En los buques pesqueros regidos por el Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos, las puertas deberían cumplir lo dispuesto en las reglas II/2 y II/4 de dicho Protocolo.

**7.3.4** En los buques pesqueros con cubierta de eslora igual o superior a 12 m pero no inferior a 24 m:

- .1 las puertas estancas podrán ser de bisagra y deberían poder accionarse *in situ* por cada lado. A ambos lados de la puerta debería fijarse un aviso de que la puerta debe mantenerse cerrada durante la navegación;
- .2 todas las aberturas de acceso practicadas en los mamparos de las estructuras de cubierta cerradas por las que pueda entrar agua y poner en peligro al buque deberían ir provistas de puertas fijadas permanentemente al mamparo, armadas y reforzadas de modo que el conjunto de su estructura sea de resistencia equivalente a la de la estructura no perforada, y resulten estancas a la intemperie cuando estén cerradas, y dotadas de medios que permitan accionarlas desde ambos lados del mamparo;

- .3** la altura sobre cubierta de las falcas de los vanos de puertas, tambuchos, construcciones de cubierta y guardacalores situados en la cubierta de trabajo y en las de superestructuras que den acceso directo a partes de la cubierta expuesta a la intemperie debería ser como mínimo igual a la altura de las brazolas de escotilla especificada en 7.1.3.8;
- .4** cuando la experiencia operacional lo justifique, y previa aprobación de la autoridad competente, la altura sobre cubierta de las falcas de los vanos de puertas especificados en 7.3.4.3, salvo los que den acceso directo a los espacios de máquinas, podrá reducirse a no menos de 150 mm en las cubiertas de superestructuras y a no menos de 380 mm en la cubierta de trabajo de los buques de eslora igual a 24 m, o a no menos de 150 mm en la cubierta de trabajo de los buques de eslora igual a 12 m. En los buques de eslora intermedia, la altura reducida mínima aceptable de las falcas de los vanos de las puertas situadas en la cubierta de trabajo se obtendrá por interpolación lineal.

## **7.4 Portas de carga y aberturas similares**

**7.4.1** Las portas de carga y otras aberturas similares de los buques regidos por el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o el Protocolo de 1988 relativo al mismo, en su forma enmendada, deberían cumplir lo dispuesto en la regla 21 de dicho Convenio.

**7.4.2** Las aberturas por las que pueda entrar agua en el buque y las compuertas de pesca de arrastre por la popa de los buques pesqueros regidos por el Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos deberían cumplir lo dispuesto en la regla II/3 de dicho Protocolo.

**7.4.3** Las portas de carga y aberturas similares de los buques de pasaje a los que se aplique el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, deberían cumplir lo dispuesto en las reglas II-1/15, 17 y 22 de dicho Convenio. Asimismo, en los buques de pasaje de transbordo rodado a los que se aplique ese Convenio, dichas aberturas deberían tener que ajustarse a lo dispuesto en la regla II-1/17-1 del mismo.

**7.4.4** Las portas de carga y otras aberturas similares de los buques de carga a los que se aplique el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, deberían cumplir lo dispuesto en la regla II-1/15-1 de dicho Convenio.

## **7.5 Portillos, imbornales, tomas y descargas**

**7.5.1** En los buques de pasaje a los que se aplique el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, las aberturas practicadas en el forro exterior por debajo de la cubierta de cierre deberían ajustarse a lo dispuesto en la regla II-1/15 de dicho Convenio.

La integridad de estanquidad por encima de la cubierta de cierre debería ajustarse a lo dispuesto en la regla II-1/17 de ese Convenio.

Además, en los buques de pasaje de transbordo rodado, la integridad de estanquidad por debajo de la cubierta de cierre debería ajustarse a lo dispuesto en la regla II-1/23 y la integridad del casco y de la superestructura debería ajustarse a lo dispuesto en la regla II-1/17-1 de dicho Convenio.

**7.5.2** En los buques regidos por el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o el Protocolo de 1988 relativo al mismo, en su forma enmendada, los imbornales, tomas y descargas deberían cumplir lo dispuesto en la regla 22 y los portillos deberían cumplir lo dispuesto en la regla 23 de dicho Convenio.

**7.5.3** En los buques pesqueros regidos por el Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos, los portillos y ventanas deberían cumplir lo dispuesto en la regla II/12 y las tomas y descargas deberían cumplir lo dispuesto en la regla II/13 de dicho Protocolo.

**7.5.4** En los buques pesqueros con cubierta de eslora igual o superior a 12 m pero inferior a 24 m, los portillos, ventanas y demás aberturas, tomas y descargas deberían cumplir lo siguiente:

- .1 los portillos que den a espacios situados por debajo de la cubierta de trabajo y a espacios cerrados de dicha cubierta deberían ir provistos de tapas ciegas con bisagra susceptibles de quedar cerradas de modo estanco;
- .2 los portillos deberían ubicarse en un lugar tal que su borde inferior quede por encima de una línea paralela a la cubierta de trabajo en el costado, cuyo punto más bajo esté a 500 mm por encima de la máxima flotación de servicio;
- .3 los portillos y sus correspondientes cristales y tapas ciegas deberían construirse de manera sólida y satisfactoria a juicio de la autoridad competente;
- .4 las claraboyas que den a espacios situados por debajo de la cubierta de trabajo deberían estar construidas de manera sólida y ser susceptibles de quedar cerradas y aseguradas de modo estanco a la intemperie, y deberían disponerse medios

adecuados de cierre para el caso de que se dañen los refuerzos. En la medida de lo posible, debería evitarse instalar claraboyas que den a los espacios de máquinas;

- .5** en todas las ventanas de la caseta de gobierno que estén expuestas a la intemperie debería utilizarse cristal de seguridad endurecido o un material adecuado de transparencia permanente y resistencia equivalente. Los medios para asegurar las ventanas y la anchura de las superficies de apoyo deberían ser adecuados, habida cuenta del material empleado en la ventana. Las aberturas que comuniquen a espacios situados bajo cubierta desde una caseta de gobierno cuyas ventanas no estén provistas de la protección indicada en .6 deberían llevar un dispositivo de cierre que las haga estancas a la intemperie;
- .6** deberían disponerse tapas ciegas interiores o una cantidad suficiente de tapas ciegas exteriores cuando no haya otro método de impedir que el agua entre en el casco a través de una ventana o un portillo roto;
- .7** la autoridad competente podrá aceptar portillos y ventanas sin tapas ciegas en los mamparos laterales o popeles de las estructuras de cubierta situadas en la cubierta de trabajo o por encima de ella si a su juicio la seguridad del buque no va a sufrir menoscabo;
- .8** el número de aberturas practicadas en los costados del buque por debajo de la cubierta de trabajo debería ser el mínimo compatible con las características de proyecto y la utilización correcta del buque, y tales aberturas deberían ir provistas de medios de cierre de resistencia adecuada para asegurar la estanquidad y la integridad de la estructura circundante;
- .9** los tubos de descarga que atravesen el forro exterior desde espacios situados por debajo de la cubierta de trabajo o desde espacios situados dentro de las construcciones de cubierta deberían ir provistos de medios eficaces y accesibles que impidan la entrada de agua a bordo. Normalmente, cada una de las descargas llevará una válvula automática de retención dotada de un medio seguro de cierre accionable desde un lugar fácilmente accesible. No se exigirá esta válvula si la autoridad competente estima que no hay riesgo de que la entrada de agua en el buque por la abertura de que se trate dé lugar a una inundación peligrosa y que el grosor de la tubería es suficiente. El medio de accionamiento seguro de la válvula debería ir provisto de un indicador que señale si la válvula está abierta o cerrada. El extremo interior abierto de todo sistema de descarga



debería quedar por encima de la máxima flotación de servicio a un ángulo de escora que sea satisfactorio a juicio de la autoridad competente;

- .10 las tomas de mar y descargas principales y auxiliares de los espacios de máquinas que sean esenciales para el funcionamiento de la maquinaria deberían controlarse *in situ*. Los mandos deberían ser fácilmente accesibles e ir provistos de indicadores que señalen si las válvulas están abiertas o cerradas. Deberían instalarse dispositivos de aviso adecuados para indicar la entrada de agua en el espacio; y
- .11 los accesorios fijados al forro exterior y todas las válvulas deberían ser de acero, bronce u otro material dúctil. Todas las tuberías entre el forro y las válvulas deberían ser de acero, salvo en los buques que sean de un material distinto del acero, en cuyo caso podrán utilizarse otros materiales adecuados.

**7.5.5** En los buques de carga a los que se aplique el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, las aberturas externas deberían ajustarse a lo dispuesto en la regla II-1/15-1 de dicho Convenio.

## 7.6 Otras aberturas de cubierta

**7.6.1** Las demás aberturas practicadas en las cubiertas de francobordo y de superestructuras de los buques regidos por el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o el Protocolo de 1988 relativo al mismo, en su forma enmendada, deberían cumplir con lo dispuesto en la regla 18 de dicho Convenio.

**7.6.2** En los buques pesqueros con cubierta de eslora igual o superior a 12 m, y cuando sea esencial para las faenas de pesca, podrán instalarse portillos a ras de cubierta de rosca, bayoneta o de un tipo equivalente y registros, a condición de que puedan cerrarse de manera estanca y estén fijados permanentemente a la estructura adyacente. Habida cuenta del tamaño y la disposición de las aberturas y la configuración de los dispositivos de cierre, podrán instalarse cierres de metal contra metal si son realmente estancos. Las aberturas que no sean escotillas, aberturas del espacio de máquinas, registros y portillos rasos en la cubierta de trabajo o de superestructuras deberían ir protegidas por estructuras de cierre provistas de puertas estancas a la intemperie o medios equivalentes. Los tambuchos deberían estar situados lo más cerca posible de crujía.\*

---

\* Véase la regla II/8 del Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos.

## **7.7 Ventiladores, tubos de aireación y dispositivos de sondeo**

**7.7.1** En los buques regidos por el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o el Protocolo de 1988 relativo al mismo, en su forma enmendada, los ventiladores deberían cumplir lo dispuesto en la regla 19 y los tubos de aireación deberían cumplir lo dispuesto en la regla 20 de dicho Convenio.

**7.7.2** En los buques pesqueros regidos por el Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos, los ventiladores deberían cumplir lo dispuesto en la regla II/9 y los tubos de aireación deberían cumplir lo dispuesto en la regla II/10 de dicho Protocolo. Los dispositivos de sondeo deberían cumplir lo dispuesto en la regla II/11 del Protocolo.

**7.7.3** Los ventiladores y tubos de aireación de los buques pesqueros de eslora igual o superior a 12 m pero inferior a 24 m deberían cumplir lo siguiente:

- .1** los ventiladores deberían tener manguerotes de construcción sólida y ser susceptibles de quedar cerrados de manera estanca a la intemperie con dispositivos fijados de modo permanente al ventilador o a la estructura adyacente. Los ventiladores deberían disponerse lo más cerca posible de crujía y, si es practicable, extenderse a través de la parte superior de cualquier construcción de cubierta o tambucho;
- .2** la altura de los manguerotes debería ser la máxima posible. En la cubierta de trabajo, la altura sobre cubierta de los manguerotes de los ventiladores que no sean de ventiladores del espacio de máquinas no debería ser inferior a 760 mm, y en las cubiertas de superestructuras, no inferior a 450 mm. Cuando tales ventiladores se encuentren a una altura que pueda entorpecer la utilización del buque, la altura de los manguerotes podrá reducirse a un valor que sea satisfactorio a juicio de la autoridad competente. La altura sobre cubierta de los ventiladores del espacio de máquinas debería ser satisfactoria a juicio de la autoridad competente;
- .3** no será necesario instalar dispositivos de cierre en ventiladores cuyos manguerotes se eleven más de 2,5 m por encima de la cubierta de trabajo o más de 1,0 m por encima del techo de una caseta o de la cubierta de superestructuras;
- .4** si los tubos de aireación de los tanques u otros espacios situados bajo cubierta se elevan por encima de la cubierta de trabajo o de la de superestructuras, las partes expuestas de los tubos deberían ser de construcción sólida y, en la medida de lo

posible, estarán situadas cerca de crujía y protegidas contra posibles daños ocasionados por el arte de pesca o el equipo de izada. Las aberturas de tales tubos deberían estar protegidas por medios eficaces de cierre, fijados de modo permanente al mismo tubo o a la estructura adyacente; dichos medios de cierre podrán omitirse si la autoridad competente queda satisfecha de que tales aberturas están protegidas contra el agua acumulada en cubierta; y

- .5 cuando los tubos de aireación estén situados cerca del costado del buque, su altura sobre cubierta hasta el punto en que el agua pueda entrar en el buque debería ser, como mínimo, de 760 mm en la cubierta de trabajo y de 450 mm en la cubierta de super-estructuras. La autoridad competente podrá aceptar que se reduzca la altura de un tubo de aireación para impedir que se entorpezcan las faenas de pesca.

**7.7.4** En los buques de suministro mar adentro, los tubos de aireación y ventiladores deberían cumplir lo siguiente:

- .1 los tubos de aireación y los ventiladores deberían instalarse en lugares protegidos a fin de evitar que sufran daños durante las operaciones de carga y de reducir al mínimo la posibilidad de inundación. Los tubos de aireación situados en las cubiertas expuestas de carga y del castillo deberían llevar instalados dispositivos automáticos de cierre; y
- .2 debería prestarse la debida atención a la ubicación de los ventiladores del espacio de máquinas, los cuales deberían instalarse con preferencia en un lugar por encima de la cubierta de superestructuras o por encima de un nivel equivalente si dicha cubierta no existe.

## 7.8 Portas de desagüe

**7.8.1** Cuando las amuradas formen pozos en la parte expuesta de la cubierta de francobordo o de superestructuras, o en la cubierta de trabajo de los buques pesqueros, deberían disponerse portas de desagüe a lo largo de la amurada para asegurar el desagüe de la cubierta de la manera más rápida y eficaz posible. Los bordes inferiores de las portas de desagüe deberían estar tan próximos a la cubierta como sea posible.\*

---

\* Véase la regla 24 5) del Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o del Protocolo de 1988 relativo al mismo, enmendado, y la regla II/14 4) del Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos.

**7.8.2** En los buques regidos por el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o el Protocolo de 1988 relativo al mismo, en su forma enmendada, las portas de desagüe deberían cumplir la regla 24 de dicho Convenio.

**7.8.3** En los buques pesqueros con cubierta de eslora igual o superior a 12 m, las portas de desagüe deberían cumplir lo siguiente.\*

**7.8.3.1** El área mínima de las portas de desagüe  $A$ , en  $m^2$ , a cada banda del buque y en cada uno de los pozos de la cubierta de trabajo debería determinarse en función de la longitud  $l$  y la altura de la amurada en el pozo, según se indica a continuación:

.1  $A = K \cdot l$

donde:

$K = 0,07$  para buques de eslora igual o superior a 24 m;

$K = 0,035$  para buques de eslora igual a 12 m;  
para esloras intermedias, el valor de  $K$  debería obtenerse por interpolación lineal (no es necesario que  $l$  sea superior al 70 % de la eslora del buque);

.2 si la altura media de la amurada es superior a 1,2 m, el área prescrita debería incrementarse en  $0,004 m^2$  por metro de longitud del pozo y por cada 0,1 m de diferencia de altura; y

.3 si la altura media de la amurada es inferior a 0,9 m, el área prescrita podrá reducirse en  $0,004 m^2$  por metro de longitud del pozo y por cada 0,1 m de diferencia de altura.

**7.8.3.2** El área de las portas de desagüe calculada con arreglo a 7.8.3.1 debería aumentarse cuando la Administración o autoridad competente estime que el arrufo del buque no es suficiente para asegurar el desagüe rápido y eficaz de la cubierta.

**7.8.3.3** A reserva de que lo apruebe la Administración o autoridad competente, el área mínima de las portas de desagüe de cada pozo de la cubierta de superestructura no debería ser inferior a la mitad del área  $A$  indicada en 7.8.3.1, salvo cuando la cubierta de superestructuras sea una cubierta de trabajo para faenas de pesca, en cuyo caso el área mínima a cada banda no debería ser inferior al 75 % del área  $A$ .

**7.8.3.4** Las portas de desagüe deberían ir dispuestas a lo largo de las amuradas de tal modo que el desagüe de la cubierta sea lo más rápido y eficaz posible. Los bordes inferiores de las portas de desagüe deberían estar tan próximos a la cubierta como sea posible.

---

\* Véase la regla II/14 del Protocolo de 1993 relativo al Convenio de Torremolinos.

**7.8.3.5** Los tablonces de encajonar el pescado en cubierta y los medios para estibar y utilizar los artes de pesca deberían ir dispuestos de manera que no disminuyan la eficacia de las portas de desagüe ni se acumule agua en cubierta o se impida que corra libremente hacia las portas de desagüe. Los tablonces deberían estar contruidos de forma que queden asegurados en su lugar cuando se estén utilizando y no dificulten la descarga del agua embarcada en cubierta.

**7.8.3.6** Las portas de desagüe de altura superior a 0,3 m deberían llevar varillas espaciadas entre sí no más de 0,23 m ni menos de 0,15 m, o ir provistas de algún otro medio adecuado de protección. Si las portas de desagüe llevan tapas, éstas deberían ser de construcción aprobada. Cuando se considere necesario proveer dispositivos para asegurar las tapas de las portas de desagüe durante las faenas de pesca, dichos dispositivos deberían ser satisfactorios a juicio de la autoridad competente y podrán accionarse con sencillez desde un lugar fácilmente accesible.

**7.8.3.7** En los buques que vayan a faenar en zonas propensas a la formación de hielo, las tapas y los dispositivos protectores de las portas de desagüe deberían poder desmontarse fácilmente a fin de limitar la acumulación de hielo. El tamaño de las aberturas y los medios provistos para desmontar dichos dispositivos protectores deberían ser satisfactorios a juicio de la autoridad competente.

**7.8.3.8** Además, en los buques pesqueros de eslora igual o superior a 12 m pero inferior a 24 m que tengan pozos o bañeras en la cubierta de trabajo o en la de superestructura y cuyos pisos queden por encima de la máxima flotación de servicio, deberían instalarse medios eficaces de desagüe por la borda provistos de válvulas de retención. Cuando los pisos de tales pozos o bañeras queden por debajo de la máxima flotación de servicio, deberían disponerse medios de desagüe dirigidos a las sentinas.

**7.8.4** En los buques de suministro mar adentro, la Administración debería prestar especial atención al desagüe adecuado de los puestos de estiba de tuberías, habida cuenta de las características de cada buque. No obstante, el área prevista para el desagüe de los puestos de estiba de tuberías debería exceder del área prescrita para las portas de desagüe practicadas en la amurada de la cubierta de carga y no llevar tapas.

## **7.9 Cuestiones diversas**

**7.9.1** Los buques dedicados a operaciones de remolque deberían llevar medios para soltar rápidamente el cable de remolque.

## **CAPÍTULO 8 – DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DESPLAZAMIENTO EN ROSCA**

### **8.1 Ámbito de aplicación**

**8.1.1** Todo buque de pasaje, sean cuales fueren sus dimensiones, y todo buque de carga de eslora igual o superior a 24 m, tal como se define ésta en el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, o el Protocolo de 1988 relativo al mismo, en su forma enmendada, será sometido, ya terminada su construcción, a una prueba destinada a determinar los elementos de su estabilidad.\*

**8.1.2** La Administración podrá autorizar que respecto de un determinado buque se prescindiera de esta prueba de estabilidad prescrita en 8.1.1, siempre que se disponga de datos básicos proporcionados por la prueba de estabilidad realizada con un buque gemelo y que a juicio de la Administración sea posible, partiendo de estos datos básicos, obtener información de garantía acerca de la estabilidad del buque no sometido a prueba.

Para evitar la prueba de estabilidad, la desviación de la masa del buque en rosca no excederá de los siguientes valores:

para  $L^\dagger < 50$  m: un 2 % de la masa del buque en rosca que se toma como modelo o de la masa indicada en la información sobre estabilidad;

para  $L > 160$  m: un 1 % de la masa del buque en rosca que se toma como modelo o de la masa indicada en la información sobre estabilidad;

para esloras intermedias: mediante interpolación lineal;

y la desviación de la posición longitudinal del centro de gravedad (LCG) del buque en rosca correspondiente a  $L$  no debería superar el 0,5 % del LCG del buque modelo en rosca o lo indicado en la información sobre estabilidad, con independencia de la eslora del buque.

**8.1.3** La Administración podrá asimismo autorizar que respecto de un determinado buque o de una clase de buques especialmente proyectados para el transporte de líquidos o de mineral a granel se prescindiera de la

---

\* Véase la regla II-1/5 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada.

† A los efectos de 8.1.2 y 8.1.5, la eslora ( $L$ ) significa la eslora de compartimentado ( $L_s$ ) según se define ésta en la regla II-1/2.1 del Convenio SOLAS 1974, enmendado. Para los buques a los que se aplica el Convenio y otros buques, la eslora ( $L$ ) es la eslora del buque según se define ésta en 2.12, sección 2 (Definiciones) de la introducción del presente código.

prueba de estabilidad, si la referencia a datos existentes para buques análogos indica claramente que las proporciones y la disposición del buque harán que haya sobrada altura metacéntrica en todas las condiciones de carga probables.

**8.1.4** Si un buque experimenta alteraciones que afecten a su estabilidad, el buque debería ser sometido a una nueva prueba de estabilidad.

**8.1.5** En todos los buques de pasaje, a intervalos periódicos que no excedan de cinco años, se debería llevar a cabo un reconocimiento para determinar el peso en rosca y comprobar si se han producido cambios en el desplazamiento en rosca o en la posición longitudinal del centro de gravedad. Si al comparar los resultados con la información aprobada sobre estabilidad se encontrara o se previera una variación del desplazamiento en rosca que exceda del 2 % o una variación de la posición longitudinal del centro de gravedad que exceda del 1 % de  $L$ , el buque debería someterse a una nueva prueba de estabilidad.

**8.1.6** La prueba de estabilidad prescrita puede adaptarse a buques de eslora inferior a 24 m si se toman las debidas precauciones para garantizar la precisión del procedimiento de prueba.

## **8.2 Preparativos para la prueba de estabilidad**

### **8.2.1 Notificación a la Administración**

La realización de la prueba de estabilidad debería notificarse por escrito a la Administración cuando ésta lo requiera o con bastante antelación a la prueba. Un representante de la Administración debería presenciar la prueba de estabilidad, cuyos resultados serán presentados a efectos de examen.

El astillero, el propietario o el ingeniero naval tienen la responsabilidad de hacer los preparativos, realizar la prueba de estabilidad y el reconocimiento del peso en rosca, registrar los datos y calcular los resultados. Si bien el cumplimiento de los procedimientos reseñados permitirá realizar la prueba de manera rápida y precisa, se reconoce que otros procedimientos pueden ser igualmente eficaces. No obstante, a fin de reducir al mínimo los retrasos, se recomienda presentar detalles de esas opciones a la Administración para que puedan examinarse antes de realizar la prueba de estabilidad.

#### **8.2.1.1 Pormenores de la notificación**

La notificación por escrito debería incluir la información siguiente, según requiera la Administración:

- .1** identificación del buque con su nombre y el número del casco asignado por el astillero, si procede;

- .2 fecha, hora y lugar en que se va a realizar la prueba;
- .3 datos sobre los pesos de prueba:
  - .1 tipo;
  - .2 cantidad (número de unidades y masa de cada una);
  - .3 certificación;
  - .4 método de manipulación (es decir, rieles de deslizamiento o grúa);
  - .5 ángulo de escora máximo previsto a cada banda;
- .4 dispositivos de medida:
  - .1 péndulos: emplazamiento aproximado y longitud;
  - .2 tubos en U: emplazamiento aproximado y distancia entre los brazos;
  - .3 inclinómetros: emplazamiento y detalles de aprobaciones y calibraciones;
- .5 asiento aproximado;
- .6 condición de los tanques;
- .7 estimación de la masa que hay que deducir, añadir y cambiar de lugar para que el buque quede verdaderamente en rosca;
- .8 descripción detallada de todo programa informático que se utilice para ayudar a realizar los cálculos durante la prueba de estabilidad; y
- .9 nombre y número de teléfono de la persona responsable de la realización de la prueba de estabilidad.

### **8.2.2** *Estado general del buque*

**8.2.2.1** En el momento de realizar la prueba de estabilidad, la terminación del buque debería estar lo más avanzada posible. La prueba debería programarse tratando de reducir al mínimo los retrasos en la entrega del buque o las interrupciones en sus compromisos operacionales.

**8.2.2.2** La cantidad y el tipo de trabajo que quede por realizar (masa que haya que añadir) repercuten en las características del buque en rosca, por lo que se impone buen juicio en las decisiones. Cuando la masa o el centro de gravedad de un elemento por añadir no puedan determinarse con confianza, será conveniente realizar la prueba de estabilidad una vez que se haya añadido tal elemento.



**8.2.2.3** Antes de realizar la prueba de estabilidad conviene reducir al mínimo los materiales provisionales, cajas de herramientas, andamios, arena, objetos desechables, etc., que pueda haber a bordo. También se debería prescindir de los tripulantes o del personal que no vayan a participar directamente en la prueba de estabilidad.

**8.2.2.4** Las cubiertas deberían estar secas. El agua acumulada en la cubierta puede desplazarse y estancarse de manera similar a los líquidos en los tanques. Antes de realizar la prueba debería eliminarse el agua de lluvia, la nieve o el hielo que puedan haberse acumulado en el buque.

**8.2.2.5** Al planear la prueba debería tenerse en cuenta la cantidad de líquidos prevista durante su realización. Preferiblemente, todos los tanques deberían estar vacíos y limpios, o bien completamente llenos. El número de tanques parcialmente llenos debería quedar reducido al mínimo absoluto. La viscosidad y profundidad del fluido y la forma del tanque deberían ser tales que permitan determinar con precisión el efecto de superficie libre.

**8.2.2.6** El buque debería estar amarrado en una zona tranquila y abrigada que no se halle expuesta a la acción de fuerzas externas, tales como los remolinos ocasionados por las hélices de embarcaciones que naveguen en las inmediaciones o las descargas inesperadas de bombas situadas en tierra. También deberían tenerse en cuenta el estado de la marea y el asiento del buque durante la prueba. Antes de comenzar la prueba se debería medir y registrar la profundidad en tantos puntos como sea necesario hasta asegurarse de que el buque no va a tocar el fondo, y registrar con precisión el peso específico del agua. El buque debería quedar amarrado de manera que pueda escorar sin restricciones. Deberían retirarse las rampas de acceso y reducirse al mínimo los cables eléctricos, mangueras, etc., conectados a tierra, manteniéndolos siempre flojos.

**8.2.2.7** El buque debería estar lo más adrizado posible; con los pesos de prueba en su posición inicial puede aceptarse una escora de hasta medio grado. Si fuera viable, en los datos hidrostáticos deberían considerarse el asiento real y la inclinación de la quilla. Para evitar la introducción de errores excesivos debidos a variaciones considerables en el área del plano de flotación provocadas por la escora, deberían comprobarse previamente los datos hidrostáticos del asiento real y los máximos ángulos de escora previstos.

**8.2.2.8** La masa total utilizada debería ser suficiente para conseguir una inclinación a cada banda de un grado como mínimo y cuatro grados como máximo. No obstante, la Administración podrá aceptar un ángulo de inclinación inferior en el caso de grandes buques, a condición de que se cumplan las prescripciones que figuran en 8.2.2.9 relativas a la diferencia en

altura del tubo en U o de deflexión del péndulo. Los pesos de prueba deberían ser compactos y tener una forma que permita determinar con precisión la posición vertical de su centro de gravedad. Cada uno de los pesos debería ir marcado con su masa y número de identificación. Toda nueva certificación de los pesos de prueba debería realizarse antes de inclinar el buque. Durante la prueba de estabilidad debería disponerse de una grúa, u otros medios equivalentes, con suficiente capacidad y alcance para desplazar los pesos en la cubierta de manera rápida y segura. Podrá permitirse el trasiego de agua de lastre cuando sea imposible realizar la prueba de estabilidad utilizando pesos sólidos si la Administración lo acepta.

**8.2.2.9** Se recomienda utilizar tres péndulos, y en todo caso dos como mínimo, para poder identificar las lecturas erróneas de uno cualquiera de ellos, así como colocarlos en un lugar protegido contra el viento. Se podrán sustituir uno o más péndulos por otros instrumentos de medida (tubos en U o inclinómetros) a discreción de la Administración. No deberán utilizarse otros instrumentos de medida para reducir los ángulos mínimos de inclinación recomendados en 8.2.2.8.

La posibilidad de utilizar un inclinómetro o un tubo en U debería examinarse para cada caso en particular. Sólo se recomienda utilizar inclinómetros u otros instrumentos de medida si se cuenta al menos con un péndulo.

**8.2.2.10** Se deberían facilitar medios eficaces de comunicación bidireccional entre el puesto central de control y el lugar en que se manejen los pesos, y entre dicho puesto y cada uno de los lugares donde se hallen los péndulos. Una persona, desde un puesto central de control, debería asumir todas las funciones de dirección del personal que participe en la prueba.

### **8.3 Planos necesarios**

En el momento de realizar la prueba de estabilidad, la persona encargada debería disponer de una copia de los siguientes planos:

- .1 plano de formas;
- .2 curvas hidrostáticas o datos hidrostáticos;
- .3 plano de disposición general de las cubiertas, bodegas, dobles fondos, etc.;
- .4 plano de capacidades en el que se indiquen la capacidad y las posiciones vertical y longitudinal de los centros de gravedad de los espacios de carga, tanques, etc. Cuando se utilice el peso del agua de lastre para conseguir la inclinación, se conocerán las posiciones transversal y vertical de los centros de gravedad de los tanques correspondientes para cada ángulo de inclinación;

- .5 tablas de sondas de los tanques;
- .6 emplazamiento de las escalas de calados; y
- .7 plano de varada en que se indiquen el perfil de la quilla y las correcciones de las escalas de calado (si las hubiere).

## 8.4 Procedimiento de prueba

**8.4.1** Los procedimientos empleados para realizar la prueba de estabilidad y el reconocimiento del peso en rosca deberían estar en consonancia con las recomendaciones que figuran en el anexo 1 del presente código (Orientación detallada para realizar una prueba de estabilidad).

**8.4.1.1** Deberían tomarse lecturas del francobordo/calado para establecer la posición de la flotación, con el fin de determinar el desplazamiento del buque en el momento de realizar la prueba de estabilidad. Se recomienda tomar como mínimo cinco lecturas de francobordo en ambos costados, separadas entre sí aproximadamente por la misma distancia, o leer todas las escalas de calados (a proa, en los medios y a popa) en los dos costados del buque. Las lecturas de calado/francobordo deberían hacerse inmediatamente antes o inmediatamente después de realizar la prueba de estabilidad.

**8.4.1.2** En la prueba normalizada se ejecutan ocho movimientos de pesos. El movimiento N° 8, que es una comprobación del punto inicial, puede omitirse si después del movimiento N° 7 se consigue una línea recta en el gráfico. Si después de trazar la posición inicial y seis movimientos de pesos se obtiene una línea recta, la prueba de estabilidad habrá concluido y podrá omitirse la segunda comprobación de la posición inicial. En caso contrario, habría que repetir los movimientos de pesos cuyo trazo no sea aceptable, o bien encontrar una explicación satisfactoria.

**8.4.2** Se debería enviar a la Administración una copia de los datos relativos a la prueba, junto con los resultados obtenidos en la misma, en un modelo de informe aceptable, si se requiere.

**8.4.3** Durante la prueba de estabilidad y en la preparación del informe correspondiente todos los cálculos podrán llevarse a cabo con la ayuda de un programa informático adecuado. Los resultados de dicho programa podrán utilizarse para presentar todos o parte de los datos y los cálculos incluidos en el informe de la prueba, siempre que tales resultados sean claros, concisos, bien documentados y coincidan en general con la forma y el contenido que la Administración prescriba.

## **8.5 Prueba de estabilidad para las unidades móviles de perforación mar adentro**

**8.5.1** Debería exigirse realizar una prueba de estabilidad en la primera de las unidades de una serie que se ajuste al mismo proyecto, tan cerca de la terminación de su construcción como resulte posible, a fin de determinar con precisión los datos relativos a la unidad en rosca (peso y posición del centro de gravedad).

**8.5.2** Para las unidades sucesivas que se ajusten al mismo proyecto, la Administración podrá aceptar los datos relativos a la unidad en rosca de la primera unidad de la serie en lugar de la prueba de estabilidad, siempre que la diferencia en el desplazamiento en rosca o en la posición del centro de gravedad debida a pequeñas variaciones en la maquinaria, armamento o equipo, confirmada por un reconocimiento para la determinación del peso muerto, sea inferior al 1 % de los valores del desplazamiento en rosca y de las principales dimensiones horizontales, determinados para la primera unidad de la serie. Se debería poner especial cuidado al hacer los cálculos detallados de peso muerto y la comparación con la unidad original de una serie de unidades semisumergibles estabilizadas por columnas de las que, aun cuando respondan a un mismo proyecto, se estime improbable que tengan una similitud aceptable en peso o centro de gravedad que justifique la exención de la prueba de estabilidad.

**8.5.3** Los resultados de la prueba de estabilidad, o los del reconocimiento para la determinación del peso muerto y de la prueba de estabilidad corregidos en consideración a las diferencias de peso, deberían consignarse en el manual de instrucciones.

**8.5.4** En el manual de instrucciones o el cuaderno de alteraciones de los datos relativos a la unidad en rosca deberían consignarse todos los cambios de maquinaria, estructura, armamento y equipo que afecten a los mencionados datos, y tales cambios deberían tenerse en cuenta en las operaciones diarias.

**8.5.5** En las unidades estabilizadas por columnas debería efectuarse un reconocimiento para la determinación del peso muerto a intervalos que no excedan de cinco años. Cuando dicho reconocimiento indique que en el desplazamiento en rosca calculado se ha producido un cambio superior al 1 % del desplazamiento de servicio, debería llevarse a cabo una prueba de estabilidad.

**8.5.6** La prueba de estabilidad o el reconocimiento del peso muerto debería llevarse a cabo en presencia de un funcionario de la Administración, o de una persona o un representante de una organización aprobada que tengan la necesaria autorización.

## **8.6 Prueba de estabilidad para los pontones**

Normalmente no es necesario someter un pontón a la prueba de estabilidad, siempre que en los cálculos de estabilidad se tome un valor moderado de la altura del centro de gravedad (KG) en rosca. La altura KG puede suponerse al nivel de la cubierta principal, si bien se reconoce que cabe aceptar un valor inferior si éste está completamente documentado. El desplazamiento en rosca y la posición longitudinal del centro de gravedad se determinarán mediante cálculos basados en lecturas de calado y densidad.

## Anexo 1

### *Orientación detallada para realizar una prueba de estabilidad*

#### **1 Introducción**

El presente anexo complementa las normas para realizar una prueba de estabilidad que figuran en la parte B, capítulo 8 (Determinación de los parámetros de desplazamiento en rosca) del presente código y contiene importantes procedimientos detallados para llevar a cabo una prueba de estabilidad en la que puedan obtenerse resultados válidos con un máximo de precisión y un costo mínimo para los propietarios, astilleros y la Administración. Si se quiere tener la certeza de que la prueba se realiza correctamente y que la precisión de los resultados puede verificarse conforme se va ejecutando, es indispensable conocer a fondo los procedimientos correctos para llevar a cabo una prueba de estabilidad.

#### **2 Preparativos para la prueba de estabilidad**

##### **2.1 Superficie libre y contenido de los tanques**

**2.1.1** Si hay líquidos a bordo durante la prueba de estabilidad, ya sea en las sentinas o en los tanques, se correrán hacia la banda más baja del buque al escorar. Ese corrimiento de líquidos tenderá a exagerar la escora del buque. A menos que puedan calcularse con precisión el peso y la distancia exactos del líquido desplazado, la altura metacéntrica (GM) calculada en la prueba será errónea. Las superficies libres deberían reducirse al mínimo vaciando los tanques completamente y asegurándose de que todas las sentinas están agotadas, o bien llenando completamente los tanques hasta que el corrimiento de líquidos sea imposible. Este último método no es el óptimo, ya que es muy difícil eliminar las bolsas de aire que quedan entre los miembros estructurales de un tanque, además de que sería necesario determinar con precisión el peso y el centro de gravedad del líquido en cada tanque lleno a fin de ajustar los valores correspondientes al buque en rosca. Cuando no haya más remedio que dejar los tanques parcialmente llenos, es conveniente que los costados de los tanques sean planos verticales paralelos y que su planta tenga forma regular (es decir, rectangular, trapezoidal, etc.) para que pueda determinarse con precisión el momento de superficie libre del líquido. Por ejemplo, el momento de superficie libre del líquido en un tanque con costados verticales paralelos puede calcularse fácilmente mediante la fórmula:

$$M_{fs} = l \cdot b^3 \cdot \rho_l / 12 \text{ (mt)}$$

donde:

$l$  = longitud del tanque (m)

$b$  = anchura del tanque (m)

$\rho_t$  = gravedad específica del líquido en el tanque (t/m<sup>3</sup>)

$$\text{Corrección por superficie libre} = \frac{\sum_x (M_{fs}(1) + M_{fs}(2) + \dots + M_{fs}(x))}{\Delta} \text{ (m)}$$

donde:

$M_{fs}$  = momento de superficie libre (mt)

$\Delta$  = desplazamiento (t)

La corrección por superficie libre es independiente de la altura y ubicación del tanque en el buque y de la dirección de la escora. El momento de superficie libre aumenta en función del cubo de la anchura del tanque. El factor predominante es pues la distancia que el líquido puede desplazarse. Esta es la razón por la que antes de comenzar la prueba de estabilidad es necesario eliminar todo el líquido, por poco que haya, de los tanques anchos o las sentinas. Las cantidades muy pequeñas de líquido en tanques o espacios vacíos en forma de V (por ejemplo, en una caja de cadenas a proa), donde el corrimiento potencial es insignificante, pueden dejarse si la eliminación de dicho líquido presenta dificultades o puede ocasionar retrasos considerables.

Cuando se utilice el peso del agua de lastre para conseguir la inclinación, los movimientos reales transversales y verticales del líquido deberían calcularse teniendo en cuenta el cambio de escora del buque. La corrección por superficie libre definida en el presente párrafo no debería aplicarse a los tanques utilizados para la prueba.

**2.1.2 Superficie libre y tanques parcialmente llenos:** El número de tanques parcialmente llenos deberá limitarse normalmente a dos, uno a babor y otro a estribor, o a uno en crujía, elegidos entre los siguientes:

- .1 tanques de agua dulce de alimentación de reserva;
- .2 tanques de almacenamiento de fueloil/diésel;
- .3 tanques de servicio diario de fueloil/diésel;
- .4 tanques de aceite lubricante;
- .5 tanques de aguas sucias; o
- .6 tanques de agua potable.

A fin de evitar que los líquidos queden atrapados, los tanques parcialmente llenos deberían tener normalmente una sección transversal regular (es decir,

rectangular, trapezoidal, etc.) y contener del 20 % al 80 % de su capacidad si son tanques profundos o del 40 % al 60 % de su capacidad si son tanques de doble fondo. Con estos niveles se asegura que la velocidad de corrimiento del líquido permanezca constante durante la prueba de estabilidad en los distintos ángulos de escora. Si se altera el asiento al inclinar el buque, también habría que tener en cuenta los líquidos que puedan quedar atrapados en dirección longitudinal. Se deberían evitar los tanques parcialmente llenos de líquidos cuya viscosidad sea suficiente para impedir su libre movimiento cuando se inclina el buque (tal como el combustible a baja temperatura), ya que en ese caso el momento de superficie libre no puede calcularse con precisión. En esos tanques, no debería aplicarse la corrección por superficie libre a menos que se calienten para reducir la viscosidad del líquido. No debería permitirse nunca que los tanques estén comunicados. Las interconexiones, incluidas las que pasan a través de colectores, deberían estar cerradas. La igualdad de los niveles de líquido en una pareja de tanques parcialmente llenos puede ser una indicación de que las interconexiones están abiertas. Para comprobar si las interconexiones están cerradas puede emplearse un plano de tuberías de sentinas, lastre y fueloil.

**2.1.3** *Tanques llenos hasta los reboses:* "Lleno hasta los reboses" significa completamente lleno, sin bolsas de aire ocasionadas por el asiento o por una ventilación inadecuada. No se aceptará una capacidad inferior al 100 %, ni siquiera el 98 % con que se considera lleno un tanque a efectos operacionales. Antes de efectuar el sondeo definitivo, es conveniente balancear el buque de una banda a otra para eliminar el aire atrapado en los tanques. Debería ponerse especial cuidado al llenar hasta los reboses los tanques de fueloil con objeto de evitar la contaminación accidental. En la figura A1-2.1.3 se muestra un ejemplo de tanque aparentemente "lleno hasta los reboses", pero que en realidad contiene aire atrapado.

**2.1.4** *Tanques vacíos:* Generalmente, no es suficiente bombear los tanques hasta que se pierda la aspiración. Después de bombearlo, hay que entrar en el tanque para determinar si es necesario agotar el líquido con bombas portátiles o a mano. Pueden excluirse los tanques muy estrechos o en los que la astilla muerta es muy pronunciada, ya que el efecto de superficie libre en estos casos es despreciable. Como hay que inspeccionar todos los tanques vacíos, todos los registros deberían estar abiertos y los tanques bien ventilados, habiéndose establecido que puede entrarse en ellos sin riesgos. Debería disponerse de un dispositivo de prueba seguro para comprobar que hay suficiente oxígeno y que el nivel de gases tóxicos es mínimo. Si es necesario, debería disponerse de un certificado expedido por un químico naval acreditado en que se atestigüe que puede entrarse sin riesgos en todos los tanques de fueloil y de productos químicos.



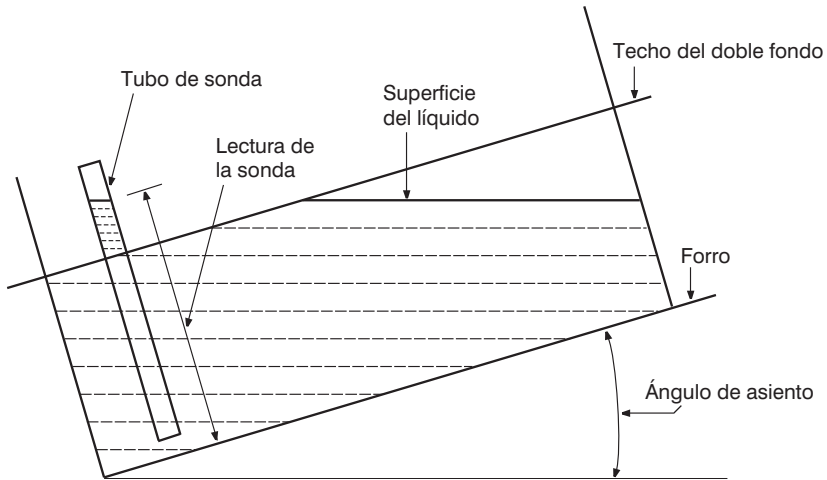


Figura A1-2.1.3

## 2.2 Medios de amarre

La disposición de los medios de amarre es sumamente importante y su elección depende de muchos factores. Entre los más importantes destacan la profundidad del agua y los efectos del viento y las corrientes. Siempre que sea posible, el buque debería estar amarrado en una zona tranquila y abrigada que no se halle expuesta a la acción de fuerzas externas, tales como los remolinos ocasionados por las hélices de buques que naveguen en las inmediaciones o las descargas inesperadas de bombas situadas en tierra. La profundidad del agua debería ser suficiente para asegurar que el casco queda totalmente libre del fondo. También deberían tenerse en cuenta el estado de la marea y el asiento del buque durante la prueba. Antes de comenzar la prueba se debería medir y registrar la profundidad en tantos puntos como sea necesario hasta asegurarse de que el buque no va a tocar el fondo. En caso de duda, lo que debería hacerse es realizar la prueba durante la marea alta o llevar el buque a aguas más profundas.

**2.2.1** La disposición de los medios de amarre debería permitir que el buque escore libremente el tiempo suficiente para obtener una lectura satisfactoria del ángulo de escora correspondiente a cada corrimiento del peso.

**2.2.2** El buque debería mantenerse en posición mediante amarras a proa y a popa, afirmadas a bitas o cornamusas en la cubierta. Si no es posible inmovilizar adecuadamente el buque utilizando los aparejos de a bordo,

deberían fijarse cáncamos provisionales lo más cerca posible de crujía y de la línea de flotación. Cuando el buque sólo pueda amarrarse por una banda, conviene complementar los largos de proa y popa con dos esprines, a fin de mantener al buque bajo el necesario control, tal como se indica en la figura A1-2.2.2. La dirección de los esprines será tal que éstos sean lo más largos posible. Entre el buque y el muelle deberían instalarse flotadores de protección cilíndricos. Al tomar las lecturas, todas las amarras deberían estar flojas y el buque separado del muelle y los flotadores.

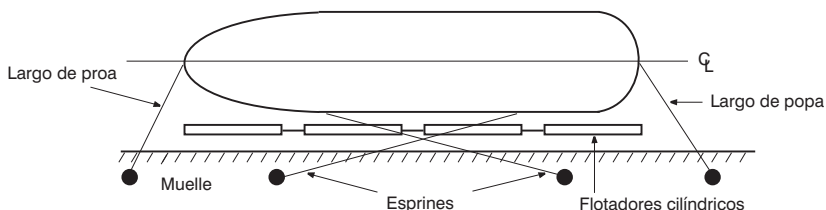


Figura A1-2.2.2

**2.2.2.1** Si el buque queda separado del muelle por los efectos combinados del viento y la corriente, se verá sometido durante la prueba a un momento escorante superpuesto. En condiciones estables, esto no repercute en los resultados. La presencia de ráfagas de viento o de viento o corriente uniformemente variables hará que los momentos escorantes superpuestos cambien, en cuyo caso tal vez sean necesarios más puntos de prueba para que la prueba sea válida. Tal necesidad puede establecerse trazando las lecturas de los puntos de prueba conforme se van obteniendo.

**2.2.2.2** Cuando el viento o la corriente empujen al buque contra las defensas, todas las amarras deberían quedar flojas. Aunque los flotadores de protección cilíndricos permiten que el forro se deslice, también se experimentará un momento escorante superpuesto adicional debido a la presión ejercida por el buque contra ellos. Convendría evitar esta situación si se puede, pero si no es posible, habría que tratar de separar el buque del muelle y los flotadores, dejándolo a la deriva mientras se toman las lecturas.

**2.2.2.3** Otra situación aceptable es cuando los efectos combinados del viento y la corriente son tales que puede controlarse el buque con una sola amarra por la proa o por la popa. En este caso, el punto de sujeción de esa amarra de control debería estar situado en el plano de crujía o cerca de éste. Con todas las amarras menos la amarra de control flojas, el buque queda en libertad de ser arrastrado por el viento o la corriente mientras se

toman las lecturas. En ocasiones, esto puede acarrear problemas, ya que si el viento o la corriente son variables, el trazado de las lecturas es susceptible de distorsión.

**2.2.3** Los medios de amarre deberían someterse al examen de la autoridad encargada de su aprobación antes de la prueba.

**2.2.4** Si para maniobrar los pesos de prueba se utiliza una grúa flotante, ésta no debería amarrarse al buque.

### **2.3** *Pesos de prueba*

**2.3.1** Los pesos que puedan absorber una cantidad importante de humedad, como los de hormigón poroso, deberían utilizarse únicamente si se pesan inmediatamente antes de realizar la prueba o si se cuenta con certificados de pesadas recientes. Cada uno de los pesos debería ir marcado con su peso y número de identificación. En buques pequeños podrán utilizarse bidones completamente llenos de agua. Los bidones estarán normalmente llenos y cerrados a fin de controlar el peso con precisión. En tal caso, el peso de los bidones debería verificarse en presencia del representante de la Administración con ayuda de una báscula calibrada recientemente.

**2.3.2** Deberían tomarse precauciones para no sobrecargar las cubiertas durante los movimientos de pesos. Si la resistencia de la cubierta es dudosa, debería realizarse un análisis estructural para determinar si los elementos estructurales existentes pueden soportar el peso.

**2.3.3** En general, los pesos de prueba se deberían colocar en la cubierta superior, tan cerca del costado como sea posible. Los pesos deberían estar a bordo y en su lugar antes de la hora prevista para comenzar la prueba de estabilidad.

**2.3.4** Cuando se demuestre la imposibilidad de utilizar pesos sólidos para conseguir el movimiento de inclinación, podrá permitirse el movimiento del agua de lastre como método alternativo. Este permiso sólo se concederá para una prueba determinada, y será necesario que la Administración apruebe el procedimiento de prueba. A continuación figuran los requisitos mínimos para su aceptación:

- .1** los tanques utilizados para la prueba deberían ser de paredes verticales y carecer de palmejares de gran tamaño o de otros miembros internos que puedan crear bolsas de aire. Se podrán aceptar otras formas de tanque a discreción de la Administración;
- .2** los tanques deberían estar alineados transversalmente para mantener el asiento del buque;

- .3 debería medirse y registrarse el peso específico del agua de lastre;
- .4 las tuberías que den a los tanques utilizados para la inclinación deberían estar llenas. Si la disposición de las tuberías del buque no permite el trasiego interno, podrán utilizarse bombas y conductos o mangueras portátiles;
- .5 se obturarán los colectores utilizados para el trasiego para evitar "fugas" de líquidos durante el trasiego. Se mantendrá un control continuo de las válvulas durante la prueba;
- .6 todos los tanques utilizados en la prueba deben sondarse a mano antes y después de cada operación de trasiego;
- .7 para cada movimiento deberían calcularse los centros vertical, longitudinal y transversal;
- .8 se deberá proporcionar tablas precisas de sondeo/altura del espacio vacío. Debería determinarse el ángulo de escora inicial del buque antes de la inclinación para obtener valores precisos por lo que respecta a los volúmenes y a las posiciones transversal y vertical del centro de gravedad de los tanques utilizados en la prueba para cada ángulo de escora. Para determinar el ángulo de escora inicial deberían utilizarse las marcas de calado a media eslora (a babor y a estribor);
- .9 la cantidad que se ha corrido podrá verificarse mediante un caudalímetro o dispositivo semejante; y
- .10 se deberá evaluar el tiempo necesario para conseguir la inclinación. Si el tiempo requerido para el trasiego de líquidos es excesivo, podrá no aceptarse el uso de agua, ya que en un periodo de tiempo prolongado es posible que el viento cambie.

## **2.4** *Péndulos*

**2.4.1** Los péndulos deberían tener la longitud necesaria para medir una deflexión a cada lado de la vertical de 15 cm como mínimo, por lo que, generalmente, el péndulo habrá de tener por lo menos 3 m de longitud. Se recomienda utilizar péndulos con una longitud de 4 a 6 m. Normalmente, cuanto más largo sea el péndulo, mayor será la precisión de los resultados; no obstante, si en un buque bozante se utilizan péndulos excesivamente largos, es posible que éstos no sean lo suficientemente estables, con lo que su precisión será dudosa. En los buques de gran tamaño con un valor de GM alto, pueden ser necesarios péndulos de longitud mayor que la recomendada anteriormente a fin de obtener la deflexión mínima. En tales casos, la cubeta, representada en la figura A1-2.4.6, se llenará con aceite de

alta viscosidad. Es conveniente que los péndulos sean de longitud diferente para evitar la posibilidad de que exista colusión entre las personas que toman las lecturas en los diferentes puestos.

**2.4.2** En buques más pequeños donde no haya suficiente altura libre para colgar péndulos largos, la deflexión recomendada de 15 cm debería obtenerse aumentando la magnitud de los pesos de prueba para que la escora sea mayor. En la mayoría de los buques la inclinación normal es de entre uno y cuatro grados.

**2.4.3** El péndulo debería ser de alambre de piano o de otro material monofilamento. La conexión superior del péndulo permitirá la rotación sin restricciones alrededor del punto de giro. Puede utilizarse, por ejemplo, una arandela suspendida de un clavo a la que se sujeta el alambre del péndulo.

**2.4.4** Debería disponerse una cubeta llena de líquido para amortiguar las oscilaciones del péndulo después de cada movimiento de pesos. La cubeta debería tener suficiente profundidad para evitar que la pesa del péndulo toque el fondo. El empleo de una plomada con aletas al final del alambre del péndulo puede ayudar también a amortiguar las oscilaciones en el líquido.

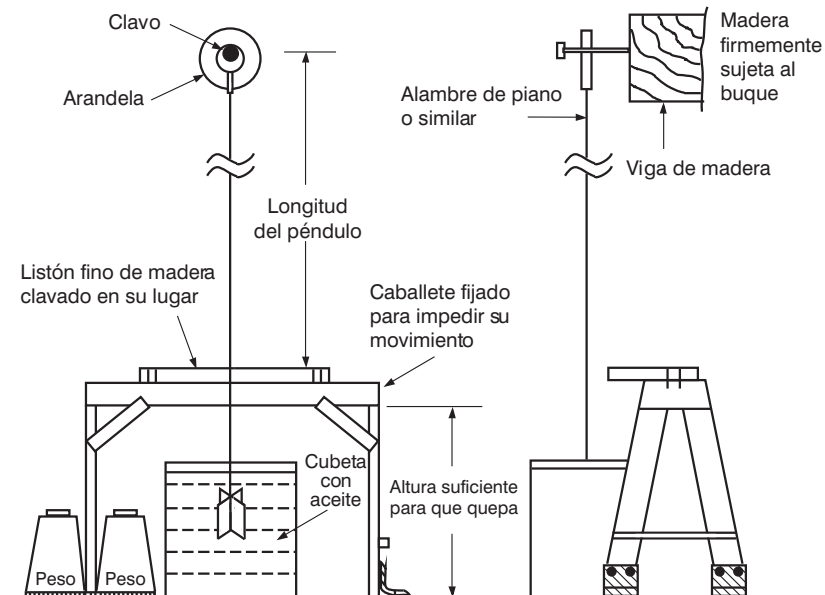


Figura A1-2.4.6

**2.4.5** Los listones transversales deberían ser de madera clara y lisa, de 1 a 2 cm de grosor, y deberán quedar sólidamente fijados en su lugar de manera que cualquier golpe involuntario no los desplace de su sitio. Cada uno de los listones debería alinearse de tal modo que quede cerca del alambre del péndulo, pero sin hacer contacto con él.

**2.4.6** En la figura A1-2.4.6 se ilustra una configuración normal satisfactoria. Los péndulos podrán colocarse en cualquier lugar del buque, tanto en sentido longitudinal como transversal, y deberían estar instalados antes de la hora prevista para realizar la prueba.

**2.4.7** Se recomienda utilizar los inclinómetros u otros instrumentos de medida junto con un péndulo como mínimo. La Administración podrá aprobar un medio distinto cuando considere que lo anterior no es factible.

## **2.5** *Tubos en U*

**2.5.1** Los brazos del dispositivo deberían colocarse y fijarse tan cerca del costado como sea posible y en posición paralela al plano de crujía del buque. La distancia entre los brazos debería medirse perpendicularmente al plano de crujía. En la medida de lo posible, los brazos deberían estar en posición vertical.

**2.5.2** Deberían tomarse disposiciones para registrar todas las lecturas en ambos brazos. A fin de facilitar la lectura y la detección de bolsas de aire, debería utilizarse, en toda la longitud del dispositivo, tubo o manguera de plástico transparente. El tubo en U debería someterse a una prueba de presión antes de realizar la prueba de estabilidad, a fin de asegurar que es estanco al agua.

**2.5.3** La distancia horizontal entre los brazos del tubo debería ser suficiente para obtener una diferencia de nivel de por lo menos 15 cm entre la posición del buque adrizado y la máxima inclinación a cada banda.

**2.5.4** Normalmente, el líquido utilizado en el tubo será agua. También podrán utilizarse otros líquidos de baja viscosidad.

**2.5.5** El tubo no debería contener bolsas de aire. Se tomarán disposiciones para que no haya obstrucciones que impidan la libre circulación del líquido en el tubo.

**2.5.6** Cuando se utilice un tubo en U como dispositivo de medición, habría que tenerse debidamente en cuenta las condiciones meteorológicas reinantes (véase 4.1.1.3):

- .1 si el tubo está expuesto directamente a la luz del sol, deberían tomarse disposiciones para evitar diferencias de temperatura a lo largo del mismo;

- .2 si se prevén temperaturas inferiores a 0 °C, el líquido debería ser una mezcla de agua y de aditivo anticongelante; y
- .3 si se prevén fuertes ráfagas de lluvia, deberían tomarse medidas para evitar que entre más agua en el tubo.

## 2.6 *Inclinómetros*

El uso de inclinómetros debería estar sujeto, como mínimo, a las siguientes recomendaciones:

- .1 la precisión debería ser equivalente a la de un péndulo;
- .2 la sensibilidad del inclinómetro debería ser tal que el ángulo de escora no constante del buque se pueda registrar durante toda la medición;
- .3 el periodo de registro debería ser suficiente para medir con exactitud la inclinación. La capacidad de registro debería ser suficiente, en general, para la totalidad de la prueba;
- .4 el instrumento debería poder trazar o imprimir en papel los ángulos de inclinación registrados;
- .5 el instrumento debería tener un rendimiento lineal con respecto a la gama prevista de ángulos de inclinación;
- .6 el instrumento debería ir acompañado de las instrucciones del fabricante, en las que se incluirán los pormenores de la calibración, el modo de empleo, etc.; y
- .7 durante la prueba de estabilidad debería poder demostrarse el rendimiento prescrito de manera satisfactoria a juicio de la Administración.

## 3 **Equipo necesario**

Además del equipo físico necesario, como son los pesos de prueba, los péndulos, un bote, etc., es preciso que la persona encargada de la prueba de estabilidad pueda disponer de lo siguiente:

- .1 reglas graduadas de precisión para medir la deflexión de los péndulos (las reglas deberían tener la graduación necesaria para conseguir la precisión deseada);
- .2 lápices afilados para marcar la deflexión de los péndulos;
- .3 tiza para marcar las diversas posiciones de los pesos de prueba;

- .4 una cinta métrica de longitud suficiente para medir el desplazamiento de los pesos y establecer la posición de otros elementos a bordo;
- .5 una cinta de sonda de longitud suficiente para sondar los tanques y tomar las lecturas de francobordo;
- .6 uno o más hidrómetros bien mantenidos para medir el peso específico del agua en que se halla flotando el buque, que abarque los valores de 0,999 a 1,030 (en determinados lugares tal vez sea necesario utilizar un hidrómetro para medir pesos específicos inferiores a 1,000);
- .7 los hidrómetros necesarios para medir el peso específico de otros líquidos a bordo;
- .8 papel cuadriculado para trazar los momentos escorantes en función de las tangentes;
- .9 una regla para trazar en el plano de formas la flotación que se haya determinado;
- .10 un cuaderno para registrar los datos;
- .11 un dispositivo a prueba de explosivos para comprobar la presencia de suficiente oxígeno y la ausencia de gases letales en los tanques y otros espacios cerrados, tales como coferdanes y espacios perdidos;
- .12 un termómetro; y
- .13 tubos indicadores de calados (si son necesarios).

#### **4 Procedimiento de prueba**

El orden en que se realicen la prueba de estabilidad, la lectura del francobordo/calado y el reconocimiento no afecta a los resultados. Si la persona encargada de realizar la prueba tiene confianza en que los resultados del reconocimiento van a corroborar que el buque se encuentra en un estado aceptable, y además existe la posibilidad de que el tiempo vaya a empeorar, se sugiere realizar primero la prueba de estabilidad y el reconocimiento en último lugar. Si, por otra parte, esa persona no está segura de que el buque está suficientemente acabado para someterlo a la prueba, se recomienda realizar primero el reconocimiento, dado que los resultados del mismo pueden invalidar el resto de la prueba, independientemente de las condiciones meteorológicas. Es sumamente importante que todos los pesos, el número de personas a bordo, etc., permanezcan constantes durante toda la prueba.



#### 4.1 Revista inicial y reconocimiento

La persona responsable de la realización de la prueba de estabilidad debería subir a bordo del buque con bastante antelación a la hora prevista para la prueba, a fin de asegurarse de que el buque está debidamente preparado para ello. Si el buque de que se trate es de gran tamaño, es posible que tenga que realizarse una revista inicial el día anterior al de la prueba. A fin de garantizar la seguridad del personal que realice la revista y con el fin de mejorar la documentación de los pesos y deficiencias objeto del reconocimiento, la revista inicial deberían llevarla a cabo dos personas, como mínimo. Se debe comprobar que todos los compartimientos están abiertos, limpios y secos, que los tanques están bien ventilados y desgasificados, que los objetos móviles o suspendidos están sujetos y su posición registrada, que los péndulos están instalados en su lugar, que los pesos se hallan a bordo y en su sitio, que se cuenta con una grúa u otro medio para mover los pesos y que se dispone de los planos y el equipo necesarios. Antes de comenzar la prueba de estabilidad, la persona que la realice debería:

- .1 tomar en consideración las condiciones meteorológicas. Los efectos adversos combinados del viento, las corrientes y las olas pueden dificultar e incluso invalidar la prueba de estabilidad por las razones siguientes:
  - .1 imposibilidad de registrar con precisión los valores de francobordo y calado;
  - .2 oscilaciones excesivas o irregulares de los péndulos;
  - .3 variaciones de los momentos escorantes superpuestos que sean inevitables.

En algunos casos, y a no ser que puedan mejorarse bastante las condiciones llevando el buque a un lugar más abrigado, tal vez sea necesario retrasar o aplazar la prueba. Antes de comenzarla, habrá que quitar del buque el agua de lluvia, la nieve o el hielo que se hayan acumulado en cantidades considerables. Si el mal tiempo puede detectarse con suficiente antelación y el pronóstico meteorológico no indica que vayan a mejorar las condiciones, debería informarse de ello al representante de la Administración antes de que salga de su oficina con el fin de fijar otra fecha más conveniente;

- .2 realizar un reconocimiento general rápido del buque asegurándose de que está lo suficientemente completo para llevar a cabo la prueba, y verificar que todo el equipo se halla en su lugar. En todo procedimiento de prueba que haya que presentar a la Administración debería incluirse una estimación de los

elementos que quedan por instalar en el momento de realizar la prueba. Ello permitirá al representante de la Administración notificar al astillero/ingeniero naval si, en su opinión, el buque no va a estar lo suficientemente terminado para someterlo a la prueba y, por consiguiente, hay que aplazarla. Si la condición del buque no queda exactamente reflejada en el procedimiento de prueba y en el momento de realizarla el representante de la Administración considera que el estado del buque no permite llevarla a cabo con precisión, dicho representante podrá negarse a aceptar tal prueba y exigir que se realice en fecha posterior;

- .3** entrar en todos los tanques vacíos tras comprobar que están bien ventilados y desgasificados, asegurándose de que están secos y limpios. Verificar que los tanques que se suponen llenos hasta los reboses están efectivamente llenos y sin bolsas de aire. La cantidad de líquidos prevista durante la prueba debería incluirse en el procedimiento que hay que presentar a la Administración;
- .4** efectuar un reconocimiento completo del buque para determinar todos los elementos que hay que añadir, retirar o cambiar de lugar para que el buque quede en rosca. Cada elemento debería quedar claramente señalado por su peso y por las posiciones vertical y longitudinal de su centro de gravedad. Si fuese necesario, también debería registrarse la posición transversal. Los pesos de prueba, péndulos, equipo provisional y madera de estiba, así como las personas que haya a bordo durante la prueba de estabilidad, se cuentan entre los pesos que hay que retirar para obtener la condición de buque en rosca. La persona encargada de calcular las características del buque en rosca a partir de los datos obtenidos durante la prueba y el reconocimiento y/o la persona que revise la prueba de estabilidad tal vez no hayan estado presentes durante la prueba misma y, por tanto, deberían poder determinar la situación exacta de los elementos a partir de los datos registrados y de los planos del buque. Todo tanque que contenga líquido debería ser sondado con precisión y las lecturas quedar registradas;
- .5** se reconoce que habrá que estimar el peso de algunos elementos que haya a bordo o que vayan a ser añadidos. Si ello es necesario y para mayor seguridad, convendrá actuar con prudencia y estimar dichos pesos por exceso o por defecto, según sea el caso, como se indica a continuación:
  - .1** al estimar los pesos que vayan a añadirse:
    - .1.1** estimar por exceso los elementos que vayan a colocarse en un lugar alto del buque; y

- .1.2 estimar por defecto los elementos que vayan a colocarse en un lugar bajo del buque;
- .2 al estimar los pesos que vayan a retirarse:
  - .2.1 estimar por defecto los elementos que vayan a retirarse de un lugar alto del buque; y
  - .2.2 estimar por exceso los elementos que vayan a retirarse de un lugar bajo del buque;
- .3 al estimar los pesos que vayan a cambiarse de lugar:
  - .3.1 estimar por exceso los elementos que vayan a desplazarse hacia un lugar más alto del buque; y
  - .3.2 estimar por defecto los elementos que vayan desplazarse hacia un lugar más bajo del buque.

#### 4.2 Lecturas de francobordo/calado

**4.2.1** Las lecturas de francobordo/calado deberían tomarse para establecer la posición de la flotación y determinar a su vez el desplazamiento del buque en el momento de realizar la prueba de estabilidad. Se recomienda tomar por lo menos cinco lecturas de francobordo en cada banda del buque, a intervalos aproximadamente iguales, o bien tomar la lectura de todas las marcas de calado (a proa, en los medios y a popa) en cada banda del buque. Es conveniente tomar las lecturas de las marcas de calado para facilitar la determinación de la flotación definida por las lecturas de francobordo o para verificar la posición vertical de las marcas de calado en los buques en que no se haya confirmado la escala de calados. Se debe marcar claramente la posición en que se haya tomado cada una de las lecturas de francobordo. También se debería determinar con exactitud y registrar la posición longitudinal de esos puntos a lo largo del buque, ya que el puntal de trazado en cada uno de ellos hay que obtenerlo del plano de formas. En todas las lecturas de francobordo debería adjuntarse una anotación que aclare si en la medición se ha incluido la brazola y la altura de ésta.

**4.2.2** Las lecturas de calado y francobordo deberían tomarse inmediatamente antes o inmediatamente después de realizar la prueba de estabilidad. Mientras se hacen dichas lecturas, los pesos de prueba deberían estar a bordo en su lugar, y todo el personal que vaya a permanecer a bordo durante la prueba, concretamente las personas encargadas de tomar las lecturas de los péndulos, también deberían hallarse en el lugar designado. Esto reviste especial importancia en los buques pequeños. Si se toman las lecturas después de la prueba, el buque debería mantenerse en las mismas condiciones que durante la prueba. En buques pequeños tal vez sea

necesario contrarrestar los efectos de escora y asiento ocasionados por las personas encargadas de medir el francobordo. De ser posible, las lecturas deberían tomarse desde un bote.

**4.2.3** Debería disponerse de un bote para tomar las lecturas de francobordo y las marcas de calados. Dicho bote debería tener un francobordo bajo que permita tomar las lecturas con precisión.

**4.2.4** En ese momento debería determinarse el peso específico del agua en que flota el buque. Conviene tomar las muestras a suficiente profundidad para asegurarse de que son representativas del agua en que flota el buque y no simplemente del agua de la superficie, que podría estar mezclada con agua dulce procedente de escorrentías de agua de lluvia. En la muestra de agua se colocará un hidrómetro del que se leerá y registrará el peso específico. En buques de gran tamaño se recomienda tomar muestras de agua a proa, en los medios y a popa, y calcular la media de las lecturas. Si el buque es pequeño, una sola muestra tomada en los medios sería suficiente. Debería tomarse la temperatura del agua y, si es necesario, corregir el valor medido del peso específico cuando exista desviación del valor normal. No es preciso corregir el peso específico del agua si éste se determina en el lugar donde se realiza la prueba. La corrección es necesaria si el peso específico se mide cuando la temperatura de la muestra es diferente a la del agua en el momento de realizar la prueba (por ejemplo, si el peso específico se determina en la oficina).

**4.2.5** La lectura de una determinada marca de calado puede sustituirse por una lectura de francobordo dada en la misma posición longitudinal, si se ha verificado que la altura y posición de la marca son precisas mediante un reconocimiento en dique seco.

**4.2.6** A fin de mejorar la precisión de las lecturas de francobordo/calado pueden utilizarse dispositivos, tales como un tubo indicador de calados, que permitan amortiguar el efecto de las olas.

**4.2.7** Las dimensiones que figuran en el plano de formas de un buque son generalmente de trazado. En el caso del puntal, la distancia se mide desde el interior del forro del fondo hasta el interior de las chapas de cubierta. Al trazar la flotación del buque en el plano de formas habrá que convertir las lecturas de francobordo en calados de trazado. De igual modo, antes de trazar las lecturas de las marcas de calado habrá que convertir los valores tomados fuera de forros (hasta la cara inferior de la quilla) en valores de trazado (hasta la cara superior de la quilla). Habrá que resolver toda discrepancia entre las lecturas de francobordo y las de calado.

**4.2.8** El calado medio (la media de las lecturas de babor y estribor) se calcula para cada uno de los puntos en que se toman lecturas de francobordo/calado, trazándolo seguidamente en el plano de formas o en el perfil

exterior del buque para comprobar que todas las lecturas son coherentes y que con ellas puede definirse la flotación correcta. El trazo resultante debería dar una línea recta o bien una línea de flotación con quebranto o con arrufo. De no haber coherencia entre las lecturas obtenidas, deberían tomarse de nuevo las medidas de francobordo/calado.

### 4.3 Prueba de estabilidad

**4.3.1** Antes de proceder a mover los pesos, deberían efectuarse las siguientes operaciones:

- .1 comprobar los medios de amarre para cerciorarse de que el buque flota libremente (esta operación debería realizarse inmediatamente antes de tomar cada una de las lecturas de los péndulos);
- .2 medir y registrar las longitudes de los péndulos. Éstos deberían estar alineados de tal manera que cuando el buque escora, el alambre quede tan cerca como sea posible del listón transversal para poder tomar las lecturas con precisión, pero sin tocarlo. La figura A1-2.4.6 ilustra una disposición normal satisfactoria;
- .3 marcar la posición inicial de los pesos en la cubierta, por ejemplo, trazando su contorno;
- .4 comprobar que los medios de comunicación son adecuados; y
- .5 verificar que todo el personal está en su lugar.

**4.3.2** En el transcurso de la prueba se deberían ir trazando las lecturas para asegurarse de que se obtienen datos aceptables. Generalmente, la abscisa del gráfico es el momento escorante  $W(x)$  (peso multiplicado por distancia  $x$ ) y la ordenada es la tangente del ángulo de escora (deflexión del péndulo dividida por su longitud). La línea resultante no tiene que pasar necesariamente por el origen o por ningún otro punto en particular, ya que ningún punto es más significativo que cualquier otro. Para trazar la línea recta se realiza a menudo un análisis de regresión lineal. Los movimientos de pesos que se indican en la figura A1-4.3.2-1 ofrecen una buena dispersión de puntos en el gráfico resultante.

El trazado de todas las lecturas de cada uno de los péndulos durante la prueba de estabilidad facilita la detección de mediciones erróneas. Dado que  $W(x)/\tan \phi$  debería ser constante, la línea trazada debería ser recta. Si ése no es el caso, es muy posible que el buque esté sometido a otros momentos durante la prueba. Dichos momentos deberían ser identificados, y habría que corregir la causa y repetir los movimientos hasta lograr una línea recta. Las figuras A1-4.3.2-2 a A1-4.3.2-5 ilustran ejemplos de cómo

detectar algunos de dichos momentos durante la prueba y ofrecen la solución recomendada en cada caso. Por sencillez, en los gráficos sólo se muestra el promedio de las lecturas.

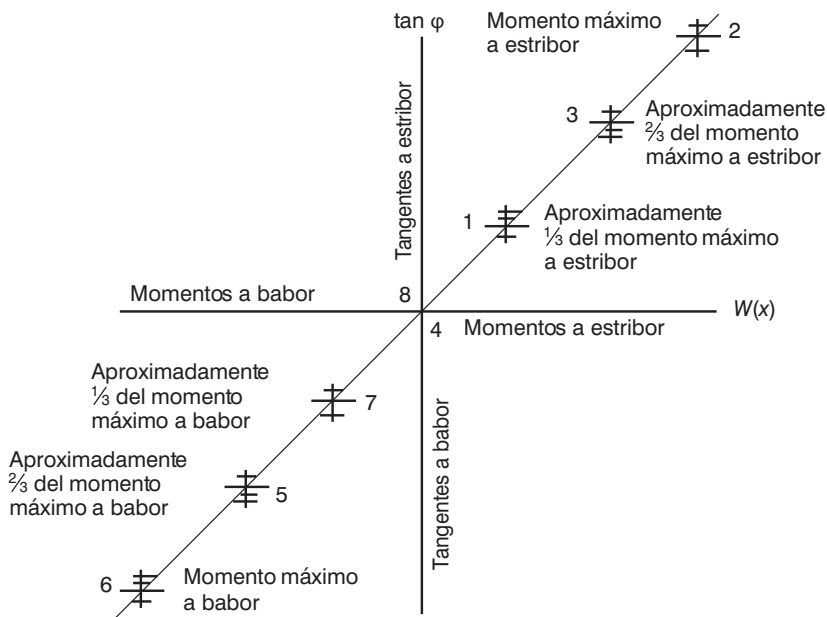


Figura A1-4.3.2-1

**4.3.3** Una vez que todo el equipo y las personas estén en su lugar, debería obtenerse la posición inicial y realizarse el resto de la prueba cuanto antes, manteniendo la precisión y siguiendo los procedimientos debidos, a fin de reducir al mínimo la posibilidad de que cambien las condiciones meteorológicas durante la prueba.

**4.3.4** Antes de tomar las lecturas de los péndulos, cada una de las personas encargadas de tomarlas debería informar al puesto de control cuando el péndulo se haya estabilizado. Seguidamente, desde el puesto de control se dará el aviso de "preparados" y a continuación la orden de "marcar". Tras recibir esta orden, se marcará el listón de cada uno de los péndulos en el punto en que quede el alambre. Si el alambre continuara oscilando ligeramente, se marcará el punto medio de las oscilaciones. Si una de las personas encargadas de los péndulos estima que una de las lecturas no es fiable, informará de ello al puesto de control y se repetirán las lecturas en

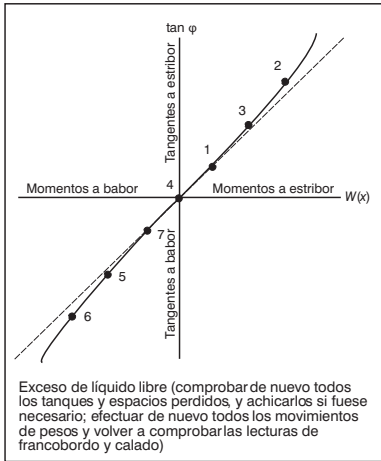


Figura A1-4.3.2-2

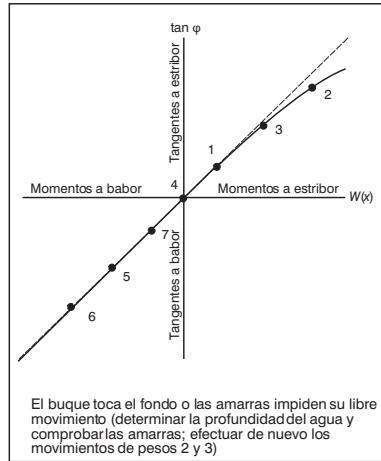


Figura A1-4.3.2-3

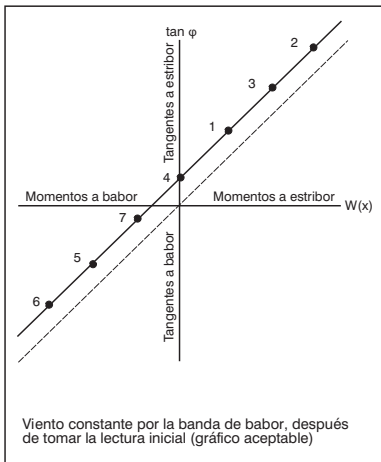


Figura A1-4.3.2-4

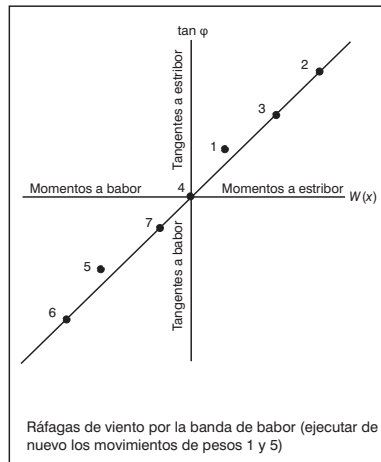


Figura A1-4.3.2-5

ese punto en todos los péndulos. Del mismo modo, si en el puesto de control se pone en duda la precisión de una lectura, deberían tomarse de nuevo las lecturas en todos los péndulos. En el listón, junto a la marca, se anotará el número que corresponda al movimiento de pesos, como por ejemplo, cero para la posición inicial y de uno a siete para el resto de los movimientos.

**4.3.5** Cada movimiento de pesos debería efectuarse en la misma dirección, transversalmente por lo general, con objeto de que no cambie el asiento del buque. Después de cada movimiento de pesos debería medirse la distancia que se ha desplazado el peso (de centro a centro) y calcularse el momento escorante multiplicando dicha distancia por la magnitud del peso desplazado. La tangente en cada péndulo se calcula dividiendo la deflexión por la longitud del péndulo. Las tangentes obtenidas se trazarán en el gráfico. Si concuerdan en general los valores de la tangente  $\phi$  de todos los péndulos, puede trazarse la media de las lecturas de los péndulos en lugar de trazar cada una de ellas.

**4.3.6** En la prueba conviene utilizar hojas de datos sobre estabilidad, con objeto de no olvidar ninguno de los datos y de que éstos queden registrados de manera clara, concisa y con un formato coherente. Antes de que el buque se haga a la mar, la persona que lleve a cabo la prueba y el representante de la Administración deberían firmar cada una de las hojas de datos para indicar que están de acuerdo con los datos registrados.



## Anexo 2

### *Recomendaciones para que los patrones de buques pesqueros se aseguren de la resistencia del buque en condiciones de formación de hielo*

#### **1 Antes de hacerse a la mar**

**1.1** En primer lugar, el patrón, como en el caso de toda travesía emprendida en cualquier época del año, debería asegurarse de que el buque está generalmente en buenas condiciones de navegabilidad, prestando especial atención a las condiciones básicas siguientes:

- .1 la carga del buque se ajusta a los límites prescritos para la temporada de que se trate (párrafo 1.2.1 *infra*);
- .2 la estanquidad a la intemperie y el buen funcionamiento de los dispositivos para cerrar las escotillas de carga y de acceso, las puertas exteriores y todas las demás aberturas de las cubiertas y superestructuras del buque, así como la estanquidad de los portillos y de las portas o aberturas similares en las partes de los costados situadas por debajo de la cubierta de francobordo;
- .3 el estado de las portas de desagüe e imbornales y el buen funcionamiento de sus dispositivos de cierre;
- .4 los dispositivos salvavidas y de emergencia y su buen funcionamiento;
- .5 el buen funcionamiento de todo el equipo de comunicaciones externas e internas; y
- .6 el estado y el buen funcionamiento de los sistemas de bombeo de lastre y de sentina.

**1.2** Además, por lo que respecta especialmente a la posible acumulación de hielo, el patrón debería:

- .1 tomar en consideración la condición de carga más crítica basándose en los documentos de estabilidad aprobados, teniendo debidamente en cuenta el consumo de combustible y agua, la distribución de pertrechos, carga y artes de pesca, y aplicar un margen por la posible acumulación de hielo;
- .2 ser consciente del peligro que representa la estiba de pertrechos y artes de pesca en la cubierta de intemperie, debido a la gran superficie para la acumulación de hielo y al elevado centro de gravedad;

- .3** cerciorarse de que a bordo del buque se dispone de un juego completo de ropa de abrigo para todos los tripulantes, así como de un juego completo de herramientas de mano y otros medios para combatir la acumulación de hielo; en la sección 4 del presente anexo figura una lista típica de herramientas para buques pequeños;
- .4** cerciorarse de que la tripulación está familiarizada con el emplazamiento de los medios para combatir la acumulación de hielo y con la utilización de los mismos, y de que se realizan ejercicios para que los miembros de la tripulación conozcan sus cometidos respectivos y tengan los conocimientos prácticos necesarios para garantizar la capacidad de resistencia del buque en condiciones de acumulación de hielo;
- .5** familiarizarse con las condiciones meteorológicas reinantes en la región de los caladeros y en las zonas por las que haya de navegar para llegar a su destino; estudiar los mapas sinópticos de dicha región y los pronósticos meteorológicos; tomar conocimiento de las posibles corrientes cálidas en las proximidades de los caladeros, del relieve del litoral más próximo, de la existencia de bahías abrigadas y de la situación de los campos de hielo y sus bordes; y
- .6** familiarizarse con el horario de las estaciones de radio que transmitan partes meteorológicos y avisos sobre la posibilidad de engelamiento en la zona de los caladeros de que se trate.

## **2 En el mar**

**2.1** Durante la travesía y cuando el buque esté en el caladero, el patrón debería mantenerse informado de todos los partes meteorológicos a corto y largo plazo y tomar medidas para que se efectúen y registren sistemáticamente las siguientes observaciones meteorológicas:

- .1** temperatura del aire y de la superficie del mar;
- .2** dirección y velocidad del viento;
- .3** dirección y altura de las olas y estado de la mar;
- .4** presión atmosférica y humedad del aire; y
- .5** frecuencia de los golpes de mar por minuto e intensidad de la acumulación de hielo por hora en las diversas partes del buque.

**2.2** Todos los datos observados deberían anotarse en el diario de navegación del buque. El patrón debería comparar los partes meteorológicos y las cartas de engelamiento con las condiciones meteorológicas reales, y estimar la probabilidad de formación de hielo y su intensidad.

**2.3** Cuando surja el peligro de engelamiento, deberían tomarse inmediatamente las siguientes medidas:

- .1** tener listos todos los medios para combatir la formación de hielo;
- .2** interrumpir todas las faenas de pesca y cobrar todos los artes de pesca y estibarlos en espacios bajo cubierta. Si esto no es posible, los artes deberían sujetarse en su lugar correspondiente para condiciones de temporal. Es particularmente peligroso dejar el arte de pesca suspendido, ya que su superficie expuesta a la formación de hielo es grande y el punto de suspensión suele ser elevado;
- .3** colocar los barriles y recipientes que contengan pescado, los embalajes, todos los aparejos y suministros que haya en cubierta, así como los aparatos portátiles, se colocarán en espacios cerrados que se hallen lo más bajo posible y trincarlos firmemente;
- .4** colocar toda la carga en bodegas y otros compartimientos lo más bajo posible y trincarla firmemente;
- .5** arriar y sujetar las plumas de carga;
- .6** cubrir la maquinaria de cubierta, carreteles de estachas y botes con encerados;
- .7** sujetar los andariveles en cubierta;
- .8** poner en condiciones de funcionamiento las portas de desagüe que lleven cierres y retirar todos los objetos que haya cerca de los imbornales y las portas de desagüe que impidan el drenaje de la cubierta;
- .9** cerrar firmemente todas las escotillas de carga y de tambuchos, tapas de registro, puertas exteriores estancas a la intemperie en superestructuras y casetas, así como los portillos, a fin de que el buque quede completamente estanco a la intemperie; el acceso a la cubierta de intemperie desde los compartimientos interiores se permitirá únicamente a través de la cubierta de superestructuras;

- .10 comprobar si la cantidad de lastre de agua y su ubicación a bordo cumple las recomendaciones de la Orientación sobre estabilidad para los patrones;\* si hay suficiente francobordo, llenar de agua de mar todos los tanques vacíos del fondo que lleven tuberías de lastre;
- .11 tener listo para uso inmediato todo el equipo de lucha contra incendios, de emergencia y de salvamento;
- .12 comprobar la eficacia de todos los sistemas de drenaje;
- .13 comprobar el alumbrado de cubierta y los proyectores orientables;
- .14 comprobar que cada tripulante cuenta con ropa de abrigo; y
- .15 establecer radiocomunicaciones fiables en ambos sentidos con las estaciones de tierra y con otros buques; las llamadas por radio deberían preverse a horas fijas.

**2.4** El patrón debería tratar de alejar su buque de la zona peligrosa, teniendo presente que los bordes de sotavento de los campos de hielo, las zonas de corrientes cálidas y las zonas costeras abrigadas constituyen un buen refugio para el buque cuando se produce la formación de hielo.

**2.5** En los caladeros, los buques pesqueros pequeños deberían mantenerse próximos entre sí y cerca de los buques más grandes.

**2.6** Conviene recordar que la entrada de un buque en un campo de hielo entraña cierto peligro para el casco, especialmente si hay mucha mar de fondo. Por consiguiente, el buque debería entrar en el campo de hielo perpendicularmente al borde de éste, a poca velocidad y sin inercia. Es menos peligroso entrar en un campo de hielo con la proa al viento. Si un buque ha de entrar en un campo de hielo con el viento por la popa, se debería tener en cuenta que el borde del campo es más denso a barlovento. Es importante entrar en el campo de hielo por donde los bandejones sean más pequeños.

### **3 Durante la formación de hielo**

**3.1** Cuando pese a todas las medidas tomadas el buque no pueda salir de la zona peligrosa, deberían emplearse todos los medios disponibles para quitar el hielo mientras duren las condiciones de formación de hielo.

---

\* Véase la recomendación 3 del Convenio de Torremolinos 1993.

**3.2** Según el tipo de buque, podrán emplearse todos o la mayoría de los medios siguientes para combatir la formación de hielo:

- .1 quitar el hielo con agua fría a presión;
- .2 quitar el hielo con agua caliente y vapor; y
- .3 romper el hielo con barras, hachas, piquetas, rasquetas o mazas y tirarlo por la borda con palas.

**3.3** Cuando empiece a formarse el hielo, el patrón debería tener en cuenta las recomendaciones que figuran a continuación, asegurándose de que se cumplen rigurosamente:

- .1 notificar inmediatamente al propietario del buque que se está formando hielo y mantener con él radiocomunicaciones continuas;
- .2 establecer radiocomunicaciones con los buques más cercanos, asegurándose de que se mantienen;
- .3 no permitir que se acumule hielo en el buque y tomar inmediatamente medidas para desprender de las estructuras las capas de hielo, por finas que sean, y de la cubierta superior el hielo pastoso;
- .4 comprobar continuamente la estabilidad del buque midiendo el periodo de balance durante la formación de hielo. Si el periodo de balance aumenta sensiblemente, tomar inmediatamente todas las medidas posibles para aumentar la estabilidad del buque;
- .5 cerciorarse de que cada tripulante que se halle trabajando en la cubierta de intemperie viste ropa de abrigo y lleva un cabo de seguridad sujeto a la barandilla;
- .6 tener presente que la tripulación dedicada a quitar el hielo corre riesgo de congelación. Por este motivo es necesario disponer el relevo periódico de los miembros de la tripulación que trabajan en cubierta;
- .7 mantener libres de hielo, en primer lugar, las siguientes estructuras y equipo del buque:
  - .7.1 antenas;
  - .7.2 luces de navegación y de situación;
  - .7.3 portas de desagüe e imbornales;
  - .7.4 embarcaciones de salvamento;

- .7.5** estays, obenques, palos y jarcia;
- .7.6** puertas de superestructuras y casetas; y
- .7.7** molinetes y escobenes;
- .8** desprender el hielo de las grandes superficies del buque, comenzando por las estructuras superiores (como el puente, casetas, etc.), ya que incluso una pequeña cantidad de hielo sobre las mismas ocasiona un grave empeoramiento de la estabilidad del buque;
- .9** cuando la distribución del hielo no es simétrica y el buque adopta una escora permanente, el hielo debe quitarse primero de la banda más baja. Hay que tener en cuenta que al intentar corregir la escora del buque bombeando combustible o agua de un tanque a otro se puede reducir la estabilidad durante el proceso, cuando ambos tanques están parcialmente llenos;
- .10** si se forma una cantidad considerable de hielo en la proa y se altera el asiento, es preciso quitar el hielo rápidamente. Podrá redistribuirse el lastre de agua a fin de reducir el asiento;
- .11** retirar el hielo de las portas de desagüe y los imbornales cuanto antes a fin de permitir el drenaje del agua que haya en cubierta;
- .12** comprobar con regularidad si se ha acumulado agua dentro del casco;
- .13** evitar la navegación con mar de popa ya que ello puede menoscabar gravemente la estabilidad del buque;
- .14** anotar en el diario de navegación del buque la duración, naturaleza e intensidad de la formación de hielo, la cantidad de hielo en el buque, las medidas tomadas para combatir la formación de hielo y su eficacia; y
- .15** si a pesar de todas las medidas tomadas para garantizar la resistencia del buque en condiciones de formación de hielo, la tripulación se ve obligada a abandonar el buque y subir a las embarcaciones de salvamento (botes y balsas salvavidas), habrá que hacer todo lo posible, con objeto de proteger al personal, para que toda la tripulación cuente con ropa de abrigo o sacos especiales, así como con un número suficiente de cabos de salvamento y de achicadores que permitan eliminar rápidamente el agua que entre en las embarcaciones de salvamento.

## 4 Lista de equipo y herramientas de mano

Lista típica de equipo y herramientas de mano necesarios para combatir la formación de hielo:

- .1 barras o palancas;
- .2 hachas de mango largo;
- .3 piquetas;
- .4 rasquetas metálicas;
- .5 palas metálicas;
- .6 mazos de madera;
- .7 andariveles tendidos de proa a popa a cada banda de la cubierta de intemperie, provistos de rascas a las que puedan sujetarse las vinateras.

Deberían proveerse cinturones de seguridad con mosquetones que puedan sujetarse a las vinateras para el 50 % de la tripulación por lo menos (con un mínimo de cinco juegos).

- Notas:**
- 1 El número de herramientas de mano y de dispositivos salvavidas puede aumentarse a discreción del propietario del buque.
  - 2 Se deberían llevar a bordo mangueras fácilmente accesibles que puedan servir para eliminar el hielo.

**Notas explicativas  
del Código  
internacional de  
estabilidad sin avería,  
2008**





# Índice

<b>Introducción</b> .....	133
<b>Capítulo 1 – Cuestiones generales</b>	
1.1 Introducción.....	134
1.2 Finalidad .....	134
<b>Capítulo 2 – Terminología</b> .....	135
<b>Capítulo 3 – Origen de los criterios de estabilidad actuales</b>	
3.1 Cuestiones generales .....	137
3.2 Fundamentos de los criterios relativos a las propiedades de la curva de brazos adrizantes (parte A del Código de Estabilidad sin Avería 2008)	138
3.3 Fundamentos de la fórmula aproximada para calcular la GM mínima de los buques pesqueros pequeños (parte B, párrafo 2.1.5.1 del Código de Estabilidad sin Avería 2008) .....	154
3.4 Referencias sobre los párrafos 3.1 a 3.3. ....	156
3.5 Fundamentos del criterio de viento y balance intensos (criterio meteorológico).....	158
3.6 Referencias sobre el párrafo 3.5 .....	170
<b>Capítulo 4 – Orientaciones para la aplicación del Código de Estabilidad sin Avería 2008</b>	
4.1 Criterios relativos a las propiedades de la curva de brazos adrizantes .....	171



## INTRODUCCIÓN

1 El Comité de Seguridad Marítima adoptó en su 85° periodo de sesiones (26 de noviembre a 5 de diciembre de 2008), mediante la resolución MSC.267(85), el Código internacional de estabilidad sin avería, 2008 (Código de Estabilidad sin Avería 2008). Al adoptar el Código de Estabilidad sin Avería 2008, el Comité reconoció la necesidad de elaborar las notas explicativas oportunas para garantizar su interpretación y aplicación uniformes.

2 A tal efecto, el Comité aprobó las Notas explicativas del Código de Estabilidad sin Avería 2008 que figuran en el anexo y que el Subcomité de Estabilidad y Líneas de Carga y de Seguridad de Pesqueros había elaborado en su 50° periodo de sesiones (30 de abril a 4 de mayo de 2007).

3 Las Notas explicativas tienen por objeto facilitar a las Administraciones y al sector del transporte marítimo orientaciones específicas para contribuir a la interpretación y aplicación uniformes de las prescripciones del Código de Estabilidad sin Avería 2008.

4 Se invita a los Gobiernos Miembros a que utilicen las Notas explicativas al aplicar las prescripciones sobre estabilidad sin avería del Código adoptadas mediante la resolución MSC.267(85) y a que las señalen a la atención de todas las partes interesadas.

## **CAPÍTULO 1 – CUESTIONES GENERALES**

### **1.1 Introducción**

Los criterios de estabilidad sin avería, enunciados con carácter obligatorio en la parte A y recomendados en la parte B del Código de Estabilidad sin Avería 2008, son reglas de carácter preceptivo que se elaboraron a partir de las estadísticas sobre la explotación de los buques y el criterio meteorológico a mediados del siglo XX. Con el fin de facilitar la comprensión y aplicación correctas de dichos criterios, en el capítulo 3 se exponen su origen y evolución.

### **1.2 Finalidad**

La finalidad de estas notas explicativas es facilitar a los usuarios del Código información sobre la historia, los antecedentes y el método de elaboración de los criterios sobre estabilidad actuales que se incluyen en la parte A del Código de Estabilidad sin Avería 2008.

## CAPÍTULO 2 – TERMINOLOGÍA

Se observará que, aunque las abreviaturas enumeradas a continuación son bastante habituales, éstas no coinciden con las de la circular MSC/Circ.920, Modelo de manual de carga y estabilidad, sección 2.2, cuadro 1, que se basan en normas ISO (ISO 7462 e ISO 7463).

Deberá prestarse especial atención al peso asimétrico y a la distribución de la flotabilidad.

Abreviatura utilizada en el Código de Estabilidad sin Avería 2008	Término utilizado en MSC/Circ.920	Explicación
LCG	XG	<b>Posición longitudinal del centro de gravedad (m desde la perpendicular de popa)</b> Distancia longitudinal desde un punto de referencia al centro de gravedad; el punto de referencia suele encontrarse en la perpendicular de popa (proa + / popa -).
TCG	YG	<b>Posición transversal del centro de gravedad (m desde el eje longitudinal)</b> Distancia transversal desde un punto de referencia al centro de gravedad; el punto de referencia se encuentra en el eje longitudinal (babor + / estribor -).
VCG	KG	<b>Posición vertical del centro de gravedad (m por encima de la línea base)</b> Distancia vertical desde un punto de referencia al centro de gravedad; el punto de referencia se encuentra en la línea base (hacia arriba + / hacia abajo -).
LCB	XB	<b>Posición longitudinal del centro de carena (m desde la perpendicular de popa)</b> Distancia longitudinal desde un punto de referencia al centro de carena; el punto de referencia suele encontrarse en la perpendicular de popa (proa + / popa -).

Abreviatura utilizada en el Código de Estabilidad sin Avería 2008	Término utilizado en MSC/Circ.920	Explicación
TCB	-	<p><b>Posición transversal del centro de carena (m desde el eje longitudinal)</b>                      Distancia transversal desde un punto de referencia al centro de carena; el punto de referencia se encuentra en el eje longitudinal (babor + / estribor -).</p>
VCB	-	<p><b>Posición vertical del centro de carena (m por encima de la línea base)</b>                      Distancia vertical desde un punto de referencia al centro de carena; el punto de referencia se encuentra en la línea base (hacia arriba + / hacia abajo -).</p>
LCF	XF	<p><b>Posición longitudinal del centro de flotación (m desde la perpendicular de popa)</b>                      Distancia longitudinal desde un punto de referencia al centro de flotación; el punto de referencia suele encontrarse en la perpendicular de popa (proa + / popa -).</p>
TCF	-	<p><b>Posición transversal del centro de flotación (m desde el eje longitudinal)</b>                      Distancia transversal desde un punto de referencia al centro de flotación; el punto de referencia se encuentra en el eje longitudinal (babor + / estribor -).</p>

Es de importancia capital definir con claridad en todos los casos los puntos/ planos de referencia y los signos de las direcciones positiva y negativa en el sistema de coordenadas del buque.

## **CAPÍTULO 3 – ORIGEN DE LOS CRITERIOS DE ESTABILIDAD ACTUALES**

### **3.1 Cuestiones generales**

**3.1.1** El Comité de Seguridad Marítima pidió al Subcomité de Estabilidad y Líneas de Carga y de Seguridad de Pesqueros (SLF) que elaborara una serie de prescripciones sobre estabilidad sin avería que abarcasen a todos los tipos de buques, a fin de incorporarlas posteriormente en el Convenio SOLAS 1974. En el 33º periodo de sesiones del Subcomité (SLF 33), el Grupo de trabajo sobre estabilidad sin avería examinó esta cuestión y apuntó que la incorporación en el Convenio de una amplia gama de criterios de estabilidad que abarcaran distintos tipos de buques planteaba un problema de procedimiento y también reconoció que tales criterios no podían elaborarse a corto plazo. El Grupo propuso que se examinara en su lugar la posibilidad de elaborar un código general que incluyera las prescripciones sobre estabilidad existentes en aquel momento en todas las recomendaciones y códigos de la OMI para distintos tipos de buques. Posteriormente se podrían añadir criterios para otros tipos de buques a medida que se fuera examinando cada tipo de buque y se elaborasen los respectivos criterios. También propuso el Grupo que el Convenio SOLAS 1974 incluyera una norma básica de estabilidad y se remitiera al Código para los distintos tipos de buque, o bien se limitara únicamente a hacer referencia al Código. La propuesta de Código podría dividirse en dos partes: la parte A, que contendría las prescripciones obligatorias, y la parte B, que contendría las prescripciones recomendarorias. Se concedió prioridad a la elaboración del Código propuesto (OMI, 1988).

**3.1.2** Al examinar la propuesta del mencionado Grupo de trabajo, el SLF 33 acordó que convendría elaborar un código de estabilidad para todos los tipos de buques previstos en los instrumentos de la OMI (Código de Estabilidad sin Avería), de manera que las prescripciones sobre estabilidad generalmente aceptadas y especiales para todos los tipos de buques quedasen recogidas en una única publicación que facilitara la consulta. Se pensó que esto era importante, dado que las prescripciones sobre estabilidad se encontraban dispersas en varios documentos, lo cual dificultaba su uso por parte de los proyectistas y las autoridades (OMI, 1988a). El Subcomité SLF hizo hincapié en que el Código debía incluir instrucciones sobre los procedimientos operacionales, así como características técnicas de proyecto. El Comité de Seguridad Marítima aprobó estas medidas en su 57º periodo de sesiones.

**3.1.3** Polonia se encargó de cotejar las prescripciones sobre estabilidad previstas en los distintos instrumentos de la OMI y de elaborar el primer



proyecto de código, después de lo cual se presentó a la OMI el correspondiente documento (OMI, 1990). Dicho documento constituyó la base para la elaboración del Código, que incluiría los siguientes grupos de prescripciones propuestos por Polonia (Kobylnski, 1989), a saber:

- .1 construcción de los buques;
- .2 características físicas de los buques;
- .3 información disponible a bordo y ayudas a la navegación; y
- .4 aspectos operacionales.

**3.1.4** El SLF 35 adoptó finalmente este modelo y decidió que el Código tuviese carácter recomendatorio. El SLF 37 aceptó el proyecto definitivo del Código, que sería adoptado más tarde mediante la resolución A.749(18) (OMI, 1993). Posteriormente fue enmendado en 1998 mediante la resolución MSC.75(69). El Código se consideró un documento “actualizable” sometido a examen continuo en el que se incorporarían todas las nuevas prescripciones que elaborase la OMI.

## **3.2 Fundamentos de los criterios relativos a las propiedades de la curva de brazos adrizantes (parte A del Código de Estabilidad sin Avería 2008)**

### **3.2.1 Introducción**

**3.2.1.1** Los criterios de estabilidad estadística se incluyeron en un principio en las resoluciones A.167(ES.IV) y A.168(ES.IV). Dichos criterios se elaboraron a partir de las deliberaciones habidas en varios periodos de sesiones del Subcomité de Compartimentado y Estabilidad, precursor del Subcomité SLF, y en el Grupo de trabajo sobre estabilidad sin avería. Se acordó en general que los criterios deberían establecerse basándose en el análisis estadístico de los parámetros de estabilidad de los buques que sufrirían siniestros y de los buques de funcionamiento seguro.\*

**3.2.1.2** El Grupo de trabajo sobre estabilidad sin avería aceptó un programa de trabajo que incluía los puntos siguientes:

- .1 cotejo, análisis y evaluación de los reglamentos o recomendaciones nacionales sobre estabilidad existentes;

---

\* En los artículos de Nadeinski y Jens (1968) y Thompson y Tope (1970) se da cuenta del examen detallado de la labor de los órganos de la OMI mencionados y del método utilizado en la elaboración de las normas de estabilidad.

- .2 evaluación de los parámetros de estabilidad que podrían utilizarse como criterios de estabilidad;
- .3 recopilación de las características de estabilidad de los buques que registran siniestros o escoras peligrosas en circunstancias que sugieren una estabilidad insuficiente;
- .4 recopilación de las características de estabilidad de los buques de funcionamiento seguro;
- .5 análisis comparativo de los parámetros de estabilidad de los buques que registran siniestros y de los buques de funcionamiento seguro;
- .6 estimación de valores críticos para los parámetros de estabilidad seleccionados; y
- .7 comprobación de los criterios formulados en un determinado número de buques actuales.

**3.2.1.3** El análisis de las prescripciones nacionales sobre estabilidad existentes (párrafo 3.2.1.2.1) (OMI, 1964) reveló una congruencia notable en cuanto a la aplicabilidad de determinados parámetros como criterios de estabilidad. Asimismo, se indicó que numerosos países tenían tendencia a adoptar el criterio meteorológico. Sin embargo, el Grupo de trabajo sobre estabilidad sin avería no examinó el criterio meteorológico en aquel momento.

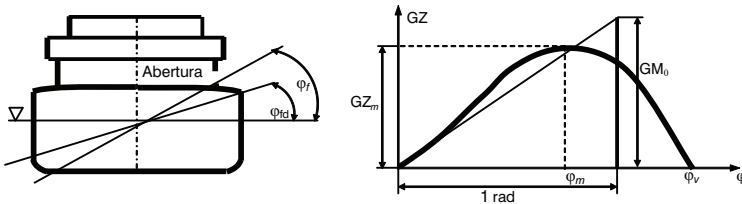
**3.2.1.4** En lo que respecta al párrafo 3.2.1.2.2 del programa, el Grupo de trabajo sobre estabilidad sin avería destacó un grupo de parámetros que caracterizan la curva de brazos adrizantes con el buque parado en aguas tranquilas ( $V = 0$ ). Se siguió dicho procedimiento a pesar de los cambios que experimenta la curva de estabilidad estática cuando el buque navega en mar encrespada. Sin embargo, se decidió que la única solución práctica sería la utilización de la curva de brazos adrizantes “estipulada”, que podría caracterizarse mediante el conjunto de parámetros que figura a continuación:

- .1 estabilidad inicial:  $GM_0$ ,
- .2 brazos adrizantes a los ángulos:  $GZ_{10}$ ,  $GZ_{20}$ ,  $GZ_{30}$ ,  $GZ_{40}$ ,  $GZ_{\varphi}$ ,  $GZ_m$ ,
- .3 ángulos:  $\varphi_m$ ,  $\varphi_v$ ,  $\varphi_f$ ,  $\varphi_{fd}$ ,
- .4 brazos de estabilidad dinámica:  $e_{20}$ ,  $e_{30}$ ,  $e_{40}$ ,  $e_{\varphi}$ .

**3.2.1.5** Sea como fuere, el número de parámetros de estabilidad que podrían utilizarse como criterios de estabilidad debería ser limitado. Por consiguiente, al analizar los parámetros utilizados en diversas prescripciones

nacionales sobre estabilidad, el Grupo de trabajo sobre estabilidad sin avería concluyó que era preciso examinar más a fondo los ocho parámetros siguientes:  $GM_0$ ,  $GZ_{20}$ ,  $GZ_{30}$ ,  $GZ_m$ ,  $\phi_m$ ,  $\phi_v$ ,  $\phi_{id}$ , e.

**3.2.1.6** Durante la labor apuntada en el párrafo 3.2.1.2.3 del programa, se creó y distribuyó entre los países miembros de la OMI (1963). Se pidió que el modelo se cumpliera con esmero, incluyendo todos los detalles posibles del siniestro. Se recopilaron un total de 68 expedientes de siniestro de buques de pasaje y buques de carga y 38 expedientes de siniestro de buques pesqueros (OMI, 1966; 1966a). Posteriormente, algunos países presentaron más expedientes de siniestro, de modo que en el segundo análisis, efectuado en 1985, se dispuso de datos sobre 93 buques de pasaje y buques de carga y 73 buques pesqueros (OMI, 1985). A partir de los datos presentados se elaboraron cuadros con los pormenores de los siniestros.



**Figura 1** – Explicación de los brazos adrizantes y los ángulos de escora

**3.2.1.7** En el marco del párrafo 3.2.1.2.4 del programa se recopilaron datos sobre las características de estabilidad de 62 buques de pasaje y buques de carga y de 48 buques pesqueros de funcionamiento seguro, y se elaboró una instrucción especial con especificaciones detalladas acerca del modo en que debería presentarse la información sobre estabilidad. También se elaboraron cuadros con parámetros de estabilidad para estos buques.

**3.2.1.8** El párrafo 3.2.1.2.5 del programa contemplaba el análisis de los datos recopilados, y los resultados fueron presentados a la OMI en varios documentos, separando los relativos a los buques de pasaje y buques de carga de los correspondientes a los buques pesqueros (OMI, 1965; 1966; 1966a; 1966b).

**3.2.1.9** Después de que se adoptaran las resoluciones A.167(ES.IV) y A.168 (ES.IV) de la OMI y de que se recopilaran más datos sobre siniestros sufridos por pérdida de estabilidad sin avería, se decidió repetir el análisis para determinar si el uso de otros datos podría modificar las conclusiones extraídas en el primer análisis. El segundo análisis confirmó, en general, los

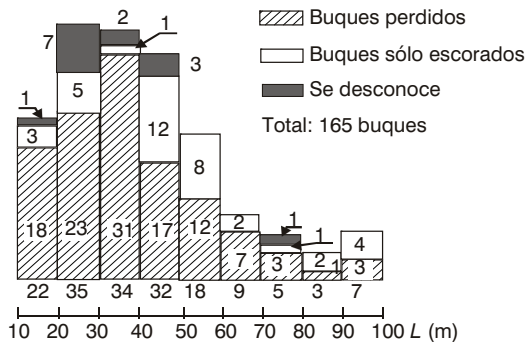
resultados obtenidos en el primero (OMI, 1985). A continuación se hace referencia a los resultados del segundo análisis, efectuado a partir de la base de datos más amplia.

**3.2.1.10** El análisis constó de dos partes. En la primera se evaluaron detalles de los siniestros, lo cual permitió extraer conclusiones cualitativas sobre las circunstancias de siniestros posteriores y, por consiguiente, especificar las precauciones generales sobre seguridad. En la segunda parte se compararon los parámetros de estabilidad de buques siniestrados y los de buques de funcionamiento seguro. En el análisis se adoptaron dos métodos: el primero era idéntico al de Rahola (Rahola, 1939), mientras que el segundo era un análisis de discriminación. En el párrafo 3.2.2.2 se exponen los resultados del análisis de los datos sobre siniestros sufridos por pérdida de estabilidad sin avería y de la primera parte del análisis de los parámetros de estabilidad. En el párrafo 3.2.2.3 se indican los resultados del análisis de discriminación.

**3.2.2** *Resultados del análisis de los expedientes de siniestros sufridos por pérdida de estabilidad sin avería y de los parámetros de estabilidad*

**3.2.2.1** Análisis de los detalles pertinentes de los siniestros

**3.2.2.1.1** En las figuras 2 a 7 se evalúan los detalles pertinentes de los siniestros.



**Figura 2** – Distribución de los buques que sufrieron zozobra, según su eslora, a partir de los datos recopilados por la OMI (1985)

**3.2.2.1.2** Los buques afectados en los 166 siniestros notificados se desglosan de la siguiente manera: 80 buques de carga, un buque de carga y pasaje, un granelero, cuatro buques de suministro mar adentro, siete

buques para fines especiales y 73 buques pesqueros. La figura 2 muestra la distribución de los buques según su eslora, y en ella puede verse que la mayoría de los siniestros se produjeron en buques de eslora inferior a 60 m.

**3.2.2.1.3** Los buques transportaban cargas muy variadas, por lo que no pudieron extraerse conclusiones definitivas. No obstante, cabe señalar que en 35 de los 80 buques de carga notificados había carga sobre cubierta.

**3.2.2.1.4** La figura 3 muestra los resultados del análisis de los lugares del siniestro. En ella puede verse que la mayoría de los siniestros (el 72 % del total) ocurrieron en zonas de aguas restringidas, estuarios y a lo largo del litoral. Algo lógico, dado que la mayoría de los buques perdidos tenían menos de 60 m de eslora. El análisis de las estaciones en las que se produjeron los siniestros (figura 4) permite concluir que el otoño es la más peligrosa (41 % del total de siniestros).

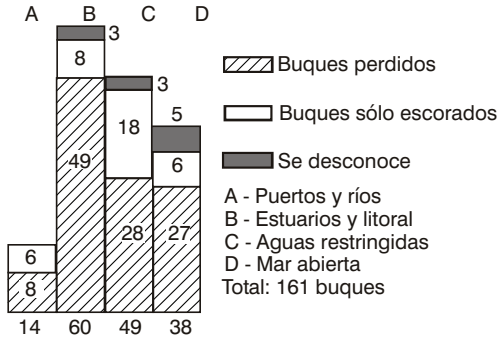


Figura 3 - Lugar del siniestro (OMI, 1985)

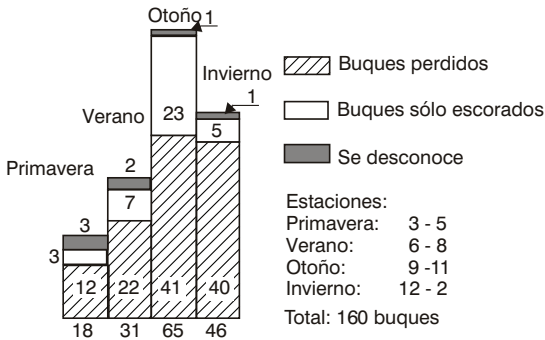
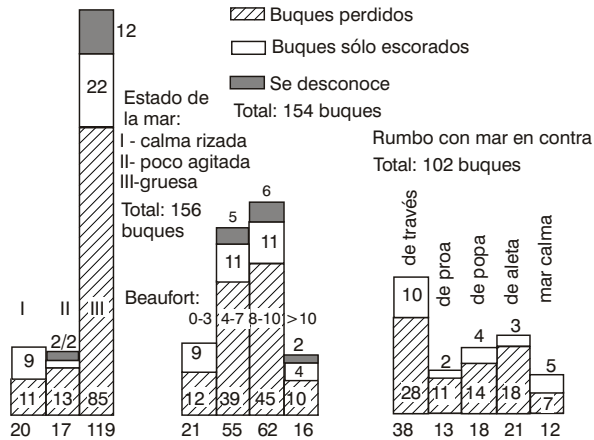


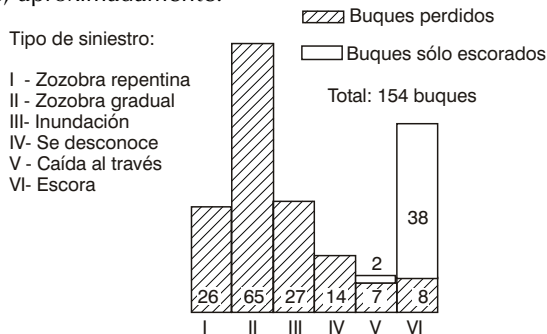
Figura 4 - Estación del siniestro (OMI, 1985)

**3.2.2.1.5** La figura 5 muestra los resultados del análisis de las condiciones meteorológicas. Aproximadamente el 75 % de todos los siniestros se produjeron con mar gruesa y vientos de fuerza 4 a 10 en la escala de Beaufort. Los buques navegaban en su mayoría con mar de través y, en menor número, con mar de aleta y de popa.



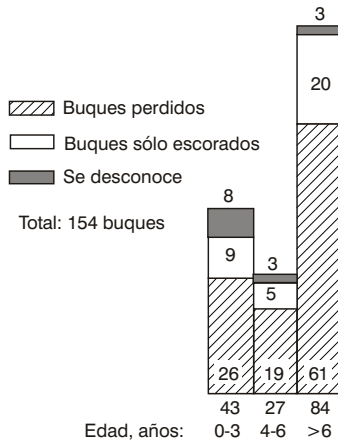
**Figura 5** – Estado de la mar y del viento durante el siniestro (OMI, 1985)

**3.2.2.1.6** También se analizó el tipo de siniestro (figura 6). Se comprobó que la zozobra repentina o gradual constituía el siniestro más habitual. Los buques sobrevivieron al siniestro y sólo experimentaron escora en el 30 % de los casos, aproximadamente.



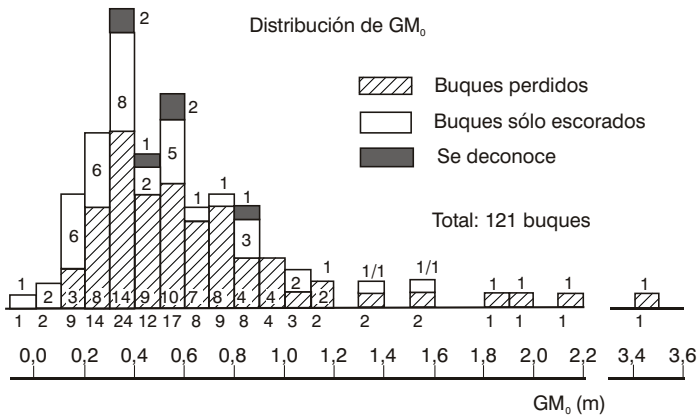
**Figura 6** – Tipo de siniestro (OMI, 1985)

**3.2.2.1.7** La figura 7 muestra los resultados del análisis de la edad de los buques. Dicho análisis no permitió extraer conclusiones definitivas.



**Figura 7** – Edad del buque en el momento del siniestro (OMI,1985)

**3.2.2.1.8** Las figuras 8 a 14 muestran las distribuciones de los parámetros de estabilidad de acuerdo con las condiciones del buque en el momento de la pérdida.



**Figura 8** – Condición en el momento del siniestro. Distribución de GM<sub>0</sub> (OMI, 1985)

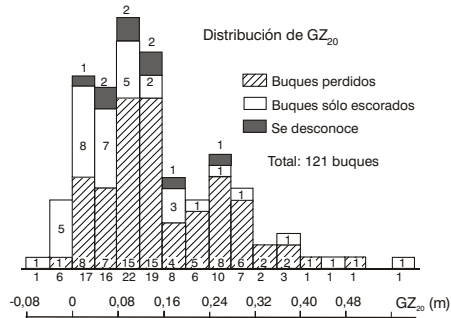


Figura 9 – Condición en el momento del siniestro.  
Distribución de  $GZ_{20}$  (OMI, 1985)

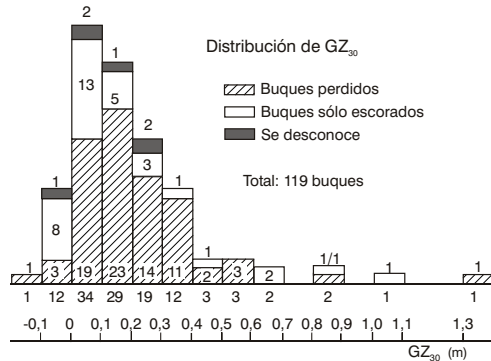


Figura 10 – Condición en el momento del siniestro.  
Distribución de  $GZ_{30}$  (OMI, 1985)

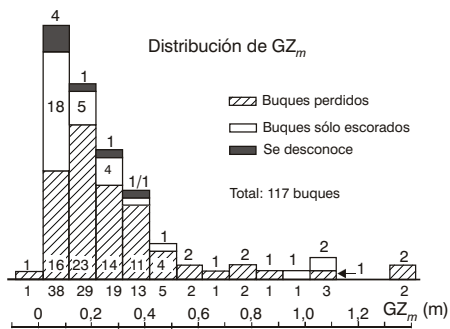


Figura 11 – Condición en el momento del siniestro.  
Distribución de  $GZ_m$  (OMI, 1985)



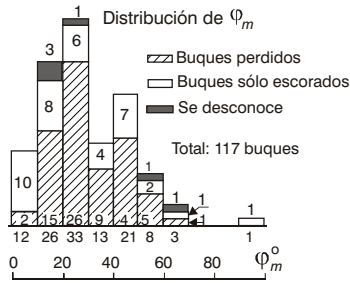


Figura 12 – Condición en el momento del siniestro.  
Distribución de  $\varphi_m$  (OMI, 1985)

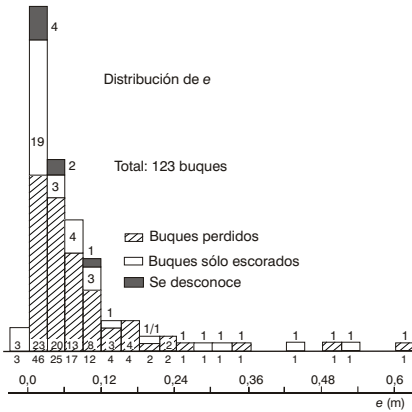


Figura 13 – Condición en el momento del siniestro.  
Distribución de e (OMI, 1985)

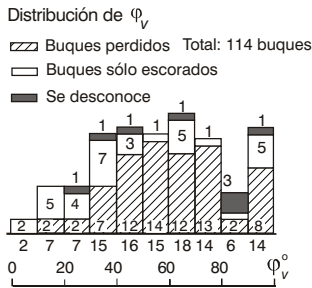


Figura 14 – Condición en el momento del siniestro.  
Distribución de  $\varphi_v$  (OMI, 1985)

**3.2.2.2** Análisis de los parámetros de estabilidad mediante el método Rahola

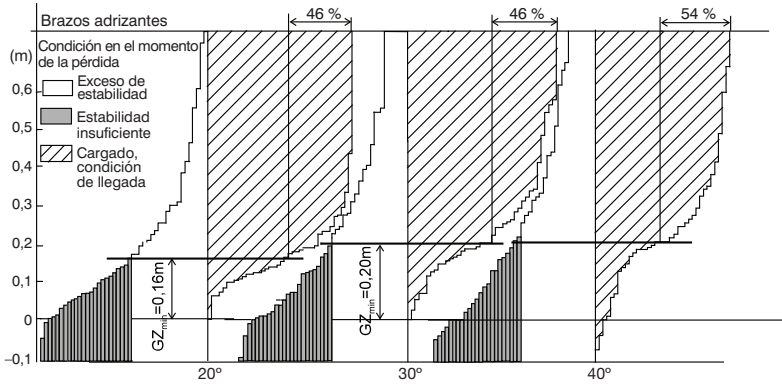
**3.2.2.2.1** Los parámetros de estabilidad según las condiciones de los siniestros se analizaron mediante representaciones gráficas similares a las de Rahola y basándose en la comparación con los parámetros de buques de funcionamiento seguro.

**3.2.2.2.2** Los parámetros seleccionados para el análisis fueron  $GM_0$ ,  $GZ_{20}$ ,  $GZ_{30}$ ,  $GZ_{40}$ ,  $GZ_m$ ,  $e_{40}$  y  $\varphi_m$ . A partir de los datos disponibles se elaboraron histogramas en los que se introdujeron los valores respectivos de los parámetros de estabilidad de acuerdo con las condiciones de los siniestros, empezando por el valor mayor a la izquierda de la línea vertical (ordenada) y concluyendo con el valor más bajo, mientras que los valores correspondientes al mismo parámetro para buques seguros se colocaron a la derecha, empezando por el valor más pequeño y terminando con el más alto. Por consiguiente, en la ordenada, el valor mayor del parámetro para la condición de siniestro se encontrará próximo al valor más bajo del parámetro para el caso seguro. La figura 15 muestra como ejemplo un diagrama de los brazos adrizantes de todos los buques analizados. En el análisis original (OMI, 1966; 1966a; 1985) se elaboraron diagramas por separado para los buques de carga y los buques pesqueros, si bien dichos diagramas no se reproducen en el presente documento.

**3.2.2.2.3** En el diagrama (figura 15) los valores correspondientes a la condición de siniestro aparecen sombreados y sólo se dejan en blanco los que requieren un examen especial debido a circunstancias excepcionales. Se sombrearon las zonas que quedan por encima de los escalones a la derecha de la ordenada para distinguir más fácilmente entre los casos seguros y no seguros. Las líneas límite o las curvas imaginarias del brazo correspondiente a la estabilidad estática se trazaron de igual manera que en el diagrama de Rahola. En el cuadro 1 se muestran los porcentajes de los buques en condición de llegada y los parámetros de estabilidad respectivos que se sitúan por debajo de las líneas límite. Los porcentajes inferiores denotan en general una discriminación mejor entre las condiciones seguras y no seguras.

**Cuadro 1** – Porcentaje de los buques que se encuentran por debajo de la línea límite

Parámetro de estabilidad	Porcentaje		
	Todos los buques	Buques de carga	Buques pesqueros
$GZ_{20}$	39	54	26
$GZ_{30}$	48	54	42
$GZ_{40}$	48	46	48
e	55	56	53



**Figura 15** – Diagrama de los brazos adrizantes de distintos buques (únicamente de carga) en el momento del siniestro (OMI, 1966; 1985)

**3.2.2.2.4** El tipo de análisis descrito *supra* no es totalmente riguroso; se basa en parte en la intuición y permite una evaluación arbitraria. No obstante, en cuanto a su aplicación práctica, ofreció resultados aceptables y se tomó como base para los criterios de estabilidad de la OMI.

**3.2.2.3** Análisis de discriminación

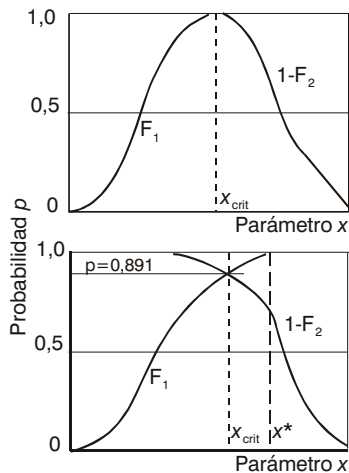
**3.2.2.3.1** El método del análisis de discriminación puede aplicarse cuando, como en el presente caso, se dispone de dos conjuntos de datos (uno sobre buques que han zozobrado y otro sobre buques considerados seguros) y han de obtenerse los valores críticos de los parámetros para los dos conjuntos.

**3.2.2.3.2** La aplicación del análisis de discriminación para calcular los valores críticos de los parámetros de estabilidad se incluyó en un informe conjunto (OMI, 1966; 1966a) y constituyó, junto con el método Rahola descrito anteriormente, la base para la elaboración de los criterios de estabilidad de la OMI.

**3.2.2.3.3** En dicho estudio, el análisis de discriminación se aplicó de modo independiente a nueve parámetros de estabilidad. Se representaron las funciones de distribución a partir de los datos procedentes de los expedientes de siniestros sufridos por pérdida de estabilidad sin avería (grupo 1) y de los cálculos de estabilidad sin avería para buques considerados de funcionamiento seguro (grupo 2), trazándose la función de distribución  $F_1$  para el grupo 1 y la función  $(1 - F_2)$  para el grupo 2. En el eje de abscisas

figuraban los valores del parámetro de estabilidad respectivo, mientras que en el de ordenadas se incluyeron los porcentajes, con respecto al total, de los buques cuyo parámetro respectivo era, de acuerdo con las estimaciones, inferior al valor real de los buques del grupo 1 y superior al valor real de los buques del grupo 2, considerados seguros.

**3.2.2.3.4** El punto de intersección de ambas curvas en el diagrama permite obtener el valor crítico del parámetro en cuestión. Dicho valor divide a los parámetros de los grupos 1 y 2. Idealmente, las dos funciones de distribución no deberían cortarse, en cuyo caso el valor crítico del parámetro respectivo sería el punto entre las dos curvas (véase la figura 16).



**Figura 16** – Estimación del parámetro crítico

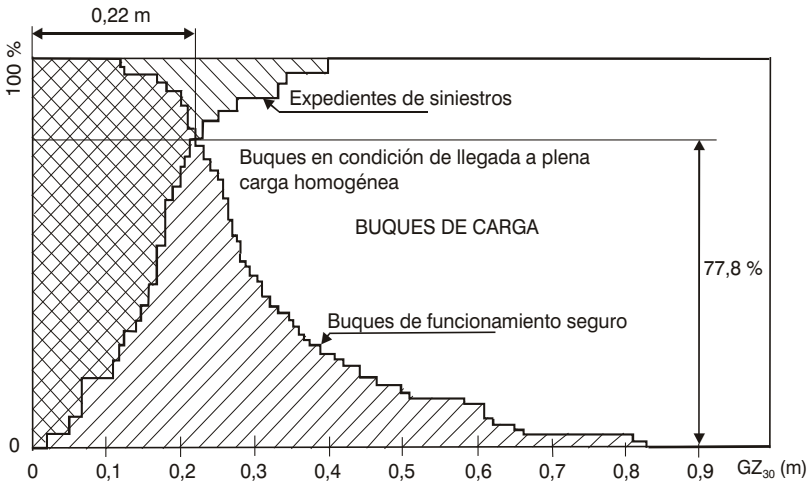
**3.2.2.3.5** En realidad, las dos curvas siempre se cortan y se toma el punto de intersección como el valor crítico del parámetro. En dicho punto coinciden el porcentaje de buques siniestrados con un valor del parámetro respectivo superior al valor crítico y el porcentaje de buques seguros con un valor del parámetro inferior a dicho valor crítico.

**3.2.2.3.6** El conjunto de diagramas se elaboró de esta manera para diversos parámetros de estabilidad, a partir de las estadísticas de la OMI sobre buques de carga y de pasaje y sobre buques pesqueros. Uno de los diagramas se reproduce en la figura 17. De acuerdo con él, la probabilidad de zozobra de un buque con un parámetro considerado superior al valor crítico coincide con la probabilidad de supervivencia de un buque cuyo parámetro sea inferior a dicho valor crítico.

**3.2.2.3.7** A fin de que la probabilidad de supervivencia sea mayor, el valor del parámetro deberá aumentar, por ejemplo, hasta  $x^*$  (figura 16), para el cual la probabilidad de supervivencia (basada en la población estudiada) sería igual al 100 %. Sin embargo, esto supondría que el criterio es excesivamente riguroso, algo no viable en la práctica porque los valores poco reales de los parámetros obtenidos a partir de la intersección de curvas podrían explicarse de dos formas. Es posible que los buques del grupo 2 cuyo parámetro en cuestión cumple  $x < x_{crit}$  no sean seguros, pero que tuvieran la fortuna de no encontrar condiciones ambientales excesivamente rigurosas que podrían haber causado su zozobra. Asimismo, cabría concluir que el examen de un único parámetro de estabilidad no basta para evaluar la estabilidad del buque.

**3.2.2.3.8** Esta última consideración se tradujo en el intento de utilizar la base de datos de la OMI para un análisis de discriminación en el que se estudió un conjunto de parámetros de estabilidad (Krappinger y Sharma, 1974). No obstante, los resultados de dicho análisis estuvieron disponibles después de que el Subcomité SLF adoptara los criterios de las resoluciones A.167(ES.IV) y A.168(ES.IV) y no fueron tenidos en cuenta.

**3.2.2.3.9** Como puede deducirse de la figura 17, es difícil estimar con precisión los valores críticos de los parámetros respectivos, dado que dichos valores son muy sensibles a la forma de las curvas en las proximidades del punto de intersección, en especial si el grupo de buques es reducido.



**Figura 17** – Análisis de discriminación para el parámetro  $GZ_{30}$  (OMI, 1965)

**3.2.2.4** Adopción de los criterios definitivos y comprobación de los criterios en un número determinado de buques

**3.2.2.4.1** Los criterios definitivos se evaluaron a partir de los diagramas presentados en las figuras 15 y 17. El conjunto principal de diagramas incluía curvas de brazos adrizantes (figura 15), pero también se añadieron diagramas con la distribución de las curvas de los brazos correspondientes a la estabilidad dinámica. Los diagramas se elaboraron conjuntamente para los buques de carga y de pasaje y para los buques pesqueros, a excepción de los buques que transportan cubiertas de madera. También se representó por separado un conjunto de diagramas para buques de carga y buques pesqueros. Tal como se indica en la figura 17, se elaboraron diagramas por separado con respecto a cada parámetro de estabilidad para los buques de carga y de pasaje y para los buques pesqueros.

**3.2.2.4.2** Tras las deliberaciones en el Grupo de trabajo sobre estabilidad sin avería y el Subcomité SLF, los criterios de estabilidad se concluyeron y adoptaron tal como figuran en las resoluciones A.167(ES.IV) y A.168(ES.IV).

**3.2.2.4.3** En el análisis original también se incluyó el ángulo de estabilidad nula, si bien este parámetro no se mantuvo en la propuesta final debido a la amplia dispersión de sus valores.

**3.2.2.4.4** Dado que cada criterio o sistema de criterios debe comprobarse en una muestra de la población de buques existentes, era necesario encontrar la referencia común para los resultados de la comparación obtenidos al aplicar los distintos criterios. La referencia más oportuna para la comparación resultó ser  $KG_{crit}$ , el máximo valor de  $KG$  admisible que cumple el criterio o sistema de criterios, y cuanto mayor sea  $KG_{crit}$ , menos riguroso será el criterio.

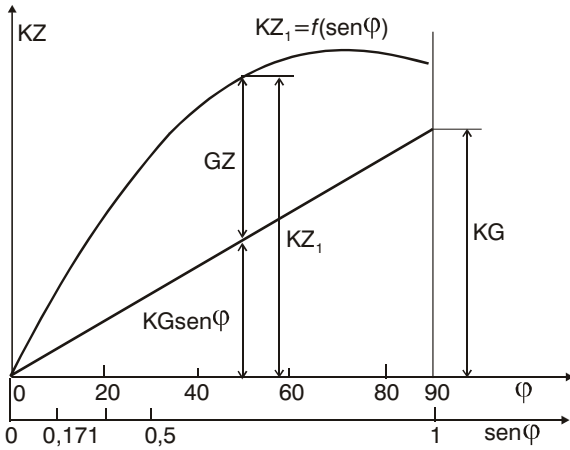
**3.2.2.4.5** Por ejemplo, los criterios relativos a las curvas del brazo adrizante pueden expresarse con la siguiente ecuación:

$$GZ = KZ - KG \operatorname{sen} \varphi \quad (1)$$

y

$$KG = \frac{KZ(\Delta, \varphi) - GZ}{\operatorname{sen} \varphi} \quad (2)$$

**3.2.2.4.6** Si se introducen valores de los criterios respectivos para  $GZ$  y  $\varphi$ , se obtendrán valores de  $KG_{crit}$  para el desplazamiento correspondiente. A continuación puede trazarse la curva  $KG_{crit} = f(\Delta)$ . También puede obtenerse  $KG_{crit}$  gráficamente, tal como indica la figura 18. Es asimismo posible calcular valores de  $KG_{crit}$  para los criterios dinámicos, pero el método es más complicado.



**Figura 18** – Estimación gráfica de  $KG_{crit}$

**3.2.2.4.7** La figura 19 muestra los resultados de los cálculos de  $KG_{crit}$  para un buque pesquero (OMI, 1966). En la figura se representan las curvas  $KG_{crit} = f(\Delta)$  para 11 criterios distintos. Al disponer de dichas curvas para cada criterio individual, la curva KG crítica para un sistema de criterios puede representarse de modo sencillo trazando la envolvente.

**3.2.2.4.8** Las curvas para  $KG_{crit}$  que se incluyen en la figura 19 también permiten extraer conclusiones sobre la exigencia relativa de diversos criterios o sistemas de criterios y destacar el que sea determinante. Si se dispone además de los valores reales de KG para el buque en cuestión, podrá evaluarse si el buque cumple los criterios y cuál de éstos se traduce en la condición más cercana a la real. Si se supone que los buques en servicio son seguros desde el punto de vista de la estabilidad, puede decirse cuál es el criterio o sistema de criterios que mejor se ajusta sin una reserva excesiva de estabilidad.

**3.2.2.4.9** Teniendo en cuenta que:

$$k = \frac{KG_{real}}{KG_{crítica}}$$

se ha establecido un histograma de la distribución de  $k$  para el grupo de buques analizados (figura 20).

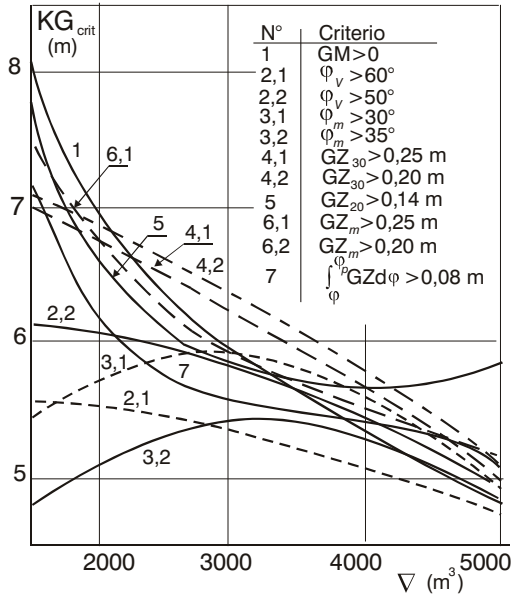


Figura 19 - Diagrama de las curvas  $KG_{crit}$  para diversos criterios

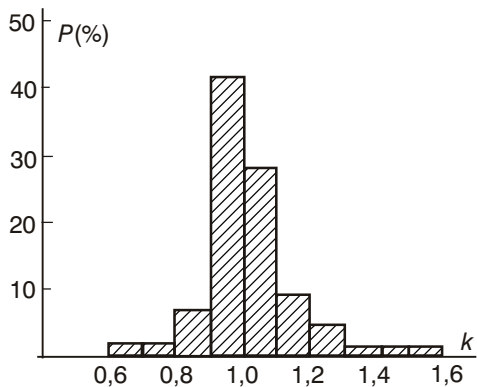


Figura 20 - Distribución del coeficiente  $k$  para un grupo de buques analizados (Sevastianov, 1968)



### 3.3 Fundamentos de la fórmula aproximada para calcular la GM mínima de los buques pesqueros pequeños (parte B, párrafo 2.1.5.1 del Código de Estabilidad sin Avería 2008)

**3.3.1** La fórmula aproximada para calcular la altura metacéntrica mínima de los buques pesqueros pequeños se elaboró con el método del análisis de regresión. En 1967, el Panel de expertos en estabilidad de los buques pesqueros de la OMI recomendó elaborar una norma apropiada de estabilidad para los buques pesqueros pequeños de eslora inferior a 30 m. El motivo aducido fue la falta frecuente de planos y datos sobre estabilidad para los buques pesqueros pequeños, lo cual impide la aplicación de los criterios recogidos en la resolución A.168(ES.IV). Se propuso la posibilidad de elaborar una norma de estabilidad para esos buques en forma de una fórmula de cálculo de  $GM_{crit}$  que pueda compararse con la  $GM_0$  real, calculada a partir de la prueba de balance. El valor de  $GM_{crit}$  debería ajustarse al criterio de la resolución A.168(ES.IV).

**3.3.2** Con el fin de elaborar la fórmula oportuna, se pidió a los miembros del Panel que presentaran datos sobre estabilidad para el mayor número posible de buques pesqueros pequeños e información sobre las fórmulas aproximadas de  $GM_{crit}$  utilizadas en sus países, caso de que las hubiera. Las fórmulas se compararon en una etapa posterior con las fórmulas obtenidas a partir del análisis de regresión. El examen de todas las fórmulas aproximadas reveló una dispersión bastante amplia de los valores de  $GM_{crit}$ , lo cual era previsible, ya que es obvio que las fórmulas no tienen en cuenta todos los parámetros del casco del buque que son importantes desde el punto de vista de la estabilidad. Por consiguiente, la OMI no adoptó ninguna de las fórmulas y se decidió elaborar una nueva basada en el análisis de regresión de un número mayor de datos para buques pesqueros pequeños.

**3.3.3** Las fórmulas deberían facilitar resultados lo más parecidos posible a los obtenidos con los criterios de la OMI que figuran en la resolución A.168 (ES.IV). Dada la imposibilidad de tener en cuenta todos los criterios, se decidió que  $GZ_{30} = 0,20$  m fuera el criterio representativo que debe cumplirse.

**3.3.4** Se han recopilado y analizado datos sobre estabilidad para 119 buques de eslora comprendida entre 15 y 29 m (OMI, 1968a).

**3.3.5** Dado que la condición para  $GM_{crit}$  es  $GZ_{30} = 0,20$  m, se cumplirá lo siguiente (figura 21):

$$GZ_{30} = GM_0 \text{ sen } 30^\circ + MS_{30} \quad (3)$$

por tanto:

$$GM_{crit} = 0,40 - 2B \left( \frac{MS_{30}}{B} \right) \quad (4)$$

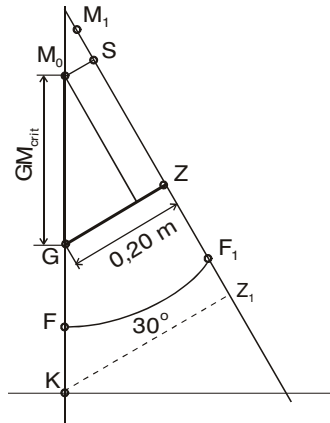


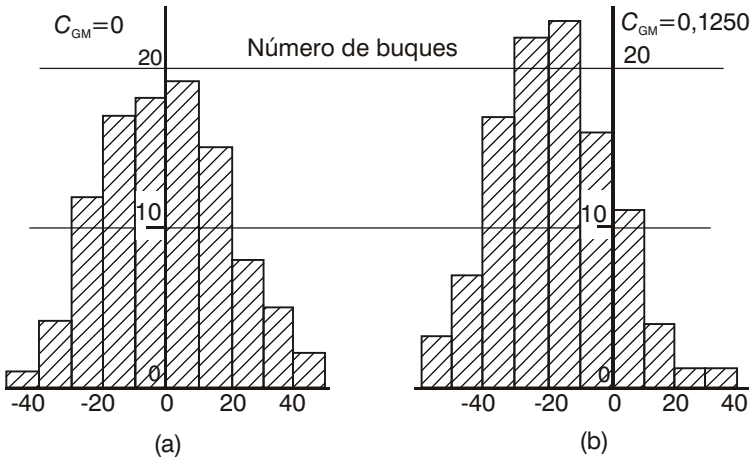
Figura 21 – Relación entre  $GM_{crit}$  y  $GZ = 0,20\text{ m}$

**3.3.6** Dado que  $\frac{MS_{30}}{B}$  sólo depende de parámetros geométricos del casco, podría utilizarse no sólo para evaluar  $GM_{crit}$ , sino también para comparar formas distintas del casco desde el punto de vista de la estabilidad.

**3.3.7** Se supone que, en general,  $\frac{MS_{30}}{B} = f\left\{\frac{f}{B}, \frac{B}{D}, \frac{l_{sup}}{L}\right\}$ . Se probaron expresiones polinómicas de distinto tipo con coeficientes evaluados mediante el análisis de regresión. En la estimación de  $GM_{crit}$ , la evaluación de los errores de las expresiones con respecto a la  $GM_{crit}$  real de los buques analizados demostró, como estaba previsto, que la  $GM_{crit}$  calculada era inferior a la real para aproximadamente el 50 % de los buques y mayor para el otro 50 % (figura 22a), con una distribución de errores considerada aceptable. A fin de mejorar la seguridad, se estimó conveniente aumentar los valores calculados de  $GM_{crit}$  en una determinada magnitud,  $C_{GM}$ , con objeto de llegar a una situación en la que aproximadamente el 85 % de los buques se encuentre en el lado seguro (figura 22b). El  $C_{GM}$  adicional fue evaluado mediante iteración, y se determinó que el valor correcto es  $C_{GM} = 0,1250$ .

**3.3.8** La fórmula (4) se modificó del siguiente modo:

$$GM_{crit} = 0,40 + C_{GM} - 2B\left(\frac{MS_{30}}{B}\right) \quad (5)$$



**Figura 22** – Distribución de los errores en la estimación de  $GM_{crit}$  para los buques pesqueros pequeños

**3.3.9** La fórmula que se incluyó finalmente en la resolución A.207(VII) era:

$$GM_{crit} = 0,40 + C_{GM} - 2B \left[ a_0 + a_1 \left( \frac{f}{B} \right) + a_2 \left( \frac{f}{B} \right)^2 + a_3 \left( \frac{B}{T} \right) + a_4 \left( \frac{l_{sup}}{L} \right) \right] \quad (6)$$

donde:

$C_{GM} = 0,1250$	$a_2 = -0,8340$
$a_0 = -0,0745$	$a_3 = 0,0137$
$a_1 = 0,3704$	$a_4 = 0,0321$

### 3.4 Referencias sobre los párrafos 3.1 a 3.3

OMI (1963). *Intact stability casualty record*, documento IS II/12.

OMI (1964). *Report on the national requirements for intact stability of ships*, documento IS III/3.

OMI (1965). *Analysis of intact stability casualty records*, documentos IS IV/11 y IS IV/14.

OMI (1966). *Analysis of intact stability casualty records of cargo and passenger vessels*, documento IS VI/3.

OMI (1966a). *Analysis of intact stability record of fishing vessels*, documento PFV IV/2.

OMI (1966b). *Analysis of intact stability casualty records of fishing vessels*, documento PFV IV/2/Add.1.

OMI (1967). *Analysis of the application of various stability criteria of fishing vessels. Part II*, documento PFV VI/24.

OMI (1968). *Analysis of simplified formulae for judgement of stability of fishing vessels*, documento PFV VI/8.

OMI (1968a). *Simplified stability criteria for decked fishing vessels under 30 m in length*, documentos PFV VIII/12 y PFV IX/4/1.

OMI (1968b). “Recomendaciones sobre estabilidad al estado intacto para buques de pasaje y de carga de menos de 100 m de eslora”, resolución A.167(ES.IV).

OMI (1968c). “Recomendación sobre estabilidad al estado intacto de buques pesqueros”, resolución A.168(ES.IV).

OMI (1977a). *Intact stability criteria*, documento STAB XX (oficioso).

OMI (1985). “Análisis de expedientes de siniestros relacionados con la estabilidad al estado intacto”, documentos SLF 30/4/4 y SLF/38.

OMI (1988). “Estabilidad sin avería. Informe del Grupo especial de trabajo”, documento SLF 33/WP.8.

OMI (1988a). “Informe del Comité de Seguridad Marítima”, documento SLF 33/12.

OMI (1990). “Proyecto de código de estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regidos por los instrumentos de la OMI”, documento SLF 34/3/7.

OMI (1993). “Código de estabilidad sin avería para todos los tipos de buques regidos por los instrumentos de la OMI”, resolución A.749(18).

Jens, J., Kobylinski, L. (1982). *IMO activities in respect of international requirements for the stability of ships*. Segunda Conferencia internacional sobre estabilidad de los buques y vehículos oceánicos, STAB'82, Tokio.

Kobylinski, L. (1989). *Code of stability for all types of ships based on system approach*. Conferencia internacional PRADS 89, Varna, Bulgaria.

Kobylinski, L. K., Kastner, S. (2003). *Stability and Safety of Ships. Vol. 1: Regulation and Operation. Elsevier Ocean Engineering Book Series, Vol. 9, Elsevier.*

Krappinger, O. and Sharma, S. D. (1974). *Sicherheit in der Schiffstechnik, Transactions STG, Vol. 68.*

Nadeinski, V. P. and Jens, J. E. L. (1968). *Stability of fishing vessels, Transactions RINA.*

Plaza, F., Petrov, A. A. (1986). *Further IMO activities in the development of international requirements for the stability of ships. Tercera Conferencia internacional sobre estabilidad de los buques y vehículos oceánicos, STAB'86, Gdańsk.*

Plaza, F., Semenov, V. Y. (1990). *Latest work of the International Maritime Organization related to stability of ships. Cuarta Conferencia internacional sobre estabilidad de los buques y vehículos oceánicos, STAB'90, Nápoles.*

Rahola, J. (1935). *The judging of the stability of ships, Transactions RINA.*

Rahola, J. (1939). *The judging of the stability of ships and the determination of the minimum amount of stability, Ph.D. Thesis, Helsinki.*

Thompson, G. and Tope, J. E. (1970). *International considerations of intact stability standards, Transactions RINA, Vol. 112, pp. 43-67.*

## **3.5 Fundamentos del criterio de viento y balance intensos (criterio meteorológico)**

### **3.5.1** *Introducción*

**3.5.1.1** El criterio de viento y balance intensos (criterio meteorológico) es una de las disposiciones de carácter general del Código de Estabilidad sin Avería 2008. El objetivo original de la elaboración de este criterio era evitar la zozobra de los buques que pierden completamente la propulsión y el gobierno con vientos severos y olas de gran tamaño, situación conocida como buque apagado. En el caso de los buques que no tienen velocidad de avance, se da por entendido que están en una condición de viento y olas irregulares de través. En consecuencia, los aspectos operacionales de la estabilidad se consideran independientemente de este criterio, y se tratan en la Orientación que sirva de guía al capitán para evitar situaciones

peligrosas con mar de popa o de aleta (MSC/Circ.707), situaciones en las cuales, al realizar determinadas operaciones, los buques están expuestos a un mayor riesgo de zozobra que con mar de través.

**3.5.1.2** El criterio meteorológico hizo su primera aparición en los instrumentos de la OMI en el Documento adjunto 3 del Acta final del Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros, 1977. Durante las deliberaciones sobre la elaboración del Convenio de Torremolinos, se señaló la limitación del criterio de la curva GZ haciendo referencia a la resolución A.168(ES.IV); éste se basa en experiencias realizadas exclusivamente con buques pesqueros en zonas marítimas limitadas, y no es posible extender su aplicabilidad a otros tipos de buque ni a otras condiciones meteorológicas. Por ello, en vez de adoptar el criterio de la curva GZ, el Convenio de Torremolinos adoptó el criterio de viento y balance intensos, y se incluyeron directrices para el cálculo. Esta nueva disposición se basa en la norma japonesa de estabilidad para los buques de pasaje (Tsuchiya, 1975; Watanabe et al., 1956).

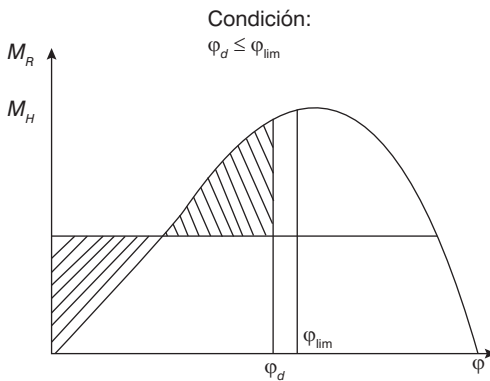
**3.5.1.3** Entonces, el criterio de la curva GZ para los buques de pasaje y de carga, resolución A.167(ES.IV), suscitó críticas similares en la OCMI. Se consideró que la resolución A.167(ES.IV) sería aplicable a los buques de eslora igual o inferior a 100 m debido a la limitación de datos estadísticos disponibles de la fuente. Por consiguiente, en la resolución A.562(14), adoptada en 1985, también se adoptó un criterio meteorológico para los buques de pasaje y de carga y para los buques pesqueros de eslora igual o superior a 45 m. Este nuevo criterio refleja en gran parte la norma de estabilidad japonesa para los buques de pasaje, pero utiliza la fórmula de cálculo de la URSS para el ángulo de balance. En cuanto a los buques pesqueros más pequeños, en 1991 se adoptó la resolución A.685(17). En esta resolución se introdujo el gradiente de velocidad del viento al aproximarse a la superficie del mar, en consonancia con la norma de la URSS. Al adoptarse en 1993, el Código de Estabilidad sin Avería mediante la resolución A.749(18), éste revocó todas las disposiciones indicadas anteriormente.

### **3.5.2** *Método del equilibrio de energía*

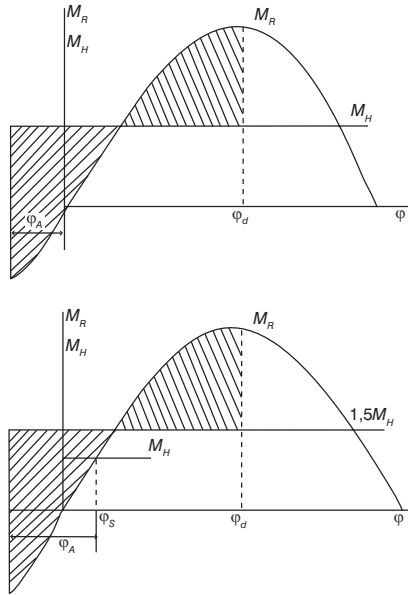
**3.5.2.1** El principio básico del criterio meteorológico es el equilibrio de energía entre la escora producida por el viento de través y los momentos adrizantes teniendo en cuenta el movimiento de balance. Pierrottet (1935) es uno de los pioneros en el estudio de este método de equilibrio de energía (figura 23). Como se muestra en la figura 1, la energía necesaria para la recuperación es superior a la que resulta del momento escorante provocado por el viento. Como no se tiene en cuenta el movimiento de balance, se supone que los buques quedan expuestos súbitamente a un

momento escorante provocado por el viento estando completamente adrizados. Este concepto fue utilizado en las prescripciones provisionales de estabilidad de la URSS y, posteriormente, por Polonia, Rumania, la RDA y China (Kobylnski y Kastner, 2003).

**3.5.2.2** En el Japón, el método de equilibrio de energía se amplió para incluir el movimiento de balance y para distinguir entre los vientos constantes y los vientos con ráfagas (véase la figura 24) y posteriormente se adoptó como principio básico de la norma nacional del Japón (Watanabe *et al.*, 1956). La regla del registro naviero de la URSS (1961) también utiliza el supuesto de un ángulo inicial de balance a barlovento (véase la figura 24). El criterio meteorológico actual de la OMI, que figura en el capítulo 2.3 de la parte A del Código de Estabilidad sin Avería 2008, aplica el método de equilibrio de energía adoptado en el Japón casi sin modificarlo. Se asume que un buque con un ángulo de escora constante debido a un viento de fuerza constante con oleaje de través, experimenta un movimiento de balance resonante. Entonces, en el peor de los casos, al balancearse hacia barlovento, se da por supuesto que el buque está expuesto a vientos con ráfagas. En el caso del balance de resonancia, el momento de amortiguación de balance se cancela con el momento de excitación de la ola. En consecuencia, el equilibrio entre la energía de recuperación y la energía de la escora provocada por el viento pueden validarse alrededor de la condición de buque totalmente adrizado. Por otra parte, como en la última fase de zozobra no existe ningún mecanismo de resonancia cerca del ángulo de la estabilidad que se va perdiendo, podría considerarse que el efecto del momento de excitación de la ola es reducido (Belenky, 1993).



**Figura 23** – Método de equilibrio de energía utilizado por Pierrottet (1935)



**Figura 24** – Métodos de equilibrio de energía según la norma de la URSS (figura superior) y la del Japón (inferior) (Kobylinski y Kastner, 2003)

### 3.5.3 Momento de escora provocado por el viento

**3.5.3.1** En la norma del Japón, el momento de escora constante ( $M_w$ ) se obtiene aplicando la fórmula siguiente:

$$M_w = \frac{1}{2} \rho C_D A H_0 (H/H_0) V_w^2 \quad (1)$$

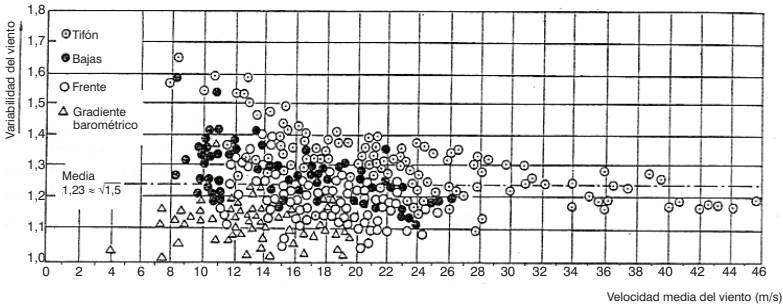
donde:

- $\rho$  = densidad del aire
- $C_D$  = coeficiente de resistencia al avance
- $A$  = superficie lateral expuesta al viento por encima de la superficie del agua
- $H$  = brazo adrizante
- $H_0$  = distancia vertical desde el centro de la superficie lateral expuesta al viento hasta un punto situado a la mitad del calado medio
- $V_w$  = velocidad del viento.



**3.5.3.2** Los valores de  $C_D$  obtenidos mediante experimentos realizados con buques de pasaje y transbordadores de trenes oscila entre 0,95 y 1,28. Por otra parte, mediante pruebas con túneles aerodinámicos para un buque de pasaje de cabotaje (Okada, 1952), se demostró que  $H/H_0$  tiene un valor de alrededor de 1,2. Teniendo en cuenta estos datos, se dio por supuesto un valor medio de  $C_D(H/H_0)$  de 1,22. La OMI también ha adoptado estas fórmulas y coeficientes.

**3.5.3.3** Para representar vientos variables, se deberá determinar la intensidad de las ráfagas. En la figura 25 puede verse el coeficiente de ráfagas medido en varias condiciones tormentosas (Watanabe et al., 1955). Aquí el máximo es de 1,7 y la media es equivalente a  $\sqrt{1,5}(\approx 1,23)$ . Sin embargo, estos valores se midieron durante cerca de dos horas, mientras que la zozobra podía ocurrir dentro de la mitad del periodo natural de balance, es decir de 3 a 8 segundos. Además, dado este lapso tan breve, la fuerza de reacción podría actuar en el centro de masa del buque. En consecuencia, en lugar de utilizarse el valor máximo, se adopta el valor medio de la figura 25, lo que resulta en un coeficiente de brazo adrizante de 1,5 para las ráfagas, como se estipula en el Código de Estabilidad sin Avería 2008.



**Figura 25 – Medición de la variabilidad del viento marino**  
(Watanabe et al., 1956)

**3.5.4** *Ángulo de balance en las olas (método del Japón)*

Los movimientos que pueden experimentar los buques suelen ser oscilaciones longitudinales, transversales, verticales, balance, cabeceo y guiñada. Sin embargo, con mar de través, los movimientos predominantes son las oscilaciones transversales y verticales y el balance. Por otra parte, las oscilaciones verticales tienen un efecto despreciable en el balance, y la combinación de las oscilaciones verticales y el balance puede ser anulada por el

momento de difracción del balance (Tasai y Takagi, 1969). Por ello, si se estima el momento de excitación de la ola sin tener en cuenta la difracción de las olas, el movimiento de balance puede representarse en un modelo independiente de otros tipos de movimiento. En consecuencia, si se tiene en cuenta el efecto amortiguador del balance no lineal, es posible obtener la amplitud del balance de resonancia de las olas de través regulares ( $\phi$ , en grados) aplicando la fórmula siguiente:

$$\phi = \sqrt{\frac{\pi r \Theta}{2N(\phi)}} \quad (2)$$

donde:

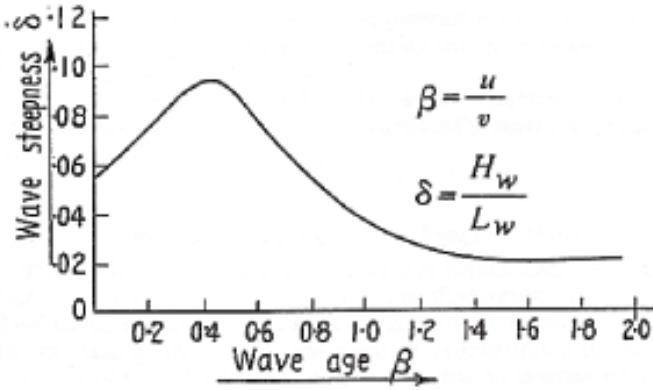
- $\Theta (=180 \cdot s)$  = pendiente máxima de la ola (en grados)
- $s$  = peralte de la ola
- $r$  = coeficiente de pendiente efectiva de la ola
- $N$  = coeficiente de amortiguación de balance de Bertin, que es una función de la amplitud del balance.

### 3.5.4.1 Peralte de la ola

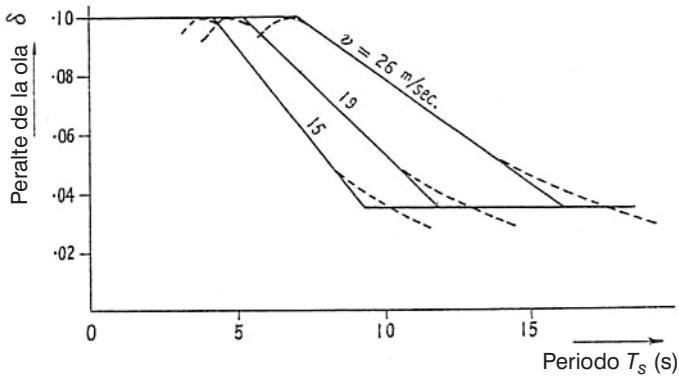
Basándose en observaciones realizadas en el mar, Sverdrup y Munk (1947) encontraron una relación entre la edad de la ola y su peralte (véase la figura 26). La edad de la ola se define como la relación existente entre la celeridad de la ola  $u$  y la velocidad del viento  $v$ ; la altura de la ola  $H_w$  es la altura significativa de la ola. Si utilizamos la relación de dispersión de las olas  $\frac{u = gT}{2\pi}$ , este diagrama puede trasponerse a uno con el periodo de la ola  $T_s$  (véase la figura 27). Por otra parte, como el buque experimenta un movimiento de balance en resonancia, es razonable suponer que el periodo de la ola es equivalente al periodo natural de balance del buque. Cabe señalar que el peralte de la ola obtenido depende del periodo de balance y de la velocidad del viento. Asimismo, debido al posible espectro de olas marinas, las regiones del peralte máximo y mínimo difieren de los datos originales.

### 3.5.4.2 Coeficientes hidrodinámicos

Para utilizar la ecuación (2), es necesario estimar los valores de  $r$  y de  $N$ . Como se debe estimar el momento de excitación de la ola sin tener en cuenta la difracción de la ola debida al buque, éste puede obtenerse integrando la presión del agua estacionaria ejercida sobre el casco en aguas calmas. Watanabe (1938) aplicó este método a varios buques y obtuvo una fórmula empírica cuyas variables son longitud de onda, altura del centro de gravedad (VCG), altura metacéntrica (GM), manga, calado, coeficiente de

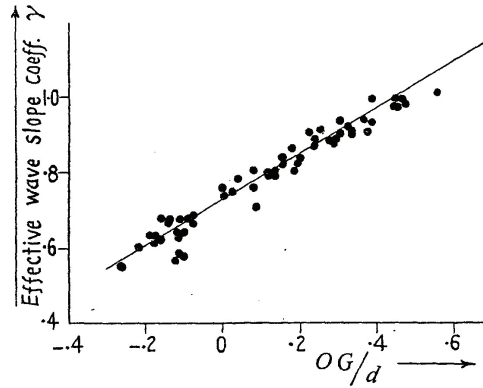


**Figura 26** – Relación entre la edad de la ola ( $\beta$ ) y su peralte ( $\delta$ ) (Sverdrup y Munk, 1947)



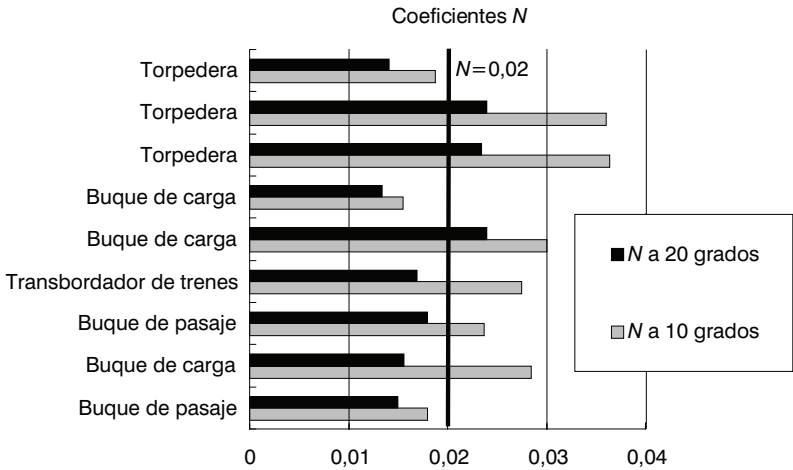
**Figura 27** – Relación entre el periodo de balance ( $T_s$ ) y el peralte de la ola ( $\delta$ ) según el criterio del Japón (Yamagata, 1959)

bloque y coeficiente de área de la flotación. En aras de la simplicidad, para 60 buques existentes sólo se utilizan como variables la VCG y el calado (véase la figura 28). Este procedimiento se utilizó para obtener la fórmula de  $r$  empleada en el criterio meteorológico de la OMI.



**Figura 28** – Coeficiente de pendiente efectiva de la ola (los valores medidos se señalan con puntos; la línea es la estimación) (Yamagata, 1959)

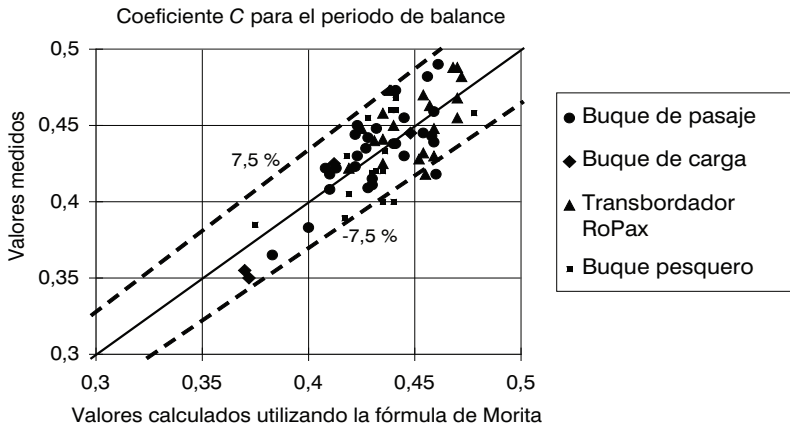
Para estimar el coeficiente  $N$  existen varias fórmulas empíricas. Sin embargo, según las normas de estabilidad del Japón, para los buques que tengan quillas de balance con un ángulo de balance de  $20^\circ$  se recomienda utilizar el valor  $N = 0,02$ . En la figura 29 puede verse una confirmación de este valor (Matora, 1957).



**Figura 29** – Ejemplo de coeficientes  $N$  medidos en experimentos con modelo

**3.5.4.3** Periodo natural de balance

Para calcular el peralte de la ola, es necesario estimar el periodo natural de balance para un buque dado. En la norma del Japón, el valor medido en el buque se corrige con la fórmula empírica de Kato (Kato, 1956). Sin embargo, en el Subcomité STAB se consideró que este procedimiento consumía demasiado tiempo y se pidió al Japón que elaborara una fórmula empírica simple y actualizada para el periodo de balance. Morita elaboró estadísticamente la fórmula actual, que se basa en datos medidos de 71 buques a escala normal en 1982. Como puede verse en la figura 30, todos los datos de la muestra se encuentran comprendidos en un intervalo de error de  $\pm 7,5\%$  con respecto a la fórmula de Morita. De hecho, la desviación típica del error respecto de la fórmula es del 1,9 %. Por otra parte, el análisis de sensibilidad de C con la GM prescrita indicaba que un error en la estimación de C de hasta el 20 % tiene como resultado un error del cálculo de la GM prescrita de tan sólo 0,04 m. En consecuencia, la OMI concluyó que esta fórmula puede utilizarse para el criterio meteorológico.



**Figura 30** – Precisión de estimación para la fórmula empírica del periodo de balance

**3.5.4.4** Aleatoriedad de la ola

Si bien el peralte de la ola obtenido con el diagrama de Sverdrup-Munk se define en función de la altura significativa de las olas irregulares, la amplitud del balance de resonancia que se obtiene con la ecuación (2) viene

formulada para olas regulares. A fin de salvar la distancia entre las dos, se comparó la amplitud del balance con olas irregulares de la misma altura significativa y periodo medio que las olas regulares, con la amplitud del balance de resonancia de las olas regulares. Como se muestra en la figura 31, si se toma la amplitud máxima de entre 20 y 50 ciclos de balance, se obtiene un factor de reducción de 0,7.

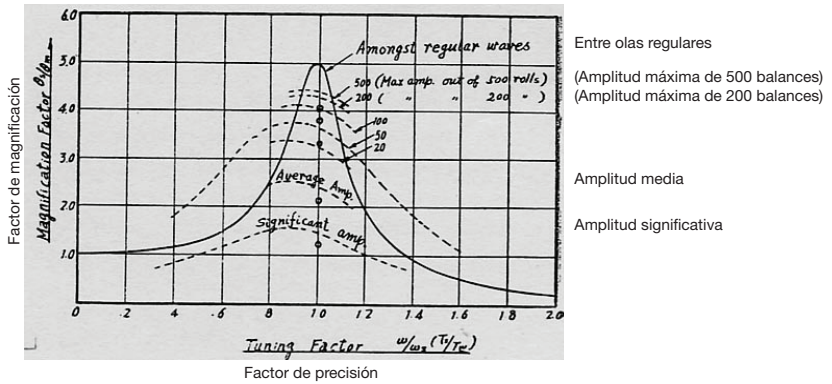
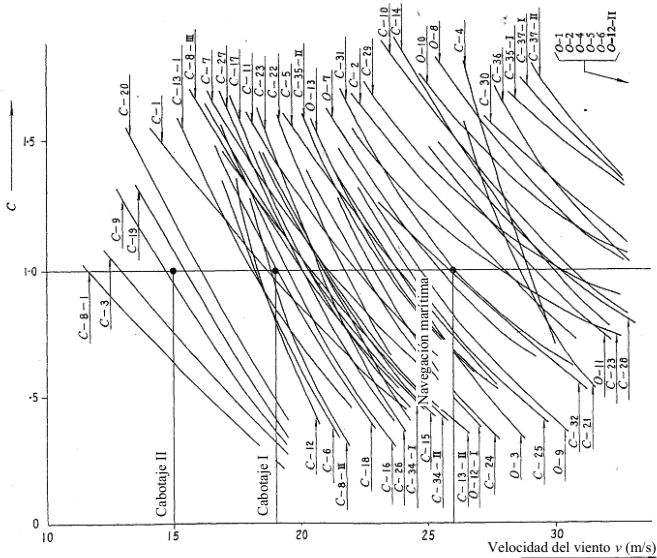


Figura 31 – Comparación de amplitud del balance con olas regulares e irregulares (Watanabe et al., 1956)

### 3.5.4.5 Velocidad de viento de fuerza constante

Como se explicó *supra*, el criterio meteorológico del Japón introdujo supuestos probabilistas para determinar las ráfagas y el balance con olas irregulares, lo cual se traduce en un nivel final de seguridad probabilista poco claro. El posible error de estimación correspondiente al coeficiente del brazo escorante provocado por el viento, el coeficiente de amortiguación del balance, el coeficiente de la pendiente efectiva de la ola, el periodo natural de balance y el peralte de la ola añadieron incertidumbre al nivel necesario de seguridad. Por ello, el Japón llevó a cabo cálculos de prueba correspondientes a 50 buques, de los cuales 13 eran buques de altura (véase la figura 32). Utilizando estos resultados calculados, se determinó la velocidad del viento de fuerza constante para distinguir los buques que tienen una estabilidad inadecuada de otros buques. En otras palabras, en el caso de los buques con estabilidad inadecuada, el equilibrio de energía no deberá obtenerse utilizando el procedimiento mencionado *supra*. Como resultado, la velocidad del viento correspondiente a los buques de altura se determinó en 26 m/s. En este ejemplo se clasifican como insuficientemente

seguros una torpedera hundida (0-12-1), un destructor hundido (0-13) y tres buques de pasaje de estabilidad inadecuada (0-3, 7 y 9), y se consideran seguros dos buques de carga, tres buques de pasaje y tres buques de pasaje de gran tamaño. Cabe señalar que la velocidad del viento de 26 m/s solamente se calculó a partir de estadísticas de siniestros correspondientes a buques y no se obtuvo directamente de las estadísticas reales del viento. La OMI también adoptó el valor crítico de velocidad del viento de 26 m/s. Si se sustituye  $V_w = 26$  m/s en la ecuación (1), se obtiene la presión ejercida por el viento según el Código de Estabilidad sin Avería actual.



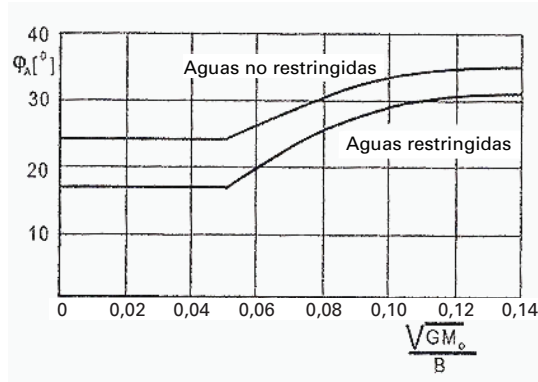
**Figura 32** – Resultados de los cálculos de prueba para determinar la velocidad del viento de fuerza constante; relación entre la velocidad del viento y el factor  $b/a$  para distintos buques de la muestra (Watanabe et al., 1956)

**3.5.4.6** Balance con olas (método de la URSS)

Según la norma de estabilidad de la URSS (URSS, 1961), la amplitud máxima de balance para 50 ciclos se estima del modo siguiente:

$$\phi_R = kX_1X_2\phi_A \tag{3}$$

donde  $k$  es una función de la superficie de la quilla de balance,  $X_1$  es una función de  $B/d$ ,  $X_2$  es una función del coeficiente de bloque, y  $\phi_A$  es la amplitud de balance del buque normal (véase la figura 33). Esta fórmula se elaboró mediante cálculos sistemáticos para una serie de buques utilizando la función de transferencia y el espectro de las olas (Kobylnski y Kastner, 2003).



**Figura 33** – Amplitud media del balance según el criterio de la URSS (URSS, 1961)

Como se mencionó previamente, la OMI decidió utilizar parte de esta fórmula de balance de la URSS junto con el criterio del Japón. Ello se debe a que, a diferencia de la fórmula del Japón, la fórmula de la URSS depende de las formas de los cascos para estimar la amortiguación del balance. La fórmula propuesta es la siguiente:

$$\phi_1(\text{grados}) = C_{JR} k X_1 X_2 \sqrt{rs} \quad (4)$$

$C_{JR}$  es un factor de precisión para mantener el nivel de seguridad del nuevo criterio al mismo nivel que la norma nacional del Japón. Para determinar este factor, los participantes de los Estados Miembros de un grupo de trabajo del Subcomité STAB llevaron a cabo cálculos de pruebas de las fórmulas del Japón y de fórmulas nuevas para muchos buques. Por ejemplo, el Japón (1982) llevó a cabo cálculos de prueba para 58 de los 8 825 buques de pabellón japonés de arqueo bruto superior a 100 existentes en 1980. Entre éstos se encontraban 11 buques de carga, 10 petroleros, dos quimiqueros, cinco gaseros, cuatro portacontenedores, cuatro buques para el transporte de automóviles, cinco remolcadores y 17 buques de pasaje o RoPax. Como resultado, la OMI concluyó que  $C_{JR}$  debería tener un valor de 109.



### 3.6 Referencias sobre el párrafo 3.5

Belenky, V. L. (1993). *Capsizing probability computation method*, *Journal of Ship Research*, 37(3): 200–207.

Japón (1982). *Weather criteria, results on Japanese ships*, SLF/7.

Kato, H. (1956). *On a method for calculating an approximate value of the rolling period of ships*, *Journal of Society of Naval Architects of Japan*, Vol. 89.

Kobylnski, L. K. y S. Kastner (2003). *Stability and safety of ships*, Elsevier, Oxford (Reino Unido), Vol. 1.

Motora, S. (1957). *Ship dynamics*, Kyoritsu Publications (Tokio).

Okada, S. (1952). *On the heeling moment due to wind pressure on small vessels*, *Journal of Society of Naval Architects of Japan*, Vol. 92: 75–81.

Pierrottet, E. (1935). *A standard of stability for ships*, *Transaction of the Institution of Naval Architects*, p. 208.

Sverdrup, H. U. y W. H. Munk (1947). *Wind, sea and swell, theory of relations for forecasting*, *Hydrographic Office Publication No. 601*.

Tasai, F. y M. Takagi (1969). *Theory and calculation method for response in regular waves*, *Seakeeping Symposium, Society of Naval Architects of Japan*, p. 40.

Tsuchiya, T. (1975). *An approach for treating the stability of fishing boats*, *Proceedings of International Conference on Stability of Ships and Ocean Vehicles, University of Strathclyde*, 5.3:1–9.

URSS (1961). *Standards of stability of sea-going vessels and coasters*, *Register of Shipping of the USSR, Mosrskoi Transport*, Moscú. También disponible en IMCO STAB/77, URSS (1979).

Watanabe, Y. (1938). *Some contributions to the theory of rolling*, *Transaction of the Institution of Naval Architects*, 80:408–432.

Watanabe, Y. et al. (1955). *Report of the ocean wind about Japan on the naval-architectural point of view*, *Journal of Society of Naval Architects of Japan*, Vol. 96: 37–42.

Watanabe, Y. et al. (1956). *A proposed standard of stability for passenger ships (Part III: Ocean-going and coasting ships)*, *Journal of Society of Naval Architects of Japan*, Vol. 99: 29–46.

Yamagata, M. (1959). *Standard of stability adopted in Japan*, *Transaction of the Institution of Naval Architects*, 101:417–443.

## CAPÍTULO 4 – ORIENTACIONES PARA LA APLICACIÓN DEL CÓDIGO DE ESTABILIDAD SIN AVERÍA 2008

### 4.1 Criterios relativos a las propiedades de la curva de brazos adrizantes

En el caso de determinados buques, es posible que la prescripción incluida en el párrafo 2.2.3 de la parte A del Código no resulte viable. Dichos buques suelen ser de manga ancha y poco calado, con un cociente  $B/D \geq 2,5$ . Para ellos, las Administraciones pueden aplicar los criterios alternativos siguientes:

- .1 el brazo adrizante máximo (GZ) debería darse a un ángulo de escora no inferior a  $15^\circ$ ; y
- .2 el área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no debería ser inferior a 0,070 metros-radianes hasta un ángulo de  $15^\circ$  si el brazo adrizante máximo (GZ) se da a un ángulo igual a  $15^\circ$ , o de 0,055 metros-radianes hasta un ángulo de  $30^\circ$  si el brazo adrizante máximo (GZ) se da a un ángulo igual o superior a  $30^\circ$ . Cuando el brazo adrizante máximo (GZ) se dé a un ángulo comprendido entre  $15^\circ$  y  $30^\circ$ , el área correspondiente bajo la curva de brazos adrizantes debería ser igual a:  
 $0,055 + 0,001 (30^\circ - \varphi_{\max})$  metros-radianes.\*

---

\*  $\varphi_{\max}$  es el ángulo de escora, expresado en grados, en el que la curva de brazos adrizantes alcanza su valor máximo.



## La OMI

La OMI es una organización técnica creada en 1958. En la actualidad tiene 169 Estados Miembros y tres Miembros asociados. Se han establecido acuerdos oficiales para la cooperación y/o la obtención del estado consultivo con un gran número de organizaciones internacionales.

Su misión principal, sobre todo durante los primeros años, ha consistido en elaborar un cuerpo completo de convenios, códigos y recomendaciones de carácter internacional que puedan ser implantados por todos los Gobiernos Miembros. Ese enfoque internacional es esencial porque la eficacia de las medidas adoptadas por la OMI depende de la amplitud con que sean aceptadas y del modo en que sean implantadas. El hecho de que algunos de los más importantes convenios de la OMI hayan sido aceptados por un número de países cuyas flotas mercantes combinadas representan el 98 % del tonelaje bruto mundial es testimonio del éxito de esa política.

El órgano rector de la OMI es la Asamblea, que se reúne cada dos años. Entre los periodos de sesiones de la Asamblea actúa como órgano rector un Consejo integrado por 40 Estados Miembros que elige la Asamblea. El trabajo técnico de la OMI está a cargo de una serie de comités. El Comité de Seguridad Marítima es el más antiguo de ellos y tiene diversos subcomités que se ocupan de los asuntos siguientes: seguridad de la navegación, radiocomunicaciones, dispositivos salvavidas, búsqueda y salvamento, normas de formación y guardia, transporte de mercancías peligrosas, proyecto y equipo del buque, prevención de incendios, estabilidad y líneas de carga y seguridad de pesqueros, contenedores y cargas, graneleros químicos y la implantación por el Estado de abanderamiento.

El Comité de Protección del Medio Marino se ocupa de la prevención de la contaminación. La OMI tiene también un Comité Jurídico, que fue creado para tratar los problemas jurídicos derivados del desastre sufrido por el Torrey Canyon en 1967 pero que posteriormente pasó a ser un órgano permanente.

El Comité de Cooperación Técnica gestiona el programa de cooperación técnica de la OMI, de creciente amplitud, concebido para ayudar a los Gobiernos Miembros a implantar las medidas de carácter técnico adoptadas por la OMI y el Comité de Facilitación, órgano auxiliar del Consejo, se ocupa de las medidas destinadas a simplificar la documentación y las formalidades exigidas en el transporte marítimo internacional

La Secretaría cuenta con unos 300 funcionarios internacionales a cuya cabeza hay un Secretario General. La sede de la OMI está en Londres, frente al Parlamento en la orilla opuesta del Támesis.


## Actividades de publicaciones de la OMI


Las actividades editoriales de la OMI tienen por objeto proporcionar a la comunidad marítima mundial los numerosos textos (convenios, códigos, recomendaciones, directrices, etc.) que la Organización ha elaborado como parte de su programa de trabajo. La difusión mundial de esa información desempeña una función importante en el fomento de la seguridad marítima y la prevención de la contaminación del mar.

La OMI tiene hoy día a la venta más de 200 títulos en inglés. Muchos están traducidos al español y al francés, así como al árabe, chino y ruso. La OMI también dispone de publicaciones electrónicas en CD y de muchos libros electrónicos que pueden encontrarse en la página Web de la Organización, así como de un servicio de suscripción en Internet que ofrece cuatro productos fundamentales.

### Para obtener información dirigirse a:

Organización Marítima Internacional  
Publishing Service  
4 Albert Embankment  
Londres SE1 7SR  
Reino Unido

 +44 (0)20 7735 7611

 +44 (0)20 7587 3241

e-mail (publicaciones): [sales@imo.org](mailto:sales@imo.org)

e-mail (informaciones generales): [info@imo.org](mailto:info@imo.org)

[www.imo.org](http://www.imo.org)