

Seguridad Marítima en Buques Porta Contenedores

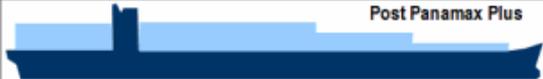
Dr. Jaime Rodrigo de Larrucea. Profesor de Derecho Marítimo (UPC)

1.- Introducción

Malcolm McLean era un transportista terrestre de origen humilde. Un día, mientras descargaba unos bultos de su vehículo y los colocaba uno por uno en el interior de un buque del puerto, reflexionó por qué no era posible levantar la carrocería del camión y subirla al buque con toda la mercancía. Le pareció lo más lógico, puesto que llevar uno a uno los fardos o las cajas era un trabajo realmente pesado que suponía una gran pérdida de tiempo. Así pues, la idea básica de *McLean* era la de poder llenar un buque con estos contenedores y descargarlos en su destino y cargar otros.

McLean llevó esa idea a un grupo de amigos, entre los que se encontraba el ingeniero *Charles Tushing*. Este último tomó la idea básica de *McLean* e incorporó algunos detalles técnicos sobre cómo levantar los contenedores y depositarlos en los barcos. Según explica el presidente de la Fundación de Historia de la Contenerización “es el mismo sistema básico que se utiliza hoy día”.

El primer buque portacontenedores fue el *Ideal-X* que zarpó el 26 de abril de 1956 del puerto de *Newark* con 58 contenedores de 20 pies de altura y en seis días llegó a *Houston*. El éxito fue casi inmediato, lo único que faltaba era crear un sistema viable para poder hacer todo el proceso de una forma eficiente y rápida. De hecho, el éxito fue tan fulgurante que la compañía *Dupont* llenó el buque con contenedores para su viaje de regreso a *Newark*.

		Length	Draft	TEU
First (1956-1970)	 Converted Cargo Vessel	135 m	< 9 m	500
	 Converted Tanker	200 m	< 30 ft	800
Second (1970-1980)	 Cellular Containership	215 m	10 m 33 ft	1,000 – 2,500
Third (1980-1988)	 Panamax Class	250 m	11-12 m 36-40 ft	3,000
		290 m		4,000
Fourth (1988-2000)	 Post Panamax	275 – 305 m	11-13 m 36-43 ft	4,000 – 5,000
Fifth (2000-2005)	 Post Panamax Plus	335 m	13-14 m 43-46 ft	5,000 – 8,000
Sixth (2006-)	 New Panamax	397 m	15.5 m 50 ft	11,000 – 14,500

Evolución en la construcción de buques portacontenedores.

La necesidad de agilizar el proceso de carga y descarga de contenedores llevó rápidamente al desarrollo de un nuevo negocio, el de las grúas portacontenedores. Se formó un negocio completamente nuevo y distinto, si uno piensa en el tamaño de una de esas grúas. Gracias a aquella primera y atrevida aventura del *Ideal-X*, *Malcolm McLean* creó la compañía *SeaLand Service* que ha pasado a la historia del transporte y de la que actualmente es propietaria la empresa *Maersk (Mersk Sea Land)*.

Las limitaciones de tamaño de estos buques están dadas por los pasos geográficos estratégicos por los cuales tendrán que navegar:

- *Panamax*: 5000 TEU eslora total 320 m., manga 33.5 m., calado 12.5 m. 12000 TEU (tras la última ampliación del canal que finalizará en su totalidad el 2014).
- *Suezmax*: 14000 TEU Desplazamiento de 137,000 DWT, eslora total 400 m., manga 50 m., calado aproximado de 15 m.
- *Malacamax*: 18000 TEU Desplazamiento de 300,000 DWT, eslora total 470 m, manga 60 m, calado aproximado de 16 metros (cálculo teórico).

El contenedor en sí parte de una idea muy lógica y eficaz: una caja de metal grande donde se estiban las mercancías unitariamente, para luego ser transportadas de manera protegida. Esta idea desvirtúa completamente el tráfico y toda la cultura de la mercancía general que se había llevado usando hasta entonces, para eso ha existido una evolución en el diseño de los buques de carga general tipo 3 torres a los actuales porta contenedores de múltiples bodegas con grandes cubertadas, hasta llegar al extremo de los buques "*Open-Top*".

Establecer de que estos buques son los más específicos que hay es una premisa falsa, ya que, si bien si que cargan contenedores de forma exclusiva, la variabilidad de estos es tan grande que lo transportado ofrece varias posibilidades con una misma estructura morfológica del buque. Actualmente diferenciamos los tipos de buque portacontenedores según su tamaño y su capacidad de transporte (número total de TEUs). El tamaño y su capacidad de transporte es lo que los clasificará como "idóneos" para unas rutas u otras.

Si clasificamos los buques portacontenedores según las rutas realizadas tenemos:

- *Buque Transoceánico*: son los más grandes llegando a los 14500 TEU. Para que su explotación resulte beneficiosa hay que minimizar las escalas, llegando a hacer 2 o 3 en una circunvalación. Aproximadamente tienen que descargar entre el 50-60% de su carga total para que una escala resulte rentable.



El buque *Emma Maersk* es un ejemplo de buque transoceánico con una capacidad de 11.000 TEUs.

- *Buque Oceánico* realiza tráficos de media larga distancia sin llegar a circunvalaciones. Los portacontenedores con capacidades entre los 4.000 y los 8.000 TEUs son bien considerados para este tipo de rutas. A menudo este tipo de buques también son utilizados en rutas transoceánicas.



El *ZIM Virginia* (5.000 TEUs) es un ejemplo de buque oceánico.

- *Buque Feeder*: El término *feeder* proviene del inglés y significa literalmente "alimentador". Esto es, un buque que "alimenta" los puertos Hub donde escalan buques transoceánicos y oceánicos. Sólo los buques más pequeños pueden conectar los grandes puertos Hub con puertos más pequeños de la zona geográfica, donde no caben los buques transoceánicos. Es por esto que estos buques van desde los pocos centenares de TEUs hasta los 3.000/4.000 TEUs.



El buque *Montserrat B* (1.072 TEUs) es un buen ejemplo de buque *feeder*.

2.- Convenios y códigos aplicables

2.1.- Convenios básicos y de carácter general

2.1.1. SOLAS:

El buque porta contenedores se considera a efectos de todos los Códigos y Normativas de Seguridad como un buque de carga estándar, sin ninguna particularidad que requiera una regulación específica, solamente existen reglas de interpretación adjuntas a códigos ya vigentes (p.e. la Resolución MSC/Circ.608 sobre como calcular el arqueo).

En el apartado de Estabilidad por avería el SOLAS indica que los open-top tendrán las mismas prescripciones que un buque general con tapas de escotilla. Otro punto a destacar de los Open-top es que las bodegas no están cerradas herméticamente así que los sistemas contra incendios automáticos (CO₂) no pueden ser utilizados, con lo que habrá que utilizar sistemas alternativos como los aspersores y otros importantes sistemas para contener el fuego, ya que tampoco hay mamparos que separen las bodegas.

Estabilidad sin avería:

El análisis a realizar sobre la aplicación de normas de seguridad en lo relativo a la estabilidad para buques porta contenedores deberá partir de la normativa específica de la OMI al respecto, siendo básico el *“Code on intact stability for all types of ships covered by IMO instrument”*, aprobado en la resolución A.749 (18) de este organismo. Este Código fue traducido oficialmente al español en el *“Código de estabilidad sin avería para todos los buques recogidos por los instrumentos de la OMI”*.

La finalidad del mencionado código es recomendar criterios de estabilidad 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.

Para los porta contenedores se definen los criterios de estabilidad sin avería por:

- El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) no será inferior a 0,009/C m.rad hasta un ángulo de escora $\Theta = 30^\circ$ ni inferior a 0,016/C m.rad hasta un ángulo de escora $\Theta = 40^\circ$, o hasta el ángulo de inundación Θ_f si éste es inferior a 40° .
- El área bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) entre los ángulos de escora de 30° y 40° o entre 30° y Θ_f , si este ángulo es inferior a 40° , no será inferior a 0,006/C m.rad.
- El brazo adrizante GZ será como mínimo de 0,033/C m a un ángulo de escora igual o superior a 30° .
- El brazo adrizante máximo será como mínimo de 0,042/C m.
- El área total bajo la curva de brazos adrizantes (curva de brazos GZ) hasta el ángulo de inundación Θ_f no será inferior a 0,029/C m.rad.
- En los criterios anteriores, el factor de forma C se calculará utilizando la fórmula siguiente y la figura 1:

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

donde: d = Calado medio, en metros.

$$D' = D + h \times \frac{2b - B_D}{B_D} \times \frac{2\sum l_H}{L}, \text{ como se define en la figura 1.}$$

D = Puntal de trazado del buque, en metros;

B = Manga de trazado del buque, en metros;

KG = Altura del centro de gravedad sobre quilla, en metros; no se empleará un valor de la altura KG inferior a d;

C_B = Coeficiente de bloque;

C_W = Coeficiente del FLAT de flotación.

Asimismo el propio Código recomienda la utilización de computadoras electrónicas de carga y estabilidad para determinar el asiento y la estabilidad del buque en diferentes condiciones operacionales.

Para los Open-Top se pide que estén a flote bajo cualquier circunstancia de inundación en la bodega (manteniendo una relativa estabilidad positiva en caso de 100% de inundación), así como una máxima reducción del fenómeno de las superficies libres de las aguas embarcadas.

Las regulaciones de la OMI requieren que la ratio de agua embarcada no sea superior a la superficie abierta por 400mm/hora en las pruebas de canales de experiencia. También hay una gran regulación en la capacidad de la maquinaria que debe evacuar el agua embarcada.

En cuanto a las definiciones, el código se rige por las empleadas por el mismo y en el caso de que no estén recogidas en el mismo se acoge a las definiciones empleadas en el Convenio SOLAS 1974. Destacaré por ser el objeto del presente trabajo las definiciones siguientes:

- Buque porta contenedores: buque dedicado principalmente al transporte de contenedores marítimos.
- Francobordo: distancia entre la línea de carga asignada y la cubierta de francobordo.

A efectos de la aplicación de los capítulos I y II del anexo I del Convenio de Líneas de Carga, 1966 a los buques porta contenedores sin tapas de escotilla, la "cubierta de francobordo" es la que estipula el Convenio de Líneas de Carga, 1966 (*Load Line 1966*), suponiendo que en las brazolas de las escotillas de carga hay instaladas tapas de escotilla.

Figure 3 : Definition of dimensions

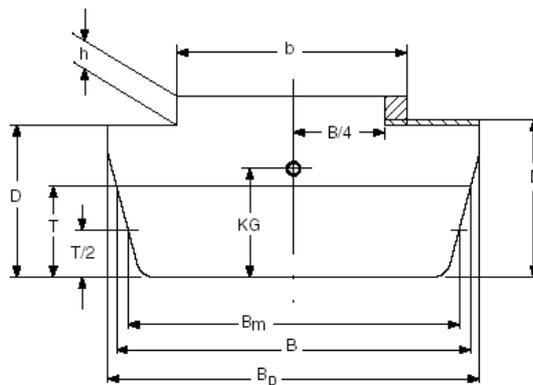


Figure 4 : Definition of dimensions

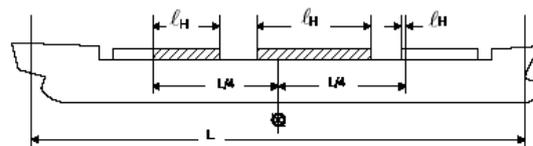


Figura que esquematiza las dimensiones y parámetros de los buques portacontenedores.

Debemos tener en cuenta que el código al cual se hace referencia enumera específicamente esta normativa para los porta contenedores, pero sin referirse a ninguna clase de buque en concreto sino a todos, da las pautas generales para una estabilidad segura, y la normativa que debe cumplirse, en lo referente a la descripción general del buque que deberá encontrarse recogida en el cuaderno de estabilidad, así como los FLATs de la disposición general del buque, en que deben figurar los compartimentos estancos, cierres, respiraderos, ángulo de inundación descendente, lastre permanente, carga de cubierta permitida y diagramas de francobordo.

También especifica la obligación de todos los buques de disponer de las 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. Debe disponerse del FLAT o tablas de capacidades en que figuren la capacidad y el centro de gravedad de cada uno de los espacios de carga.

2.1.2. Convenio sobre la Seguridad en Contenedores (CSC):

Convenio firmado el 1972 y que entró en vigor el 1977, realizado en el marco de una Conferencia conjunta entre la OMI y la ONU. El tratado tiene dos objetivos claramente diferenciados:

- Seguridad en la manipulación de los contenedores:

Mantener un alto nivel de seguridad en el transporte y la manipulación, dando prescripciones de resistencias, control y prueba. En este último apartado de pruebas para que un contenedor sea aprobado con el sello de la Sociedad de Clasificación (*Class*) *Germanischer Lloyd* deberá obtener unos valores 1.5 veces los prescritos por el CSC.

- Fomento del transporte internacional de contenedores:

En lo que se engloban las normas de estandarización y documentación de los propios contenedores en todos los países firmantes, esperando que el contenedor viaje con el mínimo posible de formalidades administrativas.

Este Convenio se aplicará a todos los contenedores que tengan cantoneras y unas medidas mínimas excepto los dedicados exclusivamente al transporte aéreo. Para que un contenedor pueda ser utilizado debe pasar una inspección por parte de un estado contratante del CSC, cabe destacar que ciertas empresas que han sido habilitadas para realizar tales inspecciones y suelen exigir unos estándares más altos, siendo los más elevados los requeridos por la sociedad *Germanischer Lloyd*.

La Administración o su representante autorizado facultará al fabricante para que coloque en los contenedores aprobados una placa de aprobación relativa a la seguridad con los datos técnicos pertinentes.

La aprobación, de la cual dará fe la placa de aprobación relativa a la seguridad, otorgada por un Estado Contratante, debe ser reconocida por otros Estados Contratantes. Este principio de aceptación recíproca de contenedores aprobados en cuanto a su seguridad es la clave del Convenio; una vez aprobado y con la placa correspondiente, se espera que el contenedor circule en el transporte internacional con el mínimo de formalidades de control de seguridad. El mantenimiento posterior de un contenedor aprobado es responsabilidad del propietario, al que incumbe que el contenedor se someta periódicamente a revisión.



Placa CSC de aprobación de seguridad.

El anexo técnico del Convenio prescribe específicamente que el contenedor ha de ser objeto de diversas pruebas que representen una combinación de las prescripciones de seguridad, tanto para el transporte de tierra como para el transporte marítimo.

2.2.- Normativa internacional, Convenios específicos o puntuales

2.2.1. Normativa OMI:

Resolución A.708 (17), Visibilidad desde el puente de navegación.

En respuesta a la problemática derivada de la morfología típica de los buques porta contenedores, la IMO ha desarrollado, mediante la presente Resolución, aprobada el 6 de noviembre de 1991, una guía para estandarizar las condiciones mínimas de visibilidad desde el puente de navegación, que en muchos casos resulta restringida debido a la altura de la cubertada. No es necesario mencionar la importancia respecto la seguridad de la navegación que juega una adecuada visibilidad desde el puente de navegación:

2. Aplicación:

La guía es aplicable a los buques construidos después del 2 de enero de 1992 donde se mantenga constantemente personal de guardia

en el puente de navegación. Se insta a los constructores y diseñadores de buques a utilizar la presente guía en el proceso de diseño de los buques.

En el caso de buques de diseño especial que no puedan cumplir con esta guía, se considerarán disposiciones que proporcionen un nivel de visibilidad tan próximo al establecido por la guía como sea posible.

3. Campo de visión:

La visión de la superficie del mar desde el puente de navegación no debe encontrarse oculta más de dos esloras, o 500 m, en función de cual sea menor, a proa del buque, y 10° a cada banda, sea cual sea el calado, trimado del buque, y la carga de la cubierta.

Los sectores ciegos causados por la carga, los elementos de carga/descarga y otras obstrucciones no deben impedir la visión desde el puente de navegación en un arco mayor a 10° cada uno. El sector ciego total no debe exceder de 20° . Los sectores de visibilidad entre cada sector ciego no deberán ser inferiores a 5° .

El campo de visión horizontal desde el puente de navegación debe extenderse en un arco superior a 22.5° hacia popa a ambos costados del buque.

Desde cada alerón del puente de navegación el campo de visión deberá extenderse en un arco de al menos 45° desde la amura opuesta hasta la proa y desde esta en un arco de 180° hacia popa.

Desde el puesto de gobierno principal, el campo de visión deberá extenderse 60° a cada banda.

El costado del buque deberá ser visible desde el alerón.

4. Ventanas:

La estructura entre las ventanas del puente de navegación deberá ser tan reducida como sea posible, y no se intalará inmediatamente enfrente de cualquier puesto de trabajo.

Para evitar la reflexión, las ventanas del puente de navegación deberán estar inclinadas respecto al FLAT superior en un ángulo no inferior a 10° y no superior a 25° .

Deberá disponerse de una visión clara desde al menos dos ventanas del puente de navegación, dependiendo de la configuración del puente podrá disponerse de un número mayor de ventanas con una visión clara, sea cual sea la condición meteorológica.

2.2.2. Código IMDG:

El Código IMDG realiza un tratamiento más específico de los buques portacontenedores al transportar éstos contenedores comúnmente conocidos como “*contenedores IMO*”, que son aquellos que transportan algún tipo de mercancía peligrosa, y que deben ser segregados para evitar riesgos por incompatibilidades entre mercancías.

El Código IMDG en su punto 1.2.1. define:

“Buque celular: buque en el que los contenedores se cargan bajo cubierta dentro de fosos especialmente proyectados en los que quedan permanentemente estibados los contenedores durante el transporte por mar. Los contenedores que se cargan en cubierta en estos buques van apilados y sujetos mediante dispositivos especiales.

Contenedor: elemento del equipo de transporte de carácter permanente, y por lo tanto suficientemente fuerte para poderse utilizar repetidas veces, proyectado especialmente para facilitar el transporte de mercancías por uno o varios modos de transporte sin manipulación intermedia de la carga y para que se pueda sujetar y/o manipular fácilmente, para lo cual está dotado de los adecuados accesorios, y aprobado de conformidad con lo dispuesto en el Convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores (CSC), 1972, enmendado. El término "contenedor" no incluye ni vehículos ni embalajes o envases. No obstante, sí incluye los contenedores transportados sobre chasis. Por lo que respecta a los contenedores para el transporte de material radiactivo, véase 2.7.2.”

Además, el Código IMDG establece, mediante una serie de gráficas y cuadros las normas de segregación entre “*contenedores IMO*” siempre diferenciando entre los portacontenedores convencionales – con bodegas y cubiertas – y los open top – sin bodega propiamente dichas sino una única cubertada que va empieza en el mismo FLAT de bodega del buque – que para cumplir de forma más adecuada con el Código IMDG ya se están diseñando con una o dos bodegas en la proa del buque. También se menciona el transporte de contenedores en buques RoRo, aunque este tema queda fuera del presente artículo.

A continuación se presentan los dos cuadros de segregación establecidos por el IMDG para buques portacontenedores:

- Cuadro de segregación de contenedores a bordo de buques portacontenedores.
- Cuadro de segregación de unidades de transporte a bordo de buques portacontenedores sin tapas de escotilla.

SEGREGACIÓN EXIGIDA	VERTICAL			HORIZONTAL						
	CERRADO/ CERRADO	CERRADO/ ABIERTO	ABIERTO/ ABIERTO	CERRADO/CERRADO		CERRADO/ABIERTO		ABIERTO/ABIERTO		
				EN CUBIERTA	BAJO CUBIERTA	EN CUBIERTA	BAJO CUBIERTA	EN CUBIERTA	BAJO CUBIERTA	
"A DISTANCIA DE" -1	PERMITIDO UNO ENCIMA DE OTRO	PERMITIDO ABIERTO SOBRE CERRADO SI NO IGUAL QUE PARA "ABIERTO/ABIERTO"	PROHIBIDO EN LA MISMA LÍNEA VERTICAL A MENOS QUE ESTEN SEGREGADOS POR UNA CUBIERTA	EN SENTIDO LONGITUDINAL	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR O UN MAMPARO
				EN SENTIDO TRANSVERSAL	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR
"SEPARADO DE" -2	PROHIBIDO EN LA MISMA LÍNEA VERTICAL A MENOS QUE ESTÉN SEGREGADOS POR UNA CUBIERTA	IGUAL QUE PARA "ABIERTO/ABIERTO"	PROHIBIDO EN LA MISMA LÍNEA VERTICAL A MENOS QUE ESTEN SEGREGADOS POR UNA CUBIERTA	EN SENTIDO LONGITUDINAL	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR O UN MAMPARO	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR O UN MAMPARO	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN MAMPARO
				EN SENTIDO TRANSVERSAL	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	DOS ESPACIOS PARA CONTENEDOR	DOS ESPACIOS PARA CONTENEDOR	UN MAMPARO
"SEPARADO POR TODO UN COMPARTIMENTO O TODA UNA BODEGA DE" -3	PROHIBIDO EN LA MISMA LÍNEA VERTICAL A MENOS QUE ESTÉN SEGREGADOS POR UNA CUBIERTA	IGUAL QUE PARA "ABIERTO/ABIERTO"	PROHIBIDO EN LA MISMA LÍNEA VERTICAL A MENOS QUE ESTEN SEGREGADOS POR UNA CUBIERTA	EN SENTIDO LONGITUDINAL	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN MAMPARO	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN MAMPARO	DOS ESPACIOS PARA CONTENEDOR	DOS MAMPAROS
				EN SENTIDO TRANSVERSAL	DOS ESPACIOS PARA CONTENEDOR	UN MAMPARO	DOS ESPACIOS PARA CONTENEDOR	UN MAMPARO	TRES ESPACIOS PARA CONTENEDOR	DOS MAMPAROS
"SEPARADO LONGITUDINALMENTE POR TODO UN COMPARTIMENTO INTERMEDIO O TODA UNA BODEGA INTERMEDIA DE" -4	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO EN LA MISMA LÍNEA VERTICAL A MENOS QUE ESTEN SEGREGADOS POR UNA CUBIERTA	EN SENTIDO LONGITUDINAL	DISTANCIA DE 24 METROS POR LO MENOS EN SENTIDO HORIZONTAL	UN MAMPARO Y DISTANCIA DE 24 METROS POR LO MENOS EN SENTIDO HORIZONTAL	DISTANCIA DE 24 METROS POR LO MENOS EN SENTIDO HORIZONTAL	DOS MAMPAROS	DISTANCIA DE 24 METROS POR LO MENOS EN SENTIDO HORIZONTAL	DOS MAMPAROS
				EN SENTIDO TRANSVERSAL	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO

Cuadro de segregación de contenedores a bordo de buques portacontenedores.¹

¹ Ver OMI. Código IMDG: Código Internacional de Mercancías Peligrosas. Volumen 1. Edición 2006.

SEGREGACIÓN EXIGIDA	VERTICAL			HORIZONTAL						
	CERRADO/ CERRADO	CERRADO/ ABIERTO	ABIERTO/A BIERTO		CERRADO/CERRADO		CERRADO/ABIERTO		ABIERTO/ABIERTO	
					EN CUBIERTA	BAJO CUBIERTA	EN CUBIERTA	BAJO CUBIERTA	EN CUBIERTA	BAJO CUBIERTA
"A DISTANCIA DE" -1	PERMITIDO UNO ENCIMA DE OTRO	PERMITIDO ABIERTO SOBRE CERRADO	PROHIBIDO EN LA MISMA LINEA VERTICAL	EN SENTIDO LONGITUDINAL	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR O UN MAMPARO
		SI NO IGUAL QUE PARA "ABIERTO/ABIERTO"		EN SENTIDO TRANSVERSAL	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	NO HAY RESTRICCIÓN	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR
"SEPARADO DE" -2	PROHIBIDO EN LA MISMA LINEA VERTICAL	IGUAL QUE PARA "ABIERTO/ABIERTO"	PROHIBIDO EN LA MISMA LINEA VERTICAL	EN SENTIDO LONGITUDINAL	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR O UN MAMPARO	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR O UN MAMPARO	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR Y NO EN LA MISMA BODEGA O POR ENCIMA DE ELLA	UN MAMPARO
				EN SENTIDO TRANSVERSAL	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR	DOS ESPACIO PARA CONTENEDOR	DOS ESPACIO PARA CONTENEDOR	DOS ESPACIO PARA CONTENEDOR Y NO EN LA MISMA BODEGA O POR ENCIMA DE ELLA	UN MAMPARO
"SEPARADO POR TODO UN COMPARTIMENTO O TODA UNA BODEGA DE" -3	PROHIBIDO EN LA MISMA LINEA VERTICAL	IGUAL QUE PARA "ABIERTO/ABIERTO"	PROHIBIDO EN LA MISMA LINEA VERTICAL	EN SENTIDO LONGITUDINAL	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR Y NO EN LA MISMA BODEGA O POR ENCIMA DE ELLA	UN MAMPARO	UN ESPACIO PARA CONTENEDOR Y NO EN LA MISMA BODEGA O POR ENCIMA DE ELLA	UN MAMPARO	DOS ESPACIOS PARA CONTENEDOR Y NO EN LA MISMA BODEGA O POR ENCIMA DE ELLA	DOS MAMPAROS
				EN SENTIDO TRANSVERSAL	DOS ESPACIOS PARA CONTENEDOR Y NO EN LA MISMA BODEGA O POR ENCIMA DE ELLA	UN MAMPARO	DOS ESPACIOS PARA CONTENEDOR Y NO EN LA MISMA BODEGA O POR ENCIMA DE ELLA	UN MAMPARO	TRES ESPACIOS PARA CONTENEDOR Y NO EN LA MISMA BODEGA O POR ENCIMA DE ELLA	DOS MAMPAROS
"SEPARADO LONGITUDINALMENTE POR TODO UN COMPARTAMENTO INTERMEDIO O TODA UNA BODEGA INTERMEDIA DE" -4		PROHIBIDO	PROHIBIDO EN LA MISMA LINEA VERTICAL	EN SENTIDO LONGITUDINAL	DISTANCIA DE 24 METROS POR LO MENOS EN SENTIDO HORIZONTAL Y NO EN LA MISMA BODEGA O POR ENCIMA DE ELLA	UN MAMPARO Y DISTANCIA DE 24 METROS POR LO MENOS EN SENTIDO HORIZONTAL	DISTANCIA DE 24 METROS POR LO MENOS EN SENTIDO HORIZONTAL Y NO EN LA MISMA BODEGA O POR ENCIMA DE ELLA	DOS MAMPAROS	DISTANCIA DE 24 METROS POR LO MENOS EN SENTIDO HORIZONTAL Y NO EN LA MISMA BODEGA O POR ENCIMA DE ELLA	DOS MAMPAROS
				EN SENTIDO TRANSVERSAL	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO	PROHIBIDO

Cuadro de segregación de unidades de transporte a bordo de buques portacontenedores sin tapas de escotilla.²

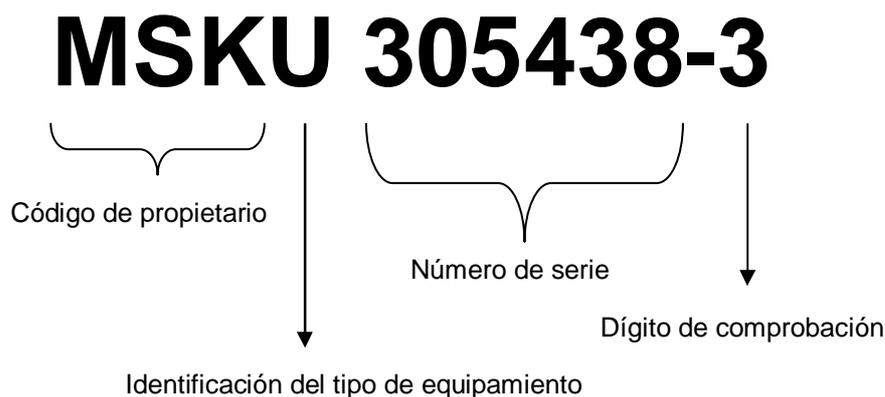
² Ver OMI. Código IMDG: Código Internacional de Mercancías Peligrosas. Volumen 1. Edición 2006.

2.2.3. Norma ISO 6346³:

La norma ISO 6346 fomenta la estandarización de todos los contenedores y establece como unidad base el TEU, *Twenty feet Equivalent Unit* (unidad equivalente a 20 pies). Esta norma establece:

- Un sistema de identificación de cada contenedor mediante:
 - Un código de propietario comúnmente conocido como código BIC⁴.
 - Una letra de identificación del tipo de equipamiento.
 - Un número de serie.
 - Un dígito de comprobación.
- Un código que establece las medidas y el tipo de contenedor.
- Un código de país.
- Marcas de operación.

Sistema de identificación de contenedores:



Código de propietario: Consiste en tres letras mayúsculas del alfabeto latino que designan al propietario o al principal operador del contenedor. Este código necesita estar registrado en el BIC.

Tipo de equipamiento: Consiste en una de las tres mayúsculas del alfabeto latino:

- U: Para los contenedores de uso corriente.
- J: Para equipos auxiliares adosables.
- Z: Para chasis o trailers de transporte vial.

³ International Standardization Organization.

⁴ *Bureau International des Containers et du Transport Intermodal.*

Número de serie: Consiste en 6 dígitos numéricos asignados por el propietario u operador y que sirven únicamente al propietario/operador en la identificación de su contenedor.

Dígito de comprobación: Consiste en 1 dígito numérico cuyo objetivo es el de comprobar la veracidad del código del propietario y del número de serie. Este dígito verificador es de suma importancia pues garantiza en transmisiones y en el ingreso a sistemas asistidos por ordenadores su correcta escritura. Su cálculo se realiza mediante un algoritmo.

Código de contenedor (tipo y medidas):

Tipo de grupo ISO		Tipo de medida ISO	
Código	Descripción	Código	Descripción
22GP	CONT. PROPÓSITO GENERAL	20G0	CONT. PROPÓSITO GENERAL
		20G1	CONT. PROPÓSITO GENERAL
20HR	CONTENEDOR AISLADO	20H0	CONTENEDOR AISLADO
20PF	FLAT (EXTREMOS FIJOS)	20P1	FLAT (EXTREMOS FIJOS)
20TD	CONTENEDOR TANQUE	20T3	CONTENEDOR TANQUE
		20T4	CONTENEDOR TANQUE
		20T5	CONTENEDOR TANQUE
		20T6	CONTENEDOR TANQUE
20TG	CONTENEDOR TANQUE	20T7	CONTENEDOR TANQUE
		20T8	CONTENEDOR TANQUE
20TN	CONTENEDOR TANQUE	20T0	CONTENEDOR TANQUE
		20T1	CONTENEDOR TANQUE
		20T2	CONTENEDOR TANQUE
22BU	CONTENEDOR GRANEL	22B0	CONTENEDOR GRANEL
22GP	CONT. PROPÓSITO GENERAL	22G0	CONT. PROPÓSITO GENERAL
		22G1	CONT. PROPÓSITO GENERAL
22HR	CONTENEDOR AISLADO	22H0	CONTENEDOR AISLADO
22PC	FLAT (PLEGABLE)	22P3	FLAT (PLEGABLE)
		22P8	FLAT
		22P9	FLAT (PLEGABLE)
22PF	FLAT (EXTREMOS FIJOS)	22P1	FLAT (EXTREMOS FIJOS)
		22P7	FLAT
22RC	CONT. REFRIGERADO (NO COMIDA)	22R9	CONT. REFRIGERADO (NO COMIDA)
22RS	BUILT-IN GEN. F. POWER SPLY OF REEF	22R7	BUILT-IN GEN. F. POWER SPLY OF REEF

22RT	CONTENEDOR REFRIGERADO	22R1	CONTENEDOR REFRIGERADO
22SN	CONT. CARGA NOMBRADO	22S1	CONT. CARGA NOMBRADO
22TD	CONTENEDOR TANQUE	22T3	CONTENEDOR TANQUE
		22T4	CONTENEDOR TANQUE
		22T5	CONTENEDOR TANQUE
		22T6	CONTENEDOR TANQUE
22TG	CONTENEDOR TANQUE	22T7	CONTENEDOR TANQUE
		22T8	CONTENEDOR TANQUE
22TN	CONTENEDOR TANQUE	22T0	CONTENEDOR TANQUE
		22T1	CONTENEDOR TANQUE
		22T2	CONTENEDOR TANQUE
22UP	CONTENEDOR HARDTOP	22U6	CONTENEDOR HARDTOP
22UT	CONTENEDOR OPEN TOP	22U1	CONTENEDOR OPEN TOP
22VH	CONTENEDOR VENTILADO	22V0	CONTENEDOR VENTILADO
		22V2	CONTENEDOR VENTILADO
		22V3	CONTENEDOR VENTILADO
25GP	GP-CONTNEDOR OVER-HEIGHT	25G0	GP-CONTNEDOR OVER-HEIGHT
26GP	GP-CONTNEDOR OVER-HEIGHT	26G0	GP-CONTNEDOR OVER-HEIGHT
26HR	CONTENEDOR AISLADO	26H0	CONTENEDOR AISLADO
28TG	TANQUE PARA GAS	28T8	TANQUE PARA GAS
28UT	OPEN TOP (MEDIA ALTURA)	28U1	OPEN TOP (MEDIA ALTURA)
28VH	VE-MEDIA ALTURA=1448MM	28V0	VE-MEDIA ALTURA=1448MM
29PL	PLATAFORMA	29P0	PLATAFORMA
2EGP	PROPOSITO GENERAL SIN VENTILACIÓN DE 2,5 DE ANCHO	2EG0	CONTENEDOR HIGH CUBE (2,5 DE ANCHO)
42GP	CONTENEDOR PROPOSITO GENERAL	42G0	CONT. PROPOSITO GENERAL
		42G1	CONT. PROPOSITO GENERAL
42HR	CONTENEDOR AISLADO	42H0	CONTENEDOR AISLADO
42PC	FLAT (PLEGABLE)	42P3	FLAT (PLEGABLE)
		42P8	FLAT
		42P9	FLAT (PLEGABLE)
42PF	FLAT (EXTREMOS FIJOS)	42P1	FLAT (EXTREMOS FIJOS)
42PS	FLAT (SPACE SAVER)	42P6	FLAT SPACE SAVER
42RC	CONT. REFRIGERADO (NO COMIDA)	42R9	CONT. REFRIGERADO (NO COMIDA)

42RS	CONT. REFRIGERADO (GEN. DIESEL)	42R3	CONT. REFRIGERADO (GEN. DIESEL)
42RT	CONTENEDOR REFRIGERADO	42R1	CONTENEDOR REFRIGERADO
42SN	CONT. CARGA NOMBRADO	42S1	CONT. CARGA NOMBRADO
42TD	CONTENEDOR TANQUE	42T5	CONTENEDOR TANQUE
		42T6	CONTENEDOR TANQUE
42TG	CONTENEDOR TANQUE	42T8	CONTENEDOR TANQUE
42TN	CONTENEDOR TANQUE	42T2	CONTENEDOR TANQUE
42UP	CONTENEDOR HARDTOP	42U6	CONTENEDOR HARDTOP
42UT	CONTENEDOR OPEN TOP	42U1	CONTENEDOR OPEN TOP
45BK	CONTENEDOR DE GRANEL	45B3	CONTENEDOR DE GRANEL
45GP	CONTENEDOR HIGH CUBE	45G0	CONTENEDOR HIGH CUBE
		45G1	CONTENEDOR HIGH CUBE
45PC	FLAT (PLEGABLE)	45P3	FLAT (PLEGABLE)
		45P8	FLAT
45RC	CONT. REFRIGERADO (NO COMIDA)	45R9	CONT. REFRIGERADO (NO COMIDA)
45RT	CONTENEDOR REFRIGERADO	45R1	CONTENEDOR REFRIGERADO
45UT	CONTENEDOR OPEN TOP	45U1	CONTENEDOR OPEN TOP
45UP	CONT. HIGH CUBE HARDTOP	45U6	CONT. HIGH CUBE HARDTOP
46HR	CONTENEDOR AISLADO	46H0	CONTENEDOR AISLADO
48TG	TANQUE PARA GAS	48T8	TANQUE PARA GAS
49PL	PLATAFORMA	49P0	PLATAFORMA
4CGP	CONTENEDOR GP	4CG0	CONTENEDOR GP (2,5M ANCHO)
L0GP	CONTENEDOR HIGH CUBE	L0G1	CONTENEDOR HIGH CUBE
L2GP	CONTENEDOR HIGH CUBE	L2G1	CONTENEDOR HIGH CUBE
L5GP	CONTENEDOR HIGH CUBE	L5G1	CONTENEDOR HIGH CUBE

Código de país (opcional):

Consiste en dos letras mayúsculas del alfabeto latino descritas en la norma ISO 3166⁵. Indican el país donde se registra el contenedor y no la nacionalidad del propietario u operador.

⁵ ISO 3166 conocida como “Code for the representation of names of countries and their subdivisions”, establece los códigos para los nombres de países, territorios dependientes y áreas especiales de interés geográfico y sus principales subdivisiones.

Marcas de operación:

Tienen el objetivo único de ofrecer información requerida para la manipulación de los contenedores además de dar avisos visuales. Las más habituales tienen que ver con:

- El peso de los contenedores.
- Una señal de elevado riesgo eléctrico.
- Una señal de barras negras y amarillas que indica una altura superior a la medida de un contenedor estándar (más de 2,6 metros).

Otras normas ISO que regulan temas relativos a contenedores:

- ISO 668 – Contenedores de transporte – Clasificación, dimensiones y valores
- ISO 830 – Contenedores de transporte – Terminología
- ISO 1161 – Contenedores de transporte – Especificaciones de las esquinas
- ISO 1496 – Contenedores de transporte – Especificaciones y pruebas
- ISO 2308 – Ganchos para el levantamiento de contenedores de hasta 30Tm de capacidad – Requerimientos básicos
- ISO 3874 – Contenedores de transporte – Manejo y trincaje
- ISO 8323 – Contenedores de transporte – Aire/Superficie (intermodal) contenedores de propósito general – Pruebas y especificaciones
- ISO 9669 – Contenedores de transporte – Conexiones de interfaz para contenedores tanque
- ISO 9711 – Contenedores de transporte – Información con relación a contenedores a bordo de buques
- ISO 9897 Equipos de intercambio de datos del contenedor - *Container equipment data exchange (CEDEX)*
- ISO 10368 – Contenedores térmicos de transporte – Seguimiento remoto de condiciones
- ISO 10374 – Contenedores de transporte – Identificación automática

2.2.4. Protocolo de Montreal:

Este protocolo del 1982 establece la prohibición y eliminación de los contenedores refrigerados que usan gases CFC para refrigerar.

3.- Manuales de carga y trincaje

Vienen dados por los siguientes códigos:

- Código de prácticas de seguridad para la estiba y sujeción de la carga en la Res .OMI A. 714 (17)
- Código de Prácticas de seguridad para el trincaje y estiba de la carga (CSS)
- SOLAS capítulos 6 y 7

En estos códigos se hace referencia al Manual de Sujeción de la Carga de la nave, el cual en la práctica suele estar incluido en el ISM. El objetivo es definir todos los aspectos relevantes del procedimiento de carga y trincaje y la forma más apropiada de llevarlos a cabo. Siendo por tanto una regulación creada por la propia naviera, la que con carácter técnico de construcción y asesorado por su propio personal de abordaje (capitanes y primeros oficiales) establece como se realizara la carga y trincaje, siendo variable en buques de la misma compañía que por razones de ruta se considere que debe tener mas trincaje que otro con una ruta diferente.

Es responsabilidad del Capitán, asegurarse que en todo momento las unidades de carga son estibadas y trincadas en todo momento de un modo eficaz, teniendo en cuenta las condiciones reinantes y los principios generales descritos en el Manual.

El Manual de carga no solamente siempre estará a bordo del buque sino que será revisado y actualizado periódicamente, si fuera necesaria reemplazar piezas del trincaje siempre se haría con otras del mismo tipo y calidad que los especificados en el manual, para un cambio por elementos diferentes habría que modificar el manual con el consentimiento de la Administración del pabellón.

La experiencia ha demostrado que la falta de conocimiento en el trincaje, es una de las causas que contribuyen al corrimiento de carga. También influye el poco conocimiento de las cualidades marineras del buque (especialmente la cuantificación de los momentos de los movimientos de balance en altura) así como el incorrecto uso de los elementos de trincaje.

El “*Código de prácticas de seguridad para la estiba y sujeción de la carga* (Res.OMI A. 714 (17),” contiene recomendaciones sobre prácticas de seguridad para la estiba y sujeción de las cargas que se lleven a bordo de los buques (que no sean cargas sólidas o líquidas a granel ni madera estibada en cubierta) y en particular, para las cargas cuya estiba y sujeción hayan creado algún tipo de dificultad en la práctica.

4.- Normativa no gubamental: Las Class Rules

Con el objetivo de dar una visión general a la normativa establecida por las sociedades de clasificación en materia de construcción y seguridad marítima en lo referente a los buques porta-contenedores, destacaremos, dentro de las “*Rules for Building and Classing Steel Vessels*” (última publicación en 2008), de la sociedad ABS *American Bureau of Shipping*, su capítulo 5.- “*Vessels Intended to Carry Containers (130m to 450m in length)*”. La sociedad también ha desarrollado normativa para buques porta-contenedores con esloras inferiores a los 130m.

Este capítulo recoge los requisitos técnicos especialmente aplicables a los buques porta-contenedores que pretendan ser clasificados por la sociedad. Su estructura y contenido es la siguiente:

Sección 1.- Introducción.

Sección 2.- Consideraciones de Diseño y Requisitos Generales.

Sección 3.- Criterio de Carga.

Sección 4.- Criterio Inicial de Escantillado.

Sección 5.- Comprobación Global de Resistencia.

Sección 6.- Estructura del Casco por encima de 0.4L desde la Mitad de la Eslora.

Sección 7.- Protección de la Carga.

Apéndice 1.- Guía para la Comprobación de Fatiga de los Porta-Contenedores.

Apéndice 2.- Cálculo de los Esfuerzos Críticos por Flexión.

Apéndice 3.- Definición de las Propiedades Torsionales de las Cuadernas del Casco.

Destacaremos los siguientes apartados de los recogidos en el Capítulo5.- “*Vessels Intended to Carry Containers (130m to 350m in length)*”:

Sección 1.- Introducción:

Los buques diseñados y construidos conforme los requisitos de este capítulo deberán tener una vida útil estimada no inferior a 20 años. Deberán indicarse aquellos casos en que el diseño pretenda otorgar una vida útil estimada del buque por encima de los 20 años.

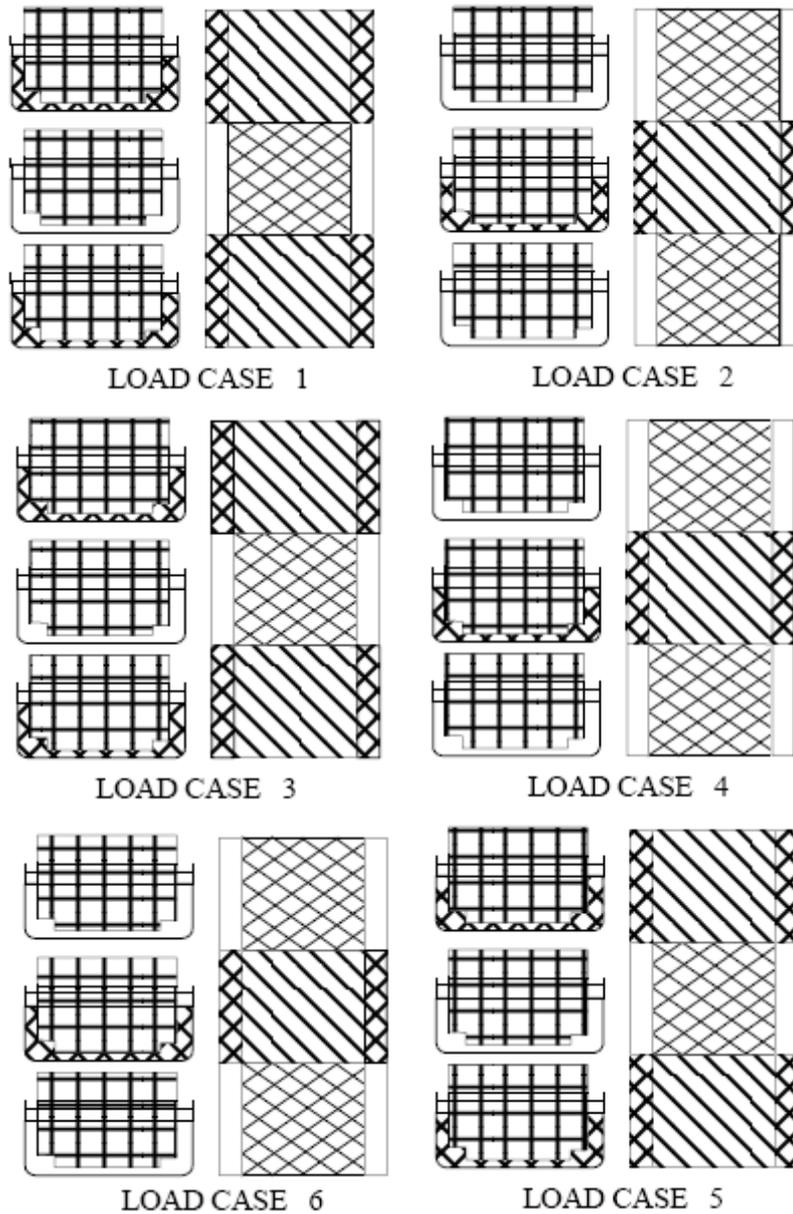
5/1.3.1.- Eslora y Proporciones:

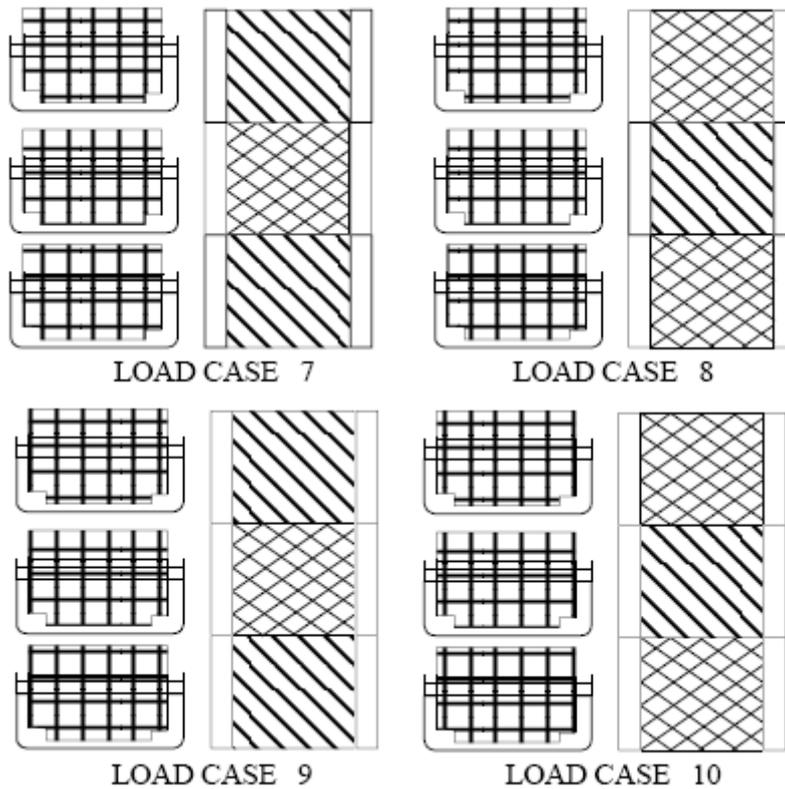
Los requisitos de este capítulo serán de aplicación a los buques porta-contenedores de esloras comprendidas entre los 130 y los 450 metros (427-1476 ft).

Sección 3.- Criterio de Carga:

5/3.3.- Cargas Estáticas.

Para el cálculo de las cargas estáticas locales deberán tenerse en cuenta los siguientes supuestos de carga. En ellos se contemplan diferentes condiciones de carga del buque en función del peso de los contenedores (pesados o ligeros) la sección del buque en que se carga (proa, centro o popa) y la sección del buque que se lastra (proa, centro o popa):





Carga Ligera: máximo 7 tm/TEU.



Carga Pesada: máximo 14 tm/TEU.



Lastre: gravedad específica 1.025

Gráficos extraídos del capítulo 5.- “Vessels Intended to Carry Containers (130m to 450m in length)” de las ABS “Rules for Building and Classing Steel Vessels”, Pg. 657, publicado en la página web www.eagle.org/rules.html (Julio 2008).

5/3.5.5.2.- Cargas debidas a los Contenedores:

Para el diseño y evaluación de la estructura del casco, deberán considerarse las siguientes cargas debido a los contenedores cargados:

Peso estático.

Fuerzas dinámicas debidas al cabeceo y balance del buque.

Fuerzas internas debido a la aceleración.

Para el diseño y evaluación de la estructura del casco, todos los contenedores se considerarán estibados en bloque en bodega y sobre cubierta. Todos los contenedores en bodega se considerarán estibados y retenidos mediante las guías de las celdas.

Las cargas debidas a la estiba de los contenedores sobre cubierta deberán aplicarse a las brazolas de las escotillas, o las estructuras de soporte que corresponda.

5/3.7.3.- Cargas Locales para el Diseño de las Estructuras de Soporte:

En la determinación del escantillonado requerido para las principales estructuras de soporte, como las vagras, varengas, bulárcamas etc., las cargas nominales inducidas por las presiones externas, los tanques de lastre y la distribución de la carga deberán considerarse en la peor condición. En general se tendrán en cuenta dos casos para la determinación de los efectos de los componentes de las cargas dinámicas:

Máxima carga interna o presión para una bodega completamente cargada, cuando la bodega adyacente esté vacía y con mínima presión exterior.

Bodega de carga vacía con las bodegas adyacentes a proa y popa completamente cargadas y máxima presión externa.

5/3.11.1.- Presiones por Impacto sobre Fondo:

Par los buques porta-contenedores, se tendrán en cuenta las cargas por impacto sobre el fondo del buque en las situaciones de navegación en lastre con temporal, para garantizar la resistencia de la plancha en la zona situada más allá de 0.4L (desde la mitad de la eslora) hacia la proa, así como los refuerzos asociados.

5/3.13.1.- Vibraciones:

Además de las vibraciones sobre el casco debidas a los impactos del fondo y la región de proa, se examinarán las vibraciones producidas por el sistema de propulsión y las olas generadas, sobre la estructura del casco.

5/3.13.3.- Cargas por Hielos:

Para los buques orientados a prestar servicios especiales, como la navegación en zonas especialmente frías, se deberá tener en cuenta la acción de las cargas generadas por el hielo sobre la resistencia de la estructura del buque. Los límites para las cargas debidas al hielo deberán ser analizados por el diseñador.

5/3.13.5.- Cargas Accidentales:

Los efectos de posibles cargas accidentales sobre los sistemas de refuerzos en el diseño de los principales elementos de soporte del costado y el fondo de la estructura del casco tendrán de ser considerados.

Para este propósito se aplicarán las magnitudes nominales de las cargas accidentales tenidas en cuenta para los casos de colisión o varada tal como constan en la “*Guide for Assessing Hull-Girder Residual Strength*” de la ABS, así como las presiones en condición de inundación sobre los mamparos estancos.

Sección 4.- Criterio Inicial de Escantillonado:

5/4.1.7.- Evaluación de los Refuerzos Agrupados:

Cuando varios elementos en un mismo grupo sean considerados como iguales, el módulo requerido para la sección que forman se tomará como la media del requerido individualmente para cada uno de ellos.

El módulo de la sección requerido para un grupo no será en ningún caso inferior al 90% del mayor módulo requerido individualmente para alguno de los refuerzos del grupo. Los refuerzos de igual escantillonado dispuestos del mismo modo en un área concreta podrán considerarse un grupo.

5/4.11.- Doble Fondo:

Las vagras y elementos estructurales longitudinales del fondo del buque deberán proporcionar suficiente resistencia para soportar las cargas debidas a la puesta del buque en dique seco.

5/4.19.- Tapas de Escotilla y Brazolas:

Las brazolas de las escotillas deberán satisfacer los siguientes requisitos:

El grosor neto de la plancha de la brazola no será inferior a 10mm (0.4 in.)

Se dispondrán refuerzos horizontales en las brazolas.

Se dispondrán refuerzos verticales a intervalos máximos de 3.0m (10 ft).

Cuando las brazolas dispongan de elementos que retengan las tapas de escotilla y limiten su movimiento horizontal, la estructura de la brazola y la cubierta deberá tener resistencia suficiente para soportar los esfuerzos debidos a los elementos de retención.

5/4.25.1.- Mamparos Estancos Transversales:

En condición de servicio, con cargas dinámicas y desplazamiento relativo debido a la torsión, el mínimo escantillonado de los elementos

estructurales horizontales y verticales de los mamparos estancos podrán determinarse mediante los procedimientos de análisis global de resistencia establecida por este documento. En ningún caso, los escantillonados se tomarán por debajo del 85% del valor obtenido mediante su cálculo, en condiciones de servicio, mediante el procedimiento por ecuaciones que se establece en el documento.

Sección 5.- Comprobación Global de Resistencia:

5/5.1.5.- Componentes de los Esfuerzos:

El esfuerzo total en la plancha de los refuerzos de las vagras y varengas del casco, se diferenciarán en tres categorías:

Primario: los esfuerzos primarios serán aquellos como resultado de los esfuerzos flexores. Se podrán determinar mediante la teoría de la viga, empleando los momentos verticales y horizontales de flexión debidos al oleaje.

Secundario: los esfuerzos secundarios serán aquellos inducidos por la flexión de los paneles reforzados entre los mamparos longitudinales y transversales debido a fuerzas locales.

Terciarios: los esfuerzos terciarios serán aquellos resultantes de esfuerzos flectores locales entre la plancha entre los refuerzos.

5/5.3.1.- Generalidades:

Para prevenir el fallo estructural debido a la fatiga del material, los esfuerzos calculados sobre la estructura del casco deberán estar entre los límites establecidos para cada una de las combinaciones de carga.

5/5.7.- Fatiga:

La resistencia a la fatiga de las juntas soldadas y los detalles en las zonas de grandes esfuerzos deberán ser analizadas especialmente cuando se utilice acero de alta resistencia.

5/5.9.- Cálculo de la Respuesta Estructural:

5/5.9.3.- Modelos en 3D de Elementos Finitos:

Se requerirá, para determinar la distribución de carga en la estructura, un análisis simplificado tri-dimensional (3D) de empleando elementos finitos, que representen las tres bodegas de carga dentro de los 0.4L hasta la mitad de la eslora.

5/5.9.5.- Modelos en 2D de Elementos Finitos:

Para determinar la distribución de los esfuerzos en las principales estructuras de soporte, particularmente en las intersecciones de dos o más elementos estructurales, se requerirá un modelo en dos dimensiones.

Sección 6.- Estructura del Casco por encima de 0.4L desde la Mitad de la Eslora.

5/6.1.1.- Generalidades:

Los valores nominales de corrosión para los elementos estructurales ubicados en espacios que no sean las bodegas de carga deberán tomarse conforme los establecidos a continuación, para establecer los escantillonados de diseño:

- 1) 1.5 mm (0.06 in.) para la plancha del costado del buque.
- 2) 1.0 mm (0.04 in.) para la plancha del fondo del buque.
- 3) 1.5 mm (0.06 in.) en los espacios para tanques y dobles fondos. in
- 4) 1.0 mm (0.04 in.) en espacios secos y cubiertas.

5/6.1.3.- Estructura dentro de los Espacios de Carga:

El grosor de los elementos estructurales longitudinales en los espacios de carga, desde 0.4L, desde el centro de la eslora, deberá reducirse gradualmente hasta 0.1L desde la proa y la popa, de forma que el módulo de la sección cumpla con los requisitos impuestos en estas reglas.

Sección 7.- Protección de la Carga:

5/7.3.1.- Los espacios de carga para buques de 2.000 GT o mayores, deberán estar provistos de un sistema fijo de extinción de incendios provocados por gas.

5/7.5.- Contenedores Refrigerados:

Cuando se transportes contenedores refrigerados independientes, deberá tenerse en cuenta la carga eléctrica que requieren los contenedores mediante los generadores de reserva.

Apéndice 1.- Guía para la Comprobación de Fatiga de los Porta-Contenedores:

Ap.1/7.3.1.- Componentes de las Cargas Inducidas por el Oleaje:

Los componentes fluctuantes que deban considerarse serán aquellas debidos a la acción del oleaje. Se dividen en los siguientes grupos:

Momentos inducidos sobre los elementos estructurales longitudinales del casco (vertical, horizontal y torsional).

Presiones hidrodinámicas externas.

Carga internas de líquidos debidas al movimiento del buque.

Asimismo, el presente apéndice también desarrolla los aspectos relativos a la determinación, mediante análisis con elementos finitos, de las concentraciones de esfuerzos.

Apéndice 2.- Cálculo de los Esfuerzos Críticos por Flexión:

Ap.2/1.- Generalidades:

Los esfuerzos críticos por flexión de varios elementos estructurales pueden ser determinados mediante las disposiciones de este apéndice o prácticas de diseño reconocidas. Se considerarán los esfuerzos críticos por flexión obtenidos mediante datos experimentales o estudios analíticos, aportándose la suficiente información de soporte para su revisión.

Ap.2/ Refuerzos y Proporciones:

Para garantizar la resistencia a la flexión y al pandeo de las uniones de los elementos y paneles estructurales, los elementos de soporte de los paneles de plancha longitudinales deberán cumplir con los requisitos respecto los refuerzos y sus proporciones en las áreas de alta concentración de esfuerzos.

Asimismo, también se establecen los métodos de cálculo matemático y las ecuaciones empleadas para la obtención de los esfuerzos por compresión axial de los elementos estructurales longitudinales del casco y la cubierta, así como los esfuerzos flectores que les afectan.

Apéndice 3.- Definición de las Propiedades Torsionales de las Cuadernas del Casco:

Ap.3/ 1.- Generalidades:

Las propiedades torsionales de las cuadernas del casco se calcularán mediante la teoría de la viga. El apéndice define las propiedades torsionales de las cuadernas empleadas en la normativa. Las propiedades torsionales de cada diseño deberán ser calculadas mediante procedimientos informáticos.