

RESOLUCION A.328(IX)

*Aprobada 12 noviembre, 1975
Punto 7 c) del orden del día*

**CODIGO PARA LA CONSTRUCCION Y EL EQUIPO DE BUQUES
QUE TRANSPORTEN GASES LICUADOS A GRANEL**

LA ASAMBLEA,

CONSIDERANDO el Artículo 16 i) de la Convención constitutiva de la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental, el cual trata de las funciones de la Asamblea,

CONSIDERANDO que el rápido aumento experimentado en el transporte marítimo de gases licuados a granel exige urgentemente normas internacionales de seguridad con las que evitar o reducir al mínimo los riesgos para las tripulaciones de los buques, el personal de las instalaciones costeras y el medio ambiente,

CONSIDERANDO que al aprobar por Resolución A.212(VII) el Código para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel (Código de Graneleros Químicos) pidió al Comité de Seguridad Marítima que entre otras cosas preparase un código destinado a regir el transporte de gases licuados a granel,

CONSIDERANDO que la Conferencia internacional sobre contaminación del mar, 1973, aprobó mediante la Resolución 16 la Recomendación relativa a la prevención de la contaminación por gases licuados transportados a granel,

CONSIDERANDO la Recomendación hecha por el Comité de Seguridad Marítima en su trigésimo segundo periodo de sesiones,

CONSIDERANDO que la tecnología del proyecto del buque gasero está evolucionando rápidamente,

APRUEBA el Código para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel (Código de Buques Gaseros), cuyo texto figura en el Anexo de la presente Resolución,

INVITA a todos los Gobiernos interesados a que tomen las medidas adecuadas para poner en vigor el Código lo antes posible y a que informen a la Organización al respecto,

PIDE al Comité de Seguridad Marítima que prosiga el estudio del tema,

AUTORIZA al Comité de Seguridad Marítima a modificar el Código según resulte necesario.

ANEXO

CODIGO PARA LA CONSTRUCCION Y EL EQUIPO DE BUQUES QUE TRANSPORTEN GASES LICUADOS A GRANEL

PREAMBULO

1. El presente Código ha sido creado con el propósito de sentar una norma internacional para la seguridad del transporte marítimo de gases licuados a granel y otras sustancias enumeradas en el Capítulo XIX, estableciendo las características de proyecto y construcción de los buques destinadas a dicho transporte y el equipo que deben llevar con miras a reducir al mínimo los riesgos para el buque, la tripulación de éste y el medio ambiente, habida cuenta de la naturaleza de los productos transportados.
2. La idea fundamental es fijar la relación que debe existir entre distintos tipos de buques y los peligros inherentes a los productos regidos por el Código. Cada uno de éstos puede tener una o varias propiedades de peligrosidad, comprendidas las de inflamabilidad, toxicidad, corrosividad y reactividad. También puede constituir un peligro el transporte de los productos en condiciones criógenas a bajo presión.
3. En todo momento, durante la preparación del Código, se tuvo presente la necesidad de basar éste en firmes principios de arquitectura e ingeniería navales y en el conocimiento más completo de los peligros de los diferentes productos abarcados que se pudiese tener; se reconoció asimismo que la tecnología del proyecto de buques gaseros no sólo es compleja, sino que además evoluciona rápidamente, lo que hace que el Código no deba permanecer inmutable, sino sometido a constantes evaluación y revisión. A tal efecto la Organización lo examinará periódicamente, teniendo en cuenta la experiencia adquirida y los progresos registrados.
4. En la preparación del Código se tuvo presente que los abordajes y varadas graves pueden causar daños en los tanques de carga y producir derrames incontrolados del producto. Estos derrames pueden dar lugar a la evaporación y dispersión del producto y en algunos casos provocar la fractura por fragilidad del casco del buque. Las prescripciones del Código tienen por finalidad aminorar este riesgo tanto como permitan el estado actual de los conocimientos y la tecnología.
5. El Código se ocupa primordialmente del proyecto y el equipo del buque. Sin embargo, para garantizar la ausencia de riesgos en el transporte de los productos, debe someterse a evaluación la totalidad del sistema. La Organización está estudiando o estudiará más adelante otros aspectos importantes de la seguridad en el transporte de los productos, como son los de formación, explotación, control del tráfico y manipulación en puerto.
6. La elaboración del Código se ha visto grandemente facilitada por la labor de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS), cuyas prescripciones unificadas correspondientes a buques tanque para gases licuados se han tenido en cuenta en los Capítulos IV, V y VI.
7. Mucho han facilitado la elaboración del Capítulo X los trabajos pertinentes de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
8. En el Capítulo XVIII del Código, que trata de aspectos operacionales de los buques tanque para gases licuados; se ponen de relieve disposiciones de orden operacional recogidas en otros Capítulos y se señalan las demás características importantes de seguridad que son propias de la utilización del buque gasero.
9. El Código es análogo en su presentación al Código para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel (Resolución A.212(VII)), y en los casos en que procedía se ha hecho todo lo posible para que ambos Códigos sean compatibles. La armonización de éstos seguirá exigiendo no obstante nuevos esfuerzos.
10. El presente Código es aplicable a los buques nuevos según lo dispuesto en la sección 1.2. En la Resolución A.329(IX) figuran los procedimientos que, provisionalmente y hasta que se cree un código destinado a otros buques tanque para gases licuados, habrá que seguir en la aplicación del presente Código a la evaluación de algunos de los otros buques.

INDICE

Capítulo I – Generalidades

- 1.1 Objeto
- 1.2 Ambito de aplicación
- 1.3 Peligros
- 1.4 Definiciones
- 1.5 Equivalencias
- 1.6 Reconocimientos y certificación
- 1.7 Revisión del Código

Capítulo II – Aptitud del buque para conservar la flotabilidad y ubicación de los tanques de carga

- 2.1 Generalidades
- 2.2 Francobordo y estabilidad
- 2.3 Hipótesis de avería y de inundación
- 2.4 Prescripciones relativas a la conservación de la flotabilidad
- 2.5 Normas aplicables respecto de averías
- 2.6 Ubicación de los tanques de carga
- 2.7 Consideraciones especiales para buques pequeños

Capítulo III – Disposición del buque

- 3.1 Separación de la zona de carga
- 3.2 Espacios de alojamiento, espacios de servicio y puestos de control
- 3.3 Cámaras de bombas y de compresores para la carga
- 3.4 Cámaras de control de la carga
- 3.5 Acceso a los espacios situados en la zona de la carga
- 3.6 Esclusas neumáticas
- 3.7 Dispositivos de achique y lastre
- 3.8 Dispositivos para cargar y descargar por la proa o por la popa

Capítulo IV – Contención de la carga

- 4.1 Generalidades
- 4.2 Definiciones
- 4.3 Cargas de proyecto
- 4.4 Análisis estructural
- 4.5 Esfuerzos admisibles y tolerancia de corrosión
- 4.6 Soportes
- 4.7 Barrera secundaria
- 4.8 Aislamiento
- 4.9 Materiales
- 4.10 Construcción y pruebas
- 4.11 Relajación de esfuerzos en tanques independientes de tipo C
- 4.12 Fórmulas de orientación respecto de los componentes de la aceleración
- 4.13 Categorías de esfuerzos

Capítulo V – Recipientes de elaboración a presión y sistemas de tuberías para líquidos y vapor, y de presión

- 5.1 Generalidades
- 5.2 Tuberías para paso de la carga y para procesos de elaboración
- 5.3 Prescripciones relativas a las válvulas de los sistemas de carga
- 5.4 Conductos flexibles para la carga instalados en el buque
- 5.5 Métodos de transvase de la carga

Capítulo VI – Materiales de construcción

- 6.1 Generalidades
- 6.2 Prescripciones relativas a los materiales
- 6.3 Soldeo y pruebas indestructivas

Capítulo VII – Control de la presión y de la temperatura de la carga

- 7.1 Generalidades
- 7.2 Sistemas de refrigeración

Capítulo VIII – Sistemas de ventilación de la carga

- 8.1 Generalidades
- 8.2 Sistemas manorreductores
- 8.3 Sistema manorreductor complementario
- 8.4 Sistemas vacuorreductores
- 8.5 Tamaño de las válvulas

Capítulo IX – Control ambiental de los sistemas de contención de la carga

- 9.1 Control ambiental en el interior de los tanques de carga y los sistemas de tuberías para paso de la carga
- 9.2 Control ambiental en el interior de los espacios de carga (sistemas de contención de la carga que no sean tanques independientes de tipo C)
- 9.3 Control ambiental de los espacios que rodean los tanques independientes de tipo C
- 9.4 Inertización
- 9.5 Producción de gas inerte a bordo

Capítulo X – Instalaciones eléctricas

- 10.1 Generalidades
- 10.2 Tipos de equipo

Capítulo XI – Prevención y extinción de incendios

- 11.1 Prevención de incendios mediante la propia estructura
- 11.2 Equipo del colector contra incendios
- 11.3 Sistema rociador de agua
- 11.4 Sistemas de productos químicos en polvo para la extinción de incendios
- 11.5 Espacios cerrados peligrosos a causa del gas
- 11.6 Equipos y ropa protectora para los bomberos

Capítulo XII – Ventilación mecánica en la zona de la carga

- 12.1 Espacios en los que es necesario penetrar durante las operaciones normales de manipulación de la carga
- 12.2 Espacios en los que habitualmente no se penetra

Capítulo XIII – Instrumentos (de medición, de detección de gas)

- 13.1 Generalidades
- 13.2 Indicadores de nivel para tanques de carga
- 13.3 Avisadores de nivel de líquido
- 13.4 Manómetros
- 13.5 Indicadores de temperatura
- 13.6 Prescripciones relativas a la detección de gas

Capítulo XIV – Protección del personal

Capítulo XV – Límites de llenado de los tanques de carga

- 15.1 Generalidades
- 15.2 Información que se deberá facilitar al capitán

Capítulo XVI – Empleo de la carga como combustible

Capítulo XVII – Prescripciones especiales

- 17.1 Generalidades
- 17.2 Protección del personal
- 17.3 Materiales de construcción
- 17.4 Tanque independiente de tipo C
- 17.5 Sistemas de refrigeración
- 17.6 Tuberías para paso de la carga situadas en cubierta
- 17.7 Conductos para cargar y descargar por la proa o por la popa
- 17.8 Exclusión del aire de los espacios de vapor
- 17.9 Eliminación de la humedad
- 17.10 Inhibición
- 17.11 Detectores de gases tóxicos instalados permanentemente
- 17.12 Prescripciones especiales relativas a distintos gases

Capítulo XVIII – Prescripciones de orden operacional

- 18.1 Información que obligatoriamente habrá que elevar
- 18.2 Compatibilidad
- 18.3 Formación de personal
- 18.4 Entrada en los distintos espacios
- 18.5 Transporte de carga a baja temperatura
- 18.6 Ropa protectora
- 18.7 Sistemas y mandos
- 18.8 Operaciones de transvase de la carga
- 18.9 Prescripciones de orden operacional complementarias

Capítulo XIX – Resumen de prescripciones mínimas

Apéndice – Modelo de Certificado de aptitud para el transporte de gases licuados a granel

CODIGO PARA LA CONSTRUCCION Y EL EQUIPO DE BUQUES QUE TRANSPORTEN GASES LICUADOS A GRANEL

CAPITULO I – GENERALIDADES

1.1 Objeto

El objeto del presente Código, en adelante llamado el Código, es recomendar criterios que respecto del proyecto, las normas de construcción y otras medidas de seguridad sean apropiados para los buques que transporten a granel gases licuados y otras determinadas sustancias, de modo que el riesgo para el buque, su tripulación y el medio ambiente quede reducido al mínimo.

1.2 Ambito de aplicación

1.2.1 El Código se aplicará a productos que sean gases licuados cuya presión de vapor exceda de 2,8 kp/cm² absolutos a la temperatura de 37,8°C, y a otras determinadas sustancias, que se enumeran en el Capítulo XIX, cuando se les transporte a granel en buques, con independencia de las dimensiones de éstos.

1.2.2 A reserva de lo estipulado en el párrafo 1.2.1, el Código se aplicará en su totalidad a buques respecto de los cuales:

- i) el oportuno contrato de construcción sea adjudicado después del 31 de octubre de 1976; o
- ii) en ausencia de un contrato de construcción, se coloque la quilla, o la construcción se halle en una fase equivalente, después del 31 de diciembre de 1976; o
- iii) la entrega se produzca después del 30 de junio de 1980; o
- iv) que hayan experimentado una transformación importante, respecto de la cual:
 - 1) el correspondiente contrato sea adjudicado después del 31 de octubre de 1976; o
 - 2) en ausencia de un contrato, la transformación se haya iniciado después del 31 de diciembre de 1976; o
 - 3) que haya quedado terminada después del 30 de junio de 1980.

1.2.3 Todo buque que cumpla plenamente con las disposiciones del presente Código podrá ser considerado como uno de los buques a que se hace referencia en el párrafo 1.2.2.

1.2.4 El cumplimiento por parte del buque de lo dispuesto en los párrafos 1.2.2 ó 1.2.3, según proceda, aparecerá indicado en el Certificado de aptitud que se cita en la sección 1.6.

1.3 Peligros

Los peligros propios de los gases que se examinan en el presente Código son los de incendio, toxicidad, corrosividad, reactividad y baja temperatura y presión.

1.4 Definiciones

Salvo en los casos en que figure una disposición expresa en otro sentido, serán de aplicación al Código las definiciones dadas a continuación. En la sección 4.2 figuran otras definiciones.

- 1.4.1 Constituyen "carga" los productos que se enumeran en el Capítulo XIX cuando los transportan a granel buques regidos por el Código.
- 1.4.2 "Presión de vapor" es la presión de equilibrio absoluta del vapor saturado por encima del líquido, expresada en kp/cm² a una temperatura dada.
- 1.4.3 "Punto de ebullición" es la temperatura a la que el producto muestra tener una presión de vapor igual a la presión barométrica atmosférica.
- 1.4.4 "Gama de inflamabilidad" es la comprendida entre las concentraciones mínima y máxima de vapor en el aire que forman mezclas inflamables.
- 1.4.5 "Densidad de vapor" es el peso relativo del vapor comparado con el peso de un volumen igual de aire seco en condiciones normales de presión y temperatura.
- 1.4.6 "Zona de la carga" es la parte del buque en que se encuentran el sistema de contención de la carga y las cámaras de bombas y de compresores para la carga; comprende las zonas de cubierta situadas a lo largo de toda la manga y de toda la eslora por encima de los espacios citados. Dado que los haya, quedarán excluidos de la zona de la carga los coferdanes y los espacios vacíos o para lastre situados en el extremo popel del espacio de bodega que esté más a popa o en el extremo proel del espacio de bodega que esté más a proa.
- 1.4.7 "Sistema de contención de la carga" es la disposición en que entran, si han sido instalados, una barrera primaria y otra secundaria, el correspondiente aislamiento y cualesquiera espacios intermedios, así como toda estructura adyacente que pueda ser necesaria para dar soporte a estos elementos. Cuando la barrera secundaria forme parte de la estructura del casco podrá estar constituida por un mamparo límite del espacio de bodega.
- 1.4.8 "Tanque de carga" es el recipiente estanco concebido de modo que sea el elemento primario de contención de la carga; la expresión designa a todos los elementos de ese tipo, estén relacionados o no con el aislamiento y con barreras secundarias.
- 1.4.9 "Barrera primaria" es el elemento interior concebido para que contenga la carga cuando el sistema de contención de ésta comprenda dos mamparos límite.
- 1.4.10 "Barrera secundaria" es el elemento exterior de un sistema de contención de la carga, resistente a los líquidos, concebido de modo que contenga temporalmente toda fuga previsible de carga líquida más allá de la barrera primaria y evite que la temperatura de la estructura del buque descienda a un punto que encierre peligro. En el Capítulo IV se definen con mayor amplitud los tipos de barrera secundaria.
- 1.4.11 "Espacio de bodega" es el espacio que queda encerrado en la estructura del buque en que se encuentra un sistema de contención de la carga.
- 1.4.12 "Espacio interbarreras" es el situado entre una barrera primaria y otra secundaria, esté o no total o parcialmente ocupado por material de aislamiento o de otra clase.
- 1.4.13 "Espacio aislante" es el ocupado total o parcialmente por el material de aislamiento; puede ser o no un espacio interbarreras.
- 1.4.14 "Espacio vacío" es el espacio cerrado que, situado en la zona de la carga fuera del sistema de contención, no es espacio de bodega, espacio para lastre, tanque para fueloil, cámara de bombas o de compresores para la carga ni ninguno de los espacios utilizados normalmente por el personal.
- 1.4.15 "Coferdán" es el espacio de separación situado entre dos mamparos o cubiertas consecutivos de acero. Puede ser un espacio vacío o para lastre.

1.4.16 "Espacios o zonas peligrosos a causa del gas" son:

- a) los espacios de la zona de la carga no equipados con dispositivos aprobados que garanticen en todo momento la ausencia de riesgos en su atmósfera;
- b) los espacios cerrados y situados fuera de la zona de la carga por los que pasen tuberías que puedan contener productos líquidos o gaseosos o en los que terminen tales tuberías, a menos que haya instalados dispositivos aprobados para impedir que escapen vapores del producto a la atmósfera del espacio de que se trate;
- c) los sistemas de contención de la carga y las tuberías para paso de la carga;
- d) i) los espacios de bodega donde se transporte carga en un sistema de contención de la carga que necesite una barrera secundaria;
- ii) los espacios de bodega donde se transporte carga en un sistema de contención de la carga que no necesite una barrera secundaria;
- e) los espacios separados de uno de los espacios de bodega descritos en el apartado d) i) del presente párrafo por un solo mamparo de acero, hermético al gas;
- f) las cámaras de bombas y de compresores para la carga;
- g) las zonas de la cubierta expuesta o espacios semicerrados de la misma situados a menos de 3 metros de cualquier salida de tanque de carga, salida de gas o vapor, brida de tubería para paso de la carga, válvula para la carga u orificio de entrada y abertura de ventilación de las cámaras de bombas y de compresores de la carga;
- h) la cubierta expuesta que queda encima de la zona de la carga y a proa y a popa de ésta en una distancia de 3 m., hasta una altura de 2,4 m. por encima de la cubierta de intemperie;
- i) las zonas situadas a menos de 2,4 m. de la superficie exterior de un sistema de contención de la carga si dicha superficie está a la intemperie;
- j) los espacios cerrados o semicerrados en los que haya tuberías que contengan productos. No se considerarán a este respecto espacios peligrosos a causa del gas los provistos de equipo detector de gas, ajustado a lo dispuesto en el párrafo 13.6.5, ni los espacios en que se aproveche como combustible gas de evaporación y se ajusten a lo dispuesto en el Capítulo XVI;
- k) los compartimientos destinados a conductos flexibles para la carga; y
- l) los espacios cerrados o semicerrados en los que haya una abertura que dé directamente a cualquier espacio o zona peligrosos a causa del gas.

1.4.17 "Espacio a salvo del gas" es el que no es peligroso a causa del gas.

1.4.18 "Cobertura de tanque" es la estructura de protección destinada a preservar contra daños el sistema de contención de la carga por donde éste sobresale a través de la cubierta de intemperie y/o a garantizar la continuidad e integridad de la estructura de cubierta.

1.4.19 "Bóveda de tanque" es la prolongación hacia arriba de una parte de un tanque de carga. En los sistemas de contención de la carga situados debajo de cubierta la bóveda sobresale a través de la cubierta de intemperie o de la cobertura del tanque.

1.4.20 "Espacios de alojamiento" o "alojamientos" son los espacios públicos, pasarelas, aseos, camarotes, oficinas, enfermerías, salas cinematográficas, salas de juegos y pasatiempos, oficios que no contengan artefactos de cocinar y espacios análogos. Espacios públicos son las partes del espacio general de alojamiento utilizadas como vestíbulos, comedores, salones y recintos semejantes de carácter permanente.

1.4.21 "Espacios de servicio" son los situados fuera de la zona de la carga y utilizados como cocinas, oficinas que contengan artefactos para cocinar, armarios y pañoles, talleres que no formen parte de los espacios de máquinas, y otros espacios semejantes, así como los troncos que conducen a todos ellos.

1.4.22 "Espacios de servicio de la carga" son los situados dentro de la zona de carga y utilizados como talleres, armarios y pañoles, cuya superficie sea de más de 2 m².

1.4.23 "Puestos de control" son los espacios en que se hallan los aparatos de radiocomunicaciones o los principales aparatos de navegación o el equipo electrogenerador de emergencia, o en los que está centralizado el equipo detector y extintor de incendios. No figura aquí el equipo especial contra incendios cuya ubicación en la zona de la carga sea la mejor a efectos prácticos.

1.4.24 "Cámara de control de la carga" es el espacio desde el cual se controlan las operaciones de manipulación de la carga de conformidad con lo dispuesto en la sección 3.4.

1.4.25 La "eslora (L)" es igual al 96 por ciento de la eslora total en una flotación situada al 85 por ciento del puntal mínimo de trazado medido desde el canto superior de la quilla, o a la eslora tomada en esa flotación desde la cara anterior de la roda hasta el eje de la mecha del timón, si esta segunda dimensión fuera mayor. En los buques proyectados con quilla inclinada, la flotación en que se medirá la eslora será paralela a la flotación de proyecto. La eslora (L) se medirá en metros.

1.4.26 "Manga (B)" es la anchura máxima del buque medida en el centro de éste, 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. La manga (B) se medirá en metros.

1.4.27 "Permeabilidad de un espacio" es la relación existente entre el volumen que, dentro de ese espacio, se supone ocupado por agua y su volumen total.

1.4.28 Por "Convenio de Seguridad, 1974" se entiende el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974.

1.4.29 "Divisiones de Clase 'A'" son las definidas en la Regla 3 del Capítulo II-2 del Convenio de Seguridad, 1974.

1.4.30 "MARVS" es la designación del tarado máximo admisible de las válvulas manorreductoras de los tanques de carga.

1.4.31 Por "Administración" se entiende el Gobierno del país en que esté matriculado el buque.

1.4.32 Por "Organización" se entiende la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (OCMI).

1.4.33 A los efectos de los Capítulos IV, V y VI del Código, "normas reconocidas" son las establecidas y mantenidas por una sociedad de clasificación reconocida por la Administración.

1.4.34 Los "productos inflamables" se identifican mediante una "I" en la columna "f" del Capítulo XIX.

1.4.35 Los "productos tóxicos" se identifican mediante una "T" en la columna "f" del Capítulo XIX.

1.5 Equivalencias

1.5.1 Cuando el Código estipule la instalación o el emplazamiento en un buque de algún accesorio, material, dispositivo, aparato o elemento de equipo, o de cierto tipo de éstos, o bien la adopción de alguna disposición particular o de un procedimiento o medida cualesquiera, la Administración podrá permitir la instalación o el emplazamiento de cualquier otro accesorio, material, dispositivo, aparato o elemento de equipo, o de cierto tipo de éstos, o la adopción de una disposición o de un procedimiento o medida distintos en dicho buque si, después de haber realizado pruebas o utilizado otro método conveniente, estima que los mencionados accesorio, material, dispositivo, aparato o elemento de equipo, o tipos de éstos, o la disposición, el procedimiento o la medida de que se trate, resultarán al menos tan eficaces como los señalados en el Código. Esta facultad de la Administración no entraña la facultad de sustituir por métodos o procedimientos de orden operacional determinados accesorios, materiales, dispositivos, aparatos o elementos del equipo o ciertos tipos de éstos exigidos por el Código.

1.5.2 Cuando la Administración autorice la sustitución de algún accesorio, material, dispositivo, aparato o elemento de equipo, o de cierto tipo de éstos, o de una disposición, un procedimiento o una medida, comunicará a la Organización los pormenores correspondientes, junto con un informe sobre las pruebas presentadas, para que la Organización pueda darles difusión.

1.6 Reconocimientos y certificación

1.6.1 Todos los buques serán objeto de los reconocimientos indicados a continuación:

- a) un reconocimiento inicial antes de que el buque entre en servicio o se expida por primera vez el Certificado de aptitud necesario en virtud de la presente sección del Código; dicho reconocimiento comportará una inspección completa de la estructura, el equipo, los accesorios, la disposición y los materiales del buque, en la medida en que éste esté regido por el Código. Este reconocimiento será tal que garantice que la estructura, el equipo, los accesorios, la disposición y los materiales se ajustan plenamente a las disposiciones pertinentes del Código;
- b) reconocimientos periódicos a los intervalos que fije la Administración, pero de no más de cinco años, que garanticen que la estructura, el equipo, los accesorios, la disposición y los materiales se ajustan plenamente a las disposiciones pertinentes del Código. No obstante, cuando se prorrogue la validez del Certificado de aptitud según lo dispuesto en el párrafo 1.6.8, podrá prorrogarse en consonancia con ello el intervalo fijado para el reconocimiento periódico;
- c) reconocimientos intermedios a los intervalos que fije la Administración, pero de no más de 30 meses, que garanticen que el equipo de seguridad y de otra índole y los correspondientes sistemas de bombeo y de tuberías se ajustan plenamente a las disposiciones pertinentes del presente Código y se encuentran en buen estado de funcionamiento. Estos reconocimientos intermedios deberán figurar en el Certificado de aptitud expedido en virtud de lo dispuesto en la presente sección.

1.6.2 Los reconocimientos serán realizados por funcionarios de la Administración, la cual podrá, no obstante, confiar esta tarea a inspectores nombrados al efecto o a organizaciones por ella reconocidas. En todo caso la Administración interesada garantizará incondicionalmente la integridad y la eficacia de los reconocimientos efectuados.

1.6.3 Realizado cualquiera de los reconocimientos previstos en la presente sección, no se efectuará ningún cambio importante en la estructura, el equipo, los accesorios, la disposición ni los materiales que fueron objeto de reconocimiento, sin previa sanción de la Administración, salvo la sustitución directa de los mencionados equipo y accesorios a fines de reparación o mantenimiento.

1.6.4 La Administración, o cualquier persona u organización debidamente autorizada por aquélla podrá, previo reconocimiento efectuado de conformidad con lo dispuesto en la presente sección, expedir un Certificado de aptitud para el transporte de gases licuados a granel. En todo caso la Administración asumirá la plena responsabilidad del Certificado.

1.6.5 El Certificado de aptitud para el transporte de gases licuados a granel se extenderá en un idioma oficial del país que lo expida, según el modelo que figura en el Apéndice del Código. Si se utiliza un idioma que no sea el francés ni el inglés, el texto irá acompañado de una traducción a uno de estos idiomas.

1.6.6 Los Certificados de aptitud expedidos con la autoridad conferida por una Administración en virtud de lo dispuesto en la presente sección serán aceptados por las demás Administraciones a todos los efectos previstos en el Código y considerados como investidos de la misma fuerza que los expedidos por ellas.

1.6.7 La Administración fijará el plazo de validez de los Certificados de aptitud, que no será de más de cinco años a contar desde la fecha en que fueron extendidos, salvo en el caso que señala el párrafo 1.6.8.

1.6.8 La Administración podrá prorrogar la validez del Certificado de aptitud asignándole un periodo de gracia de un mes como máximo desde la fecha de expiración.

1.6.9 El Certificado de aptitud dejará de ser válido cuando, sin la oportuna sanción de la Administración, se hayan efectuado alteraciones importantes en relación con la construcción, el equipo, los accesorios, la disposición y los materiales necesarios, salvo las que consistan en la sustitución directa de los mencionados equipo o accesorios a fines de reparación o mantenimiento, o que no se hayan realizado los reconocimientos intermedios fijados por la Administración en virtud de lo dispuesto en el párrafo 1.6.1 c).

1.6.10 El certificado expedido en favor de un buque dejará de ser válido cuando el buque pase a navegar bajo el pabellón de otro país.

1.7 Revisión del Código

1.7.1 Periódicamente, a intervalos que de preferencia no excederán de doce meses, la Organización procederá a examinar el Código para estudiar la conveniencia de revisar prescripciones vigentes y formular otras en relación con nuevos productos y progresos relacionados con el proyecto y la tecnología.

1.7.2 Cuando exista el propósito de transportar productos que quepa considerar como incluidos en el ámbito de aplicación del Código, pero que no figuren en la enumeración del Capítulo XIX, las Administraciones interesadas en dicho transporte establecerán las condiciones adecuadas para efectuarlo sobre la base de los principios del Código, y las pondrán en conocimiento de la Organización. En el curso de la revisión periódica del Código se estudiará la posibilidad de incorporar al mismo estas propuestas.

1.7.3 Cuando una Administración considere aceptable algún progreso relacionado con el proyecto y la tecnología, podrá presentar los pormenores correspondientes a la Organización para que ésta los examine a fines de incorporación al Código con ocasión de la revisión periódica.

CAPITULO II – APTITUD DEL BUQUE PARA CONSERVAR LA FLOTABILIDAD Y UBICACION DE LOS TANQUES DE CARGA

2.1 Generalidades

2.1.1 Los buques regidos por el Código deberán resistir los efectos normales de las inundaciones que se produzcan a raíz de averías del casco causadas por fuerzas exteriores. Además, como salvaguardia para el buque y el medio ambiente, los tanques de carga estarán protegidos contra el riesgo de una perforación si el buque sufre una pequeña avería a causa de, por ejemplo, el encontronazo con un pantalán o un remolcador, y protegidos en cierta medida contra posibles averías en caso de abordaje o varada, situándolos, con respecto a las planchas del forro del buque, a las distancias mínimas especificadas. Tanto la avería que haya que suponer como la distancia de los tanques de carga al forro del buque dependerán del grado de peligro que se considere inherente al producto transportado.

2.1.2 Los buques regidos por el Código se proyectarán con arreglo a una de las normas siguientes: para transportar productos de los que se considere que encierran el mayor peligro global, el Tipo IG, y para los productos cuya peligrosidad decrezca gradualmente, los Tipos IIG/IIPG y IIIG. Por consiguiente, los buques de Tipo IG deberán resistir averías de extensión máxima en el casco y sus tanques de carga irán situados a la máxima distancia del forro, medida hacia el interior.

2.1.3 Los tipos de buque necesarios para distintos productos aparecen indicados en la columna "c" del Capítulo XIX.

2.1.4 Cuando se proyecte transportar más de uno de los productos a los que se aplica el Código, o éste y el Código para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel, adoptado por la Organización mediante Resolución A.212(VII) de la Asamblea, las prescripciones relativas a la conservación de la flotabilidad serán las correspondientes al producto cuyo transporte se rija por las exigencias más rigurosas en cuanto a tipo de buque. No obstante, las relativas a la ubicación de los tanques de carga serán las correspondientes a cada producto.

2.2 Francobordo y estabilidad

2.2.1 Podrá asignarse a los buques regidos por el Código el francobordo mínimo permitido por el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966. No obstante, el calado aplicable a cualesquiera condiciones reales de carga se regirá por las prescripciones complementarias que figuran en las secciones 2.5 y 2.6, habida cuenta de todo tanque vacío o parcialmente lleno así como del peso y el volumen de los productos que se vayan a transportar.

2.2.2 La estabilidad del buque en todas las condiciones de navegación y durante las operaciones de carga y descarga deberá ser positiva y ajustarse a una norma que sea aceptable para la Administración.

2.2.3 Se facilitará al capitán un manual de información sobre carga y estabilidad en el que figurarán pormenores de las condiciones típicas de servicio y de las operaciones de carga, descarga y lastrado, así como un resumen de las características que permiten al buque conservar la flotabilidad y datos para evaluar otras condiciones de carga. Asimismo el manual contendrá información suficiente sobre el buque y su carga de modo que el capitán pueda cargarlo y manejarlo sin riesgos y según buenas prácticas marineras.

2.3 Hipótesis de avería y de inundación

2.3.1 A los espacios que se supone pueden inundarse se les aplicarán los siguientes factores de permeabilidad:

espacios	permeabilidad
asignados a pertrechos	0,60
ocupados como alojamientos	0,95
ocupados por maquinaria	0,85
espacios vacíos	0,95
destinados a líquidos consumibles	0 ó 0,95*
destinados a otros líquidos	0 a 0,95**

* De estos dos valores, el que imponga requisitos más rigurosos.

** La permeabilidad de los compartimientos parcialmente llenos guardará proporción con la cantidad de líquido transportada.

Cuando la avería suponga perforación en el tanque de carga se considerará que la carga de este compartimiento se ha perdido por completo y que ha sido reemplazada por agua salada hasta el nivel del plano final de equilibrio.

2.3.2 Dimensiones máximas de la avería supuesta:

a) **En el costado:**

- i) Extensión longitudinal: $\frac{1}{3} L^{\frac{2}{3}}$ ó bien 14,5 m., si este valor es menor.
- ii) Extensión transversal: $\frac{B}{5}$ ó bien 11,5 m., si este valor es menor.
(hacia el interior del buque, desde el costado, perpendicularmente al eje longitudinal, al nivel de la línea de carga de verano)
- iii) Extensión vertical: desde la línea base hacia arriba, sin límite.

b) **En el fondo:**

- | | | |
|----------------------------|--|--|
| | A 0,3 L de la perpendicular de proa del buque | Cualquier otra parte del buque |
| i) Extensión longitudinal: | $\frac{1}{3} L^{\frac{2}{3}}$ ó bien 14,5 m., si este valor es menor. | $\frac{L}{10}$ ó bien 5 m., si este valor es menor. |
| ii) Extensión transversal: | $\frac{B}{6}$ ó bien 10 m., si este valor es menor. | $\frac{B}{6}$ ó bien 5 m., si este valor es menor. |
| iii) Extensión vertical: | $\frac{B}{15}$ ó bien 2 m., si este valor es menor, midiendo desde la línea de trazado del forro en el eje longitudinal. | $\frac{B}{15}$ ó bien 2 m., si este valor es menor, midiendo desde la línea de trazado del forro en el eje longitudinal. |

- c) Si una avería de dimensiones inferiores a las especificadas como máximas originase una condición de mayor gravedad, habría que considerarla también.

2.4 Prescripciones relativas a la conservación de la flotabilidad

2.4.1 Los buques regidos por el Código deberán poder resistir las averías cuya hipótesis se sienta en la sección 2.3, en la medida estipulada en la sección 2.5 en estado de equilibrio estable, y ajustarse a los criterios siguientes:

a) *En cualquier fase de inundación:*

- i) considerados la inmersión, la escora y el asiento, la flotación deberá situarse por debajo del borde inferior de toda abertura por la que pueda producirse inundación progresiva. Entre esas aberturas se cuentan los conductos de aire y las que se cierran con puertas estancas a la intemperie o tapas de escotilla; pueden no figurar entre ellas las aberturas que se cierran con tapas de registro estancas y portillos sin brazola estancos, pequeñas tapas de escotilla estancas de tanques de carga que mantienen la firme integridad de la cubierta, puertas de corredera estancas telemandadas y portillos de tipo fijo. Podrá incluirse toda parte de la estructura que permanezca estanca por encima o por debajo de la cubierta de francobordo;
- ii) cuando la avería produzca ángulo de escora, éste no deberá exceder de 30° en ninguna fase de la inundación;
- iii) la estabilidad residual deberá ser la que la Administración juzgue suficiente.

b) *En la fase final de inundación:*

- i) la curva de brazos adrizantes tiene un alcance mínimo de 20° más allá de la posición de equilibrio, con un brazo adrizante máximo de por lo menos 100 mm. dentro de ese alcance. Las aberturas no protegidas no deberán quedar sumergidas cuando se esté dentro del margen mínimo de estabilidad residual exigido, a menos que el espacio de que se trate se incluya en los cálculos correspondientes a la estabilidad después de avería como espacio inundable. Dentro de ese margen podrá permitirse la inmersión de todas las aberturas enumeradas en el párrafo 2.4.1 a) i) y las demás que puedan cerrarse de manera estanca a la intemperie;
- ii) los dispositivos de salvamento deberán poder utilizarse desde el costado más bajo del buque si se alcanza el ángulo de escora final;
- iii) el equipo electrogenerador de emergencia deberá poder funcionar si se alcanza el ángulo de escora final.

2.4.2 En caso de avería localizada en la zona de la carga, que se extienda a lo largo de 760 mm. perpendicularmente al forro del casco y que en buques de los Tipos IG y IIG/IIPG, según lo previsto respectivamente en el párrafo 2.5.1 o en los apartados a) y b) del párrafo 2.5.2, pueda producirse en un mamparo transversal estanco, el ángulo máximo de escora no excederá nunca del fijado en el párrafo 2.4.1 a) ii) ni alcanzará un valor tal que impida el restablecimiento de la potencia de motor necesaria para la propulsión y el gobierno a velocidad reducida ni la utilización del sistema de lastre.

2.4.3 Las características de proyecto del buque garantizarán que la posibilidad de que el casco sufra averías causantes de inundación asimétrica quede reducida al mínimo con la adopción de medidas eficaces. No se tomarán en consideración, dado que existan, los dispositivos de equilibrado que necesiten mecanismos auxiliares tales como válvulas o tuberías de adrizamiento transversal, para reducir el ángulo de escora o alcanzar el margen mínimo de estabilidad señalado en los párrafos 2.4.1 y 2.4.2, y si se les utiliza deberá mantenerse estabilidad residual suficiente en todas las fases del equilibrado. Se podrá considerar que los espacios unidos por conductos de gran área de sección transversal son comunes.

2.4.4 Si en la extensión de la supuesta perforación debida a avería, según lo definido en el párrafo 2.3.2, se encuentran tuberías, conductos, troncos o túneles, las medidas adoptadas impedirán que por causa de aquélla pueda llegar la inundación progresiva a compartimientos distintos de los que se supone que, en relación con cada caso de avería, se inundarán.

2.5 Normas aplicables respecto de averías

Los buques regidos por el Código se proyectarán y construirán de modo que resistan las clases de averías indicadas en la sección 2.3, en la forma señalada en la sección 2.4 y con arreglo a las siguientes normas:

2.5.1 Todos los buques de Tipo IG resistirán averías en cualquier punto de su eslora.

2.5.2 a) Los buques de Tipo IIG de más de 150 m. de eslora resistirán averías en cualquier punto de su eslora.

b) Los buques de Tipo IIG de eslora igual o inferior a 150 m. resistirán averías en cualquier punto de su eslora, salvo las que afecten a alguno de los mamparos que limiten un espacio de máquinas situado a popa; como posibilidad distinta se aceptará que los buques de Tipo IIG de eslora igual o inferior a 150 m provistos de tanques independientes de tipo C proyectados para un MARVS de al menos 7 kp/cm² y en los que la temperatura de proyecto del sistema de contención de la carga no sea inferior a -55°C, puedan resistir sólo averías en cualquier punto de su eslora, salvo las que afecten a mamparos transversales dispuestos con distancia intermedia superior a la extensión longitudinal de la avería especificada en el párrafo 2.3.2 a) i). Los buques de esta clase se denominarán de Tipo IIPG y así se hará constar en el Certificado de aptitud que se cita en la sección 1.6.

2.5.3 a) Los buques de Tipo IIIG de eslora igual o superior a 125 m. resistirán averías en cualquier punto de su eslora, salvo las que afecten a mamparos transversales dispuestos con distancia intermedia superior a la extensión longitudinal de la avería especificada en el párrafo 2.3.2 a) ii).

b) Los buques de Tipo IIIG de menos de 125 m. de eslora resistirán averías en cualquier punto de su eslora, salvo las que afecten a mamparos transversales dispuestos con distancia intermedia superior a la extensión longitudinal de la avería especificada en el párrafo 2.3.2 a) i) y las que afecten al espacio de máquinas. Sin embargo, la Administración deberá examinar la aptitud que para resistir la inundación tenga el espacio de máquinas.

2.5.4 Cuando se prevea una avería entre mamparos transversales estancos adyacentes como la especificada en los párrafos 2.5.2 b) y 2.5.3, se supondrá que los daños alcanzan a un mamparo transversal principal o a un mamparo transversal que limite un tanque lateral o un tanque de doble fondo, si el mamparo transversal forma un nicho o una bayoneta de más de 3,05 m. de longitud situados dentro de la extensión de la perforación debida a la supuesta avería. A los efectos del presente párrafo no se considerará que forma bayoneta la constituida por el mamparo del rasel de popa y la tapa del tanque del rasel de popa.

2.6 Ubicación de los tanques de carga

2.6.1 Los tanques de carga estarán situados a las siguientes distancias mínimas, medidas hacia el interior del buque desde el forro:

a) Buques de Tipo IG: desde la chapa del forro del costado, una distancia no menor que la extensión transversal de la avería especificada en el párrafo 2.3.2 a) ii), y desde la línea de trazado de la chapa del forro del fondo, en el eje longitudinal, no menor que la extensión vertical de la avería especificada en el párrafo 2.3.2 b) iii); en ningún punto será de menos de 760 mm. desde la chapa del forro.

- b) Buques de Tipos IIG/IIPG y IIIG: desde la línea de trazado de la chapa del forro del fondo, en el eje longitudinal, una distancia no menor que la extensión vertical de la avería especificada en el párrafo 2.3.2 b) iii); en ningún punto será de menos de 760 mm. desde la chapa del forro.

2.6.2 A efectos de ubicación de los tanques, la extensión vertical de la avería se medirá hasta el forro interior del doble fondo, si se utilizan tanques de membrana o de semimembrana, y hasta el fondo de los tanques de carga en los demás casos. La extensión transversal de la avería se medirá hasta el mamparo longitudinal si se utilizan tanques de membrana o de semimembrana, y hasta el lateral de los tanques de carga en los demás casos. (Véase la figura 2.1).

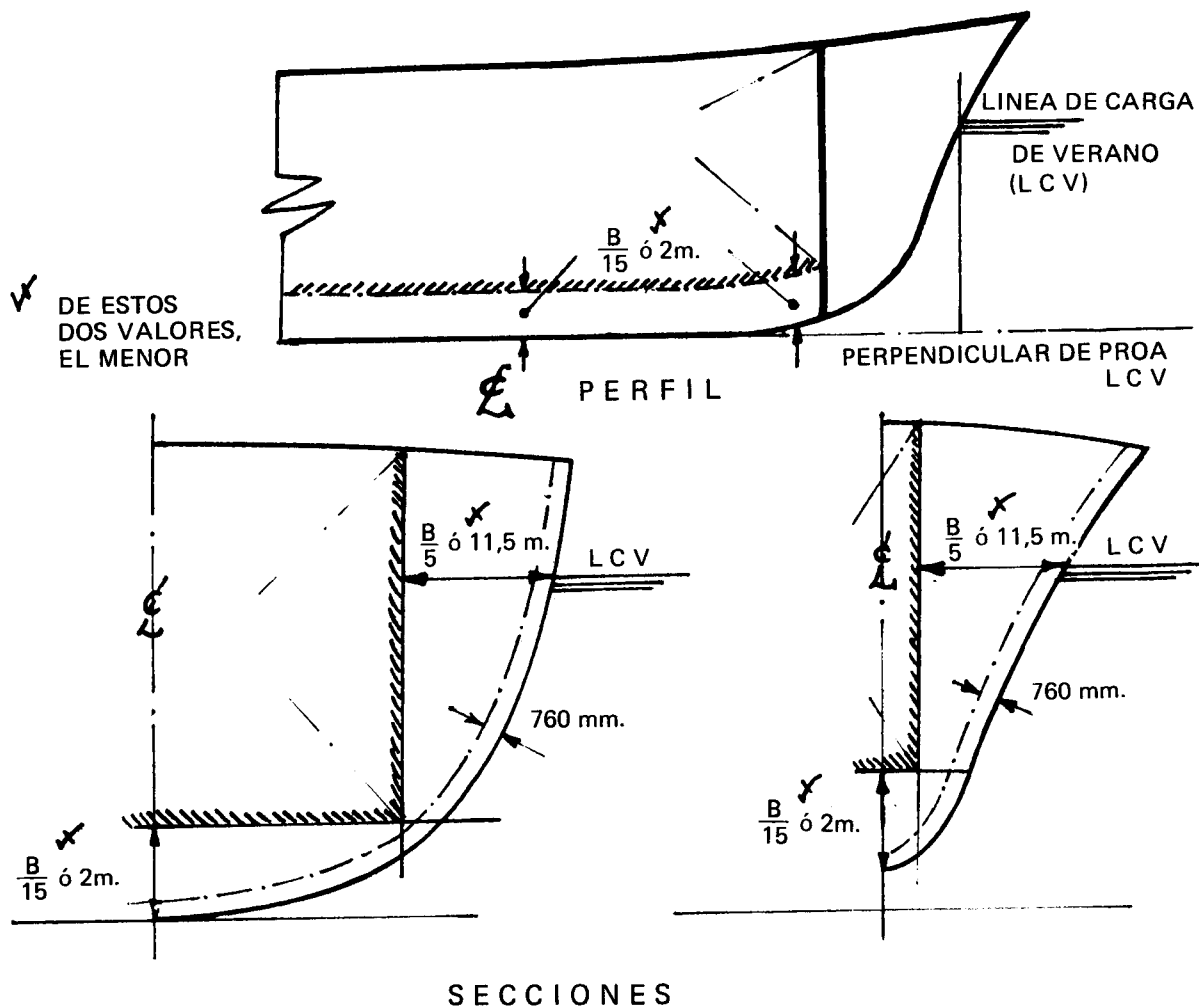


Figura 2.1 – Prescripciones relativas a la ubicación de los tanques según lo dispuesto en la sección 2.6

2.6.3 Excepto en buques de Tipo IG, los pozos de aspiración instalados en los tanques de carga podrán penetrar en la zona de la avería de fondo siempre que tales pozos sean de las menores dimensiones posibles y la penetración no exceda del 25 por ciento de la altura del doble fondo o de 350 mm., si esta magnitud es inferior.

2.6.4 En general no se utilizará lastre sólido en los espacios del doble fondo de las zonas de carga. No obstante, cuando por consideraciones de estabilidad sea inevitable poner en tales espacios lastre sólido, la cantidad y la disposición de éste estarán regidas por la necesidad de garantizar que los esfuerzos de choque resultantes de la avería de fondo no se transmitan directamente a la estructura de los tanques de carga.

2.7 Consideraciones especiales para buques pequeños

2.7.1 En el caso de buques pequeños destinados al transporte de productos para los cuales sean necesarios buques de Tipo IIG/IIPG o de Tipo IIIG, pero que no se ajusten en todos los aspectos a lo dispuesto en los párrafos 2.5.2 y 2.5.3, la Administración podrá considerar la posible concesión de dispensas especiales, pero sólo cuando las medidas que autoricen esas dispensas mantengan el mismo grado de seguridad.

2.7.2 En la aprobación del proyecto de un buque respecto del cual se haya concedido una dispensa se indicará con toda claridad la índole de las medidas equivalentes adoptadas y éstas se pondrán en conocimiento de la Administración de cada uno de los países que el buque vaya a visitar. Asimismo, de cualquier dispensa deberá quedar constancia en el Certificado de aptitud que se cita en la sección 1.6.

CAPITULO III – DISPOSICION DEL BUQUE

3.1 Separación de la zona de carga

3.1.1 Los espacios de bodega estarán separados de los espacios de máquinas y de calderas, de alojamiento y de servicio, puestos de control, cajas de cadenas, tanques de agua potable y de agua destinada a usos domésticos, y pañoles.

3.1.2 Cuando se transporte carga en un sistema de contención que no necesite barrera secundaria, para separar los espacios de bodega de los espacios a que se hace referencia en el párrafo 3.1.1 o de los situados debajo de dichos espacios de bodega o fuera de éstos y hacia el costado, cabrá utilizar coferdanes, tanques de fueloil o un solo mamparo hermético al gas totalmente soldado que forme una división de Clase A-60. Si en los espacios adyacentes no hay causas de ignición ni peligro de incendio, bastará con una división de Clase A-0 hermética al gas.

3.1.3 Cuando se transporte carga en un sistema de contención que necesite una barrera secundaria, para separar los espacios de bodega de los espacios a que se hace referencia en el párrafo 3.1.1 o de los situados debajo de dichos espacios de bodega o fuera de éstos y hacia el costado, en los que haya una posible causa de ignición o peligro de incendio, se utilizarán coferdanes o tanques de fueloil. Si en el espacio adyacente no hay causas de ignición ni peligro de incendio, para lograr la separación se podrá utilizar una sola división de Clase A-0 hermética al gas.

3.1.4 Cuando se transporte carga en un sistema de contención que necesite una barrera secundaria:

- a) a temperaturas inferiores a -10°C , los espacios de bodega estarán separados del mar por un doble fondo; y
- b) a temperaturas inferiores a -55°C , el buque llevará también un mamparo longitudinal que forme tanques laterales.

3.1.5 Los sistemas de tuberías que puedan contener carga o vapor de la carga satisfarán las siguientes condiciones:

- a) estarán separados de los otros sistemas de tuberías excepto cuando se necesiten interconexiones para operaciones relacionadas con la carga transportada, tales como las de purga, desgasificación o inertización. En estos casos se tomarán precauciones para impedir que la carga o el vapor de la carga penetren en esos otros sistemas por las interconexiones;
- b) excepto por lo que respecta a lo dispuesto en el Capítulo XVI, no pasarán por ningún espacio de alojamiento o de servicio, puesto de control ni espacio de máquinas, salvo que se trate de una cámara de bombas o de compresores de la carga. Los dispositivos de vertimiento para casos de emergencia podrán instalarse de modo que den a popa pasando por fuera de los espacios de alojamiento o de servicio, puestos de control o espacios de máquinas, pero no a través de ellos;
- c) estarán conectados directamente desde la cubierta expuesta con el sistema de contención de la carga, aunque las tuberías instaladas en troncos verticales o dispositivos equivalentes podrán utilizarse para atravesar espacios vacíos situados encima del sistema de contención de la carga, y las tuberías de desagüe, ventilación o purga podrán atravesar coferdanes;

- d) a reserva de lo dispuesto en la sección 3.8 para cargar por la proa o por la popa, de lo dispuesto en el Capítulo XVI, estarán situados en la zona de la carga, por encima de la cubierta expuesta; y
- e) salvo que se trate de tuberías transversales de conexión a tierra no sometidas a presión durante la navegación o de dispositivos de vertimiento para casos de emergencia, estarán situados hacia el interior del buque a una distancia del costado mayor que la distancia transversal estipulada en el párrafo 2.6.1 para los tanques.

3.1.6 Se tomarán las medidas necesarias para cerrar herméticamente las cubiertas de intemperie donde vayan emplazadas las aberturas para los sistemas de contención de la carga.

3.2 Espacios de alojamiento, espacios de servicio y puestos de control

3.2.1 Ningún espacio de alojamiento o de servicio ni puesto de control estará situado en la zona de carga. En los buques dotados de un sistema de contención que necesite una barrera secundaria, el mamparo de los espacios de alojamiento o de servicio o de puestos de control ubicados frente a la zona de carga estará situado de modo que impida que en dichos espacios entre gas procedente del espacio de bodega a través de una rotura producida en una cubierta o un mamparo.

3.2.2 Como protección contra el riesgo de vapores peligrosos se estudiará especialmente la ubicación de las entradas de aire y aberturas que den a espacios de alojamiento y de máquinas, en relación con tuberías para paso de la carga, sistemas de ventilación de la carga y los conductos de escape que haya en espacios de máquinas, derivados de dispositivos quemadores de gas.

3.2.3 No se permitirá que haya acceso a través de puertas, herméticas o no al gas, desde un espacio a salvo del gas hasta un espacio peligroso a causa del gas, exceptuados los accesos a los espacios de servicio situados a proa de la zona de carga, a través de esclusas neumáticas ajustadas a lo dispuesto en el párrafo 3.6.1, cuando los espacios de alojamiento se hallen a popa.

3.2.4 Las entradas, admisiones de aire y aberturas de los espacios de alojamiento y de servicio y de puestos de control no estarán frente a la zona de la carga. Se situarán en el mamparo de extremo no encarado con la zona de la carga y/o en el lateral de la caseta más próximo al costado, a una distancia mínima igual a $L/25$ pero no inferior a 3,05 m. del extremo de la caseta encarado con la zona de la carga. No es necesario, sin embargo, que esta distancia exceda de 5 m. Las portillas situadas frente a la zona de la carga y en los laterales de las casetas que queden dentro de la distancia mencionada serán de tipo fijo. Las ventanas de la caseta del timón podrán no ser fijas y las puertas de dicha caseta podrán quedar dentro de los límites mencionados, siempre que estén concebidas de modo que garanticen la posibilidad de hacer rápida y eficazmente hermética a gases y vapores la caseta.

3.2.5 Los portillos del forro situados por debajo de la cubierta corrida más alta y de la primera planta de la superestructura serán de tipo fijo.

3.2.6 Todas las tomas de aire y aberturas de los espacios de alojamiento y de servicio y de los puestos de control estarán provistas de dispositivos de cierre, que respecto de gases tóxicos tendrán que accionarse desde el interior del espacio de que se trate.

3.3 Cámaras de bombas y de compresores para la carga

3.3.1 Las cámaras de bombas y de compresores para la carga estarán situadas por encima de la cubierta de intemperie, salvo aprobación expresa de la Administración, y dentro de la zona de la carga.

3.3.2 Cuando las bombas y los compresores estén accionados por ejes que atraviesen un mamparo o una cubierta, en el emplazamiento de éstos deberá haber obturadores herméticos al gas con lubricación eficaz u otros medios que garanticen la obturación.

3.3.3 La disposición de las cámaras de bombas y de compresores para la carga será tal que garantice el acceso libre de riesgos y de obstáculos al personal provisto de ropa protectora y aparatos respiratorios, y permita retirar a personas que hayan quedado inconscientes. Todas las válvulas necesarias para la manipulación de la carga serán fácilmente accesibles al personal que lleve ropa protectora. Se tomarán las medidas necesarias para el desagüe de las cámaras de bombas y de compresores.

3.4 Cámaras de control de la carga

3.4.1 Toda cámara de control de la carga estará situada por encima de la cubierta de intemperie y podrá hallarse en espacios de alojamiento o de servicio o en puestos de control, o tener acceso a los mismos, a condición de que:

- a) la cámara de control de la carga sea un espacio a salvo del gas, y
- b) la entrada desde la zona de la carga se ajuste a lo dispuesto en el párrafo 3.2.4.

3.4.2 Si se ha proyectado la cámara de control de la carga como espacio a salvo del gas, los instrumentos de que esté provista serán, en la medida de lo posible, de lectura indirecta, y en todo caso estarán concebidos de modo que a la atmósfera de dicho espacio no lleguen escapes de gas. La ubicación del detector de gas en la cámara de control de la carga no hará que el espacio deje de estar a salvo del gas, si se le instala de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 13.6.5.

3.4.3 Si la cámara de control de la carga de los buques que transporten productos inflamables es un espacio peligroso a causa del gas, se eliminará toda posible causa de ignición. Se prestará atención a las características de seguridad de toda instalación eléctrica.

3.5 Acceso a los espacios situados en la zona de la carga

3.5.1 Será posible efectuar la inspección ocular de por lo menos un lado de la estructura interna del casco sin tener que retirar ningún elemento estructural o componente fijo.

3.5.2 Será posible efectuar la inspección de uno de los lados de todo elemento aislante situado en los espacios de bodega. Esta inspección no será necesaria si se puede verificar la integridad del sistema de aislamiento inspeccionando la parte exterior del mamparo límite del espacio de bodega cuando los tanques se encuentren a la temperatura de servicio.

3.5.3 Será tal la disposición de los espacios de bodega, espacios vacíos y otros que puedan considerarse como peligrosos a causa del gas, y de los tanques de carga, que el personal provisto de ropa protectora y aparatos respiratorios pueda entrar en ellos e inspeccionarlos, y que se pueda retirar a personas que hayan quedado inconscientes, dándose cumplimiento a los requisitos siguientes:

- a) Se establecerá acceso:
 - i) a los tanques de carga directamente desde la cubierta expuesta;
 - ii) a través de aberturas horizontales, escotillas o registros, de amplitud suficiente para que una persona provista de un aparato respiratorio pueda subir o bajar por cualquier escala sin impedimento alguno y también para servir como aberturas expeditas que permitan izar fácilmente a un herido desde el fondo del espacio de que se trate, aberturas cuyo paso libre será, como mínimo, de 600 mm. x 600 mm; y

- iii) por aberturas o registros verticales que permitan atravesar el espacio a lo largo y a lo ancho de éste y cuyo paso libre sea de 600 mm. x 800 mm. como mínimo a una altura de la chapa del forro del fondo que no podrá exceder de 600 mm., a menos que se hayan provisto teclés o apoyapiés de otro tipo.
- b) Podrán reducirse las dimensiones mencionadas en los apartados a) ii) y a) iii) del presente párrafo si a juicio de la Administración se demuestra que será posible pasar por las aberturas menores de que se trate y retirar a heridos a través de ellas.
- c) Lo prescrito en los apartados a) y b) del presente párrafo no se aplicará a los espacios descritos en el párrafo 1.4.16 e).

3.5.4 El acceso de la cubierta expuesta de intemperie a los espacios a salvo del gas estará situado en una zona a salvo del gas a una distancia mínima de 2,4 m. por encima de la cubierta de intemperie, a menos que para ese acceso haya una esclusa neumática ajustada a lo dispuesto en la sección 3.6.

3.6 Esclusas neumáticas

3.6.1 Sólo entre una zona peligrosa a causa del gas, situada en la cubierta expuesta de intemperie, y un espacio a salvo del gas, se permitirá la instalación de una esclusa neumática, que estará constituida por dos puertas de acero suficientemente herméticas al gas separadas por una distancia intermedia no superior a 2 m.

3.6.2 Las puertas serán de cierre automático y carecerán de dispositivos de retención.

3.6.3 Habrá un dispositivo de alarma acústica y visual que cuando los dispositivos de sujeción de más de una puerta no se encuentren en la posición correspondiente al cierre completo dé a ambos lados de la esclusa neumática la oportuna indicación.

3.6.4 En los buques que transporten productos inflamables se cortará la corriente de los motores situados en espacios protegidos por esclusas neumáticas cuando se produzca pérdida de sobrepresión en el espacio de que se trate.

3.6.5 El espacio formado por la esclusa neumática se ventilará mecánicamente desde un espacio a salvo del gas y se mantendrá a presión superior a la de la zona peligrosa a causa del gas situada en la cubierta expuesta de intemperie.

3.6.6 En el espacio formado por la esclusa neumática se vigilará la posible presencia de vapor desprendido de la carga.

3.6.7 A reserva de lo dispuesto en el Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, la altura del umbral de las puertas no será inferior a 300 mm.

3.7 Dispositivos de achique y lastre

- 3.7.1 a) Cuando la carga se transporte en un sistema de contención que no necesite barrera secundaria, los espacios de bodega irán provistos de dispositivos adecuados de agotamiento que no comuniquen con el espacio de máquinas. Existirán medios para detectar esas posibles fugas.
- b) Cuando exista una barrera secundaria habrá dispositivos adecuados de agotamiento para combatir las fugas que lleguen a los espacios de bodega o de aislamiento a través de elementos estructurales adyacentes del buque. Los conductos de aspiración no llegarán a las bombas situadas en el espacio de máquinas. Existirán medios para detectar esas posibles fugas.

3.7.2 El espacio interbarreras dispondrá de un sistema de agotamiento adecuado para recoger la carga líquida si los tanques que la contienen presentan fugas o sufren rotura. Los dispositivos utilizados harán posible el retorno de las cantidades derramadas a los tanques de carga.

3.7.3 Los espacios para lastre y los espacios a salvo del gas podrán estar conectados a bombas del espacio de máquinas.

3.8 Dispositivos para cargar y descargar por la proa o por la popa

3.8.1 A reserva de que la Administración lo apruebe, las tuberías para paso de la carga podrán quedar dispuestas de modo que permitan cargar y descargar por la proa o por la popa, con sujeción a lo prescrito en la presente sección y en la sección 17.7.

3.8.2 Las tuberías para paso de la carga y los conductos y el equipo afines situados a proa o a popa de la zona de la carga, sólo tendrán conexiones soldadas a la altura de la caseta y pasarán por fuera de los espacios de alojamiento y de servicio, puestos de control y espacios de máquinas y, salvo que se trate de tuberías transversales de conexión a tierra, distarán del costado del buque, hacia el interior, un mínimo de 760 mm. Tales tuberías serán claramente identificables y estarán separadas por dos válvulas, cuando menos, situadas en la zona de la carga, que bajo la vigilancia del capitán puedan cerrarse de modo que queden bloqueadas, o por una válvula y otro medio que conjuntamente establezcan una separación equivalente. Entre las dos válvulas, o en una posición equivalente cuando se utilicen otros dispositivos, se proveerán medios que permitan comprobar la eficacia de la separación.

3.8.3 Se tomarán las medidas necesarias para poder purgar esas tuberías después de utilizarlas y para mantenerlas a salvo del gas cuando no se utilicen. Las tuberías de ventilación relacionadas con el dispositivo de purga estarán situadas en la zona de la carga.

3.8.4 Las entradas, admisiones de aire y aberturas de los espacios de alojamiento y de servicio y de los puestos de control no estarán frente a los dispositivos para cargar y descargar por la proa o por la popa. Se situarán en el lateral de la caseta más próximo al costado del buque, a una distancia mínima igual a $L/25$ pero no inferior a 3,05 m. del extremo de la caseta encarrado con los dispositivos para cargar y descargar por la proa o por la popa (véase también el párrafo 3.2.4). No es necesario, sin embargo, que esta distancia exceda de 5 m. Las portillas situadas frente a los citados dispositivos para cargar y descargar y en los laterales de la caseta que queden dentro de la distancia mencionada, serán de tipo fijo. Además, mientras se estén utilizando los dispositivos para cargar y descargar por la proa o por la popa, todas las puertas, portas y demás aberturas del lateral correspondiente de la caseta se mantendrán cerradas.

3.8.5 Los dispositivos contra incendios asignados a las zonas utilizadas para cargar y descargar por la proa y por la popa se ajustarán a lo dispuesto en el párrafo 11.4.7.

CAPITULO IV – CONTENCIÓN DE LA CARGA

4.1 Generalidades

Las Administraciones tomarán medidas adecuadas para garantizar la aplicación uniforme de las disposiciones del presente Capítulo*.

4.2 Definiciones

Además de las que figuran en la sección 1.4, serán aplicables a lo largo del Código las siguientes definiciones:

4.2.1 *Tanques estructurales*

- a) Los tanques estructurales son parte estructural del casco del buque y están sometidos del mismo modo que la estructura adyacente del buque al esfuerzo impuesto por las cargas que actúan sobre ésta.
- b) La “presión de vapor de proyecto”, P_0 , definida en el párrafo 4.2.5, no excederá en general de 0,25 kp/cm². No obstante, si se aumentan como proceda los escantillones del casco, podrá aumentarse el valor de P_0 , pero conservándolo siempre inferior a 0,7 kp/cm².
- c) Los tanques estructurales podrán utilizarse para el transporte de productos, a condición de que en ninguna parte de la estructura del casco la temperatura descienda nunca por debajo de -10°C . La Administración, previo estudio especial, podrá admitir temperaturas más bajas.

4.2.2 *Tanques de membrana*

- a) Los tanques de membrana son tanques sin sustentación propia formados por una delgada capa (la membrana) a la que, a través del aislamiento, da soporte la estructura adyacente del casco. La membrana ha sido concebida de modo que las dilataciones y las contracciones térmicas y de otra índole queden compensadas sin que esto le imponga un esfuerzo excesivo.
- b) En general la presión de vapor de proyecto, (P_0), no excederá de 0,25 kp/cm². No obstante, si se aumentan como proceda los escantillones del casco y, en los casos pertinentes, se presta la debida atención a la resistencia del aislamiento de soporte, podrá aumentarse el valor de P_0 , pero conservándolo siempre inferior a 0,7 kp/cm².
- c) La definición de los tanques de membrana no excluye proyectos como aquellos en que se utilicen membranas no metálicas o en que las membranas vayan incluidas o incorporadas en el aislamiento. Tales concepciones necesitarán no obstante atención especial por parte de la Administración.

4.2.3 *Tanques de semimembrana*

- a) Los tanques de semimembrana, que son tanques sin sustentación propia cuando contienen carga, están formados por una capa a algunas de cuyas partes les da soporte, a través de su aislamiento, la estructura adyacente del casco; sus partes redondeadas, por las que se unen las citadas partes con soporte, han sido proyectadas de modo que acepten las dilataciones y las contracciones térmicas y de otra índole.

* Véase el Reglamento vigente para los miembros y miembros asociados de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación y en especial las prescripciones unificadas 92 y 93 de dicha Asociación.

- b) En general la presión de vapor de proyecto, P_o , no excederá de $0,25 \text{ kp/cm}^2$. No obstante, si se aumentan como proceda los escantillones del casco y, en los casos pertinentes, se presta la debida atención a la resistencia del aislamiento de soporte, podrá aumentarse el valor de P_o , pero conservándolo siempre inferior a $0,7 \text{ kp/cm}^2$.

4.2.4 Tanques independientes

Los tanques independientes son autosustentables; no forman parte del casco del buque ni son esenciales en cuanto a la resistencia del casco. Hay tres clases de tanques independientes, a saber:

- a) Tanques independientes de tipo A, proyectados principalmente con arreglo a normas reconocidas de métodos clásicos de análisis estructural del buque. Cuando estos tanques estén constituidos principalmente por superficies planas (tanques de gravedad), la presión de vapor de proyecto, P_o , deberá ser inferior a $0,7 \text{ kp/cm}^2$.
- b) Tanques independientes de tipo B, proyectados con ayuda de modelos de prueba y avanzados instrumentos y métodos analíticos para determinar los niveles de esfuerzos, el límite de fatiga y las características de propagación de grietas. Cuando estos tanques estén constituidos principalmente por superficies planas (tanques de gravedad), la presión de vapor de proyecto, P_o , deberá ser inferior a $0,7 \text{ kp/cm}^2$.
- c) Tanques independientes de tipo C (también llamados recipientes de presión), ajustados a los criterios correspondientes a los recipientes de presión y cuya presión de vapor de proyecto no es inferior a:

$$P_o = 2 + AC(\rho)^{\frac{3}{2}} \left[\text{kp/cm}^2 \right]$$

donde:

$$A = 0.0185 \left(\frac{\sigma_m}{\Delta \sigma_A} \right)^2$$

en que

σ_m = esfuerzo primario de proyecto de la membrana

$\Delta \sigma_A$ = esfuerzo dinámico admisible de la membrana (amplitud doble al nivel de probabilidad $Q = 10^{-8}$)

5,5 kp/mm^2 para acero ferrítico/martensítico

2,5 kp/mm^2 para aleación de aluminio (5083-0)

C = dimensión característica del tanque, considerándose como tal el mayor de los valores siguientes:

h ; $0,75b$; o bien $0,45$

en que

h = altura del tanque (dimensión tomada en el sentido vertical del buque) (m)

b = anchura del tanque (dimensión tomada en el sentido transversal del buque) (m)

l = longitud del tanque (dimensión tomada en el sentido longitudinal del buque) (m)

ρ = densidad relativa de la carga ($\rho = 1$ para agua dulce) a la temperatura de proyecto.

No obstante, la Administración podrá asimilar un tanque que satisfaga el criterio establecido en el presente apartado al tipo A o al tipo B; dependerá esto de su configuración y de la disposición de sus soportes y piezas de sujeción.

4.2.5 Presión de vapor de proyecto, P_o , es la máxima presión manométrica correspondiente a la parte superior del tanque que se ha utilizado en el proyecto de éste.

- a) En los tanques de carga en que no exista control de temperatura y la presión de la carga venga determinada únicamente por la temperatura ambiente, P_o no será inferior a la presión manométrica del vapor de la carga a una temperatura de 45°C. No obstante, la Administración podrá admitir valores inferiores para dicha temperatura respecto de buques que naveguen en zonas restringidas o realizando viajes de duración limitada, casos en los que se podrá tener en cuenta todo aislamiento que lleven los tanques. A la inversa, cabrá exigir valores superiores para esta temperatura respecto de buques que naveguen permanentemente en zonas de alta temperatura ambiente.
- b) En ningún caso, incluidos los supuestos del apartado a) del presente párrafo, será P_o inferior al MARVS.
- c) A reserva del examen especial que pueda realizar la Administración y de las limitaciones establecidas en los párrafos 4.2.1 a 4.2.4 para los diferentes tipos de tanque, podrán admitirse presiones de vapor superiores a P_o para buques surtos en puerto, situación en la que disminuyen las cargas dinámicas.

4.2.6 La temperatura de proyecto para la selección de materiales es la temperatura mínima a la que cabe cargar el producto y/o efectuar su transporte en los tanque de carga. Se tomarán medidas, que la Administración habrá de juzgar satisfactorias, encaminadas a impedir que la temperatura del tanque o de la carga pueda descender por debajo de la temperatura de proyecto.

4.3 Cargas de proyecto

4.3.1 a) Los tanques, juntamente con sus soportes y demás accesorios, se proyectarán teniendo en cuenta las combinaciones pertinentes de cargas diversas, enumeradas a continuación:

- Presión interior
- Presión exterior
- Cargas dinámicas debidas a movimientos del buque
- Cargas térmicas
- Cargas debidas al chapoteo del líquido
- Cargas correspondientes a la flexión del buque
- Peso del tanque y de su contenido, con las correspondientes reacciones en el emplazamiento de los soportes
- Peso del aislamiento
- Cargas en el emplazamiento de torres y otros accesorios.

La medida en que deban considerarse estas cargas dependerá del tipo de tanque de que se trate; en los párrafos que siguen, dentro de la presente sección, se estudia más detenidamente este aspecto.

- b) Se tendrán en cuenta las cargas correspondientes a la prueba de presión a que se hace referencia en la sección 4.10.
- c) Se tendrán en cuenta el aumento que, con el buque surto en puerto, se registra en la presión de vapor, aumento al que se hace referencia en el párrafo 4.2.5 c).
- d) Los tanques estarán proyectados de modo que resistan el ángulo de escora estática más adverso comprendido entre 0° y 30°, sin sobrepasar los esfuerzos admisibles que se señalen en la sección 4.5.

4.3.2 *Presión interior*

- a) La altura piezométrica (h_{eq}), expresada en metros de agua dulce, resultante de la presión de vapor de proyecto (P_o) y de la presión del líquido (h_{gd}) definida en el apartado b) del presente párrafo, excluyendo los efectos de chapoteo del líquido, se calculará aplicando la fórmula

$$h_{eq} = 10 P_o + (h_{gd})_{max}$$

Podrán seguirse otros métodos de cálculo equivalentes.

- b) Las presiones interiores del líquido son las originadas por la aceleración del centro de gravedad de la carga, debida a los movimientos del buque a que se hace referencia en el párrafo 4.3.4. El valor de la altura piezométrica (h_{gd}), expresada en metros de agua dulce, que da el efecto combinado de la gravedad y de las aceleraciones dinámicas, se calculará aplicando la fórmula

$$h_{gd} = a_{\beta} Z_{\beta} \gamma$$

donde

a_{β} = aceleración adimensional (es decir, relativa a la aceleración de la gravedad), originada por cargas gravitatorias y dinámicas, dada en una dirección cualquiera β (véase la Figura 4.1)

Z_{β} = altura mayor del líquido (m) por encima del punto en que se haya de determinar la presión, en la dirección β (véase la Figura 4.2)

γ = peso específico máximo de la carga (t/m^3) a la temperatura de proyecto.

Se tomará la dirección que dé el máximo valor, $(h_{gd})_{max}$, de h_{gd} . Cuando sea preciso tener en cuenta la aceleración en tres direcciones, se utilizará un elipsoide en vez de la elipse que muestra la Figura 4.1. La fórmula que antecede sólo se aplica a tanques completamente llenos.

4.3.3 *Presión exterior* — Las cargas debidas a la presión exterior de proyecto estarán basadas en la diferencia existente entre la presión interior mínima (vacío máximo) y la presión exterior máxima a que simultáneamente pueda estar sometida cualquier parte del tanque.

4.3.4 *Cargas dinámicas debidas a los movimientos del buque*

- a) Para determinar las cargas dinámicas se tendrá en cuenta la distribución a largo plazo de los movimientos del buque, comprendidos aquí los efectos debidos a oscilaciones longitudinales, oscilaciones transversales, oscilaciones verticales, balance, cabeceo y guiñada en mares movidas, que el buque experimentará durante todo su periodo de utilización (considerado en general como correspondiente a 10^8 golpes de mar). Cabrá tener en cuenta la disminución experimentada en las cargas dinámicas a causa de la necesaria reducción de velocidad y de la variación de rumbo cuando esta consideración haya entrado también en la evaluación de la resistencia del casco.
- b) En las características del proyecto destinadas a combatir la deformación plástica y el pandeo se considerará que las cargas dinámicas serán las mayores que probablemente experimentará el buque durante todo su periodo de utilización (considerado en general como correspondiente a un nivel de probabilidad de 10^{-8}). En la sección 4.2 se dan fórmulas de guía en relación con los componentes de la aceleración.

- c) En la consideración de las características de proyecto destinadas a combatir la fatiga, se determinará el espectro dinámico mediante un cálculo de la distribución a largo plazo basado en la duración del tiempo periodo de utilización del buque (considerado en general como correspondiente a 10^8 golpes de mar). Si se utilizan espectros simplificados de cargas dinámicas para la evaluación del límite de fatiga, deberán ser objeto de estudio especial por parte de la Administración.
- d) Para aplicar en la práctica las estimaciones de propagación de grietas, podrá utilizarse una distribución simplificada de cargas durante un periodo de 15 días. Estas distribuciones podrán obtenerse tal como se indica en la Figura 4.3.
- e) Los buques destinados a servicio restringido podrán ser objeto de examen especial.
- f) Las aceleraciones que actúan sobre los tanques se estiman en su centro de gravedad y están constituidas por los componentes siguientes:
 - aceleración vertical: aceleraciones debidas a los movimientos de las oscilaciones verticales, de cabeceo y posiblemente de balance (perpendiculares a la base del buque);
 - aceleración transversal: aceleraciones debidas a los movimientos de las oscilaciones transversales, de guiñada y de balance; y componente gravitatorio del balance;
 - aceleración longitudinal: aceleraciones debidas a los movimientos de las oscilaciones longitudinales y de cabeceo; y componente gravitatorio del cabeceo.

4.3.5 *Cargas debidas al chapoteo*

- a) Cuando se prevea un llenado parcial se tendrá en cuenta el riesgo de que se produzcan cargas considerables a causa del chapoteo provocado por cualquiera de los movimientos del buque a que se hace referencia en el párrafo 4.3.4 f).
- b) Cuando exista el riesgo de que el chapoteo origine cargas considerables se exigirán cálculos y pruebas especiales.

4.3.6 *Cargas térmicas*

- a) Se tendrán en cuenta las cargas térmicas transitorias que durante los periodos de enfriamiento actúan sobre los tanques destinados a temperaturas de la carga inferiores a -55°C .
- b) Se tendrán en cuenta las cargas térmicas constantes para tanques en los que la disposición que en el proyecto se dió a los soportes y a la temperatura de funcionamiento puedan ser causa de esfuerzos térmicos considerables.

4.3.7 *Cargas impuestas a los soportes* — Se examinan las cargas impuestas a los soportes en la sección 4.6.

4.4 **Análisis estructural**

4.4.1 *Tanques estructurales*

El análisis estructural de estos tanques se efectuará con arreglo a normas reconocidas. Los escantillones de los mamparos límites de los tanques satisfarán cuando menos las prescripciones relativas a tanques profundos, habida cuenta de la presión interior de acuerdo con lo indicado en el párrafo 4.3.2, y en ningún caso serán inferiores a lo habitualmente exigido por tales normas.

4.4.2 *Tanques de membrana*

- a) Para los tanques de membrana se considerarán los efectos de todas las cargas estáticas y dinámicas a fin de determinar la idoneidad de la membrana y del correspondiente aislamiento en lo que respecta a la deformación plástica y a la fatiga.
- b) Normalmente, con anterioridad a la aprobación se someterán a pruebas un modelo de la barrera primaria y otro de la secundaria, con inclusión de esquinas y juntas, a fin de verificar su aptitud para hacer frente a los esfuerzos combinados previstos que originarán las cargas estáticas, dinámicas y térmicas. Las condiciones de prueba equivaldrán a las condiciones de servicio más severas que puedan darse en el sistema de contención de la carga durante todo el periodo de utilización de éste. Las pruebas de materiales serán tales que garanticen que el envejecimiento no impedirá que éstos realicen la función que les ha sido asignada.
- c) A los efectos de la prueba mencionada en el apartado b) del presente párrafo se llevará a cabo un análisis completo de los diferentes movimientos, aceleraciones y reacciones de los buques y de los sistemas de contención de la carga, a menos que se disponga de los correspondientes datos, obtenidos en buques análogos.
- d) Se prestará especial atención a la posibilidad de hundimiento de la membrana provocado por una sobrepresión en el espacio interbarreras, un posible vacío en el tanque de carga, los efectos del chapoteo y los efectos de la vibración del casco.
- e) El casco será sometido a un análisis estructural que la Administración habrá de juzgar satisfactorio, habida cuenta de la presión interior de acuerdo con lo indicado en el párrafo 4.3.2. No obstante, se prestará una atención especial a las deformaciones del casco y a la compatibilidad de éstas con la membrana y el correspondiente aislamiento. El espesor del forro interior del casco se ajustará por lo menos a lo estipulado en normas reconocidas para tanques profundos, habida cuenta de la presión interior de acuerdo con lo indicado en el párrafo 4.3.2. En cada caso concreto se determinará el esfuerzo admisible para la membrana, el material de soporte de la membrana y el aislamiento.

4.4.3 *Tanques de semimembrana* — Se les someterá a un análisis estructural de conformidad con lo estipulado para tanques de membrana o tanques independientes, según proceda, habida cuenta de la presión interior que se indica en el párrafo 4.3.2.

4.4.4 *Tanques independientes de tipo A*

- a) Se les someterá a un análisis estructural, que la Administración habrá de juzgar satisfactorio, habida cuenta de la presión interior de acuerdo con lo indicado en el párrafo 4.3.2. El espesor de la chapa del forro de los tanques de carga se ajustará por lo menos a lo prescrito en normas reconocidas para tanques profundos, habida cuenta de la presión interior de acuerdo con lo indicado en el párrafo 4.3.2 y toda tolerancia de corrosión que se exija en el párrafo 4.5.2 a).
- b) Para partes tales como la estructura que haya en el emplazamiento de los soportes, no ajustadas a normas reconocidas, los esfuerzos se determinarán mediante cálculos directos, habida cuenta de las cargas a que se hace referencia en la sección 4.3, en la medida en que sean aplicables, y las flexiones experimentadas por el buque en el emplazamiento de los soportes.

4.4.5 *Tanques independientes de tipo B*

- a) Se tendrán en cuenta los efectos de todas las cargas dinámicas y estáticas para determinar la idoneidad de la estructura con respecto a:
 - la deformación plástica
 - el pandeo
 - la rotura por fatiga
 - la propagación de grietas.

Se efectuarán análisis estadísticos de cargas de ola de conformidad con lo señalado en el párrafo 4.3.4, análisis de elementos finitos o determinaciones por métodos análogos y análisis de la mecánica de las fracturas u otros equivalentes.

- b) Se efectuará un análisis tridimensional para evaluar los niveles de esfuerzos derivados del casco del buque. El modelo utilizado para este análisis llevará el tanque de carga con sus piezas de soporte y sujeción, como parte que suponga una considerable porción del casco.
- c) Se efectuará un análisis completo de las aceleraciones y los movimientos del buque de que se trate en una mar movida y de las reacciones de los buques y tanques de carga frente a esas fuerzas y movimientos, a menos que se disponga de los correspondientes datos, obtenidos en buques análogos.
- d) En todo análisis del pandeo se tendrán en cuenta las tolerancias máximas de construcción.
- e) Cuando la Administración juzgue necesario se podrá exigir la realización de pruebas con modelos para determinar los factores de concentración de esfuerzos y el límite de fatiga de los elementos estructurales.
- f) El efecto acumulativo de la carga de fatiga responderá a la fórmula siguiente:

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{10^3}{N_i} \leq C_w$$

donde

n_i = número de ciclos de esfuerzos en cada nivel de esfuerzos durante todo el periodo de utilización del buque

N_i = número de ciclos hasta la fractura para el correspondiente nivel de esfuerzos, de acuerdo con la curva Wohler (S-N)

N_j = número de ciclos hasta la fractura para las cargas de fatiga que se producen al cargar y descargar

C_w será inferior o igual a 0,5, aunque la Administración podrá considerar especialmente la utilización de un valor superior a 0,05, si bien no superior a 1,0, que dependerá del procedimiento de prueba y los datos utilizados para determinar la curva Wohler (S-N).

4.4.6 *Tanques independientes de tipo C*

a) *Escantillones basados en la presión interior*

- i) El espesor y la forma de las partes de los recipientes de presión que hayan de soportar la presión interior, comprendidas las bridas, se determinarán de acuerdo con una norma aceptable para la Administración. Los cálculos correspondientes se basarán en todo caso en una teoría del proyecto de los recipientes de presión que goce de aceptación general. Las aberturas practicadas en las partes de este tipo de recipientes que hayan de soportar la presión interior se reforzarán con arreglo a una norma que resulte aceptable a la Administración.
- ii) Habrá que tener en cuenta la presión de líquido considerada en el proyecto y definida en el párrafo 4.3.2, al efectuar los cálculos estipulados en el párrafo 4.4.6 a) i).
- iii) El factor de eficiencia de juntas soldadas que habrá que utilizar en los cálculos estipulados en el párrafo 4.4.6 a) i) será de 0,95 cuando se lleve a cabo la inspección y la prueba indestructiva a que se hace referencia en el párrafo 4.10.7. Cabrá aumentar este valor hasta 1,0 cuando pesen otras

consideraciones, como las relativas al material utilizado, al tipo de juntas, al procedimiento de soldadura y a la modalidad adoptada para efectuar la carga. Para recipientes de elaboración a presión la Administración podrá aceptar inspecciones parciales indestructivas, pero no de menor alcance que las indicadas en el párrafo 4.10.7 b) ii), considerados factores tales como el material utilizado, la temperatura de proyecto, la temperatura de transición a la ductilidad nula del material en su fase de fabricación, el tipo de junta y el procedimiento de soldadura, aunque en este caso se adoptará un factor de eficiencia no superior a 0,85. Para materiales especiales los factores que se acaban de mencionar experimentarán una reducción que dependerá de las propiedades mecánicas especificadas de la junta soldada.

b) ***Criterios relativos al pandeo***

- i) El espesor y la forma de los recipientes de presión sometidos a presión exterior y a otras cargas que originen esfuerzos de compresión se ajustarán a una norma que la Administración halle aceptable. Los cálculos correspondientes se basarán en todo caso en una teoría del pandeo del recipiente de presión que goce de aceptación general, y en ellos se dejará margen suficiente para la diferencia que pueda darse entre los esfuerzos teórico y real de pandeo a causa de desalineación del borde de la plancha, ovalidad e inexactitudes de circularidad a lo largo de un arco o de una cuerda determinados.

ii) ***Presión exterior de proyecto***

La presión exterior de proyecto (P_e) utilizada para verificar el pandeo de los recipientes de presión no será inferior a la dada por la fórmula siguiente:

$$P_o = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \text{ (kp/cm}^2\text{)}$$

donde

P_1 = valor de tarado de las válvulas vacuorreductoras. Para recipientes no equipados con válvulas vacuorreductoras P_1 será considerado especialmente, y en general se le tomará como no inferior a 0,25 kp/cm².

P_2 = presión de tarado de las válvulas manorreductoras de los espacios completamente cerrados que contengan recipientes de presión o partes de estos recipientes; en otros puntos, $P_2 = 0$.

P_3 = esfuerzos de compresión que sobre el cuerpo del recipiente ejercen el peso y la contracción del aislamiento, el peso del propio cuerpo, incluida la tolerancia de corrosión, y otras diversas cargas de presión exterior a las que el recipiente de presión pueda estar sometido. Figuran entre ellas, sin que esta enumeración sea exhaustiva, el peso de las bóvedas, el peso de las torres y tuberías, los efectos del producto cuando el recipiente esté parcialmente lleno, las aceleraciones y la flexión del casco. Además se tendrán en cuenta los efectos locales de las presiones exterior o interior, o de una y otra.

P_4 = presión exterior debida a la columna de agua, para recipientes de presión o partes de éstos situadas en cubiertas expuestas; en los demás casos, $P_4 = 0$.

c) ***Análisis de esfuerzos respecto de cargas estáticas y dinámicas***

- i) Los escantillones de los recipientes de presión se determinarán de acuerdo con los apartados a) y b) del presente párrafo.
- ii) Se calcularán las cargas y los esfuerzos que se produzcan en los emplazamientos de los soportes y de los puntos de fijación de éstos al cuerpo del recipiente. En la medida en que sean aplicables se utilizarán las cargas a que

se hace referencia en la sección 4.3. Los esfuerzos producidos en el emplazamiento de los soportes deberán responder a una norma que la Administración halle aceptable. En casos especiales la Administración podrá exigir un análisis de la fatiga.

- iii) Si la Administración así lo exige, se examinarán de modo especial los esfuerzos secundarios y los térmicos.

d) **Tolerancia relativa a la chapa**

En los recipientes de presión, el espesor calculado según lo dispuesto en el párrafo 4.4.6 a) o el espesor exigido en el párrafo 4.4.6 b), más la tolerancia de corrosión, si la hay, se considerarán valores mínimos sin ninguna tolerancia negativa.

e) **Espesor mínimo del material utilizado para el cuerpo y los fondos**

El espesor mínimo del material utilizado para el cuerpo y los fondos de los recipientes de presión, incluida la tolerancia de corrosión, después del proceso de formación, no será de menos de 5 mm. en el caso de los aceros al carbono-manganeso y aceros al níquel, 3 mm. en el de los aceros austeníticos y 7 mm. en el de las aleaciones de aluminio.

4.5 Esfuerzos admisibles y tolerancia de corrosión

4.5.1 Esfuerzos admisibles

- a) Para los tanques estructurales los esfuerzos admisibles serán en general los correspondientes a la estructura del casco según normas reconocidas.
- b) Para los tanques de membrana, véanse las prescripciones establecidas en el párrafo 4.4.2 e).
- c) Para los tanques independientes de tipo A construidos principalmente con superficies planas, los esfuerzos aplicables a los miembros primarios y secundarios (refuerzos, bulárcamas, vagras, vigas) no serán superiores, cuando los cálculos se efectúen por procedimientos analíticos clásicos, a $\sigma_B/2,66$, ó bien a $\sigma_Y/1,33$ si este segundo valor es menor, en el caso de aceros al carbono-manganeso y aleaciones de aluminio, con los valores de σ_B y σ_Y ajustados definido en el apartado f) del presente párrafo. No obstante, si se efectúan cálculos detallados para los miembros primarios, el esfuerzo equivalente, σ_C , definido en el apartado f), podrá exceder del que se acaba de indicar hasta el límite que la Administración halle aceptable; en los cálculos se tendrán en cuenta los efectos de los esfuerzos flector y cortante y de las deformaciones axial y torsional, así como las fuerzas de interacción entre el casco y el tanque de carga debidas a la flexión del doble fondo y de los fondos del tanque de carga.
- d) i) Para los tanques independientes de tipo B construidos principalmente con cuerpos de revolución, los esfuerzos admisibles no excederán de:

$$\begin{aligned} \sigma_m &\leq f \\ \sigma_L &\leq 1,5 f \\ \sigma_b &\leq 1,5 F \\ \sigma_L + \sigma_b &\leq 1,5 F \\ \sigma_m + \sigma_b &\leq 1,5 F \end{aligned}$$

donde

σ_m = esfuerzo de membrana primario equivalente, general

σ_L = esfuerzo de membrana primario equivalente, local

σ_b = esfuerzo flector primario equivalente

$$f = \frac{\sigma_B}{A} \text{ ó bien } \frac{\sigma_Y}{B}, \text{ si este segundo valor es menor}$$

$$F = \frac{\sigma_B}{C} \text{ ó bien } \frac{\sigma_Y}{D}, \text{ si este segundo valor es menor}$$

σ_m , σ_L y σ_b responden a lo definido en la sección 4.13, y el esfuerzo equivalente, σ_B y σ_Y , a lo definido en el apartado f) del presente párrafo.

Los valores de A, B, C y D figurarán en el Certificado de aptitud que se cita en la sección 1.6 y como mínimo serán los siguientes:

	Aceros al níquel y aceros al carbono-manganeso	Aceros austeníticos	Aleaciones de aluminio
A	3	3,5	4
B	2	1,6	1,5
C	3	3	3
D	1,5	1,5	1,5

- ii) Para los tanques independientes de tipo B construidos principalmente con superficies planas, la Administración podrá exigir que se satisfagan criterios, complementarios o de otra índole, relativos a esfuerzos.
- e) Para los tanques independientes de tipo C, el esfuerzo de membrana equivalente admisible máximo que procede utilizar en los cálculos ajustados a lo dispuesto en el párrafo 4.4.6 a) i) será el correspondiente al menor de los dos valores siguientes:
- $$\frac{\sigma_B}{A} \text{ ó bien } \frac{\sigma_Y}{B}, \text{ donde } \sigma_B \text{ y } \sigma_Y \text{ responden a lo definido en el apartado f) del presente párrafo. Los valores de A y B figurarán en el Certificado de aptitud que se cita en la sección 1.6 y por lo menos igualarán los valores mínimos indicados en la tabla del párrafo 4.5.1 d) i).}$$
- f) A los efectos de lo dispuesto en los apartados c), d) y e) del presente párrafo serán de aplicación los conceptos siguientes:
- i) σ_Y = límite de fluencia mínimo especificado, a la temperatura ambiente. Si la curva de esfuerzos y deformaciones no muestra un límite de fluencia definido, se aplicará un límite convencional del 0,2 por ciento.
- σ_B = resistencia a la tracción mínima especificada, a la temperatura ambiente. Para uniones soldadas de aleaciones de aluminio se utilizará la resistencia a la tracción correspondiente al material en estado recocido.

Las propiedades que se acaban de citar corresponderán a las propiedades mecánicas mínimas especificadas del material, comprendido el metal depositado que se dé en el estado de fabricación. A reserva de que la Administración dedique a esto una atención especial, se podrá tener en cuenta un límite de fluencia y una resistencia a la tracción superiores a baja temperatura. La temperatura en que estén basadas las propiedades del material vendrá indicada en el Certificado de aptitud que se cita en la sección 1.6.

- ii) El esfuerzo equivalente (σ_C) (von Mises, Huber) se determinará mediante la fórmula

$$\sigma_C = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2}$$

donde

σ_x = esfuerzo normal total en dirección x

σ_y = esfuerzo normal total en dirección y

τ_{xy} = esfuerzo cortante total en el plano x-y.

- iii) Cuando los esfuerzos estáticos y dinámicos se calculen por separado, y a menos que estén justificados otros métodos de cálculo, los esfuerzos totales se calcularán aplicando las fórmulas siguientes:

$$\sigma_x = \sigma_{x.st} \pm \sqrt{\Sigma(\sigma_{x.dyn})^2}$$

$$\sigma_y = \sigma_{y.st} \pm \sqrt{\Sigma(\sigma_{y.dyn})^2}$$

$$\tau_{xy} = \tau_{xy.st} \pm \sqrt{\Sigma(\tau_{xy.dyn})^2}$$

donde

$\sigma_{x.st}$, $\sigma_{y.st}$ y $\tau_{xy.st}$ son los esfuerzos estáticos y

$\sigma_{x.dyn}$, $\sigma_{y.dyn}$ y $\tau_{xy.dyn}$ son los esfuerzos dinámicos, todos ellos determinados por separado a partir de los componentes de la aceleración y de los componentes de la deformación del casco debidos a flexión y torsión.

- g) i) Los esfuerzos admisibles correspondientes a materiales distintos de los comprendidos en el Capítulo VI estarán sujetos a la aprobación de la Administración en cada caso.
- ii) Los esfuerzos podrán estar sometidos además a limitaciones impuestas por análisis de fatiga, análisis de propagación de grietas y los criterios de pandeo.

4.5.2 Tolerancia de corrosión

- a) En general no se exigirá ninguna tolerancia de corrosión además del espesor deducido del análisis estructural. No obstante, cuando alrededor del tanque de carga no se ejerza un control ambiental como el que da la inertización, por ejemplo, o cuando la carga sea de naturaleza corrosiva, la Administración podrá exigir una adecuada tolerancia de corrosión.
- b) Para los recipientes de presión no se exige en general tolerancia de corrosión si el contenido del recipiente no es corrosivo y si la superficie exterior está protegida por una atmósfera inerte o por un aislamiento apropiado que cuente con una barrera de vapor aprobada. No se considerará que la pintura ni otros revestimientos de escaso espesor constituyen protección. Cuando se utilicen aleaciones especiales con una aceptable resistencia a la corrosión no se exigirá ninguna tolerancia de corrosión. Si no se satisfacen las condiciones que se acaban de citar, los escantillones calculados de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 4.4.6 deberán experimentar el correspondiente incremento.

4.6 Soportes

4.6.1 Los tanques de carga irán soportados por el casco de un modo que, impidiendo su movimiento por efecto de las cargas estáticas y dinámicas, les permita contraerse y dilatarse según determinen las variaciones de la temperatura y las flexiones del casco sin esfuerzos excesivos para los tanques ni el casco.

4.6.2 Los tanques provistos de soportes estarán proyectados de modo que además puedan resistir un ángulo de escora estático de 30° sin rebasar los esfuerzos admisibles que se indican en el párrafo 4.5.1.

4.6.3 Se calcularán los soportes para la aceleración resultante mayor y más probable, habida cuenta de los efectos de rotación y de traslación. Esta aceleración en una dirección dada podrá determinarse tal como se indica en la Figura 4.1. Los semiejes de la "Elipse de aceleración" se determinarán de acuerdo con lo dispuesto en el párrafo 4.3.4 b).

4.6.4 Se proveerán los soportes necesarios para resistir una fuerza de colisión que, correspondiendo a la mitad del peso del tanque y de la carga, actúe sobre el tanque llegando de proa, y que, correspondiendo a un cuarto del peso del tanque y de la carga, actúe sobre el tanque llegando de popa, sin que se produzca una deformación que pueda suponer peligro para la estructura del tanque.

4.6.5 Las cargas que se citan en los párrafos 4.6.2 y 4.6.4 no tienen por qué combinarse entre sí ni con las inducidas por las olas.

4.6.6 Para los tanques independientes y, en los casos procedentes, los de membrana y semi-membrana, se tomarán las medidas que, dándoles sujeción, los protejan contra los efectos de rotación a que se hace referencia en el párrafo 4.6.3.

4.6.7 Se proveerán dispositivos antiflotación para los tanques independientes. Estos dispositivos serán apropiados para resistir una fuerza ascendente originada por un tanque vacío en un espacio de bodega inundado hasta el calado en carga de verano del buque sin deformación plástica que pueda poner en peligro la estructura del casco.

4.7 Barrera secundaria

4.7.1 Cuando la temperatura de la carga a la presión atmosférica sea inferior a -10°C se proveerá, en los casos en que así se exija en el párrafo 4.7.3, una barrera secundaria destinada a contener temporalmente toda fuga prevista de la carga líquida que atraviese la barrera primaria.

4.7.2 Cuando la temperatura de la carga a la presión atmosférica no sea inferior a -55°C , la estructura del casco podrá actuar como barrera secundaria. En tal caso:

- a) el material de que esté construido el casco habrá de ser apropiado para la temperatura de la carga a la presión atmosférica según lo dispuesto en el párrafo 4.9.2; y
- b) las características de proyecto serán tales que esta temperatura no origine esfuerzos inadmisibles para el casco.

4.7.3 En general, las barreras que se provean en relación con los distintos tipos de tanque se ajustarán a lo indicado en la tabla dada a continuación. Para tanques que no respondan a los tipos básicos definidos en la sección 4.2, la Administración decidirá en cada caso qué prescripciones deberán regir respecto de la barrera secundaria.

Temperatura de la carga a la presión atmosférica	Igual o superior a -10°C	Inferior a -10°C hasta -55°C	Inferior a -55°C
Tipo básico de tanque	No se exige barrera secundaria	El casco puede actuar como barrera secundaria	Barrera secundaria distinta si está exigida
Estructural De membrana De semimembrana Independiente Tipo A Tipo B Tipo C		Tipo de tanque no permitido normalmente ¹ Barrera secundaria completa Barrera secundaria completa ² Barrera secundaria completa Barrera secundaria parcial No se exige barrera secundaria	

- 1 Normalmente se exigirá una barrera secundaria completa si se permiten cargas con una temperatura inferior a -10°C a la presión atmosférica, de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 4.2.1.
- 2 En el caso de tanques de semimembrana que cumplen en todos los aspectos con las prescripciones aplicables a tanques independientes de tipo B, salvo por lo que respecta a la modalidad de transporte, la Administración podrá, tras realizar un examen especial, aceptar una barrera secundaria parcial.

4.7.4 La barrera secundaria estará proyectada de modo que:

- a) sea capaz de contener toda fuga prevista de líquido durante un periodo de 15 días, a menos que rijan prescripciones distintas para determinados viajes, teniendo en cuenta el espectro de cargas a que se hace referencia en el párrafo 4.3.4 d);
- b) impida que la temperatura de la estructura del buque descienda a un nivel peligroso en caso de fuga producida en la barrera primaria, según se indica en el párrafo 4.8.2; y
- c) el mecanismo de fallo destinado a la barrera primaria no provoque también el fallo de la barrera secundaria y viceversa.

4.7.5 La barrera secundaria deberá realizar sus funciones dado un ángulo de escora estático de 30° .

- 4.7.6 a) Cuando se exija una barrera secundaria parcial, su extensión se determinará basándola en la fuga del producto transportado, correspondiente a la extensión del fallo resultante del espectro de cargas a que se hace referencia en el párrafo 4.3.4 d) tras la detección inicial de una fuga en la barrera primaria. Podrá tenerse en cuenta la evaporación de líquido, la velocidad de la fuga, la capacidad real de bombeo y otros factores pertinentes. No obstante, en todos los casos el fondo interior estará protegido contra la carga líquida en el emplazamiento de los tanques de carga.
- b) Apartados de la barrera secundaria parcial se instalarán dispositivos tales como una pantalla rociadora con objeto de desviar la carga líquida hacia el espacio situado entre las barreras primaria y secundaria y mantener la temperatura de la estructura del casco a un nivel que no encierre riesgos.

4.7.7 La barrera secundaria será tal que permita comprobar su eficacia a intervalos periódicos mediante una prueba de vacío, una inspección ocular u otro método apropiado que la Administración halle aceptable. Este método tendrá que ser sometido a la consideración de la Administración a fines de aprobación.

4.8 Aislamiento

4.8.1 Cuando se transporte un producto a una temperatura inferior a -10°C se proveerá el aislamiento que garantice que la temperatura de la estructura del casco no descenderá por debajo de la temperatura de servicio mínima admisible estipulada en el Capítulo VI para la calidad de acero de que se trate cuando los tanques de carga se encuentren a su temperatura de proyecto y las temperaturas ambiente sean de 5°C para al aire y de 0°C para el agua del mar. En general estas condiciones podrán regir para el servicio en todo el mundo. No obstante, la Administración podrá aceptar valores superiores de las temperaturas ambiente para buques que operen en zonas restringidas. A la inversa, la Administración podrá fijar valores inferiores de las temperaturas ambiente para buques que de vez en cuando o con regularidad efectúen viajes a zonas situadas en latitudes en las que se espere que durante los meses del invierno se den dichas temperaturas inferiores. Las temperaturas ambiente consideradas en el proyecto deberán constar en el Certificado de aptitud que se cita en la sección 1.6.

4.8.2 Cuando se exija una barrera secundaria completa o parcial, en los cálculos se utilizarán las hipótesis establecidas en el párrafo 4.8.1 para comprobar que la temperatura de la estructura del casco no desciende por debajo de la temperatura de servicio mínima admisible estipulada en el Capítulo VI para la calidad de acero de que se trate. Se supondrá que la barrera secundaria completa o parcial está a la temperatura de la carga a la presión atmosférica.

4.8.3 Los cálculos exigidos en los párrafos 4.8.1 y 4.8.2 se efectuarán suponiendo aire en calma y aguas tranquilas, y salvo en la medida en que lo dispuesto en el párrafo 4.8.4 lo permita, no se tendrán en cuenta los dispositivos de caldeo. En el caso a que se hace referencia en el párrafo 4.8.2 se tendrá en cuenta el efecto de enfriamiento del vapor desprendido de la fuga de la carga en los estudios de transmisión de calor. Respecto de los miembros que interconectan las partes interior y exterior del casco se podrá tomar la temperatura media para determinar la calidad del acero.

4.8.4 En todos los casos a que se hace referencia en los párrafos 4.8.1 y 4.8.2 y respecto de las condiciones en que la temperatura ambiente sea de 5°C para el aire y de 0°C para el agua del mar se podrán utilizar medios aprobados de caldeo del material que constituye los componentes estructurales transversales del casco para garantizar que las temperaturas de dicho material no desciendan por debajo de los valores mínimos admisibles. Si se especifican valores de temperatura ambiente inferiores, podrán utilizarse también medios de caldeo aprobados para el material constitutivo de componentes estructurales longitudinales del casco, a condición de que dicho material siga siendo adecuado con temperaturas de 5°C para el aire y 0°C para el agua del mar, sin necesidad de caldeo. Tales medios de caldeo deberán satisfacer las prescripciones siguientes:

- a) se dispondrá de calor suficiente para mantener la estructura del casco por encima de la temperatura mínima admisible en las condiciones mencionadas en los párrafos 4.8.1 y 4.8.2;
- b) el sistema de caldeo estará dispuesto de modo que si falla una parte cualquiera del sistema quepa mantener un caldeo de reserva igual por lo menos al 100 por ciento de la carga calorífica teórica;
- c) se considerará el sistema de caldeo como equipo auxiliar esencial; y
- d) la concepción y la construcción del sistema de caldeo deberán ser satisfactorios a juicio de la Administración.

4.8.5 En la determinación del espesor del aislamiento se prestará la debida atención a la cantidad de evaporación aceptable en conjunción con la instalación de relicuación de a bordo, la maquinaria de propulsión principal o cualquier otro sistema regulador de la temperatura.

4.9 Materiales

4.9.1 Las planchas del forro exterior y de la cubierta del buque y todos los refuerzos unidos a ellas se ajustarán a normas reconocidas, a menos que la temperatura de servicio del material sea normalmente inferior a 0°C a causa del efecto producido por la carga a baja temperatura, en cuyo caso el material se ajustará a lo establecido en la Tabla 6.5, suponiendo que la temperatura ambiente del agua y la del aire sean respectivamente de 0°C y 5°C.

4.9.2 El material del casco que forma la barrera secundaria se ajustará a lo establecido en la Tabla 6.2. Los materiales metálicos utilizados en las barreras secundarias que no forman parte de la estructura del casco se ajustarán a lo establecido en las Tablas 6.2 y 6.3, según proceda.

4.9.3 Los materiales utilizados en la construcción de los tanques de carga se ajustarán a lo establecido en las Tablas 6.1, 6.2 ó 6.3.

4.9.4 Los materiales distintos de aquellos a los que se hace referencia en los párrafos 4.9.1, 4.9.2 y 4.9.3, utilizados en la construcción del buque, que estén sometidos a una temperatura reducida por la naturaleza de la carga transportada y que no formen parte de la barrera secundaria, se ajustarán a lo establecido en la Tabla 6.5 en cuanto a las temperaturas determinadas según lo estipulado en la sección 4.8. Figuran aquí las planchas del forro interior, de los mamparos longitudinales y de los mamparos transversales, pisos, bulárcamas, trancañiles y todos los miembros de refuerzo que lleven unidos.

4.9.5 Los materiales de aislamiento serán adecuados para las cargas que pueda imponerles la estructura adyacente.

4.9.6 Cuando el emplazamiento y/o las condiciones ambientales hagan esto necesario, los materiales de aislamiento tendrán las oportunas propiedades de resistencia al fuego y a la propagación de la llama y estarán adecuadamente protegidos contra la penetración del vapor de agua y contra daños de índole mecánica.

4.9.7 Los materiales de aislamiento serán objeto de las pruebas que determinen si son aceptables por lo que respecta a las propiedades siguientes, según sean éstas aplicables:

- compatibilidad con la carga
- solubilidad en la carga
- absorción de la carga
- contracción
- envejecimiento
- proporción de células cerradas
- densidad
- propiedades mecánicas
- dilatación térmica
- abrasión
- cohesión
- conductividad térmica
- resistencia a las vibraciones
- resistencia al fuego y a la propagación de la llama.

4.9.8 Los procedimientos de fabricación, almacenamiento, manipulación, instalación, control de la calidad y prevención de la exposición perjudicial de los materiales de aislamiento a la luz solar deberán ser satisfactorios a juicio de la Administración.

4.9.9 Cuando se utilice en el aislamiento un material en polvo o granulado se tomarán las medidas oportunas para evitar su compactación a causa de las vibraciones. En el proyecto correspondiente figurarán medios destinados a asegurar que el material permanecerá lo bastante suelto como para conservar la conductividad térmica necesaria y evitar todo aumento excesivo de presión en el sistema de contención de la carga.

4.10 Construcción y pruebas

- 4.10.1 a) Todas las juntas soldadas del cuerpo de los tanques independientes serán del tipo de soldadura a tope de penetración total. Para las uniones entre la bóveda y el cuerpo, la Administración podrá aprobar soldaduras en T del tipo de penetración total. Salvo por lo que respecta a pequeñas penetraciones en las bóvedas, las soldaduras de las toberas también se proyectarán en general con penetración total.
- b) Para el soldeo de las juntas de los tanques independientes de tipo C se tendrán en cuenta las siguientes particularidades:
- i) Todas las juntas longitudinales y circunferenciales de los recipientes de presión serán del tipo de soldadura a tope de penetración total, en W o en V. Las soldaduras a tope de penetración total se obtendrán por soldeo doble o empleando anillos cubrejunta internos. Si se utilizan estos anillos cubrejunta internos deberán retirarse, salvo aprobación expresa de la Administración, para recipientes de elaboración a presión muy pequeños. La Administración podrá autorizar otros tipos de preparación de bordes, a la vista de los resultados obtenidos en pruebas realizadas en la fase de aprobación del procedimiento de soldeo.
 - ii) La preparación del bisel de las juntas entre el cuerpo de los recipientes de presión y las bóvedas y entre éstas y los accesorios pertinentes se proyectará de acuerdo con una norma relativa a recipientes de presión que la Administración halle aceptable. Todas las soldaduras que conecten toberas, bóvedas u otros componentes penetrantes en el recipiente y todas las soldaduras que conecten bridas al recipiente o a toberas serán del tipo de penetración total y atravesarán en todo su espesor la pared del recipiente o de la tobera, salvo aprobación especial de la Administración para toberas de pequeño diámetro.

4.10.2 La calidad de los trabajos ejecutados será la que la Administración juzgue satisfactoria. La inspección y las pruebas indestructivas de las soldaduras hechas en tanques que no sean tanques independientes de tipo C se ajustarán a las prescripciones del párrafo 6.3.7.

4.10.3 Para los tanques de membrana, las medidas de garantía de la calidad, el tipo del procedimiento de soldadura, los pormenores del proyecto, los materiales, la construcción, la inspección y las pruebas de los componentes durante la fabricación de éstos, se ajustarán a normas desarrolladas durante el programa de comprobación del prototipo.

4.10.4 Para los tanques de semimembrana regirán las prescripciones pertinentes de la presente sección destinadas a los tanques independientes o los de membrana, según proceda.

4.10.5 Los tanques estructurales se probarán hidrostática o hidroneumáticamente de un modo que la Administración juzgue satisfactorio. En general la prueba se realizará de manera que los esfuerzos se aproximen tanto como sea posible a los esfuerzos de proyecto y de manera que la presión producida en la parte superior del tanque corresponda por lo menos al MARVS.

4.10.6 En los buques provistos de tanques de membrana o semimembrana, los coferdanes y todos los espacios que normalmente contengan líquido y sean adyacentes a la parte estructural del casco que dé soporte a la membrana se probarán hidrostática o hidroneumáticamente de acuerdo con normas reconocidas. Además, toda otra estructura de bodega que dé soporte a la membrana será sometida a pruebas de estanqueidad. Los túneles de tuberías y otros compartimientos que normalmente no contengan líquido no necesitarán ser probados hidrostáticamente.

4.10.7 Para los tanques independientes de tipo C, la inspección y las pruebas indestructivas se realizarán del modo siguiente:

- a) **Fabricación y calidad de los trabajos ejecutados** — Las tolerancias relativas a la fabricación y a la ejecución de trabajos, como las que supongan determinadas inexactitudes de circularidad o en la alineación de juntas soldadas y en la variación gradual de planchas de espesores diferentes, se ajustarán a normas aceptables para la Administración. Las tolerancias guardarán asimismo relación con el análisis de pandeo citado en el párrafo 4.4.6 b).
- b) **Pruebas indestructivas** — Por lo que respecta a la realización y extensión de las pruebas indestructivas de juntas soldadas, la amplitud de tales pruebas será total o parcial de conformidad con normas aceptables para la Administración, pero las operaciones de control que habrá que efectuar serán cuando menos las siguientes:

- i) Prueba indestructiva total a que se hace referencia en el párrafo 4.4.6 a) iii):

Radiografía:

soldaduras a tope, 100 por ciento, y

Detección de grietas superficiales:

todas las soldaduras, 10 por ciento

anillos de refuerzo alrededor de orificios, toberas, etc., 100 por ciento.

Cabrá aceptar como posibilidad distinta la comprobación ultrasónica en sustitución parcial de la radiográfica, si la Administración lo autoriza especialmente. Además, la Administración podrá exigir la comprobación ultrasónica total de la soldadura de los anillos de refuerzo alrededor de orificios, toberas, etc.

- ii) Prueba indestructiva parcial a que se hace referencia en el párrafo 4.4.6 a) iii):

Radiografía:

soldaduras a tope: todas las juntas de cruce soldadas y por lo menos el 10 por ciento de la longitud total en posiciones seleccionadas y uniformemente distribuidas, y

Detección de grietas superficiales:

anillos de refuerzo alrededor de orificios, toberas, etc., 100 por ciento

Comprobación ultrasónica:

la que pueda exigir la Administración en cada caso.

4.10.8 Cada uno de los tanques independientes será sometido a una prueba hidrostática o hidroneumática realizada del modo siguiente:

- a) Para los tanques independientes de tipo A se realizará de manera que los esfuerzos se aproximen tanto como sea posible a los esfuerzos de proyecto y de manera que la presión producida en la parte superior del tanque corresponda por lo menos al MARVS. Cuando se lleve a cabo una prueba hidroneumática las condiciones deberán simular, tanto como sea posible, la carga que realmente impone el tanque y sus soportes.
- b) Para los tanques independientes de tipo B, la prueba se efectuará de acuerdo con lo estipulado en el apartado a) del presente párrafo para tanques independientes de tipo A. Además, el esfuerzo primario máximo de membrana o el esfuerzo flector máximo de los miembros primarios no excederán, en las condiciones de realización de la prueba, del 90 por ciento del límite de fluencia del material (en la fase de fabricación de éste) a la temperatura de la prueba. Como garantía de que se satisface esta condición, cuando los

cálculos indiquen que el esfuerzo citado excede del 75 por ciento del límite de fluencia, se vigilará la prueba del prototipo con extensímetros u otros instrumentos apropiados.

- c) Los tanques independientes de tipo C se probarán del modo siguiente:
- i) Cada recipiente de presión será objeto, ya completamente fabricado, de una prueba hidrostática a una presión, medida en la parte superior de los tanques, de no menos de $1,5 P_0$; pero en ningún caso, durante la realización de la prueba de presión, el esfuerzo primario calculado de la membrana excederá en ningún punto del 90 por ciento del límite de fluencia del material. La definición de P_0 figura en el párrafo 4.2.5. Como garantía de que se satisface esta condición, cuando los cálculos indiquen que el esfuerzo citado rebasará en 0,75 veces el límite de fluencia, se vigilará la prueba del prototipo con extensímetros u otros instrumentos apropiados montados en los recipientes de presión, salvo si éstos son sencillos modelos cilíndricos o esféricos.
 - ii) La temperatura del agua utilizada para la prueba será de por lo menos 30°C más alta que la temperatura de transición a la ductilidad nula asignada al material en su fabricación.
 - iii) Se mantendrá la presión durante dos horas por cada 25 milímetros de espesor y en ningún caso durante menos de dos horas.
 - iv) Cuando sea necesario, y con la aprobación expresa de la Administración, los recipientes de presión para la carga se podrán someter a una prueba hidroneumática en las condiciones estipuladas en los apartados i), ii) y iii) del presente párrafo.
 - v) La Administración podrá prestar una atención especial a la prueba de los tanques en los cuales se den esfuerzos admisibles más elevados, que dependerá de la temperatura de servicio. No obstante, se cumplirá plenamente con las prescripciones del apartado i) del presente párrafo.
 - vi) Tras su terminación y ensamble, cada recipiente de presión será sometido con sus accesorios a una prueba de estanqueidad adecuada.
 - vii) La prueba neumática de los recipientes de presión que no sean tanques de carga será objeto de estudio en cada caso por parte de la Administración. Sólo será autorizada para los recipientes que por sus características de proyecto y/o su sistema de soporte no se puedan llenar de agua sin riesgos, o para los que no puedan secarse y vayan a ser utilizados en un servicio en el que no se puedan aceptar vestigios del agente de la prueba.

4.10.9 Todos los tanques se someterán a una prueba de estanqueidad que podrá efectuarse en combinación con la prueba de presión mencionada en el párrafo 4.10.8 o aparte.

4.10.10 Las prescripciones relativas a la inspección de las barreras secundarias serán estipuladas por la Administración en cada caso.

4.10.11 En los buques provistos de tanques independientes de tipo B, por lo menos un tanque y su soporte llevarán instrumentos que confirmen los niveles de esfuerzos, a menos que el proyecto del buque y la disposición que corresponda a éste de acuerdo con sus dimensiones estén respaldados por una amplia experiencia. La Administración podrá exigir instrumentos análogos para los tanques independientes de tipo C, de acuerdo con la configuración de éstos y la disposición de sus soportes y accesorios.

4.10.12 Se verificará si el rendimiento global del sistema de contención de la carga se ajusta a los parámetros del proyecto durante el enfriamiento inicial y las operaciones de carga y descarga. Se llevará un registro, que estará a la disposición de la Administración, del rendimiento de los componentes y del equipo esenciales para verificar los parámetros del proyecto.

4.10.13 Los dispositivos de caldeo instalados de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 4.8.4, serán sometidos a pruebas que determinen si se ajustan a lo prescrito en cuanto a producción y distribución de calor.

4.10.14 Después del primer viaje en carga se inspeccionará el casco para comprobar si presenta puntos fríos.

4.10.15 Respecto de los tanques independientes de tipo C, el marcado exigido del recipiente de presión se realizará por un método que no provoque esfuerzos locales inadmisibles.

4.11 Relajación de esfuerzos en tanques independientes de tipo C

- a) Los tanques independientes de tipo C de acero al carbono y al carbono-manganeso serán objeto de termotratamiento postsoldadura si la temperatura de proyecto es inferior a -10°C . En todos los demás casos y para materiales distintos de los citados el termotratamiento postsoldadura será el que la Administración juzgue satisfactorio. Asimismo la temperatura de saturación y el tiempo de difusión interior del calor serán los que a juicio de la Administración resulten satisfactorios.
- b) En el caso de grandes recipientes de presión para la carga, de acero al carbono o al carbono-manganeso, respecto de los cuales sea difícil efectuar el termotratamiento, en lugar de éste se podrá aplicar presionización para la relajación mecánica de los esfuerzos, con la aprobación de la Administración y a condición de que se cumplan las condiciones siguientes:
 - i) Las piezas complejas soldadas, como sumideros o bóvedas que lleven toberas, con las planchas adyacentes del cuerpo del recipiente de presión, serán sometidas a termotratamiento antes de proceder a soldarlas a piezas más grandes del recipiente.
 - ii) Los espesores de plancha no excederán de los establecidos en una norma aceptable para la Administración.
 - iii) Se realizará un análisis detallado de los esfuerzos para determinar si mientras se produce la relajación mecánica de éstos el esfuerzo primario máximo de membrana se aproxima mucho al 90 por ciento del límite de fluencia del material, pero sin rebasarlo. La Administración podrá exigir que se efectúen mediciones de los esfuerzos mientras se esté aplicando la presionización para la relajación de los mismos, a fin de verificar los cálculos.
 - iv) El procedimiento de relajación mecánica de esfuerzos que se vaya a seguir necesitará la aprobación previa de la Administración.

4.12 Fórmulas de orientación respecto de los componentes de la aceleración

Las fórmulas consignadas a continuación se ofrecen como orientación respecto de los componentes de la aceleración debida a los movimiento del buque, en el caso de buques con eslora de más de 50 metros. Estas fórmulas corresponden a un nivel de probabilidad de 10^{-8} en el Atlántico Norte.

- a) aceleración vertical, según se le define en el párrafo 4.3.4 f)

$$a_z = \pm a_0 \sqrt{1 + (5,3 - \frac{45}{L_0})^2 (\frac{X}{L_0} + 0,05)^2 (\frac{0,6}{C_B})^2}$$

- b) aceleración transversal, según se le define en el párrafo 4.3.4 f)

$$a_y = \pm a_0 \sqrt{0,6 + 2,5 (\frac{X}{L_0} + 0,05)^2 + K(1 + 0,6 K \frac{Z}{B})^2}$$

- c) aceleración longitudinal, según se le define en el párrafo 4.3.4 f)

$$a_x = \pm a_0 \sqrt{0,06 + A^2} - 0,25 A$$

$$\text{en la que } A = \left(0,7 - \frac{L_0}{1200} + 5 \frac{z}{L_0}\right) \left(\frac{0,6}{C_B}\right)$$

- d) En las fórmulas dadas en el presente párrafo:

- i) L_0 = Eslora del buque para determinar los eşcantillones definidos en normas reconocidas (m)

C_B = Coeficiente de bloque

B = La mayor manga de trazado (m)

x = Distancia longitudinal (m) desde el centro del buque hasta el centro de gravedad del tanque con su contenido. El valor de x es positivo a proa del centro y negativo a popa del centro.

z = distancia vertical (m) desde la flotación real del buque hasta el centro de gravedad del tanque con su contenido. El valor de z es positivo por encima de la flotación y negativo por debajo de ésta.

$$a_0 = 0,2 \frac{V}{\sqrt{L_0}} + \frac{34 - \frac{600}{L_0}}{L_0} \quad \text{donde } V = \text{velocidad de servicio en nudos}$$

K = 1, en general. Cuando las condiciones para cargar y la forma del casco sean especiales, podrá ser necesario determinar K con la fórmula dada a continuación

$$K = \frac{13GM}{B}, \quad \text{donde } K \geq 1,0 \text{ y } GM = \text{altura metacéntrica (m)}$$

- ii) a_x , a_y y a_z son las aceleraciones máximas adimensionales (es decir, relativas a la aceleración de la gravedad) dadas en las direcciones respectivas, considerándose que a efectos de los cálculos actúan por separado. a_z no comprende el peso estático, a_y comprende el componente del peso estático en la dirección transversal debida al balance, y a_x comprende el componente del peso estático en la dirección longitudinal debida al cabeceo.

4.13 Categorías de esfuerzos

A efectos de evaluación de los esfuerzos a que se hace referencia en el párrafo 4.5.1 d), en la presente sección se definen las categorías de esfuerzos.

4.13.1 **Esfuerzo normal:** componente del esfuerzo perpendicular al plano de referencia.

4.13.2 **Esfuerzo de membrana:** componente del esfuerzo normal que se reparte uniformemente y que es igual al valor medio del esfuerzo ejercido a través del espesor de la sección que se esté considerando.

4.13.3 **Esfuerzo flector:** esfuerzo variable ejercido a través del espesor de la sección que se esté considerando, tras haber deducido el esfuerzo de membrana.

4.13.4 **Esfuerzo cortante:** componente del esfuerzo que actúa en el plano de referencia.

4.13.5 **Esfuerzo primario:** esfuerzo producido al cargar; como efecto de esta imposición, que es necesario para equilibrar las fuerzas y los momentos exteriores. La característica fundamental de un esfuerzo primario radica en que no es autolimitador. Los esfuerzos primarios que rebasen considerablemente el límite de fluencia darán como resultado un fallo o, al menos, deformaciones de consideración.

4.13.6 **Esfuerzo primario general de membrana:** esfuerzo primario de membrana, distribuido de tal manera en la estructura que no se produce una redistribución de la carga como resultado de la deformación permanente.

4.13.7 **Esfuerzo primario local de membrana:** hay casos en los que un esfuerzo de membrana producido por la presión o por otra carga mecánica, combinado con un efecto primario y/o un efecto de discontinuidad provoca una deformación excesiva en la transferencia de cargas a otras partes de la estructura. Se clasifica tal esfuerzo como esfuerzo primario local de membrana, aunque tiene algunas características de esfuerzo secundario. Una región de esfuerzos se podrá considerar como local si:

$$S_1 \leq 0,5\sqrt{Rt} \quad \gamma$$

$$S_2 \geq 2,5\sqrt{Rt}$$

donde

S_1 = distancia en la dirección meridional a lo largo de la cual el esfuerzo equivalente excede de $1,1 f$

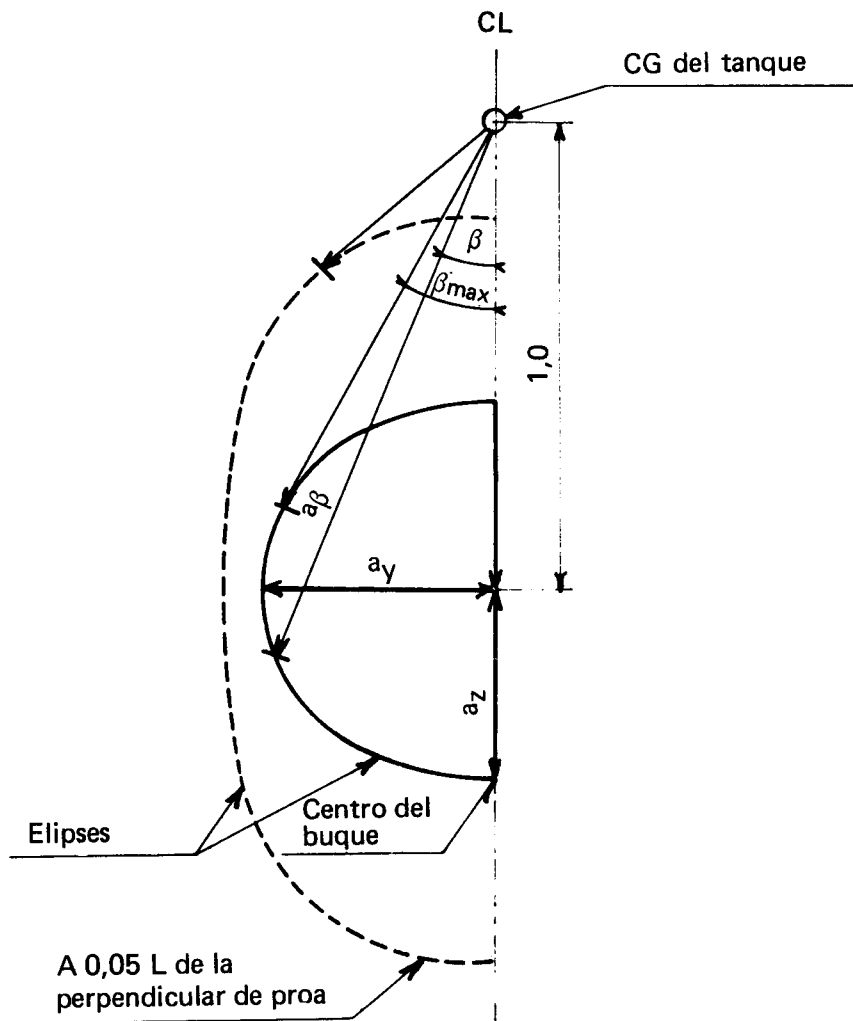
S_2 = distancia en la dirección meridional a otra región en la que se rebasan los límites del esfuerzo primario general de membrana

R = radio medio del recipiente

t = espesor del cuerpo del recipiente en el punto en que se rebasa el límite del esfuerzo primario general de membrana

f = esfuerzo primario general de membrana admisible.

4.13.8 **Esfuerzo secundario:** esfuerzo normal o esfuerzo cortante desarrollado por constricciones de partes contiguas o por la autoconstricción de una estructura. La característica fundamental del esfuerzo secundario radica en que es autolimitador. La deformación local permanente y las deformaciones menores pueden satisfacer las condiciones que hacen que se produzca el esfuerzo.



a_{β} = aceleración resultante (estática y dinámica) en una dirección cualquiera β

a_y = componente transversal de la aceleración

a_z = componente vertical de la aceleración

Figura 4.1 – Elipse de la aceleración

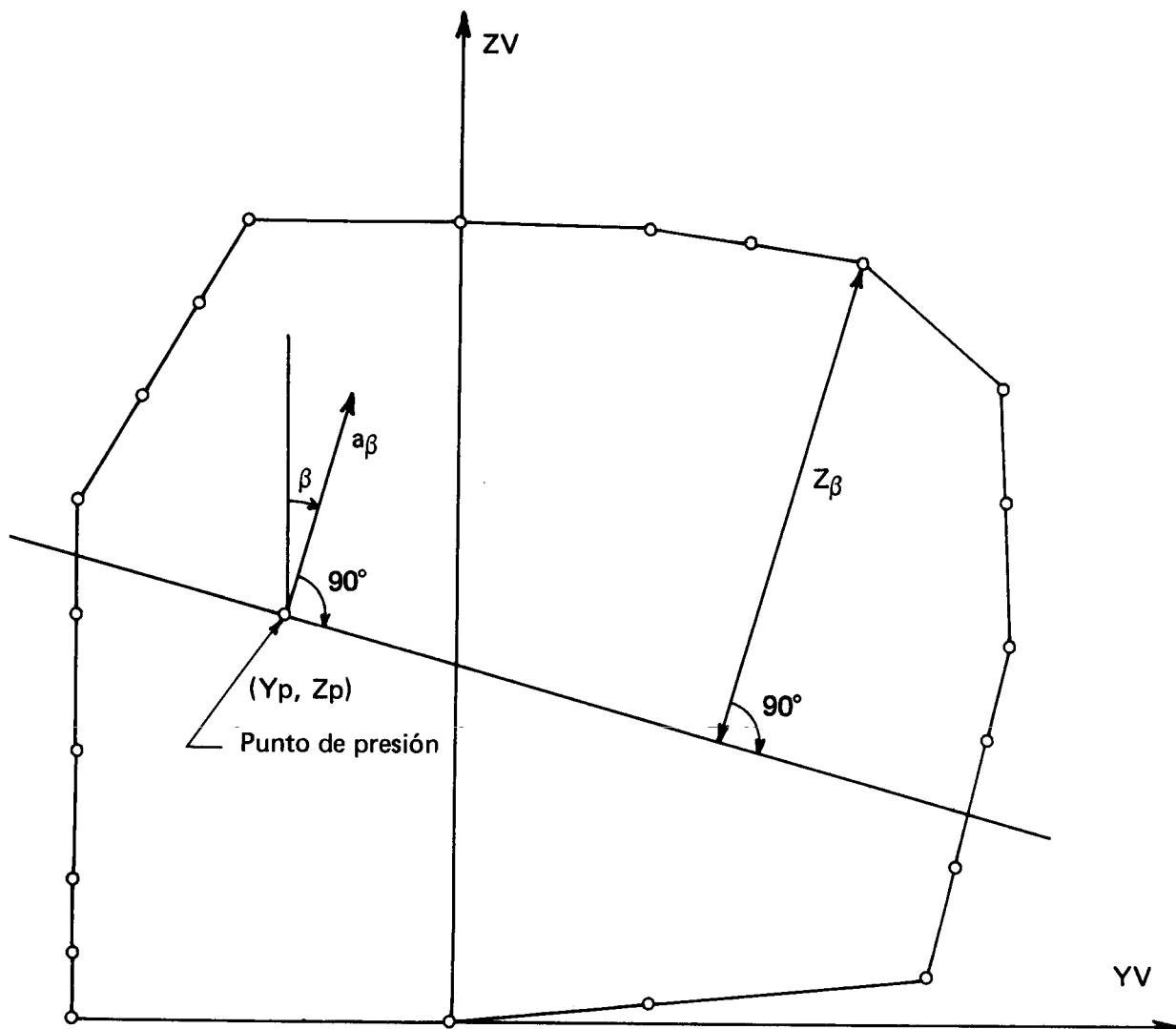
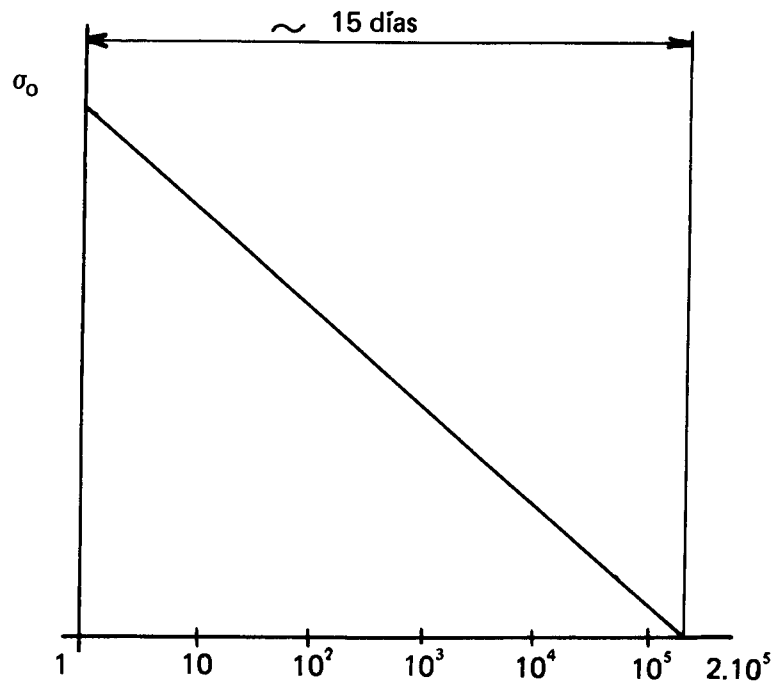


Figura 4.2 – Determinación de las alturas piezométricas



Ciclos de respuesta

σ_0 = esfuerzo máximo más probable durante todo el periodo de utilización del buque

La escala de los ciclos de respuesta es logarítmica; el valor de $2 \cdot 10^5$ se da como ejemplo de estimación.

Figura 4.3 – Distribución simplificada de las cargas

CAPITULO V – RECIPIENTES DE ELABORACION A PRESION Y SISTEMAS DE TUBERIAS PARA LIQUIDOS Y VAPOR, Y DE PRESION

5.1 Generalidades

5.1.1 Las Administraciones tomarán las medidas que garanticen la uniformidad en la puesta en vigor y aplicación de las disposiciones del presente Capítulo.*

5.1.2 Las prescripciones que para los tanques independientes de tipo C se dan en el Capítulo IV podrán ser también aplicables a los recipientes de elaboración a presión, si así lo exige la Administración. Si esto ocurre, la expresión “recipientes de presión” utilizada en el Capítulo IV se entenderá referida tanto a los tanques independientes de tipo C como a los recipientes de elaboración a presión.

5.2 Tuberías para paso de la carga y para procesos de elaboración

- 5.2.1 a) Las prescripciones de la presente sección son aplicables a las tuberías para productos y a las de elaboración, con inclusión de las de vapor y los conductos de ventilación de las válvulas de seguridad, y tuberías análogas. Las tuberías de instrumentos que no contengan carga quedan exentas de las presentes prescripciones.
- b) Se tomarán las medidas oportunas, mediante el empleo de desviaciones, vueltas, codos, juntas de dilatación mecánica como las de fuelle, juntas deslizantes y juntas de rótula o medios análogos e igualmente apropiados, para proteger las tuberías, los componentes de los sistemas de tuberías y los tanques de carga contra los esfuerzos excesivos debidos a las fluctuaciones térmicas y a los movimientos del tanque y de la estructura del casco. Cuando en las tuberías haya que utilizar juntas de dilatación mecánica, el número de éstas será el menor posible y si se les sitúa fuera de los tanques de carga, serán del tipo de fuelle.

5.2.2 Las tuberías de baja temperatura se aislarán térmicamente de la parte de la estructura del casco junto a la cual se hallen, en los casos en que esto sea necesario, para impedir que la temperatura del casco descienda por debajo de la temperatura de proyecto del material utilizado en la construcción del casco. Cuando las tuberías para líquidos se desmonten con regularidad o cuando sea posible prever fugas de líquidos, como en el caso de las conexiones a tierra y dispositivos obturadores de bombas, se protegerá la parte del casco que se halle debajo.

5.2.3 Cuando los tanques o las tuberías estén separados de la estructura del buque por aislamiento térmico, se tomarán las medidas oportunas para conectar eléctricamente las tuberías y los tanques. Todas las juntas frisadas de las tuberías y las conexiones de los conductos flexibles deberán quedar conectadas eléctricamente.

5.2.4 Se proveerán los medios adecuados para aliviar la presión y extraer el contenido líquido de los colectores transversales utilizados para cargar y descargar y/o de los conductos flexibles de carga que van a los tanques o a otro emplazamiento adecuado, antes de desconectar dichos conductos.

* Véase el Reglamento vigente para los miembros y miembros asociados de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación y en especial la prescripción 94 de las prescripciones unificadas de dicha Asociación.

5.2.5 Las válvulas manorreductoras que descarguen el producto líquido del sistema de tuberías para paso de la carga lo verterán en los tanques de carga; otra posibilidad será que descarguen en el tubo vertical de ventilación de la carga si se han provisto medios que detecten y evacuen toda porción de carga líquida que pueda penetrar en el sistema de ventilación. Las válvulas manorreductoras de las bombas para la carga deberán descargar hacia la aspiración de éstas.

5.2.6 Escantillones basados en la presión interior

a) Generalidades

A reserva de lo dispuesto en el apartado d) del presente párrafo, el espesor de pared de las tuberías no será inferior a

$$t = \frac{t_0 + b + c}{1 - \frac{a}{100}}$$

donde

t = espesor mínimo (mm)

t_0 = espesor teórico (mm)

$$t_0 = PD / (200 K e + P)$$

siendo

P = la presión de proyecto (kp/cm²) citada en el apartado b) del presente párrafo

D = diámetro exterior (mm)

K = esfuerzo admisible (kp/mm²) citado en el apartado c) del presente párrafo

e = coeficiente de eficacia, con e igual a 1,0 para los tubos sin costura y para los soldados longitudinalmente y en espiral, entregados por fabricantes aprobados de tubos soldados, que se consideran como equivalentes de tubos sin costura cuando se llevan a cabo pruebas indestructivas de las soldaduras ajustándolas a normas reconocidas. En otros casos la Administración podrá determinar un valor del coeficiente de eficacia que dependerá de los sistemas de fabricación.

b = tolerancia de curvatura (mm). El valor de b se elegirá de modo que el esfuerzo calculado en la curva, debido sólo a la presión interior, no exceda del esfuerzo admisible. Cuando no se dé esta justificación, el valor de b será el que determine la fórmula

$$b = \frac{Dt_0}{2,5r}$$

donde

r = radio medio de la curva (mm)

c = tolerancia de corrosión (mm). Si se prevé corrosión o erosión se incrementará el espesor de pared de las tuberías de modo que rebase el determinado por otras prescripciones establecidas en el proyecto. Esta tolerancia guardará proporción con la duración prevista de las tuberías.

a = tolerancia negativa de fabricación para el espesor (%).

b) **Presión de proyecto**

- i) La presión de proyecto P que figura en la fórmula dada en el apartado a) del presente párrafo para la determinación de t_0 es la presión máxima a la cual se podrá someter el sistema en servicio, teniendo en cuenta la máxima presión de tarado correspondiente a cualquiera de las válvulas manorreductoras del sistema.
- ii) Las tuberías y los componentes del sistema de tuberías que no estén protegidos por una válvula manorreductora o que puedan quedar aislados de su válvula manorreductora, estarán concebidos de modo que acepten el mayor de los valores siguientes, por lo menos:
 - 1) la presión del vapor de la carga a 45°C; o
 - 2) el MARVS del tanque de carga; o
 - 3) la presión de régimen de la válvula manorreductora para la descarga de la bomba o el compresor correspondientes; o
 - 4) la altura de impulsión total máxima de la bomba o el compresor citados, cuando no se ha instalado válvula manorreductora para la descarga.

c) **Esfuerzo admisible**

Para las tuberías, el esfuerzo admisible que habrá que considerar en la fórmula dada en el apartado a) del presente párrafo para la determinación de t será el menor de los valores siguientes:

$$\frac{\sigma_B}{A} \text{ o bien } \frac{\sigma_Y}{B}$$

donde

σ_B = resistencia mínima a la tracción, especificada a la temperatura ambiente (kp/mm²)

σ_Y = límite de fluencia mínimo inferior especificado o límite de elasticidad, en un 0,2 por ciento, a la temperatura ambiente (kp/mm²).

Los valores de A y B deberán constar en el Certificado de aptitud que se cita en la sección 1.6 y serán, como mínimo, A = 2,7 y B = 1,8.

d) **Espesor mínimo de pared**

- i) El espesor mínimo se ajustará a lo establecido en normas reconocidas.
- ii) Cuando sea necesario, para disponer de una resistencia mecánica con la que evitar daños a las tuberías o que éstas se desplomen o experimenten flexión o pandeo excesivos, derivados de cargas superpuestas por los soportes, la flexión del buque u otras causas, el espesor de pared será mayor que el erigido en el apartado a) del presente párrafo o, si esto es imposible u origina esfuerzos locales excesivos, se reducirán tales cargas, se proveerá protección contra ellas o se les eliminará por otros métodos adoptados en el proyecto.

e) **Bridas, válvulas y otros accesorios**

- i) Para la selección de bridas, válvulas y otros accesorios se seguirá una norma que resulte aceptable a la Administración habida cuenta de la presión de proyecto definida en el apartado b) del presente párrafo con un mínimo de 10 kp/cm². Para las tuberías de extremos abiertos esa presión será por lo menos de 5 kp/cm². Para juntas de dilatación de fuelle utilizadas en relación con el vapor, la Administración podrá aceptar una presión de proyecto mínima que sea inferior.

- ii) Para las bridas no ajustadas a una norma, sus dimensiones y las de los pernos correspondientes serán las que la Administración juzgue satisfactorias.

5.2.7 *Análisis de esfuerzos*

Cuando la temperatura de proyecto sea igual o inferior a -110°C , se presentará a la Administración un análisis completo de esfuerzos por cada derivación del sistema de tuberías, en el que se habrán tenido en cuenta todos los esfuerzos debidos al peso de las tuberías, con inclusión de las cargas de aceleración, si son de consideración, la presión interior, la contracción térmica y las cargas inducidas por el quebranto y el arrufo del buque. Para temperaturas superiores a -110°C la Administración podrá exigir un análisis de esfuerzos en relación con aspectos tales como el del proyecto o la rigidez del sistema de tuberías y el de la elección de materiales. En todo caso, aun cuando no se presenten los cálculos, habrá que tener en cuenta los esfuerzos térmicos. Se podrá efectuar el análisis de acuerdo con un código de prácticas aceptable para la Administración.

5.2.8 *Materiales*

- a) La selección y la prueba de materiales utilizados en los sistemas de tuberías satisfarán las prescripciones del Capítulo VI, habida cuenta de la temperatura mínima de proyecto. No obstante, cabrá aceptar una calidad algo inferior a la establecida para el material de las tuberías de ventilación de extremos abiertos, a condición de que la temperatura de la carga a la presión de tarado de la válvula manorreductora sea igual o superior a -55°C y que no pueda producirse una descarga de líquido en las tuberías de ventilación.
- b) No se utilizarán materiales cuya temperatura de fusión sea inferior a 925°C para tuberías situadas fuera de los tanques de carga, excepción hecha de trozos cortos de tubo unidos a dichos tanques, en cuyo caso habrá que proveer aislamiento piroresistente.

5.2.9 *Pruebas de homologación de los componentes de tuberías*

Cada uno de los tipos de componentes de tuberías será sometido a las pruebas de homologación indicadas a continuación:

- a) **Válvulas** — Cada uno de los tipos y tamaños destinados a ser utilizados a una temperatura de trabajo inferior a -55°C será sometido a una prueba de estanqueidad a la temperatura de proyecto mínima o a otra inferior, y a una presión no inferior a la presión de proyecto de las válvulas. En la realización de la prueba se determinará si la válvula funciona de modo satisfactorio.
- b) **Dilatación** — Cada tipo de fuelle de dilatación destinado a ser utilizado en tuberías para paso de la carga situadas fuera de los tanques de carga y, cuando sea necesario, los fuelles de dilatación instalados dentro de dichos tanques, serán sometidos a las pruebas de homologación siguientes:
 - i) Se probará un elemento prototipo del fuelle, no precomprimido, a una presión no inferior a cinco veces la presión de proyecto, sin que por esto estalle. La duración de la prueba será de no menos de 5 minutos.
 - ii) Se probará una junta de dilatación prototipo acompañada de todos los accesorios, tales como bridas, refuerzos y articulaciones, a una presión que sea dos veces la de proyecto y en las condiciones extremas de desplazamiento recomendadas por el fabricante, sin que esto le imponga una deformación permanente. Considerados los materiales utilizados, la Administración podrá exigir que la prueba se realice a la temperatura de proyecto mínima.
 - iii) Se efectuará una prueba cíclica (fluctuaciones térmicas) en una junta de dilatación completa que deberá resistir sin fallo alguno al menos tantos ciclos como corresponderán al servicio real, en las condiciones de presión,

temperatura y movimientos axial, giratorio y transversal que se darán en ese servicio. Se permitirá la prueba a la temperatura ambiente cuando sea al menos tan rigurosa como la correspondiente a la temperatura de servicio.

- iv) Se efectuará una prueba cíclica a la fatiga (deformación del buque) en una junta de dilatación completa, sin presión interior, simulando los movimientos de fuelle correspondientes a un trozo de tubo compensado, al menos durante 2.000.000 de ciclos a una frecuencia de no más de cinco ciclos por segundo. Esta prueba se exigirá únicamente cuando, a causa de la disposición de las tuberías, en la práctica se den efectivamente cargas de deformación del buque.
- v) La Administración podrá eximir de la realización de las pruebas mencionadas en el presente párrafo a condición de que se facilite documentación completa que permita establecer la idoneidad de las juntas de dilatación para hacer frente a las condiciones de trabajo previstas. Cuando la presión interior máxima exceda de 1,0 kp/cm², en dicha documentación figurarán datos obtenidos en pruebas que basten para verificar el método de proyecto empleado, con referencia especial a la correlación existente entre los cálculos y los resultados de las pruebas.

5.2.10 *Formación de conjuntos de tuberías y detalles de las uniones de éstas*

- a) Las prescripciones del presente párrafo serán de aplicación a las tuberías situadas dentro y fuera de los tanques de carga. No obstante, la Administración podrá aceptar una atenuación en el rigor de la aplicación de dichas prescripciones por lo que respecta a tuberías situadas dentro de tanques de carga y a las de extremos abiertos.
- b) Como modalidades de conexión directa de trozos de tubería, sin bridas, cabrá considerar las siguientes:
 - i) En todas las aplicaciones se podrán utilizar juntas soldadas a tope con penetración total en la raíz. Para temperaturas de proyecto inferiores a -10°C , las soldaduras a tope habrán de ser dobles o equivalentes a una junta a tope con doble soldadura. Para conseguir esto se podrá utilizar un anillo cubrejunta interno o una inserción consumible, o bien soldar en atmósfera de gas inerte en la primera pasada. Para presiones de proyecto que excedan de 10 kp/cm² y temperaturas de proyecto iguales o inferiores a -10°C habrá que retirar los anillos cubrejuntas internos.
 - ii) Las juntas deslizantes soldadas, con manguitos y la correspondiente soldadura, y de dimensiones satisfactorias a juicio de la Administración, se utilizarán sólo para tuberías de extremos abiertos con diámetro exterior igual o inferior a 50 mm. y temperaturas de proyecto no inferiores a -55°C .
 - iii) Los acoplamientos roscados, que la Administración habrá de juzgar aceptables, sólo se emplearán para las tuberías auxiliares y las de instrumentos con diámetro exterior igual o inferior a 25 mm.
- c) **Conexiones de brida**
 - i) Las bridas serán de collar con soldadura, deslizantes o de enchufe con soldadura.
 - ii) Las bridas se seleccionarán en cuanto a tipo, y su fabricación y prueba se ajustarán a una norma que la Administración juzgue aceptable. A todas las tuberías, salvo a las de extremos abiertos, se aplicarán especialmente las restricciones siguientes:

- 1) Para las temperaturas de proyecto inferiores a -55°C sólo se utilizarán bridas de collar con soldadura.
 - 2) Para temperaturas de proyecto inferiores a -10°C no se utilizarán bridas deslizantes en tamaños nominales superiores a 100 mm. ni bridas de enchufe con soldadura en tamaños nominales superiores a 50 mm.
- d) La Administración podrá aceptar en cada caso conexiones de tubería distintas de las mencionadas en los apartados b) y c) del presente párrafo.
- e) **Fuelles y juntas de dilatación**
- i) Si es necesario se protegerán los fueles contra la formación de hielo.
 - ii) No se emplearán juntas deslizantes como no sea dentro de los tanques de carga.
- f) **Soldeo, termotratamientos postsoldadura y pruebas indestructivas**
- i) El soldeo se efectuará de conformidad con lo dispuesto en la sección 6.3.
 - ii) Para todas las soldaduras a tope de tuberías de acero al carbono, al carbonomanganeso o de baja aleación se exigirán termotratamientos postsoldadura. La Administración podrá dispensar del cumplimiento de la prescripción relativa a la relajación de termoesfuerzos de tuberías cuyo espesor de pared sea inferior a 10 mm., respecto de la temperatura y la presión de proyecto del sistema de tuberías de que se trate.
 - iii) Además de las medidas de control normales, previas al soldeo y durante la realización de éste, y de la inspección ocular de las soldaduras acabadas, necesaria para comprobar que el soldeo se ha llevado a cabo correctamente y de conformidad con las prescripciones del presente párrafo, se exigirán las pruebas siguientes:
 - 1) Prueba radiográfica del 100 por ciento de las juntas soldadas a tope de los sistemas de tuberías con temperaturas de servicio inferiores a -10°C , diámetros interiores de más de 75 mm. y/o espesores de pared de más de 10 mm.
 - 2) Para otras juntas soldadas a tope de tuberías, pruebas radiográficas por zonas u otras pruebas indestructivas, que se llevarán a cabo a discreción de la Administración según determinen el servicio, el emplazamiento y los materiales. En general se radiografiará el 10 por ciento por lo menos de las juntas soldadas a tope de tuberías.

5.2.11 Pruebas

- a) Las prescripciones del presente párrafo serán aplicables a las tuberías situadas dentro y fuera de los tanques de carga. No obstante la Administración podrá aceptar una atenuación en el rigor de estas prescripciones por lo que respecta a tuberías situadas dentro de tanques de carga y tuberías de extremos abiertos.
- b) **Pruebas de presión (pruebas de resistencia y de detección de fugas)**
 - i) Una vez montadas, todas las tuberías para paso de la carga y las de elaboración se someterán a una prueba hidrostática a una presión igual por lo menos a 1,5 veces la presión de proyecto. No obstante, cuando los sistemas de tuberías o parte de éstos sean del tipo totalmente fabricado y estén provistos de todos los accesorios, la prueba hidrostática podrá efectuarse antes de la instalación a bordo del buque. Las juntas soldadas a bordo se someterán a una prueba hidrostática a una presión igual por lo menos a 1,5 veces la presión de proyecto. Cuando la prueba no tolere el empleo de agua y las tuberías no puedan secarse antes de la puesta en servicio del sistema se presentarán a la Administración propuestas de pruebas con otros fluidos o medios a fines de aprobación.

- ii) Una vez montados a bordo, los distintos sistemas de tuberías para paso de la carga y las de elaboración se someterán a una prueba de detección de fugas utilizando aire, haluros u otros agentes adecuados para una presión que dependerá del método de detección.

c) **Pruebas de funcionamiento**

Todos los sistemas de tuberías, con inclusión de sus válvulas y accesorios y del equipo con el que estén combinados para manipular carga o vapores, se someterán a prueba en condiciones de funcionamiento normales, no más tarde que cuando se realice la primera operación de carga.

5.3 Prescripciones relativas a las válvulas de los sistemas de carga

5.3.1 Todo sistema de tuberías para paso de la carga y todo tanque de carga irán provistos de las válvulas que, entre las enumeradas a continuación, les correspondan:

- a) Para los tanques de carga cuyo MARVS no exceda de $0,7 \text{ kp/cm}^2$, todas las conexiones destinadas a líquido y vapor, excepción hecha de las válvulas manorreductoras y de los dispositivos indicadores de nivel de líquido, llevarán válvulas de cierre lo más cerca posible del tanque. Cabrá que estas válvulas sean de tipo telemandado, pero serán susceptibles de accionamiento manual en su lugar de emplazamiento y darán un cierre completo. A bordo del buque habrá una o varias válvulas telemandadas de cierre rápido para interrumpir el transvase de la carga líquida y de vapor entre el buque y la instalación de tierra. Tales válvulas podrán quedar dispuestas en armonía con el proyecto del buque y ser idénticas a las exigidas en el párrafo 5.3.3, y se ajustarán a lo dispuesto en el párrafo 5.3.4.
- b) Para los tanques de carga cuyo MARVS exceda de $0,7 \text{ kp/cm}^2$, todas las conexiones destinadas a líquido y vapor, excepción hecha de las válvulas manorreductoras y de los dispositivos indicadores de nivel de líquido, llevarán una válvula de retención de accionamiento manual y una válvula telemandada de cierre rápido. Estas válvulas quedarán instaladas lo más cerca posible del tanque. Cuando el diámetro de la tubería no exceda de 50 mm. cabrá utilizar válvulas limitadoras del flujo en lugar de la válvula de cierre rápido. Se podrá sustituir con una válvula a dos válvulas distintas, a condición de que esa válvula cumpla con las prescripciones del párrafo 5.3.4, pueda ser accionada a mano en su lugar de emplazamiento y dé un cierre completo de la tubería.
- c) Las bombas y los compresores para la carga estarán dispuestos de modo que automáticamente dejen de funcionar si el sistema de parada de emergencia que se exige en el párrafo 5.3.4 hace que actúen las válvulas de cierre rápido exigidas en los apartados a) y b) del presente párrafo.

5.3.2 Las conexiones de los tanques de carga para los dispositivos indicadores o medidores no necesitan estar provistas de válvulas limitadoras del flujo, o de cierre rápido, a condición de que los dispositivos estén dispuestos de modo que el flujo de salida del tanque no puede exceder del que pasa por un orificio circular de 1,4 mm. de diámetro.

5.3.3 En cada conexión que haya en servicio de conducto flexible para la carga se instalará una válvula telemandada de cierre rápido. Las conexiones no utilizadas para operaciones de transvase podrán obturarse utilizando bridas ciegas en lugar de válvulas.

5.3.4 El sistema de control de todas las válvulas de cierre rápido exigidas será tal que permita accionar éstas con mandos únicos situados al menos en dos emplazamientos a distancia, a bordo. Uno de estos emplazamientos será el puesto de entrada de la carga o la cámara de control de la carga. El sistema de control estará provisto asimismo de elementos fusibles tales que se fundan a cualquier temperatura comprendida entre 98°C y 104°C , lo cual hará que

las válvulas de cierre rápido actúen en caso de incendio. Entre los emplazamientos asignados a dichos elementos fusibles figurarán las bóvedas de los tanques y los puestos de entrada de la carga. Las válvulas de cierre rápido serán del tipo que actúa ante un fallo (una interrupción en el suministro de energía las cierra) y susceptibles de quedar cerradas a mano en su lugar de emplazamiento. Las válvulas de cierre rápido instaladas en las tuberías para líquidos deberán funcionar desde la posición de abertura total hasta la de cierre total en todas las condiciones de servicio y en un tiempo tan breve como permita la evitación de aumentos bruscos y excesivos de presión en las tuberías que haya conectadas, tanto en el buque como en el sistema para cargar situado en tierra. El tiempo de cierre asignado a estas válvulas de accionamiento rápido en sistemas de tuberías para líquidos habrá de ser aceptable para la Administración.

5.3.5 Las válvulas limitadoras del flujo se cerrarán automáticamente cuando éste sea el nominal de cierre, para vapor o líquido, especificado por el fabricante. Las tuberías, con inclusión de sus accesorios, válvulas y aditamentos protegidos por una válvula limitadora del flujo, tendrán una capacidad que exceda del flujo nominal de cierre de esta válvula. Tales válvulas limitadoras del flujo podrán tener una derivación cuya sección no exceda la de una abertura circular de 1 mm. de diámetro, destinada a igualar la presión después de que se produzca una interrupción en el funcionamiento.

5.4 Conductos flexibles para la carga instalados en el buque

5.4.1 Los conductos flexibles para líquido y vapor utilizados en el transvase de la carga deberán ser compatibles con ésta y apropiados para su temperatura.

5.4.2 Los conductos flexibles sometidos a la presión de los tanques o a la presión de impulsión de las bombas o de los compresores de vapor estarán concebidos para una presión de reventazón igual al menos a cinco veces la presión máxima a que el conducto flexible estará sometido durante el transvase de la carga.

5.4.3 Cada nuevo tipo de conducto flexible para la carga será sometido, con sus accesorios de extremo, a una prueba de prototipo a una presión igual por lo menos a cinco veces la presión de trabajo máxima especificada. La temperatura del conducto durante la realización de esta prueba será igual a la temperatura extrema prevista para el servicio. Los conductos flexibles utilizados en las pruebas de prototipo no se emplearán para la carga. A partir de entonces y antes de su asignación al servicio, cada nuevo trozo de conducto flexible para la carga fabricado será aprobado hidrostáticamente a la temperatura ambiente y a una presión igual por lo menos a 1,5 veces su presión de trabajo máxima especificada y no superior a dos quintos de su presión de reventazón. En el conducto se indicará, con estarcido o por otro medio, cuál es su temperatura máxima de trabajo especificada y, si se le ha de utilizar en servicios a temperaturas distintas de la temperatura ambiente, sus temperaturas máxima y mínima de servicio. La presión máxima de trabajo especificada no será inferior a 10,5 kp/cm².

5.5 Métodos de transvase de la carga

5.5.1 Cuando el transvase de la carga se efectúe con bombas a las que no se pueda llegar a fines de reparación con los tanques en servicio, se proveerán cuando menos dos medios distintos para transvasar la carga de cada tanque que la contenga, todo ello proyectado de modo que el fallo de una de esas bombas o de uno de los medios de transvase no impida el transvase de la carga con otra u otras bombas o con otro medio de transvase.

5.5.2 El procedimiento de transvase de la carga por gas a presión impedirá que las válvulas manorreductoras se puedan abrir durante la operación. La presionización del gas podrá aceptarse como medio de transvase de la carga para tanques proyectados de modo que el factor de seguridad no disminuya en las condiciones reinantes durante la operación de transvase.

CAPITULO VI – MATERIALES DE CONSTRUCCION

6.1 Generalidades

6.1.1 Las Administraciones tomarán las medidas que garanticen la uniformidad en la puesta en vigor y aplicación de las disposiciones del presente Capítulo.*

6.1.2 En el presente Capítulo se establecen las prescripciones relativas a chapas, perfiles, tuberías, piezas forjadas, piezas fundidas y estructuras soldadas empleadas en la construcción de tanques de carga, recipientes de elaboración a presión para la carga, tuberías para paso de la carga y tuberías de elaboración, barreras secundarias y partes contiguas de la estructura del casco relacionadas con el transporte de los productos de que se trate. Las prescripciones relativas a materiales laminados, piezas forjadas y piezas fundidas se dan en la sección 6.2 y en las Tablas 6.1 a 6.5. Las prescripciones relativas a las estructuras soldadas se dan en la sección 6.3.

6.1.3 La fabricación, las pruebas, la inspección y la documentación se ajustarán a normas reconocidas y a las prescripciones concretas que se establecen en el presente documento.

6.1.4 a) Entre las pruebas de recepción figurarán pruebas de tenacidad con entalla Charpy en V. Se prescriben específicamente para las pruebas con entalla Charpy en V los valores medios mínimos de energía correspondientes a tres probetas de dimensiones normales (10 mm. x 10 mm.) y los valores mínimos de energía correspondientes a probetas aisladas. Las dimensiones y las tolerancias de las probetas Charpy con entalla en V se ajustarán a normas reconocidas. Los ensayos y las prescripciones relativos a probetas de menos de 5 mm. se ajustarán asimismo a normas reconocidas. Los valores medios mínimos correspondientes a probetas de tamaño insuficiente y el valor mínimo correspondiente a una probeta aislada serán:

Tamaño de la probeta Charpy con entalla en V	Energía media mínima de 3 probetas	Energía mínima de una probeta aislada
10 x 10 mm.	E	2/3 E
10 x 7,5 mm.	5/6 E	5/9 E
10 x 5,0 mm.	2/3 E	4/9 E

donde E = los valores de energía (kpm) consignados en las Tablas 6.1 a 6.4.

b) En todo caso se mecanizarán las probetas Charpy de mayor tamaño que quepa utilizar para el espesor del material de que se trate, situándolas tan cerca como resulte posible de un punto equidistante entre la superficie y el centro del espesor, con la longitud de la entalla perpendicular a la superficie. Si el valor medio de las tres primeras probetas Charpy con entalla en V no satisface las prescripciones enunciadas, o si el valor correspondiente a más de una probeta es inferior al valor medio exigido, o si el valor correspondiente a una probeta es inferior al valor mínimo permitido para una probeta aislada, cabrá someter a prueba otras tres probetas del mismo material y combinar los resultados con los obtenidos previamente para así

* Véase el Reglamento vigente para los miembros y miembros asociados de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación y en especial la prescripción 95 de las prescripciones unificadas de dicha Asociación.

lograr una media nueva. Esta media nueva de seis probetas no deberá ser menor que la media mínima especificada. A discreción de la Administración cabrá realizar pruebas de tenacidad de otros tipos, como la prueba al choque por la caída de un peso, además de la prueba Charpy con entalla en V o en lugar de ésta.

6.1.5 La resistencia a la tracción, el límite de fluencia y el alargamiento serán los que la Administración juzgue satisfactorios. Para el acero al carbono-manganeso y otros materiales con límite de fluencia definido habrá que tener en cuenta la limitación que constituye la relación límite de fluencia/resistencia a la tracción.

6.1.6 La prueba de plegado podrá omitirse para la recepción de materiales, pero será obligatoria en la comprobación de soldaduras.

6.1.7 La Administración podrá aceptar materiales de composición química o propiedades mecánicas distintas.

6.1.8 Cuando se especifique o se exija el termotratamiento postsoldadura, las propiedades del material de base se determinarán ya efectuado ese tratamiento de conformidad con lo establecido en la tabla aplicable del presente Capítulo, y las propiedades de la soldadura se determinarán, también después del termotratamiento, de conformidad con la sección 6.3. En los casos en que se aplique un termotratamiento postsoldadura, las prescripciones a que hayan de ajustarse las pruebas se podrán modificar a discreción de la Administración.

6.1.9 Cuando en el presente Capítulo se haga referencia a aceros B, D y E para estructuras de casco, se entenderá que se trata de calidades de acero efectivamente apropiadas para estructuras de casco, ajustadas a normas reconocidas.

6.2 Prescripciones relativas a los materiales

Las prescripciones relativas a los materiales de construcción figuran en las tablas como a continuación se indica:

Tabla 6.1: Chapas, tubos (sin costura y soldados), perfiles y piezas forjadas destinados a tanques de carga y recipientes de elaboración a presión, para temperaturas de proyecto no inferiores a 0°C.

Tabla 6.2: Chapas, perfiles y piezas forjadas destinados a tanques de carga, barreras secundarias y recipientes de elaboración a presión, para temperaturas de proyecto de 0°C a -55°C.

Tabla 6.3: Chapas, perfiles y piezas forjadas destinados a tanques de carga, barreras secundarias y recipientes de elaboración a presión, para temperaturas de proyecto de -55°C a -165°C (aceros aleados y aleaciones de aluminio).

Tabla 6.4: Tubos (sin costura y soldados), piezas forjadas y piezas fundidas destinados a tuberías para paso de la carga y de elaboración, para temperaturas de proyecto de 0°C a -165°C.

Tabla 6.5: Chapas y perfiles para las estructuras de casco según lo estipulado en los párrafos 4.9.1 y 4.9.4.

TABLA 6.1

CHAPAS, TUBOS (SIN COSTURA Y SOLDADOS) ^{1/} , PERFILES Y PIEZAS FORJADAS DESTINADOS A TANQUES DE CARGA Y RECIPIENTES DE ELABORACION A PRESION, PARA TEMPERATURAS DE PROYECTO NO INFERIORES A 0°C		
COMPOSICION QUIMICA Y TERMOTRATAMIENTO		
ACERO AL CARBONO-MANGANESO ^{2/} Totalmente reposado		
Acero de grano fino cuando el espesor excede de 20 mm.		
Pequeñas adiciones de elementos aleadores previo acuerdo con la Administración		
Los límites para la composición deberán ser aprobados por la Administración		
Normalizado ^{3/} , o templado y revenido		
PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS PRUEBAS A LA TRACCION Y DE TENACIDAD (AL CHOQUE)		
CHAPAS	Una prueba por "pieza"	
PERFILES Y PIEZAS FORJADAS	Prueba por lotes	
PROPIEDADES DE RESISTENCIA A LA TRACCION	El límite de fluencia mínimo especificado no excederá de 65 kp/mm ² ^{4/}	
PRUEBA CHARPY CON ENTALLA EN V		
CHAPAS	Probetas transversales. Valor medio mínimo de energía (E) 2,8 kpm	
PERFILES Y PIEZAS FORJADAS	Probetas longitudinales. Valor medio mínimo de energía (E) 4,2 kpm	
TEMPERATURA DE PRUEBA:	<i>Espesor t (mm)</i>	<i>Temperatura de prueba (°C)</i>
	t ≤ 20	0
	20 < t ≤ 30	-20
	30 < t ≤ 40	-40

NOTAS

- ^{1/} Para tubos sin costura y accesorios se seguirá la práctica normal. El empleo de tubos soldados longitudinalmente y en espiral necesitará la aprobación expresa de la Administración.
- ^{2/} Se podrá utilizar acero para estructuras de casco de calidad D con espesor máximo de 20 mm., y de calidad E, previo acuerdo especial con la Administración, salvo por lo que respecta a los tanques independientes de tipos B y C y los recipientes de elaboración a presión, casos en los que habrá que someter las distintas piezas a pruebas al choque.
- ^{3/} Se podrá sustituir la normalización por un procedimiento de laminación controlada que haya sido aprobado, previo acuerdo especial con la Administración.
- ^{4/} Cuando el límite de fluencia mínimo especificado exceda de 50 kp/mm², se prestará atención especial a la dureza de la soldadura y a la zona afectada térmicamente.

TABLA 6.2

CHAPAS, PERFILES Y PIEZAS FORJADAS ^{1/} DESTINADOS A TANQUES DE CARGA, BARRERAS SECUNDARIAS Y RECIPIENTES DE ELABORACION A PRESION, PARA TEMPERATURAS DE PROYECTO DE 0°C A -55°C					
Espesor máximo, 20 mm ^{2/}					
COMPOSICION QUIMICA Y TERMOTRATAMIENTO					
ACERO AL CARBONO-MANGANESO ^{3/}		Totalmente reposado.		Acero de grano fino tratado con aluminio.	
<i>Composición química (análisis de colada en la cuchara)</i>					
C	Mn	Si	S	P	
0,16% máx. ^{4/}	0,70-1,60%	0,10-0,50%	0,035% máx.	0,035% máx.	
Adiciones facultativas: Las aleaciones y los elementos de afinado del grano podrán ajustarse en general a las proporciones siguientes:					
Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V
0,80% máx.	0,25% máx.	0,08% máx.	0,35% máx.	0,05% máx.	0,10% máx.
Normalizados o templados y revenidos. ^{5/}					
PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS PRUEBAS A LA TRACCION Y DE TENACIDAD (AL CHOQUE)					
CHAPAS	Una prueba por "pieza"				
PERFILES	Prueba por lotes				
PRUEBA CHARPY CON ENTALLA EN V	Temperaturas de prueba, 5°C por debajo de la temperatura de proyecto o -20°C, si ésta es inferior.				
CHAPAS	Probetas transversales. Valor medio mínimo de energía (E) 2,8 kpm.				
PERFILES Y PIEZAS FORJADAS ^{1/}	Probetas longitudinales. Valor medio mínimo de energía (E) 4,2 kpm.				

NOTAS

- ^{1/} Las prescripciones relativas a la prueba Charpy con entalla en V y a la composición química, respecto de las piezas forjadas, podrán ser objeto de consideración especial por parte de la Administración.
- ^{2/} Para materiales de más de 20 mm. de espesor, los valores correspondientes a la prueba Charpy con entalla en V se convendrán especialmente con la Administración y en ningún caso serán inferiores a los consignados en la presente tabla.
- ^{3/} Podrá utilizarse acero de calidades D y E para estructuras de casco previo acuerdo especial con la Administración, salvo por lo que respecta a tanques independientes de los tipos E y C y los recipientes de elaboración a presión, a condición de que rija una limitación de temperatura mínima de -10°C para la calidad D y de -25°C para la calidad E. En estos casos se someterá cada pieza a una prueba al choque ajustada a las prescripciones relativas a la calidad del acero a que se hace referencia en el párrafo 6.1.9.
- ^{4/} Previo acuerdo especial con la Administración, el contenido de carbono podrá aumentarse hasta un máximo de 0,18% a condición de que la temperatura de proyecto no sea inferior a -40°C.
- ^{5/} Se podrá convenir especialmente con la Administración una temperatura de proyecto mínima inferior para el acero templado y revenido, a condición de que el contenido máximo de carbono no exceda del 0,14%.

TABLA 6.3

CHAPAS, PERFILES Y PIEZAS FORJADAS ^{1/} DESTINADOS A TANQUES DE CARGA, BARRERAS SECUNDARIAS Y RECIPIENTES DE ELABORACION A PRESION, PARA TEMPERATURAS DE PROYECTO DE -55°C A -165°C ^{2/} Espesor máximo, 20 mm. ^{3/}		
Temperatura de proyecto mínima ($^{\circ}\text{C}$)	Composición química ^{4/} y termotratamiento	Temperatura de la prueba al choque ($^{\circ}\text{C}$)
-60	Acero al níquel (1,5%) – normalizado	-65
-65	Acero al níquel (2,25%) – normalizado o normalizado y revenido ^{5/}	-70
-90	Acero al níquel (3,5%) – normalizado o normalizado y revenido ^{5/}	-95
-105	Acero al níquel (5%) – normalizado o normalizado y revenido ^{5/} ^{6/}	-110
-165	Acero al níquel (9%) – doblemente normalizado y revenido o templado y revenido	-196
-165	Aceros austeníticos tales como los de los tipos 304, 304L, 316, 316L, 321, 327 y 347 Solución tratada ^{7/}	-196
-165	Aleaciones de aluminio tales como la del tipo 5083 revenido	No se exige
-165	Acero aleado – 36% níquel	No se exige
PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS PRUEBAS A LA TRACCION Y DE TENACIDAD (AL CHOQUE)		
CHAPAS	Una prueba por "pieza"	
PERFILES Y PIEZAS FORJADAS	Prueba por lotes	
PRUEBA CHARPY CON ENTALLA EN V		
CHAPAS	Probetas transversales. Valor medio mínimo de energía (E), 2,8 kpm	
PERFILES Y PIEZAS FORJADAS	Probetas longitudinales. Valor medio mínimo de energía (E), 4,2 kpm	

NOTAS

- 1/ La prueba al choque exigida para las piezas forjadas que se utilizan en aplicaciones críticas será objeto de estudio especial por parte de la Administración.
- 2/ Las prescripciones relativas a las temperaturas de proyecto inferiores a -165°C se acordarán especialmente con la Administración.
- 3/ Para materiales de más de 20 mm. de espesor, los valores correspondientes a la prueba Charpy con entalla en V se convendrán especialmente con la Administración y en ningún caso serán inferiores a los consignados en la presente tabla.
- 4/ Los límites de la composición química deberán ser aprobados por la Administración.
- 5/ Se podrá convenir especialmente con la Administración una temperatura de proyecto mínima inferior para los aceros templados y revenidos.
- 6/ Previo acuerdo expreso con la Administración y a condición de que las pruebas al choque se efectúen a -196°C se podrá utilizar a temperaturas cuyo límite inferior sea de -165°C un acero especialmente termotratado, como el acero con un 5% de níquel que haya sido objeto de termotratamiento triple.
- 7/ La prueba al choque podrá omitirse si así se acuerda con la Administración.

TABLA 6.4

TUBOS (SIN COSTURA Y SOLDADOS) ^{1/} , PIEZAS FORJADAS ^{2/} Y PIEZAS FUNDIDAS ^{2/} DESTINADOS A TUBERIAS PARA PASO DE LA CARGA Y ELABORACION, PARA TEMPERATURAS DE PROYECTO DE 0°C A -165°C ^{3/} Espesor máximo, 20 mm ^{4/}			
Temperatura de proyecto mínima (°C)	Composición química ^{5/} y termotratamiento	Pruebas al choque	
		Temperatura de la prueba (°C)	Energía media mínima (E) (kpm)
-55	Acero al carbono-manganeso. Totalmente reposado: de grano fino. Normalizado o según se haya convenido ^{7/}	5/	2,8
-70	Acero al níquel (2,25%). Normalizado o normalizado y revenido ^{7/}	-75	3,5
-105	Acero al níquel (3,50%). Normalizado o normalizado y revenido ^{7/}	-110	3,5
-165	Acero al níquel (9%) ^{8/} . Doblemente normalizado y revenido o templado y revenido	-196	3,5
	Aceros austeníticos tales como los de los tipos 304, 304L, 316, 316L, 321, 327 y 347. Solución tratada ^{9/}	-196	4,2
	Aleaciones de aluminio, tales como la del tipo 5083. Recocidas		No se exige
PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS PRUEBAS A LA TRACCION Y DE TENACIDAD (AL CHOQUE)			
Una prueba por lote			
PRUEBA AL CHOQUE — Probetas longitudinales			

NOTAS

- 1/ El empleo de tubos soldados longitudinalmente y en espiral necesitará la aprobación expresa de la Administración.
- 2/ Las prescripciones relativas a las piezas forjadas y fundidas podrán ser objeto de estudio especial por parte de la Administración.
- 3/ Las prescripciones relativas a las temperaturas de proyecto inferiores a -165°C se acordarán especialmente con la Administración.
- 4/ Para los materiales cuyo espesor de pared exceda de 20 mm., los valores correspondientes a la prueba Charpy con entalla en V serán aprobados por la Administración y en ningún caso serán inferiores a los consignados en la presente tabla.
- 5/ Los límites de la composición química deberán ser aprobados por la Administración.
- 6/ La temperatura de prueba será 5°C inferior a la temperatura de proyecto mínima.
- 7/ Se podrá convenir especialmente con la Administración una temperatura de proyecto inferior para los materiales templados y revenidos.
- 8/ Esta composición química no es apropiada para las piezas fundidas.
- 9/ Las pruebas al choque podrán omitirse si así se acuerda con la Administración.

TABLA 6.5

CHAPAS Y PERFILES PARA LAS ESTRUCTURAS DE CASCO SEGUN LO ESTIPULADO EN LOS PARRAFOS 4.9.1 y 4.9.4		
Temperatura de proyecto mínima de las estructuras de casco (°C)	Espesor t (mm)	Calidades de acero ^{2/}
0 y superior a 0	–	Práctica normal
–10	$t \leq 12,5$	B
	$12,5 < t \leq 25,5$	D
	$t > 25,5$	E
–25	$t \leq 12,5$	D
	$t > 12,5$	E
Inferior a –25	–	De conformidad con Tabla 6.2 ^{1/}

NOTAS

^{1/} La limitación de espesor consignada en la Tabla 6.2 no es aplicable a las chapas ni a los perfiles destinados a estructuras de casco.

^{2/} Calidades de acero ajustadas a lo dispuesto en el párrafo 6.1.9.

6.3 Soldeo y pruebas indestructivas

6.3.1 **Generalidades** — Las prescripciones establecidas en la presente sección son las que en general se aplican a los aceros al carbono, al carbono-manganeso, aleados con níquel e inoxidables, y pueden constituir la base de las pruebas de recepción para otros materiales. A discreción de la Administración podrán omitirse las pruebas al choque para las estructuras soldadas de acero inoxidable y de aleación de aluminio, y podrán prescribirse expresamente otras pruebas para cualquier material.

6.3.2 Los materiales destinados a ser utilizados como fusibles para soldar los tanques de carga se ajustarán a normas reconocidas, a menos que se acuerde otra cosa con la Administración. Respecto de todos los materiales fusibles de soldeo se prescribirán pruebas para determinar la deposición de metal y pruebas de soldadura a tope, a menos que se acuerde especialmente otra cosa con la Administración. Los resultados obtenidos con las pruebas a la tracción y las pruebas al choque Charpy con entalla en V deberán ajustarse a normas reconocidas. De la composición química del material depositado deberá quedar constancia a fines de información y aprobación.

6.3.3 **Pruebas de procedimiento de soldeo para tanques de carga y recipientes de elaboración a presión**

- a) Para todas las soldaduras a tope se exigirán pruebas de procedimiento, y en los conjuntos de realización de pruebas deberán figurar:

Cada material de base

Cada tipo de material fusible y de procedimiento de soldeo

Cada posición de soldeo.

Para las soldaduras a tope realizadas en chapas, los conjuntos de realización de pruebas se dispondrán de modo que la dirección de laminación sea paralela a la dirección de soldeo. La gama de espesores calificada como apropiada por cada prueba de procedimiento de soldeo se ajustará a normas reconocidas. A elección del soldador o de la Administración podrán efectuarse pruebas radiográficas o ultrasónicas. Las pruebas de procedimiento aplicables a materiales fusibles destinados al soldeo ortogonal se ajustarán a normas reconocidas. Los materiales de ese tipo que se seleccionen en estos casos serán los que muestren propiedades satisfactorias de resistencia al choque.

- b) Cada conjunto será sometido a las pruebas siguientes:
- i) Pruebas de soldadura cruzada.
 - ii) Pruebas de plegado transversal: Podrán efectuarse con la cara, la raíz o el lateral de la soldadura en la parte exterior, a discreción de la Administración. No obstante, podrán exigirse pruebas de plegado longitudinal en lugar de las de plegado transversal cuando el material de base y el metal depositado tengan grados de resistencia distintos.
 - iii) En general se aplicará una serie de tres choques Charpy con entalla en V en cada uno de los emplazamientos indicados a continuación, tal como muestra la figura 6.1:
 - Línea central de las soldaduras
 - Línea de fusión (L.F.)
 - A 1 mm. de la L.F.
 - A 3 mm. de la L.F.
 - A 5 mm. de la L.F.
 - iv) La Administración podrá exigir asimismo que se efectúen inspecciones de carácter macroseccional y microseccional y pruebas de dureza.

6.3.4 *Prescripciones relativas a las pruebas*

- a) **Pruebas a la tracción:** En general, la resistencia a la tracción no será menor que la resistencia a la tracción mínima especificada para los pertinentes materiales de base. La Administración podrá exigir también que la resistencia a la tracción de la soldadura transversal no sea menor que la resistencia a la tracción mínima especificada para el metal depositado, cuando éste tenga una resistencia a la tracción inferior a la del metal base. En todo caso deberá notificarse cuál es la posición de la fractura, a fines de información.
- b) **Pruebas de plegado:** No se considerará aceptable ninguna fractura producida después de un plegado de 180° en un mandril de un diámetro cuatro veces mayor que el espesor de las probetas, a menos que la Administración exija expresamente otra cosa o que se llegue a un acuerdo especial con ella.
- c) **Pruebas al choque con entalla Charpy en V:** Las pruebas Charpy se efectuarán a la temperatura fijada para el metal de base que se vaya a soldar. Los resultados de las pruebas al choque del metal depositado, dada una energía media mínima (E), serán por lo menos de 2,8 kpm. Las prescripciones relativas al metal depositado habrán de ajustarse, para probetas de tamaño insuficiente y valores de energía correspondientes a una probeta aislada, a lo dispuesto en el párrafo 6.1.4. Los resultados de las pruebas al choque efectuadas en la línea de fusión y en la zona afectada térmicamente deberán dar una energía media mínima (E) que se ajuste a las prescripciones relativas al material base, considerado éste en sentido transversal o longitudinal, según proceda, y para las probetas de tamaño insuficiente la energía media mínima (E) se ajustará a lo prescrito en el párrafo 6.1.4. Si el espesor del material no permite el mecanizado de las probetas, ya sea el tamaño de éstas normal o insuficiente normalizado el procedimiento de prueba y las normas de recepción se ajustarán a normas reconocidas.

6.3.5 Para las tuberías se efectuarán pruebas de procedimiento de soldeo análogas a las detalladas para los tanques de carga en el párrafo 6.3.3. A menos que se acuerde expresamente otra cosa con la Administración, las prescripciones relativas a las pruebas se ajustarán a lo dispuesto en el párrafo 6.3.4.

6.3.6 *Pruebas de las soldaduras durante la fabricación*

- a) Por lo que respecta a todos los tanques de carga y recipientes de elaboración a presión, exceptuados los tanques estructurales y los de membrana, durante la fabricación se efectuarán en general pruebas por cada 50 metros aproximadamente de juntas soldadas a tope, representativas de todas las posiciones de soldeo. Para las barreras secundarias se efectuarán también pruebas durante el proceso de fabricación, del mismo tipo que las exigidas para los tanques primarios, aunque su número podrá reducirse si así se acuerda con la Administración. A discreción de la Administración, para los tanques de carga o las barreras secundarias podrán exigirse pruebas distintas de las indicadas en los apartados b), c) y d) del presente párrafo.
- b) Entre las pruebas efectuadas durante la fabricación, por lo que respecta a los tanques independientes de tipos A y B y a los de semimembrana figurarán las siguientes:
 - i) Por cada 50 metros de soldadura, pruebas de plegado y, cuando sea necesario para las pruebas de procedimiento, una serie de tres pruebas Charpy con entalla en V. Las pruebas Charpy con entalla en V se efectuarán con probetas que tengan la entalla situada, de modo alterno, en el centro de la soldadura y en la zona afectada térmicamente (emplazamiento que es el más crítico, basado en los resultados de las pruebas de determinación del procedimiento). Para el acero inoxidable austenítico todas las entallas estarán en el centro de la soldadura.

- ii) Las prescripciones relativas a las pruebas serán las mismas que las aplicables que se enumeran en el párrafo 6.3.4, aunque las pruebas al choque no ajustadas a las especificaciones que se estipulan respecto de la energía podrán ser aceptadas, previo estudio especial por parte de la Administración, efectuando con resultados satisfactorios una prueba al choque por caída de un peso. En tales casos, por cada serie de probetas Charpy que haya fallado se someterán a esa prueba al choque dos probetas sin que ninguna de éstas se rompa a la temperatura a la cual se realizaron las pruebas Charpy.
- c) Además de las pruebas enumeradas en el apartado a) del presente párrafo para tanques independientes de tipo C y recipientes de elaboración a presión, se exigirán pruebas a la tracción de soldadura transversal. Las prescripciones relativas a las pruebas figuran en el párrafo 6.3.4, aunque las pruebas al choque no ajustadas a las especificaciones que se estipulan respecto de la energía podrán ser aceptadas, previo estudio especial por parte de la Administración, efectuando con resultados satisfactorios una prueba al choque por caída de un peso. En tales casos, por cada serie de probetas Charpy que haya fallado se someterán a esa prueba al choque dos probetas sin que ninguna de éstas se rompa a la temperatura a la cual se realizaron las pruebas Charpy.
- d) Las pruebas efectuadas durante la fabricación, por lo que respecta a los tanques estructurales y de membrana, se ajustarán a normas reconocidas.

6.3.7 Pruebas indestructivas

- a)
 - i) Para tanques independientes de tipo A y tanques de semimembrana, cuando la temperatura de proyecto sea igual o inferior a -20°C , y para tanques independientes de tipo B sea cual fuere la temperatura, todas las soldaduras de penetración total del forro exterior de los tanques de carga serán objeto de un examen radiográfico total.
 - ii) Cuando la temperatura de proyecto sea superior a -20°C , todas las soldaduras de penetración total efectuadas donde haya intersecciones y al menos el 10 por ciento de las restantes soldaduras de penetración total de las estructuras de tanque serán objeto de examen radiográfico.
 - iii) En cada caso, la estructura restante del tanque, con inclusión de la soldadura de los refuerzos y de otros herrajes y accesorios, será objeto de examen por el método de partículas magnéticas o de líquidos penetrantes que la Administración juzgue necesario. Todos los procedimientos de prueba y los criterios de recepción se ajustarán a normas reconocidas. La Administración podrá aceptar un procedimiento aprobado de prueba ultrasónica en vez de la prueba radiográfica y además podrá exigir pruebas radiográficas complementarias en emplazamientos seleccionados. La Administración podrá asimismo exigir pruebas ultrasónicas además de las pruebas radiográficas normales.
- b) La inspección de los tanques independientes de tipo C y recipientes de elaboración a presión se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo IV.
- c) Para los tanques estructurales y de membrana habrá procedimientos especiales de inspección de soldaduras y criterios de recepción ajustados a normas reconocidas.
- d) La inspección de las tuberías se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo V.
- e) La barrera secundaria será radiografiada en la medida en que la Administración juzgue necesaria. Cuando el forro exterior del casco forme parte de la barrera secundaria, todos los toques de traca de cinta y las intersecciones de todos los toques y costuras del forro interior serán objeto de examen radiográfico.

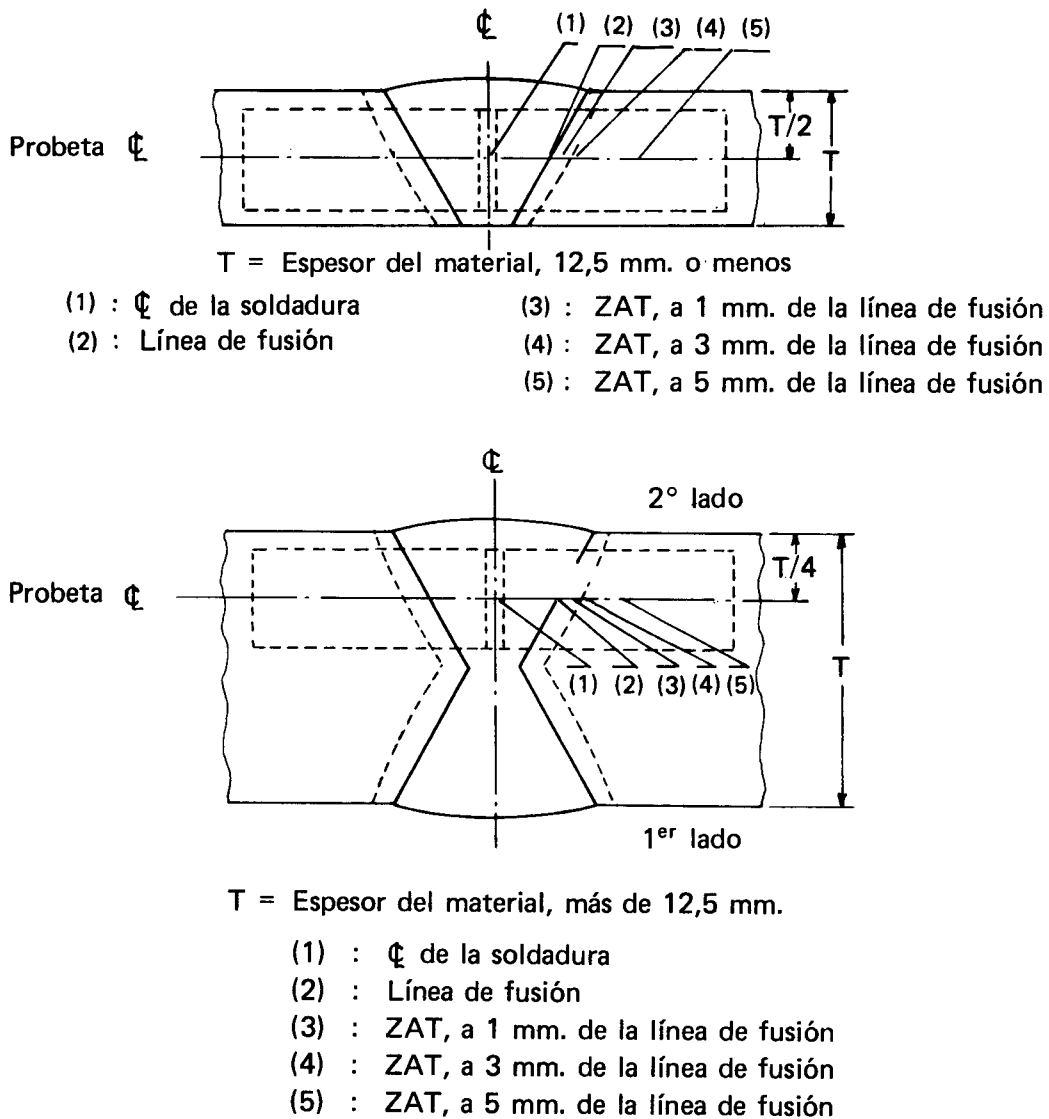


Figura 6.1 – Orientación y ubicación de la probeta Charpy con entalla en V

CAPITULO VII – CONTROL DE LA PRESION Y DE LA TEMPERATURA DE LA CARGA

7.1 Generalidades

7.1.1 A menos que el sistema completo de carga esté proyectado para resistir la presión manométrica total del vapor de la carga en las condiciones correspondientes a las temperaturas ambiente de proyecto superiores, la presión de los tanques de carga se mantendrá por debajo del MARVS con ayuda de uno o varios de los medios indicados a continuación, salvo que en la presente sección se disponga otra cosa.

- a) Un sistema que regule la presión en los tanques de carga por medio de refrigeración mecánica.
- b) Un sistema que permita utilizar los gases de evaporación como combustible a bordo del buque y/o un sistema que permita utilizar el calor residual con sujeción a las disposiciones del Capítulo XVI. Este sistema podrá ser utilizado en todo momento, incluso con el buque surto en puerto y en la realización de maniobras, a condición de que se disponga de un medio de eliminación del exceso de energía, como un sistema de descarga de vapor, que la Administración juzgue satisfactorio.
- c) Un sistema que permita calentar el producto y aumentar su presión. El aislamiento y/o la presión de proyecto del tanque de carga serán tales que dejen un margen adecuado para el tiempo de funcionamiento y las temperaturas de que se trate. El sistema habrá de resultar aceptable en cada caso a la Administración.
- d) Otros sistemas aceptables para la Administración.
- e) Además de los medios citados, la Administración podrá permitir el control de ciertas cargas mediante la expulsión de vapores de éstas hacia la atmósfera, en la mar. También podrá permitirse esto con el buque surto en puerto, previa autorización de la Administración receptora.

7.1.2 Los sistemas señalados en el párrafo 7.1.1 se construirán, instalarán y comprobarán de un modo que la Administración juzgue satisfactorio. Los materiales empleados en su construcción serán apropiados para utilización con los productos que se vayan a transportar. Para el servicio normal las temperaturas ambiente de proyecto superiores serán:

mar, 32°C
aire, 45°C.

Para un servicio en zonas especialmente cálidas o frías, estas temperaturas experimentarán el aumento o la reducción que la Administración juzgue oportunos.

7.1.3 Para ciertas cargas de gran peligrosidad, especificadas en el Capítulo XVII, el sistema de contención deberá poder resistir la plena presión del vapor de la carga en las condiciones correspondientes a las temperaturas ambiente de proyecto superiores, con independencia del sistema adoptado para tratar el gas de evaporación.

7.2 Sistemas de refrigeración

7.2.1 Los sistemas de refrigeración constarán de uno o varios elementos capaces de mantener la temperatura y la presión de la carga exigidas, en las condiciones correspondientes a las temperaturas ambiente de proyecto superiores. A menos que se provea también otro medio para controlar la temperatura y la presión de la carga considerado satisfactorio por la Administración, se instalarán uno o varios elementos de respeto cuya capacidad sea por lo menos igual a la del mayor de los elementos exigidos. Un "elemento de respeto" estará constituido por un

compresor y el correspondiente motor impulsor, el sistema regulador y todo accesorio necesario para permitir el funcionamiento independiente de los elementos de servicio normales. Se proveerá un termocambiador de respeto a menos que el termocambiador normal del elemento tenga un exceso de capacidad igual cuando menos al 25 por ciento de la mayor capacidad exigida. No se exigirán sistemas de tuberías separados.

- 7.2.2 a) Cuando se transporten dos o más cargas refrigeradas que puedan reaccionar químicamente de modo peligroso, se prestará atención especial a los sistemas de refrigeración para evitar la posibilidad de que tales cargas se mezclen. Para transportar éstas habrá sistemas de refrigeración distintos, con sus respectivos elementos de respeto, según lo especificado en el párrafo 7.2.1, destinados a cada carga. No obstante, si para la provisión de enfriamiento hay un sistema directo o combinado y las fugas producidas en los termocambiadores no pueden provocar la mezcla de las cargas en ninguna situación previsible, no será necesario instalar elementos de refrigeración distintos.
- b) Cuando dos o más cargas refrigeradas sean insolubles entre sí en las condiciones del transporte de que se trate, de modo que sus respectivas presiones de vapor se sumarían si la mezcla se produjese, se prestará atención especial a los sistemas de refrigeración para evitar la posibilidad de esa mezcla.

7.2.3 Cuando en los sistemas de refrigeración se necesite agua para el enfriamiento, el abastecimiento suficiente de ésta se conseguirá mediante una o varias bombas destinadas exclusivamente a este fin. Dichas bombas o bomba tendrán por lo menos dos tuberías de aspiración que arranquen, si es posible, de sendas tomas de agua de mar, una a babor y la otra a estribor. Se proveerá una bomba de respeto de capacidad suficiente, que podrá utilizarse para otros servicios siempre que su empleo a fines de enfriamiento no perturbe ningún otro servicio esencial.

7.2.4 El sistema de refrigeración podrá quedar dispuesto de modo que constituya una de las modalidades siguientes:

- a) Un sistema directo en el que la carga evaporada se comprima, se condense y se devuelva a los tanques de carga. No se hará uso de él para ciertas cargas, especificadas en el Capítulo XVII;
- b) un sistema indirecto en el que la carga o la carga evaporada se enfríe o se condense mediante refrigerante sin experimentar compresión;
- c) un sistema combinado en el que la carga evaporada se comprima y se condense en un termocambiador de carga/refrigerante y sea devuelta a los tanques de carga. No se hará uso de este sistema para ciertas cargas, especificadas en el Capítulo XVII.

7.2.5 Todos los refrigerantes primarios y secundarios deberán ser compatibles entre sí y con la carga con la que puedan entrar en contacto. El cambio térmico podrá producirse a distancia del tanque de carga o en serpentines de enfriamiento instalados dentro o fuera del tanque de carga.

CAPITULO VIII – SISTEMAS DE VENTILACION DE LA CARGA

8.1 Generalidades

Todos los tanques de carga irán provistos de un sistema manorreductor apropiado para las características de proyecto del sistema de contención de la carga y para la carga que se transporte. Los espacios de bodega, los espacios interbarreras y las tuberías para paso de la carga que puedan quedar sometidos a presiones superiores a las de sus características de proyecto contarán asimismo con un adecuado sistema manorreductor. Este sistema estará conectado a un sistema de tuberías de ventilación proyectado de modo que quede reducida al mínimo la posibilidad de que el vapor de la carga se acumule en las cubiertas o penetre en los espacios de alojamiento o de servicio, puestos de control y espacios de máquinas u otros en los que pueda crear una situación peligrosa. Los sistemas reguladores de la presión indicados en el Capítulo VII serán independientes de las válvulas manorreductoras.

8.2 Sistemas manorreductores

8.2.1 Cada tanque de carga cuyo volumen exceda de 20 m³ irá provisto de dos válvulas manorreductoras por lo menos, de capacidad aproximadamente igual, proyectadas y construidas como convenga para el servicio de que se trate. Para tanques de carga cuyo volumen no exceda de 20 m³ se podrá instalar una sola de estas válvulas.

8.2.2 Los espacios interbarreras irán provistos de dispositivos manorreductores que la Administración juzgue satisfactorios.

8.2.3 El valor de tarado de las válvulas manorreductoras no excederá de la presión máxima para la cual se haya proyectado el tanque de carga.

8.2.4 Las válvulas manorreductoras se conectarán a la parte más alta del tanque de carga, por encima del nivel de la cubierta. Las válvulas manorreductoras de los tanques de carga cuya temperatura de trabajo sea inferior a 0°C se instalarán de modo que no puedan quedar inutilizadas por la formación de hielo cuando estén cerradas. Se prestará la debida atención a la construcción y a la disposición de las válvulas manorreductoras de los tanques de carga sometidos a temperaturas ambiente bajas.

8.2.5 Las válvulas manorreductoras se someterán a pruebas de prototipo a fin de garantizar que tienen la capacidad necesaria. Cada válvula se probará con miras a garantizar que se abre al valor de tarado exigido con un margen que no excederá de ± 10 por ciento para una presión de 0 a 1,5 kp/cm², ± 6 por ciento para una presión de 1,5 a 3,0 kp/cm² y ± 3 por ciento para 3,0 kp/cm² y valores superiores. Efectuará el tarado y el precintado de las válvulas manorreductoras una autoridad competente que resulte aceptable a la Administración, y a bordo del buque habrá constancia escrita, con indicación de los valores de la presión de tarado, de que efectivamente se hizo esto.

8.2.6 En el caso de los tanques de carga respecto de los cuales se haya autorizado más de un tarado de válvula manorreductora, cabrá hacer uso de esa autorización:

- a) instalando dos o más válvulas adecuadamente taradas y precintadas, y proporcionando los medios necesarios para aislar del tanque de carga las válvulas que no se estén utilizando; o
- b) instalando válvulas manorreductoras cuyos valores de tarado puedan variarse mediante la inserción de espaciadores previamente aprobados o de muelles alternos o por otros medios análogos que no exijan pruebas de presión para verificar la nueva presión de tarado. A todos los demás ajustes de válvula acompañará el correspondiente precintado.

8.2.7 La variación de la presión de tarado efectuada de acuerdo con lo dispuesto en el párrafo 8.2.6 se llevará a cabo bajo la vigilancia del Capitán, siguiendo procedimientos aprobados por la Administración e indicados en el Manual de instrucciones del buque. En el Diario de navegación quedará constancia de las variaciones producidas en las presiones de tarado; y en la cámara de control de la carga, si la hay, y en cada válvula manorreductora, la oportuna indicación señalará cuál es la presión de tarado.

8.2.8 No se instalarán válvulas de retención ni ningún otro medio obturador de las tuberías entre los tanques y las válvulas manorreductoras para facilitar el mantenimiento, a menos que:

- a) se tomen las medidas pertinentes para impedir que a la vez se encuentren fuera de servicio varias válvulas manorreductoras;
- b) haya un dispositivo que automáticamente y de modo bien visible indique cuál de esas válvulas está fuera de servicio; y
- c) la capacidad de cada válvula manorreductora sea tal que si una de estas válvulas queda fuera de servicio, las restantes tengan la capacidad conjunta de manorreducción estipulada en la sección 8.5. Cabrá no obstante obtener esta capacidad con la utilización de todas las válvulas, siempre que haya a bordo una válvula de respeto adecuadamente atendida con operaciones de mantenimiento.

8.2.9 Toda válvula manorreductora instalada en un tanque de carga irá conectada a un sistema de ventilación, el cual estará construido de modo que la descarga de gas se efectúe directamente hacia arriba y de tal manera dispuesto que la posibilidad de que por él penetren agua o nieve sea mínima. La altura de las salidas de ventilación no será de menos de $\frac{B}{3}$ o 6 m., si este segundo valor es mayor, por encima de la cubierta de intemperie, y de 6 m. por encima de la zona de trabajo y del pasillo longitudinal.

8.2.10 Las salidas de ventilación de las válvulas manorreductoras de los tanques de carga se situarán a una distancia por lo menos igual a B, o a 25 m., si este segundo valor es menor, de la admisión de aire o de la abertura más próximas que den a espacios de alojamiento o de servicio, puestos de control u otros espacios a salvo del gas. La Administración podrá permitir distancias menores para buques con eslora inferior a 90 m. Todas las demás salidas de ventilación conectadas al sistema de contención de la carga se situarán a una distancia de 10 m., por lo menos, de la admisión de aire o abertura más próximas que den a espacios de alojamiento o de servicio, puestos de control u otros espacios a salvo del gas.

8.2.11 Todas las demás salidas de ventilación de la carga no consideradas en otros capítulos se dispondrán de acuerdo con lo dispuesto en los párrafos 8.2.9 y 8.2.10.

8.2.12 Si se transportan simultáneamente cargas que entre sí reaccionan de un modo peligroso, para cada una de ellas se instalará un distinto sistema manorreductor.

8.2.13 En el sistema de tuberías de ventilación se instalarán los medios necesarios para agotar líquido de los lugares en que pueda haberse acumulado. Las válvulas manorreductoras y las tuberías se dispondrán de modo que en ningún caso pueda acumularse líquido en dichas válvulas o cerca de ellas.

8.2.14 En las salidas de ventilación se instalarán pantallas protectoras que eviten la penetración de cuerpos extraños.

8.2.15 Todas las tuberías de ventilación se proyectarán y dispondrán de modo que no sufran daños por las variaciones de temperatura a que puedan quedar sometidas ni por los movimientos del buque.

8.2.16 En la determinación de la capacidad de conducción estipulada en la sección 8.5 habrá que tener en cuenta la contrapresión ejercida en los conductos de ventilación por las válvulas manorreductoras.

8.2.17 Las válvulas manorreductoras irán situadas sobre el tanque de carga de modo que permanezcan en la fase de vapor dados un ángulo de escora de 15° y un asiento de $0,015 L$, siendo L la dimensión definida en el párrafo 1.4.25.

8.3 Sistema manorreductor complementario

8.3.1 Cuando así lo exija lo dispuesto en el párrafo 15.1.4 b), en cada tanque se instalará un sistema manorreductor complementario de capacidad suficiente para que el tanque no se pueda llenar de líquido hasta el tope en ningún momento mientras se esté procediendo a reducir la presión en casos de incendio con las características a que se hace referencia en la sección 8.5. Este sistema manorreductor constará de:

- a) una o varias válvulas manorreductoras taradas a una presión correspondiente a la presión manométrica del vapor de la carga a la temperatura de referencia definida en el párrafo 15.1.4 b); y
- b) un dispositivo limitado que impida su funcionamiento en circunstancias normales. En este dispositivo habrá elementos fusibles que deberán fundirse a cualquiera de las temperaturas comprendidas entre 98°C y 104°C y a hacer que la válvula de seguridad indicada en el apartado a) del presente párrafo comience a funcionar. Entre los emplazamientos asignados a los fusibles los habrá que queden en las proximidades de la válvula manorreductora. El sistema comenzará a funcionar si falla la fuente de energía, dado que la haya. El dispositivo limitador no dependerá de ninguna fuente de energía del buque.

8.3.2 El conducto de escape de las citadas válvulas manorreductoras podrá acabar en el sistema de ventilación a que se hace referencia en el párrafo 8.2.9. Si se instalan dispositivos de ventilación distintos, éstos se ajustarán a lo dispuesto en los párrafos 8.2.9 a 8.2.15.

8.4 Sistemas vacuorreductores

8.4.1 Los tanques de carga proyectados para resistir una presión diferencial exterior máxima de más de $0,25 \text{ kp/cm}^2$, capaces de resistir la presión diferencial exterior máxima que pueda alcanzarse a los regímenes de descarga máximos sin retorno de vapor a los tanques de carga o por el funcionamiento de un sistema de refrigeración de la carga, no necesitan ir protegidos por un dispositivo vacuorreductor.

8.4.2 Los tanques de carga proyectados para resistir una presión diferencial exterior máxima que no exceda de $0,25 \text{ kp/cm}^2$ o los tanques incapaces de resistir la presión diferencial exterior máxima que pueda alcanzarse a los regímenes de descarga máximos sin retorno de vapor a los tanques de carga, o por el funcionamiento de un sistema de refrigeración de la carga, o mediante el envío del gas de evaporación a los espacios de máquinas, irán provistos de:

- a) dos conmutadores de presión independientes que den primero la alarma y a continuación detengan toda aspiración de líquido o vapor del tanque de carga, y el equipo de refrigeración, si lo hubiere, por medios adecuados, a una presión suficientemente inferior a la presión diferencial exterior máxima de proyecto del tanque de carga; o
- b) válvulas vacuorreductoras cuya capacidad de flujo gaseoso sea por lo menos igual al régimen máximo de descarga de cada tanque de carga, reguladas de modo que se abran a una presión suficientemente inferior a la presión diferencial exterior máxima de proyecto del tanque de carga; o
- c) otros sistemas vacuorreductores que resulten aceptables a la Administración.

8.4.3 A reserva de lo dispuesto en el Capítulo XVII, las válvulas vacuorreductoras permitirán la admisión de un gas inerte, vapor de la carga o aire en el tanque de carga e irán instaladas de modo que la posibilidad de que penetre agua o nieve sea mínima. Si admiten vapor de la carga, éste deberá proceder de una fuente ajena a los conductos de vapor de la carga.

8.4.4 El sistema vacuorreductor podrá ser objeto de pruebas con las que verificar que funciona a la presión exigida.

8.5 Tamaño de las válvulas

La capacidad conjunta de las válvulas manorreductoras de cada tanque de carga permitirá, sin que la presión del tanque aumente más de un 20 por ciento por encima del MARVS, efectuar la descarga correspondiente al mayor de los dos valores siguientes:

- a) la capacidad máxima del sistema de inertización del tanque de carga si la presión máxima de trabajo alcanzable de dicho sistema rebasa el MARVS de los tanques de carga; o
- b) los vapores generados por la exposición al fuego, calculados con la fórmula siguiente:

$$Q = FGA^{0.82}$$

donde

Q = régimen de descarga mínimo exigido, en metros cúbicos (pies cúbicos) de aire por minuto, dadas las condiciones normales de 0°C y 1,03 kp/cm² (60°F y 14,7 libras por pulgada cuadrada, presión absoluta);

F = factor de exposición al fuego para distintos tipos de tanque de carga:

F = 1,0 tanques sin aislamiento situados en cubierta;

F = 0,5 tanques situados por encima de la cubierta, con aislamiento aprobado por la Administración (considerada la utilización de un material ignífugo aprobado, la termoconductancia del aislamiento y su estabilidad, expuesto al fuego);

F = 0,5 tanques independientes no aislados, instalados en las bodegas;

F = 0,2 tanques independientes aislados, instalados en las bodegas (o tanques independientes no aislados instalados en bodegas aisladas);

F = 0,1 tanques independientes aislados, instalados en bodegas inertizadas (o tanques independientes no aislados, instalados en bodegas aisladas e inertizadas);

F = 0,1 tanques de membrana y de semimembrana.

Para los tanques independientes que sobresalgan parcialmente atravesando la cubierta expuesta, el factor de exposición al fuego se determinará tomando como base las áreas de las superficies situadas encima y debajo de la cubierta.

G = factor de gas:

i) unidades métricas

ii) unidades británicas

$$G = \frac{177}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

$$G = \frac{633,000}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

donde

L = calor latente de las sustancias que se evaporan durante la reducción de la presión, en Kcal/kg (Btu/libra);

C = constante basada en la relación de calores específicos (k), según lo indicado en la Tabla 8.1; si se desconoce el valor de k, se estimará que C = 0,606(315);

TABLA 8.1 – CONSTANTE C

k	C		k	C	
	métrico	británico		métrico	británico
1,00	0,606	315	1,52	0,704	366
1,02	0,611	318	1,54	0,707	368
1,04	0,615	320	1,56	0,710	369
1,06	0,620	322	1,58	0,713	371
1,08	0,624	324	1,60	0,716	372
1,10	0,628	327	1,62	0,719	374
1,12	0,633	329	1,64	0,722	376
1,14	0,637	331	1,66	0,725	377
1,16	0,641	333	1,68	0,728	379
1,18	0,645	335	1,70	0,731	380
1,20	0,649	337	1,72	0,734	382
1,22	0,652	339	1,74	0,736	383
1,24	0,656	341	1,76	0,739	384
1,26	0,660	343	1,78	0,742	386
1,28	0,664	345	1,80	0,745	387
1,30	0,667	347	1,82	0,747	388
1,32	0,671	349	1,84	0,750	390
1,34	0,674	351	1,86	0,752	391
1,36	0,677	352	1,88	0,755	392
1,38	0,681	354	1,90	0,758	394
1,40	0,685	356	1,92	0,760	395
1,42	0,688	358	1,94	0,763	397
1,44	0,691	359	1,96	0,765	398
1,46	0,695	361	1,98	0,767	399
1,48	0,698	363	2,00	0,770	400
1,50	0,701	364	2,02	0,772	401
			2,20	0,792	412

Z = Factor de compresibilidad del gas durante la reducción de la presión;
si se desconoce su valor, se estimará que el valor de Z = 1,0;

T = temperatura en grados K = (273 + grados C)
(R = (460 + grados F)) durante la reducción de la presión, es decir,
120 por ciento de la presión a la cual está regulada la válvula
manorreductora;

M = peso molecular del producto.

A = área de la superficie exterior del tanque en metros cuadrados (pies cuadrados)
para distintos tipos de tanque:

para tanques del tipo de cuerpo de revolución

A = área de la superficie exterior;

para tanques que no sean del tipo de cuerpo de revolución

A = área de la superficie exterior menos área de la superficie del fondo que
se proyecta;

para tanques que consisten en un conjunto de tanques del tipo de recipientes de presión:

- i) aislamiento sobre la estructura del buque:

A = área de la superficie exterior de la bodega menos área de la superficie del fondo que se proyecta;

- ii) aislamiento sobre la estructura del tanque:

A = área de la superficie exterior del conjunto de recipientes de presión, excluido el aislamiento, menos área de la superficie del fondo que se proyecta, como indica la Figura 8.1.

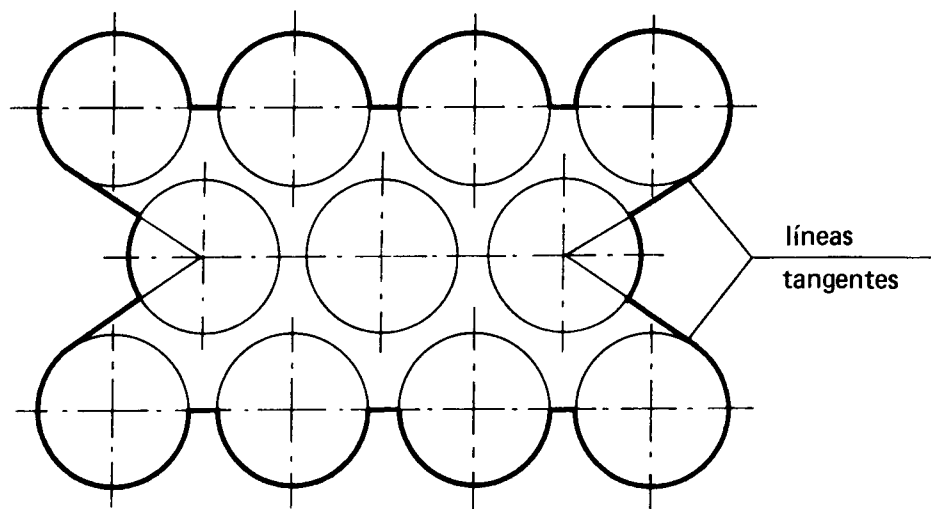


Figura 8.1

CAPITULO IX – CONTROL AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE LA CARGA

9.1 Control ambiental en el interior de los tanques de carga y de los sistemas de tuberías para paso de la carga

9.1.1 Se instalará un sistema de tuberías que permita desgasificar sin riesgos cada tanque de carga y, también sin riesgos, purgarlo con gas de la carga cuando se halle desgasificado. La disposición del sistema será tal que la posibilidad de que queden bolsas de gas o de aire después de la desgasificación o de la purga sea mínima.

9.1.2 Se proveerá un número suficiente de puntos de muestreo de gas por cada tanque de carga a fin de comprobar correctamente cómo se desarrollan la purga y la desgasificación. Las conexiones destinadas al muestreo de gas irán provistas de válvulas y de tapas que las cierren por encima de la cubierta principal.

9.1.3 Para gases inflamables el sistema quedará dispuesto de modo que sea mínima la posibilidad de que en el tanque de carga haya una mezcla inflamable en cualquier momento de la operación de desgasificación realizada con un agente inertizador como etapa intermedia. Además, el sistema permitirá purgar el tanque de carga con un agente inertizador antes de que se le llene con carga gaseosa o líquida, sin que en ningún momento pueda haber en su interior una mezcla inflamable.

9.1.4 En los sistemas de tuberías que puedan contener carga se podrá efectuar la desgasificación y la purga prescritas en los párrafos 9.1.1 y 9.1.3.

9.1.5 El gas inerte utilizado para estas operaciones podrá ser suministrado desde tierra o desde el buque.

9.2 Control ambiental en el interior de los espacios de carga (sistemas de contención de la carga que no sean tanques independientes de tipo C)

9.2.1 Los espacios interbarreras y los de bodega relacionados con sistemas de contención de la carga destinados a gases inflamables que exijan barreras secundarias completas se inertizarán con un gas inerte seco y adecuado, y se mantendrán en ese estado con un gas de relleno suministrado por un sistema generador de gas inerte instalado a bordo, o tomado de las reservas del buque, las cuales deberán bastar para un consumo normal de treinta días por lo menos.

9.2.2 a) Los espacios interbarreras y los de bodega relacionados con sistemas de contención de la carga destinados a gases inflamables que exijan barreras secundarias parciales se inertizarán con un gas inerte seco y adecuado, y se mantendrán en este estado con un gas de relleno suministrado por un sistema generador de gas inerte instalado a bordo, o tomado de las reservas del buque, las cuales deberán bastar para un consumo normal de treinta días por lo menos; o bien

b) excepción hecha de las limitaciones señaladas en el Capítulo XVII, la Administración podrá permitir que los espacios a que se hace referencia en el apartado a) del presente párrafo se llenen con aire seco, a condición de que el buque mantenga almacenada una reserva de gas inerte o esté provisto de un sistema generador de gas inerte suficiente para inertizar el mayor de dichos espacios; y a condición de que la configuración de los espacios y los oportunos sistemas detectores de vapor, juntamente con la aptitud de los medios inertizadores provistos, garanticen que toda fuga de los tanques de carga será detectada rápidamente y que la inertización

se efectuará antes de que surja una situación peligrosa. Se instalará el equipo abastecedor de aire seco en cantidad suficiente y de calidad adecuada para satisfacer la demanda prevista.

9.2.3 Para gases no inflamables, los espacios a que se hace referencia en los párrafos 9.2.1 y 9.2.2 se podrán mantener con una atmósfera de aire o de gas inerte, secos y adecuados.

9.3 Control ambiental de los espacios que rodean los tanques independientes de tipo C

Los espacios que rodean los tanques de carga refrigerados en los que no hay barreras secundarias se llenarán con gas inerte seco o aire seco adecuados y se mantendrán en este estado con un gas de relleno suministrado por un sistema generador de gas inerte instalado a bordo o tomado del volumen de gas inerte almacenado a bordo, o bien con aire seco suministrado por un equipo apropiado secador de aire.

9.4 Inertización

9.4.1 Por inertización se entiende el proceso que hace incombustible un medio ambiente añadiéndole gases compatibles que se pueden transportar en recipientes de almacenamiento, elaborar a bordo del buque o suministrar desde tierra. Los gases inertes deberán ser compatibles químicamente y desde un punto de vista operacional, a todas las temperaturas que quepa esperar en el interior de los espacios que se vayan a inertizar, con los materiales de construcción de dichos espacios y con la carga. Habrá que tener en cuenta los puntos de condensación de los gases.

9.4.2 Cuando también haya que llevar un gas inerte para la extinción de incendios, se le transportará en recipientes distintos y no se hará uso de él en servicios relacionados con la carga.

9.4.3 Cuando se almacene un gas inerte a temperaturas inferiores a 0°C, ya en estado líquido, ya en estado gaseoso, el sistema de almacenamiento y suministro estará proyectado de modo que la temperatura de la estructura del buque no descienda por debajo de los valores limitadores que le hayan sido impuestos.

9.4.4 Se tomarán las medidas, adecuadas para la carga transportada, que eviten que los vapores de ésta ingresen por contraflujo en el sistema de gas inerte.

9.4.5 Se dispondrá lo necesario para que cada espacio que se esté inertizando pueda quedar aislado, y se instalarán los mandos, las válvulas manorreductoras, etc., que hagan falta para regular la presión dentro de esos espacios.

9.5 Producción de gas inerte a bordo

9.5.1 El equipo destinado a ello podrá producir gas inerte de modo que el oxígeno presente no rebase nunca el 5 por ciento del volumen de gas, sujeto esto a las prescripciones especiales del Capítulo XVII. En el sistema que desde dicho equipo suministre el gas inerte se instalará un indicador del contenido de oxígeno, de lectura continua, con dispositivo de alarma ajustado de manera que dé la oportuna señal cuando la proporción de oxígeno represente como máximo el 5 por ciento del volumen total, sujeto esto a lo dispuesto en el Capítulo XVII. Además, cuando se produzca el gas inerte a bordo por un procedimiento de destilación fraccionaria de aire, que lleve consigo el almacenamiento de nitrógeno licuado por medios criógenos para que después se le pueda liberar, se vigilará en el gas licuado que entre en el recipiente de almacenamiento la posible presencia de vestigios de oxígeno, con miras a evitar que cuando se libere el gas a fines de inertización su enriquecimiento inicial en oxígeno sea elevado.

9.5.2 Todo sistema de gas inerte irá provisto de mandos reguladores de presión y medios de vigilancia apropiados para el sistema de contención de la carga. En la zona de carga se instalarán medios, aceptables para la Administración, que impidan el retorno del gas de la carga.

9.5.3 Los espacios que contengan instalaciones generadoras de gas inerte no tendrán acceso directo a los espacios de alojamiento o de servicio ni a los puestos de control, pero podrán estar situados en los espacios de máquinas. Si dichas instalaciones están situadas en los espacios de máquinas o en otros que queden fuera de la zona de los tanques de carga, en el conducto principal de gas inerte situado en la zona de la carga se instalarán, de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 9.5.2, dos válvulas de retención u otros dispositivos equivalentes. Las tuberías de gas inerte no atravesarán espacios de alojamiento o de servicio ni puestos de control.

9.5.4 El equipo quemador de llama utilizado para generar gas inerte no estará situado en la zona de la carga. Se podrá estudiar especialmente el emplazamiento que haya que dar al equipo generador de gas inerte en el que se utilice el procedimiento de la combustión catalítica.

CAPITULO X – INSTALACIONES ELECTRICAS

10.1 Generalidades

10.1.1 Las disposiciones del presente Capítulo rigen para los buques que transporten productos inflamables y se aplicarán juntamente con la Parte C del Capítulo II del Convenio de Seguridad, 1974.

10.1.2 Las instalaciones eléctricas serán tales que se reduzca al mínimo el riesgo de incendio y de explosión debidos a la presencia de productos inflamables. Las instalaciones eléctricas que cumplan con lo dispuesto en el presente Capítulo no serán consideradas causas de ignición a efectos del Capítulo III.

10.1.3 Las Administraciones tomarán medidas conducentes a garantizar que haya uniformidad en la implantación y aplicación de las disposiciones del presente Capítulo relativas a las instalaciones eléctricas.*

10.1.4 No se permitirá la instalación de equipo o de cableado eléctricos en espacios o zonas peligrosos a causa del gas, a menos que sean esenciales a fines operacionales, en cuyo caso se autorizarán las excepciones enumeradas en la sección 10.2.

10.1.5 Cuando se instale equipo eléctrico en espacios o zonas peligrosos a causa del gas de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 10.1.4, la instalación habrá de ser satisfactoria a juicio de la Administración y aprobada por las autoridades que la Administración reconozca como competentes por lo que respecta al funcionamiento en la atmósfera inflamable de que se trate.

10.2 Tipos de equipo

En los espacios y zonas peligrosos a causa del gas podrá instalarse equipo del tipo certificado como seguro de conformidad con lo dispuesto en los párrafos siguientes:

10.2.1 En todos los espacios y zonas peligrosos a causa del gas, según quedan éstos definidos en el párrafo 1.4.16, podrá instalarse equipo y cableado eléctricos intrínsecamente seguros.

10.2.2 Sistemas de contención de la carga:

Motores de las bombas para la carga, de tipo sumergido, y cables de alimentación correspondientes. Se dispondrá lo necesario para poder parar automáticamente los motores ante un nivel bajo de líquido. Se podrá conseguir esto detectando una baja presión de descarga de la bomba, corriente baja de los motores o nivel bajo de líquido. En el puesto de control de la carga se instalará un dispositivo de alarma que indique esa parada. Los motores de las bombas de carga podrán quedar aislados del suministro de corriente durante las operaciones de degasificación.

10.2.3 Espacios de bodega cuando la carga se transporte en un sistema de contención que exija una barrera secundaria:

Cables de alimentación para motores de las bombas para la carga, de tipo sumergido.

* Véanse las Recomendaciones publicadas por la Comisión Electrotécnica Internacional y especialmente la Publicación 92-5, Capítulo XX, Buques tanque.

10.2.4 Espacios de bodega cuando la carga se transporte en un sistema de contención que no exija una barrera secundaria; espacios separados de los espacios de bodega descritos en el párrafo 1.4.16 d) i) por un solo mamparo de acero hermético al gas:

- a) Cables pasantes.
- b) Accesorios de alumbrado con cajas presionizadas o del tipo antideflagrante. El sistema de alumbrado se dividirá entre dos circuitos derivados, por lo menos. Todos los interruptores y dispositivos protectores podrán interrumpir todos los polos o fases y estarán ubicados en un espacio a salvo del gas.
- c) Motores antideflagrantes para el accionamiento de las válvulas de los sistemas de carga o de lastre; podrán instalarse en los espacios descritos en el párrafo 1.4.16 e).
- d) Sondas o correderas eléctricas y ánodos o electrodos de los sistemas de protección catódica por diferencia de potencial eléctrico. Estos dispositivos irán alojados en cajas herméticas al gas.
- e) Indicadores acústicos de alarma general, antideflagrantes; podrán instalarse en los espacios descritos en el párrafo 1.4.16 e).

10.2.5 Cámaras de bombas para la carga y cámaras de compresores para la carga:

- a) Accesorios de alumbrado con cajas presionizadas o del tipo antideflagrante. El sistema de alumbrado se dividirá entre dos circuitos derivados, por lo menos. Todos los interruptores y dispositivos protectores podrán interrumpir todos los polos o fases y estarán ubicados en un espacio a salvo del gas.
- b) Los motores eléctricos de las bombas o de los compresores para la carga estarán separados de estos espacios por un mamparo o una cubierta herméticos al gas. Se instalarán acoplamientos flexibles u otros medios para mantener la alineación en los ejes de transmisión, entre el equipo impulsado y sus motores, aparte de que donde los ejes atraviesen el mamparo o la cubierta herméticos al gas se proveerán prensaestopas adecuados. Los citados motores eléctricos y el equipo relacionado con ellos irán alojados en un compartimiento que cumpla con lo dispuesto en el Capítulo XII.
- c) Si las prescripciones relativas al funcionamiento o a estructuras son de una naturaleza tal que impidan aplicar el método descrito en el apartado b) del presente párrafo, en las cámaras de bombas o de compresores para la carga se podrán instalar motores de tipos certificados como seguros, a condición de que sean:
 - i) del tipo de seguridad incrementada con cierre antideflagrante, o
 - ii) del tipo presionizado.
- d) Indicador acústico de alarma general, antideflagrante.

10.2.6 Zonas de cubiertas expuestas o espacios no cerrados situados en dichas cubiertas a menos de 3 m. de cualquier orificio de salida de tanque de carga, orificio de salida de gas o vapor, brida de tubería para paso de la carga, válvula para la carga y entrada o abertura de ventilación de las cámaras de bombas y de compresores para la carga; zonas que haya en la cubierta expuesta por encima de la zona de la carga, y 3 m. a proa y a popa de la zona de la carga en la cubierta expuesta, y a una altura que como máximo será de 2,4 m. por encima de la cubierta; zonas situadas a menos de 2,4 m. de la superficie exterior de un sistema de contención de la carga, cuando dicha superficie esté expuesta a la intemperie:

- a) Equipo de tipo certificado como seguro.
- b) Cables pasantes.

10.2.7 Espacios cerrados o semicerrados en los que haya tuberías que contengan productos llevados como carga, y compartimientos destinados a los conductos flexibles para la carga:

- a) Accesorios de alumbrado con cajas presionizadas o del tipo antideflagrante. El sistema de alumbrado se dividirá entre dos circuitos derivados, por lo menos. Todos los interruptores y dispositivos protectores podrán interrumpir todos los polos o fases y estarán ubicados en un espacio a salvo del gas.
- b) Cables pasantes.

10.2.8 Las instalaciones eléctricas de los espacios cerrados o semicerrados que tengan una abertura directa a cualquier espacio o zona peligrosos a causa del gas deberán satisfacer las prescripciones aplicables al espacio o zona a los que dé la abertura.

10.2.9 El equipo eléctrico situado dentro de espacios protegidos por esclusas neumáticas será del tipo certificado como seguro, a menos que esté dispuesto de modo que se le pueda aislar de la corriente aplicando las medidas prescritas en el párrafo 3.6.4.

CAPITULO XI – PREVENCION Y EXTINCION DE INCENDIOS

11.1 Prevención de incendios mediante la propia estructura

11.1.1 Las disposiciones relativas a la prevención de incendios mediante la propia estructura que figuran en el Capítulo II-2 del Convenio de Seguridad, 1974 (es decir, las Reglas 56, 57, 58 y 59), serán aplicables a todos los buques.

11.1.2 Se eliminarán todas las causas de ignición de los espacios en que pueda haber vapores inflamables, con las excepciones previstas en los Capítulos X y XVI.

11.2 Equipo del colector contra incendios

11.2.1 Todos los buques, con independencia de su tamaño, que transporten productos a los que se aplique el presente Código, cumplirán con lo dispuesto en las Reglas 5 y 52 del Capítulo II-2 del Convenio de Seguridad, 1974, aunque lo prescrito en cuanto a capacidad de las bombas contra incendios y al diámetro del colector y de las tuberías contra incendios no estará limitado por las disposiciones de los párrafos a) ii) y c) i) de la Regla 5 cuando la bomba y el colector contra incendios se empleen como parte del sistema rociador de agua de conformidad con lo autorizado en el párrafo 11.3.3 del presente Código. Además, lo prescrito en el párrafo c)ii) de la citada Regla 5 se cumplirá a una presión mínima de 5,0 kp/cm².

11.2.2 Los medios instalados serán tales que por lo menos dos chorros de agua puedan llegar a cualquier parte de la cubierta que quede en la zona de la carga, así como a las partes del sistema de contención de la carga y a las tapas de los tanques situadas por encima de la cubierta. Para que la disposición sea ésta y a fin de cumplir con lo dispuesto en los apartados c) ii) y iv) de la Regla 52 del Capítulo II-2 del Convenio de Seguridad, 1974, se instalará el número necesario de bocas contra incendios, con mangueras cuya longitud no excederá de 33 m.

11.2.3 Se instalarán válvulas de retención en todos los cruzamientos provistos, así como en el colector o en los colectores situados en la parte delantera de la toldilla y a trechos de no más de 40 m. entre las bocas contra incendios situadas en cubierta, en la zona de la carga, a fin de poder aislar las secciones averiadas del colector.

11.2.4 Todas las lanzas que se provean para la extinción de incendios serán de doble efecto y de un tipo aprobado; podrán lanzar agua rociándola o en chorro. Todas las tuberías, válvulas, lanzas y demás accesorios de los sistemas contra incendios serán resistentes a la acción corrosiva del agua del mar, para lo cual podrá emplearse tubo galvanizado, por ejemplo, y a los efectos del fuego.

11.2.5 En los casos en que la sala de máquinas no tenga dotación permanente, se tomarán las medidas necesarias para poner en marcha y conectar al colector contra incendios al menos una bomba contra incendios, por telemando, desde el puente o desde otro puesto de control situado fuera de la zona de carga.

11.3 Sistema rociador de agua

11.3.1 En los buques que transporten productos inflamables o tóxicos se instalará un sistema rociador de agua a fines de enfriamiento, prevención de incendios y protección de la tripulación, el cual abarcará:

- a) las bóvedas de los tanques de carga expuestos y cualquier parte expuesta de dichos tanques;

- b) los recipientes de almacenamiento expuestos, situados en cubierta y destinados a productos inflamables o tóxicos;
- c) los colectores de descarga y carga de productos líquidos y gaseosos, la zona de sus válvulas de control y cualesquiera otras zonas en que haya instaladas válvulas de control esenciales y que serán por lo menos iguales al área de las bandejas de goteo provistas; y
- d) los mamparos límite de las superestructuras, casetas y cámaras de control de la carga encaradas con la zona de carga.

11.3.2 El sistema tendrá la capacidad necesaria para cubrir todas las zonas mencionadas en el párrafo 11.3.1 con un rociado mínimo de agua uniformemente distribuida de 10 litros/m² por minuto para superficies de proyección horizontal y de 4 litros/m² por minuto para las superficies verticales. En las superficies verticales, para el espaciamiento que ha de mediar entre las lanzas que protegen las zonas inferiores cabrá tener en cuenta la caída prevista de agua desde las zonas situadas a mayor altura. Se instalarán válvulas de retención a trechos en el colector de rociado a fin de poder aislar las secciones averiadas. Como posibilidad distinta cabrá dividir el sistema en dos o más secciones accionables independientemente, a condición de que los mandos necesarios queden instalados juntos a popa de la zona de la carga. Una sección que proteja cualquiera de las zonas citadas en los apartados a) y b) del párrafo 11.3.1 deberá cubrir todo el conjunto transversal de tanques que abarque dicha zona.

11.3.3 La capacidad de las bombas empleadas para el rociado deberá bastar para enviar simultáneamente a todas las zonas la cantidad de agua prescrita, o bien, cuando el sistema esté dividido en dos secciones, los dispositivos instalados y la capacidad serán tales que simultáneamente se pueda suministrar agua a una cualquiera de las secciones y a las superficies indicadas en los apartados c) y d) del párrafo 11.3.1. Como posibilidad distinta cabrá utilizar para este servicio las bombas contraincendios principales, a condición de que se incremente su capacidad total en la medida necesaria para el sistema rociador. En cualquiera de ambos casos, a través de una válvula de retención se efectuará una conexión entre el colector contraincendios y el colector para el rociado de agua, fuera de la zona de la carga.

11.3.4 Sujeto esto a la aprobación de la Administración, las bombas de agua normalmente utilizadas para otros servicios se podrán emplear para alimentar el colector del sistema rociador de agua.

11.3.5 Todas las tuberías, válvulas, lanzas y demás accesorios de los sistemas rociadores serán resistentes a la acción corrosiva del agua del mar, para lo cual podrá emplearse tubo galvanizado, por ejemplo, y a los efectos del fuego.

11.4 Sistemas de productos químicos en polvo para la extinción de incendios

11.4.1 Los buques destinados al transporte de productos inflamables irán provistos de uno o más sistemas fijos del tipo de productos químicos en polvo para la extinción de incendios en la parte de cubierta correspondiente a la zona de la carga y, según proceda, en las zonas proel o popel de manipulación de la carga. El sistema y el producto químico en polvo deberán ser adecuados para este fin y satisfactorios a juicio de la Administración.

11.4.2 El sistema podrá lanzar el polvo por dos mangueras, cuando menos, o por una combinación de cañón/manguera(s) a cualquier parte de la zona de la carga expuesta que quede por encima de la cubierta, incluidas las tuberías para paso de la carga situadas por encima de la cubierta. Se activará el sistema mediante un gas inerte, como nitrógeno, que se utilizará exclusivamente para este fin y que irá almacenado en recipientes de presión contiguos a los recipientes de polvo.

11.4.3 El sistema destinado a la zona de la carga estará constituido al menos por dos dispositivos independientes y autónomos de producto químico en polvo con sus correspondientes mandos, tuberías fijas del agente presionizador y cañones o mangueras. En buques cuya capacidad de carga sea inferior a 1.000 m³ la Administración podrá permitir que sólo se instale uno de dichos dispositivos. Se instalará un cañón, dispuesto de modo que proteja las zonas de colector de carga y descarga y que pueda ser accionado tanto en su emplazamiento como por telemando. Se podrán accionar todas las mangueras y todos los cañones desde el carretel de arrollamiento o el cañón. En el extremo popel de la zona de la carga se emplazará por lo menos una manguera o un cañón.

11.4.4 Todo dispositivo extintor de incendios que cuente con dos o más cañones, mangueras o combinaciones de aquéllos y éstas irá provisto de tuberías independientes con un colector en el recipiente de polvo, a menos que se instale otro medio aprobado por la Administración que garantice un funcionamiento correcto. Cuando haya conectadas dos o más tuberías a uno de esos dispositivos se tomarán las medidas necesarias para que cualquiera de los cañones y mangueras o la totalidad de unos y otras puedan operar simultánea o consecutivamente a sus capacidades de régimen.

11.4.5 La capacidad de un cañón no será inferior a 10 kg/segundo. Las mangueras serán del tipo que no se ensortija e irán provistas de una lanza capaz de funcionar intermitentemente y arrojar polvo a razón de, al menos, 3,5 kg/segundo. El régimen de descarga máximo será tal que un hombre baste para manejar la manguera. La longitud de la manguera no excederá de 33 m. Cuando entre el recipiente de polvo y una manguera o un cañón se instalen tuberías fijas, la longitud de éstas no excederá de la que permita conservar el polvo en un estado fluidizado durante la utilización continua o intermitente y extraer el polvo de la tubería cuando se pare el sistema. Las mangueras y las lanzas serán resistentes a la intemperie o se guardarán en alojamientos o bajo cubiertas resistentes a la intemperie, y ocuparán posiciones fácilmente accesibles.

11.4.6 En cada recipiente de producto químico en polvo se almacenará una cantidad de éste suficiente para hacer posible un tiempo mínimo de descarga de 45 segundos por todos los cañones y lanzas conectados. El rendimiento de los cañones fijos se ajustará a los valores siguientes:

Capacidad de cada monitor fijo (kg/segundos)	10	25	45
distancia máxima de cobertura (metros)	10	30	40

Se estimará que la distancia máxima de cobertura efectiva de cada manguera es igual a la longitud de la manguera. Se considerarán de modo especial los casos en que las zonas que vayan a ser protegidas se hallen a una altura considerablemente superior que los monitores o carreteles de manguera.

11.4.7 Los buques provistos de dispositivos para cargar y descargar por la proa o por la popa llevarán un extintor de incendios complementario, de productos químicos en polvo, acompañado de un cañón y una manguera, por lo menos, ajustados a las prescripciones de los párrafos 11.4.1 a 11.4.6. Este extintor irá situado de modo que proteja los dispositivos para cargar y descargar por la proa o por la popa. La zona de la tubería para paso de la carga a proa o a popa de la zona de la carga estará protegida por mangueras.

11.5 Espacios cerrados peligrosos a causa del gas

11.5.1 Los espacios cerrados a los que normalmente haya acceso y en los que pueda haber fugas de líquido o vapor inflamables, como las cámaras de compresores y cámaras de bombas para la carga, estarán provistos de una instalación fija de inertización/extinción de incendios. Se evitarán los sistemas extintores por anhídrido carbónico y vapor, a menos que se estudie como es debido el peligro originado por la electricidad estática.

11.5.2 Se tomarán las medidas necesarias para que las aberturas de ventilación y de cualquier otra índole del espacio de que se trate queden cerradas y para que, en los casos necesarios, suene en dicho espacio una señal de alarma que permita al personal que se encuentre en su interior efectuar una evacuación de emergencia antes de que se dé entrada al agente inertizador/extintor.

11.6 Equipos y ropa protectora para los bomberos

11.6.1 Todo buque cumplirá con lo prescrito en el apartado j) de la Regla 52 del Capítulo II-2 del Convenio de Seguridad, 1974. Además, en todos los buques que transporten productos inflamables, con cada equipo de bombero se guardará un juego de ropa protectora contra el fuego cuya superficie exterior sea impermeable y que comprenda un casco, guantes y botas adecuados, de materiales que no sean electroconductores. Los buques con capacidad de carga inferior a 25.000 m³ que transporten productos inflamables llevarán al menos tres equipos de bombero y ropa protectora que preserven la piel contra el calor irradiado por el fuego; los buques cuya capacidad sea igual o superior a 25.000 m³ llevarán al menos cinco equipos de bombero y juegos de ropa protectora. Toda la ropa protectora deberá ser satisfactoria a juicio de la Administración.

11.6.2 Todo aparato respiratorio exigido como parte del equipo de bombero será un aparato autónomo con capacidad mínima de 1.200 litros de aire libre.

CAPITULO XII – VENTILACION MECANICA EN LA ZONA DE LA CARGA

12.1 Espacios en los que es necesario penetrar durante las operaciones normales de manipulación de la carga

12.1.1 Las cámaras de motores eléctricos, de bombas y de compresores para la carga, otros espacios cerrados que contengan equipo de manipulación de la carga y espacios análogos en los que se realicen operaciones de manipulación de la carga, estarán provistos de sistemas de ventilación mecánica que se puedan controlar desde el exterior. Se dispondrá lo necesario para ventilar dichos espacios antes de que haya que penetrar en ellos y accionar el equipo, y en su exterior se fijará una nota de advertencia que destaque que se exige dicha ventilación.

12.1.2 Las bocas de entrada y salida de ventilación mecánica estarán dispuestas de modo que garanticen un movimiento suficiente de aire por el espacio de que se trate para evitar la acumulación de vapores inflamables o tóxicos, y que asimismo garanticen un medio ambiente de trabajo sin riesgos, y en ningún caso tendrá el sistema de ventilación una capacidad de menos de 30 renovaciones de aire por hora, considerado el volumen total del espacio. Como excepción, para las cámaras de control de la carga a salvo del gas podrá haber 8 renovaciones de aire por hora.

12.1.3 Los sistemas de ventilación serán fijos y si son del tipo de depresión permitirán que la extracción se produzca por la parte alta de los espacios, por la parte baja o por ambas; dependerá esto de la densidad de los vapores de los productos transportados.

12.1.4 En las cámaras de los motores eléctricos impulsores de compresores o bombas para la carga, los espacios, exceptuados los espacios de máquinas, en que haya generadores de gas inerte, las cámaras de control de la carga si están consideradas como espacios a salvo del gas, y otros espacios a salvo del gas situados en la zona de la carga, se utilizará ventilación del tipo a presión.

12.1.5 En las cámaras de bombas y de compresores para la carga, y en las de control de la carga si están consideradas como espacios peligrosos a causa del gas, se utilizará ventilación del tipo por depresión.

12.1.6 Los conductos de extracción de la ventilación de los espacios peligrosos a causa del gas descargarán hacia arriba en emplazamientos situados a 10 m. por lo menos, en dirección horizontal, de las entradas y aberturas de ventilación de los espacios de alojamiento y de servicio, puestos de control y otros espacios a salvo del gas.

12.1.7 Las entradas de ventilación estarán dispuestas de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de que los vapores peligrosos procedentes de toda abertura de descarga de ventilación sean ventilados.

12.1.8 Los conductos de ventilación que arranquen de espacios peligrosos a causa del gas no atravesarán salas de máquinas ni espacios de alojamiento o de servicio ni puestos de control, salvo en los casos permitidos en el Capítulo XVI.

12.1.9 Los motores eléctricos de los ventiladores se instalarán fuera de los conductos de ventilación si existe el propósito de transportar productos inflamables. Los ventiladores no crearán fuentes de inflamación de vapores en los espacios ventilados ni en el sistema de ventilación de estos espacios. Los ventiladores y, sólo en el emplazamiento de éstos, los conductos que les correspondan, destinados a espacios peligrosos a causa del gas, estarán contruidos de modo que no desprendan chispas, como a continuación se indica:

- a) impulsores y/o alojamiento no metálicos, prestando la atención debida a la eliminación de electricidad estática;

- b) impulsores y alojamiento, de materiales no ferrosos;
- c) impulsores y alojamiento, de acero austenítico (inoxidable);
- d) impulsores y alojamiento ferrosos, concebidos con huelgo no inferior a 13 milímetros en las puntas de las palas.

Se considerará que toda combinación de un componente fijo o giratorio de aleación de aluminio o manganeso con un componente fijo o giratorio ferroso, sea cual fuere el huelgo en las puntas de las palas, es peligrosa por la posible emisión de chispas y no se le utilizará en estos lugares.

12.1.10 Para cada tipo de ventilador a que se hace referencia en el presente Capítulo se llevarán a bordo piezas de respeto.

12.1.11 En las aberturas exteriores de los conductos de ventilación se instalarán rejillas protectoras cuya malla no exceda de 13 milímetros cuadrados.

12.2 Espacios en los que habitualmente no se penetra

Los espacios de bodega, espacios interbarreras, espacios vacíos, coferdanes, espacios con tuberías para paso de la carga y otros en los que se puedan acumular vapores de la carga, se deberán poder ventilar a fin de garantizar un medio ambiente sin riesgos cuando sea necesario entrar en ellos. Si no se ha provisto un sistema de ventilación permanente para estos espacios, se instalarán dispositivos aprobados y amovibles de ventilación mecánica. Cuando lo exija la disposición de espacios tales como los de bodega e interbarreras, los conductos esenciales para la citada ventilación serán de instalación permanente. Los ventiladores o sopladores estarán apartados de las aberturas de acceso para el personal y se ajustarán a lo dispuesto en el párrafo 12.1.9.

CAPITULO XIII – INSTRUMENTOS (DE MEDICION, DE DETECCION DE GAS)

13.1 Generalidades

13.1.1 Cada tanque de carga irá provisto de dispositivos indicadores del nivel, la presión y la temperatura de la carga. Los manómetros y los indicadores de temperatura se instalarán en los sistemas de tuberías para líquido y vapor, en las instalaciones refrigeradores de la carga y en el sistema de gas inerte, tal como se detalla en el presente Capítulo.

13.1.2 Si las operaciones de carga y descarga del buque se realizan con válvulas y bombas telemandadas, todos los mandos y los indicadores relacionados con un determinado tanque de carga estarán agrupados en una misma posición de control.

13.1.3 Los instrumentos serán sometidos a pruebas que garanticen su seguridad funcional en las condiciones de trabajo previstas, y a intervalos regulares serán calibrados. Los procedimientos de prueba de los instrumentos y los intervalos entre recalibraciones consecutivas serán los que apruebe la Administración.

13.2 Indicadores de nivel para tanques de carga

13.2.1 Todo tanque de carga irá provisto de por lo menos un dispositivo indicador de nivel de líquido, concebido de modo que funcione a presiones no inferiores a las del MARVS del tanque y a temperaturas comprendidas en la gama de temperaturas de régimen de la carga. Cuando sólo se instale un medidor de nivel de líquido, su disposición será tal que permita efectuar toda necesaria operación de mantenimiento mientras el tanque de carga esté prestando servicio.

13.2.2 Los indicadores de nivel de líquido de los tanques de carga podrán ser de los tipos indicados a continuación, a reserva de cualesquiera prescripciones especiales relativas a determinadas cargas que se señalen en la columna "g" del Capítulo XIX:

- a) dispositivos indirectos, que determinan la cantidad de carga utilizando valores tales como el peso de ésta o las indicaciones de flujómetros;
- b) dispositivos cerrados que no penetran en el tanque de carga, como los que se sirven de radioisótopos o medios ultrasónicos;
- c) dispositivos cerrados que penetran en el tanque de carga pero que forman parte de un sistema cerrado e impiden que la carga se salga, tales como los dispositivos de flotador, sondas electrónicas, sondas magnéticas e indicadores de burbuja. Si el dispositivo medidor cerrado no está montado directamente en el tanque, irá provisto de una válvula de cierre situada lo más cerca posible del tanque;
- d) dispositivos de paso reducido, que penetran en el tanque y que cuando se les está utilizando permiten que una cantidad pequeña de la carga gaseosa o líquida escape a la atmósfera, tales como los medidores de tubo fijo y de tubo deslizante. Cuando no se esté haciendo uso de ellos, los dispositivos se mantendrán completamente cerrados. La concepción y la instalación del dispositivo serán tales que impidan que al abrir éste se produzca una fuga peligrosa de la carga. Estos dispositivos medidores habrán sido proyectados de modo que su abertura máxima no exceda de 1,5 mm. de diámetro o de un área equivalente, a menos que estén dotados de una válvula limitadora del flujo.

13.2.3 La Administración podrá autorizar mirillas provistas de una tapa protectora adecuada y situadas por encima del nivel del líquido, con una escala interior, como medio secundario de medición destinado a tanques de carga proyectados para una presión de no más de 0,7 kp/cm².

13.2.4 No se instalarán tubos de vidrio indicadores de nivel. La Administración podrá autorizar para los tanques situados en cubierta, a reserva de las disposiciones pertinentes del Capítulo XVII, tubos de nivel de gran resistencia, del tipo que se instala en calderas de alta presión, provistos de válvulas limitadoras del flujo.

13.3 Avisadores de nivel de líquido

13.3.1 Salvo en los casos señalados en el párrafo 13.3.2, todo tanque de carga irá provisto de un avisador de nivel alto de líquido que funcione independientemente de los otros indicadores de nivel de líquido y que cuando sea activado dé una señal acústica y visual. Este avisador o cualquier otro detector independiente empleado accionará automáticamente también el dispositivo interruptor del flujo de la carga hacia el tanque de modo que, a la vez que evite la presión excesiva del líquido en el conducto de carga, impida que el tanque se llene totalmente.

13.3.2 A menos que en el Capítulo XVII se disponga algo distinto, no se exigirá avisador de nivel alto de líquido ni dispositivo de interrupción automática del llenado del tanque de carga, si éste:

- a) es un tanque de presión con un volumen de no más de 200 m.³, o
- b) ha sido proyectado de modo que resista la máxima presión posible durante la operación de cargar y tal presión sea inferior a aquélla a la cual comienza a actuar, aligerando la presión, la válvula manorreductora del tanque de carga.

13.4 Manómetros

13.4.1 El espacio para vapor de cada tanque de carga irá provisto de un manómetro al que corresponda un indicador en el puesto de control de la carga. Además, en el puente se instalará un dispositivo de alarma contra presiones elevadas y, si se exige protección contra el vacío, también contra presiones bajas. Las presiones máxima y mínima admisibles aparecerán señaladas en los indicadores.

13.4.2 Cada conducto de descarga de bomba para la carga y cada colector de carga líquida y de vapor irá provisto de un manómetro por lo menos.

13.4.3 Se instalarán manómetros de colector de lectura directa que indiquen la presión existente entre las válvulas de retención y las conexiones de los conductos flexibles a tierra.

13.4.4 Los espacios de bodega y los espacios interbarreras carentes de conexiones abiertas a la atmósfera irán provistos de manómetros.

13.5 Indicadores de temperatura

13.5.1 Todo tanque de carga irá provisto de por lo menos dos indicadores de las temperaturas de la carga, uno situado al fondo del tanque y el otro cerca de la parte superior de éste, por debajo del nivel más alto admisible del líquido. Los citados indicadores estarán marcados de modo que muestren la temperatura más baja para la cual el tanque de carga ha sido aprobado por la Administración.

13.5.2 Cuando se transporte la carga en un sistema de contención con barrera secundaria a una temperatura inferior a -55°C , se instalarán indicadores de temperatura dentro del aislamiento o sobre la estructura del casco, en posición adyacente al sistema de contención de la carga. Los dispositivos indicarán la temperatura a intervalos regulares y, si procede, darán una señal acústica anunciadora de que las temperaturas se acercan al límite inferior para el cual es apropiado el acero del casco.

13.5.3 Si se va a transportar la carga a temperaturas inferiores a -55°C , las paredes de los tanques de carga, dado que sean apropiadas para la concepción del sistema de contención de la carga, irán provistas de indicadores de temperatura como a continuación se indica:

- a) Dispositivos en número suficiente para comprobar que no se produce un gradiente de temperatura anormal.
- b) En uno de los tanques, varios dispositivos, además de los indicados en el apartado a) del presente párrafo, para verificar que el procedimiento de enfriamiento inicial es correcto. Estos dispositivos podrán ser temporales o permanentes. Cuando se construya una serie de buques semejantes entre sí, el segundo buque y los que sigan a éste no necesitarán cumplir con las prescripciones del presente apartado.

13.5.4 El número y la ubicación de los indicadores de temperatura serán los que la Administración juzgue satisfactorios.

13.6. Prescripciones relativas a la detección de gas

13.6.1 Se proveerá el equipo detector de gas que la Administración juzgue aceptable y que sea idóneo para los gases que se vayan a transportar, de conformidad con lo indicado en la columna "f" del Capítulo XIX.

13.6.2 En toda instalación la ubicación de los cabezales muestreadores fijos se determinará considerando con la debida atención la densidad de los vapores de los productos que se vayan a transportar y la dilución resultante de la purga o la ventilación de los compartimientos.

13.6.3 Los tramos de tuberías que partan de los cabezales muestreadores no atravesarán espacios a salvo del gas, exceptuados los casos permitidos en el párrafo 13.6.5.

13.6.4 Los dispositivos de alarma acústica y visual del equipo detector de gas, si las disposiciones de la presente sección los exigen, estarán situados en el puente, en la posición de control de la carga y en la posición de lectura del detector de gas.

13.6.5 El equipo detector de gas podrá situarse en el puesto de control de la carga, en el puente o en otros emplazamientos adecuados. Cuando quede situado en un espacio a salvo del gas se deberán cumplir los requisitos siguientes:

- a) los conductos de muestreo de gas irán provistos de válvulas de cierre o dispositivos análogos para impedir la intercomunicación con espacios peligrosos a causa del gas; y
- b) el gas de escape del detector saldrá a la atmósfera en un emplazamiento que no presente riesgos.

13.6.6 El equipo detector de gas estará concebido de modo que pueda ser sometido a pruebas fácilmente. Las pruebas y la calibración se efectuarán a intervalos regulares. Para ello se llevará a bordo el equipo y el gas apropiados. Cuando sea posible se instalarán conexiones permanentes para dicho equipo.

13.6.7 Se instalará con carácter permanente un sistema detector de gas y dispositivos de alarma acústica y visual destinados a:

- a) cámaras de bombas para la carga;
- b) cámaras de compresores para la carga;
- c) cámaras de motores de las máquinas de manipulación de la carga;

- d) cámaras de control de la carga, a menos que hayan sido designadas espacios a salvo del gas;
- e) otros espacios cerrados de la zona de la carga en los que se pueda acumular vapor, incluidos los espacios de bodega y los espacios interbarreras destinados a tanques independientes que no sean de tipo C;
- f) tambuchos de ventilación y conductos de gas, de acuerdo con lo dispuesto en el Capítulo XVI; y
- g) esclusas de aire.

13.6.8 El equipo detector de gas será capaz de tomar muestras de cada cabezal muestreador y de analizarlas de modo consecutivo a intervalos que no excedan de 30 minutos, aunque en el caso de la detección de gas para los tambuchos de ventilación y conductos gaseosos a que se hace referencia en el párrafo 13.6.7 f) el muestreo deberá ser continuo. No se instalarán conductos de muestreo comunes con el equipo detector.

13.6.9 Respecto de productos tóxicos o tóxicos e inflamables la Administración podrá autorizar, salvo cuando en la columna "h" del Capítulo XIX se haga referencia a la sección 17.11, el empleo de equipo amovible para detectar tóxicos como posibilidad distinta a la de un sistema instalado permanentemente, si se le utiliza antes de que el personal entre en los espacios enumerados en el párrafo 13.6.7 y, a partir de entonces, cada 30 minutos mientras el personal permanezca en dichos espacios.

13.6.10 Para los espacios enumerados en el párrafo 13.6.7, la activación de los dispositivos de alarma correspondientes a productos inflamables se producirá cuando la concentración de vapor alcance el 30 por ciento del límite inferior de inflamabilidad.

13.6.11 Respecto de productos inflamables, cuando se utilicen sistemas de contención de la carga que no sean tanques independientes, los espacios de bodega y/o los espacios interbarreras irán provistos de un sistema detector de gas instalado permanentemente y capaz de medir concentraciones de gas en una gama de 0 a 100 por ciento, en volumen. El equipo detector, dotado de dispositivos de alarma acústica y visual, será capaz de detectar y tomar muestras de gas de cada cabezal muestreador de modo consecutivo a intervalos que no excedan de 30 minutos. La activación de los dispositivos de alarma se producirá cuando la concentración de vapor alcance el 30 por ciento del límite inferior de inflamabilidad en el aire, o cualquier otro límite aprobado por la Administración, consideradas las medidas especiales que se hayan tomado para la contención de la carga. No se instalarán conductos de muestreo comunes con el equipo detector.

13.6.12 Respecto de gases tóxicos, los espacios de bodega y/o los espacios interbarreras irán provistos de un sistema de tuberías instalado permanentemente que extraiga de ellos muestras gaseosas. El gas de estos espacios será extraído de cada cabezal muestreador y analizado por medio de un equipo fijo o amovible a intervalos que no excedan de 4 horas y en todo caso antes de que el personal entre en el espacio de que se trate, y a intervalos de 30 minutos mientras permanezca en ellos.

13.6.13 Todo buque irá provisto de por lo menos dos juegos amovibles de equipo detector de gas aceptables para la Administración y adecuados para los productos que se vayan a transportar.

13.6.14 Se proveerá un instrumento adecuado para medir niveles de oxígeno en atmósferas inertes.

CAPITULO XIV – PROTECCION DEL PERSONAL

14.1 Para la protección de los tripulantes ocupados en las operaciones de carga y descarga se proveerá equipo adecuado, que preserve también los ojos, considerada la naturaleza de los productos de que se trate.

14.2 El equipo protector se guardará en lugares fácilmente accesibles y en taquillas especiales.

14.3 Además del equipo que prescribe el Capítulo II-2 del Convenio de Seguridad, 1974, se proveerá un número suficiente, que nunca será inferior a tres, de juegos completos de equipo de seguridad, cada uno de los cuales permitirá al personal entrar y trabajar en un espacio lleno de gas.

14.4 Un juego completo de equipo de seguridad comprenderá:

- a) un aparato respiratorio autónomo que no funcione con oxígeno almacenado y cuya capacidad sea de 1.200 litros, por lo menos, de aire libre;
- b) ropa protectora, botas, guantes y gafas de ajuste seguro;
- c) un cabo de rescate, de alma de acero, con cinturón; y
- d) una lámpara antideflagrante.

14.5 Se proveerá el abastecimiento adecuado de aire comprimido mediante un compresor especial y por lo menos tres botellas de respeto por juego. Para buques pequeños la Administración podrá aceptar botellas complementarias de aire comprimido en lugar del compresor.

14.6 El equipo de seguridad exigido en el párrafo 14.3 se guardará en una taquilla adecuada, marcada claramente y situada en un lugar de fácil acceso.

14.7 El equipo de aire comprimido será inspeccionado una vez al mes cuando menos por un oficial competente, anotándose la inspección en el diario de navegación, y será examinado y probado por un experto una vez al año cuando menos.

14.8 En un lugar fácilmente accesible se guardará una camilla adecuada para izar a un herido desde los espacios situados debajo de la cubierta.

14.9 Habrá a bordo equipo de primeros auxilios sanitarios, con inclusión de un aparato de respiración artificial por oxígeno y, dado que los haya, antídotos para los productos transportados.

CAPITULO XV – LIMITES DE LLENADO DE LOS TANQUES DE CARGA

15.1 Generalidades

15.1.1 Ningún tanque de carga se llenará tanto que el líquido ocupe más del 98 por ciento de su capacidad, a la temperatura de referencia, con las excepciones indicadas en el párrafo 15.1.3.

15.1.2 El volumen máximo al cual se podrá llenar un tanque de carga será el dado por la fórmula siguiente:

$$V_L = 0,98 V \frac{d_R}{d_L}$$

donde

V_L = volumen máximo al cual se podrá llenar el tanque

V = volumen del tanque

d_R = densidad de la carga a la temperatura de referencia

d_L = densidad de la carga a la temperatura y a la presión correspondientes a la operación de cargar.

15.1.3 La Administración podrá autorizar un límite de llenado que rebase el 98 por ciento indicado en los párrafos 15.1.1 y 15.1.2 a la temperatura de referencia, habida cuenta de la forma del tanque, la disposición de las válvulas manorreductoras, la precisión obtenida en la indicación de nivel y de temperatura y la diferencia existente entre las temperaturas que correspondan respectivamente a la operación de cargar y a la presión del vapor de la carga, a la presión de tarado de las válvulas manorreductoras, siempre que se cumplan las condiciones fijadas en el párrafo 8.2.17.

15.1.4 Solamente a los efectos del presente Capítulo, "temperatura de referencia" significa:

- a) la temperatura correspondiente a la presión del vapor de la carga, a la presión de tarado de las válvulas manorreductoras, cuando no se haya provisto lo necesario para controlar la presión y la temperatura del vapor de la carga tal como se indica en el Capítulo VII;
- b) la temperatura de la carga que, ya al final de la operación de cargar, ya durante el transporte, ya mientras se efectúe la descarga, sea la más elevada, cuando se haya provisto lo necesario para controlar la presión y la temperatura del vapor de la carga tal como se indica en el Capítulo VII. Si esta temperatura de referencia es causa de que el tanque se llene totalmente de líquido antes de que la carga alcance una temperatura que corresponda a la presión del vapor de la carga a la presión de tarado de las válvulas manorreductoras indicadas en la sección 8.2, se instalará un sistema manorreductor complementario ajustado a lo dispuesto en la sección 8.3.

15.2 Información que se deberá facilitar al capitán

Se indicarán en una lista, que necesitará la aprobación de la Administración, los límites máximos admisibles de llenado correspondientes a cada tanque de carga respecto de cada producto que pueda ser transportado, de cada temperatura aplicable a la operación de cargar y de la temperatura de referencia máxima aplicable. En la lista figurarán asimismo las presiones a las cuales se hayan tarado las válvulas manorreductoras, incluidas las válvulas indicadas en la sección 8.3. El capitán tendrá siempre a bordo un ejemplar de esa lista.

CAPITULO XVI – EMPLEO DE LA CARGA COMO COMBUSTIBLE

16.1 La carga constituida por metano (gas natural licuado) es la única cuyo vapor o gas de evaporación podrá utilizarse en las cámaras de la maquinaria propulsora principal y en las cámaras de calderas; y, en estos compartimientos, sólo en calderas, generadores de gas inerte y motores de combustión.

16.2 Los conductos de combustible gaseoso no atravesarán espacios de alojamiento o de servicio ni puesto de control. Podrán atravesar otros espacios o penetrar en ellos, a condición de que se dé uno de los supuestos siguientes:

- a) El conducto de combustible gaseoso será un sistema de doble tubería, con la tubería interior destinada a contener dicho combustible. El espacio que medie entre las tuberías concéntricas estará lleno de gas inerte a una presión superior a la del combustible. Se instalarán dispositivos de alarma adecuados que indiquen toda pérdida de presión que se produzca entre las tuberías.
- b) Los conductos de combustible gaseoso irán instalados en una tubería o un conducto ventilados mecánicamente por aspiración. Para el espacio de aire comprendido entre las paredes exterior e interior de las tuberías o los conductos habrá ventilación mecánica capaz de dar cuando menos 30 renovaciones de aire por hora. El sistema de ventilación estará dispuesto de modo que mantenga una presión inferior a la atmosférica. Los motores de los ventiladores estarán situados fuera de la tubería o del conducto de ventilación. La salida de ventilación estará situada en una posición en la que no pueda arder ninguna mezcla inflamable de gas y aire. La entrada de ventilación estará dispuesta de modo que en el sistema no penetren por aspiración gas ni mezclas de gas y aire. No cesará la ventilación mientras haya gas en la tubería de alimentación. Se proveerán medios de detección continua de gas que indiquen fugas y que interrumpan el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas, de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 16.10. El ventilador aspirante de este conducto estará instalado de modo que se corte el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas si no se establece y se mantiene la corriente de aire necesaria.

16.3 Si se produce una fuga de gas, el suministro de combustible gaseoso cesará hasta que se haya encontrado la fuga y se efectúe la consiguiente reparación. A este efecto se fijarán instrucciones en un lugar bien visible del espacio de máquinas.

16.4 El sistema de doble tubería o el conductor de ventilación provistos para los conductos de combustible gaseoso terminarán en el tambucho o envuelta de ventilación exigidos en el párrafo 16.5.

16.5 Se proveerá un tambucho o envuelta de ventilación para las zonas ocupadas por bridas, válvulas, etc., y para las tuberías de combustible gaseoso en los conjuntos que utilizan gas, como calderas, motores diesel o turbinas de gas, si dichas tuberías no van encerradas en el sistema de doble tubería o en el conducto ventilado. Si a dichos tambucho o envuelta no les llega la ventilación del ventilador aspirante que dé servicio a un conducto de conformidad con lo prescrito en el párrafo 16.2 b), se les dotará de un sistema de ventilación aspirante y de medios de detección continua de gas que indiquen fugas y que interrumpan el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas, de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 16.10. El ventilador aspirante estará instalado de modo que se corte el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas si el citado sistema de ventilación no está funcionando de manera que produzca la corriente de aire necesaria. El tambucho o la envuelta irán instalados o montados de forma que el aire de ventilación salga por su parte superior después de pasar a través del conjunto utilizador de gas.

16.6 Cada conjunto utilizador de gas irá provisto de un juego de tres válvulas automáticas. Dos de ellas se instalarán en serie en la tubería de combustible gaseoso abastecedora del conjunto. La otra se instalará en una tubería que permita descargar, en un emplazamiento exento de riesgos situado al aire libre, a la parte de la tubería de combustible gaseoso comprendida entre las dos válvulas instaladas en serie. Estas válvulas se dispondrán de modo que el fallo del necesario tiro forzado, la extinción de la llama en los quemadores de caldera, la presión anormal en el conducto de suministro de combustible gaseoso o el fallo del accionador del mando de las válvulas, provoquen el cierre automático de las dos válvulas de combustible gaseoso instaladas en serie y la abertura automática de la válvula de ventilación. Otra posibilidad será que la función de una de las válvulas instaladas en serie y la de la instalada en la tubería de ventilación queden reunidas en el cuerpo de una sola válvula dispuesta de modo que, si surge alguna de las situaciones citadas, se corte el paso del gas hacia el conjunto utilizador y se abra la salida de ventilación.

16.7 Fuera del espacio de máquinas se instalará una válvula maestra para el combustible gaseoso, que se pueda cerrar desde el interior de dicho espacio, dispuesta de modo que se cierre automáticamente si se detecta una fuga de gas o ante la falta de ventilación del conducto o de la envuelta, o de pérdida de presión en la doble tubería del combustible gaseoso.

16.8 Se proveerán los medios necesarios para inertizar y desgasificar la parte del sistema de tuberías de combustible gaseoso situada en el espacio de máquinas.

16.9 Tanto el lugar de procedencia del aire de relleno destinado al sistema de ventilación como el de salida del aire procedente de dicho sistema carecerán de riesgos.

16.10 Los sistemas de detección de gas provistos de conformidad con lo dispuesto en los párrafos 16.2 y 16.5 darán la oportuna alarma cuando se alcance el 30 por ciento del límite inferior de inflamabilidad e interrumpirán el suministro de combustible gaseoso al espacio de máquinas antes de que la concentración de gas llegue al 60 por ciento del límite inferior de inflamabilidad.

16.11 Todos los pormenores del sistema de combustible gaseoso serán presentados a la Administración a fines de aprobación.

16.12 Las disposiciones del presente Capítulo no excluyen la posibilidad de emplear combustible gaseoso en otros emplazamientos para otros servicios, tales como los de relicuación de la carga y generación de gas inerte, a condición de que tales servicios y emplazamientos sean especialmente examinados por la Administración.

CAPITULO XVII – PRESCRIPCIONES ESPECIALES

17.1 Generalidades

Muchos de los productos a los que se aplica el presente Código tienen características propias que hacen necesarias prescripciones especiales para que su transporte no presente riesgos. Se trata de prescripciones que complementan las generales del Código.

Las disposiciones del presente Código serán aplicables cuando en la columna "h" del Capítulo XIX aparezca la oportuna referencia.

17.2 Protección del personal

17.2.1 Por cada persona que se halle a bordo habrá un aparato respiratorio apropiado para los productos que se transporten. En la caseta de gobierno habrá permanentemente dos juegos complementarios.

17.2.2 En cubierta, en lugares bien situados, habrá, claramente señaladas, duchas de descontaminación y un lavaojos.

17.2.3 Se proveerán tres juegos completos de equipo de seguridad, además de los exigidos en el párrafo 14.3.

17.2.4 El personal estará protegido contra los efectos de un escape considerable de la carga mediante la provisión, dentro de la zona de alojamiento, de un espacio proyectado y equipado de modo que la Administración juzgue satisfactorio.

17.2.5 Para ciertos productos muy peligrosos las cámaras de control de la carga serán únicamente del tipo a salvo del gas.

17.3 Materiales de construcción

Los materiales que puedan quedar expuestos a la acción de la carga en las operaciones normales serán resistentes a la acción corrosiva de los gases. Además, los materiales que se enumeran a continuación para los tanques de carga y las correspondientes tuberías, válvulas, accesorios y otros elementos no se utilizarán para ciertos productos, consignados en la columna "h" del Capítulo XIX.

17.3.1 Mercurio, cobre, aleaciones de cobre, y zinc.

17.3.2 Cobre, plata, mercurio, magnesio y otros metales que puedan formar acetiluros.

17.3.3 Aluminio y aleaciones de aluminio.

17.4 Tanque independiente de tipo C

Se aplicará lo dispuesto en el párrafo 7.1.3. En la fijación de la presión de proyecto se tendrá en cuenta toda posible presión de relleno y/o la presión del vapor durante la descarga.

17.5 Sistemas de refrigeración

17.5.1 Sólo se utilizará el sistema indirecto descrito en el párrafo 7.2.4 b).

17.5.2 En los buques dedicados al transporte de productos que formen fácilmente peróxidos peligrosos no se permitirá que la carga recondensada forme bolsas estancadas de líquido no inhibido. Se conseguirá esto utilizando:

- a) el sistema indirecto descrito en el párrafo 7.2.4 b), con el condensador dentro del tanque de carga, o bien
- b) el sistema directo o el sistema combinado descritos respectivamente en los apartados a) y c) del párrafo 7.2.4 o el sistema indirecto descrito en el apartado b) del mismo párrafo con el condensador fuera del tanque de carga, y proyectando el sistema del condensado de modo que se evite todo punto en que el líquido pueda acumularse y quedar retenido. En los casos en que esto sea imposible se añadirá líquido inhibido más arriba del emplazamiento de que se trate.

Si el buque va a transportar en viajes consecutivos cargas constituidas por los citados productos, con un viaje intermedio en lastre, antes de efectuar éste se extraerá todo el líquido no inhibido. Si en ese viaje intermedio se va a transportar otro producto, antes de cargar éste se vaciará y se purgará por completo el sistema de relievación. Para la purga se empleará gas inerte o bien vapor del nuevo producto, si es compatible. Se tomarán las medidas pertinentes para que en el sistema del buque no se acumulen polímeros ni peróxidos.

17.6 Tuberías para paso de la carga situadas en cubierta

Se exigirá la radiografía total de todas las uniones soldadas a tope de las tuberías para paso de la carga cuyo diámetro exceda de 75 mm.

17.7 Conductos para cargar y descargar por la proa o por la popa

Los conductos para cargar y descargar por la proa o por la popa no pasarán por espacios de alojamiento o de servicio ni por puestos de control en buques de tipo IG. Los conductos para cargar y descargar por la proa o por la popa instalados en buques de los tipos IIG/IIPG no se utilizarán para el transvase de cargas tóxicas, a menos que éste haya sido expresamente autorizado por la Administración.

17.8 Exclusión del aire de los espacios de vapor

Antes de cargar se extraerá el aire que haya en los tanques de carga y tuberías correspondientes, de donde luego quedará excluido mediante:

- a) la introducción de gas inerte a fin de mantener la presión. La capacidad de almacenamiento o de producción de gas inerte deberá bastar para satisfacer las necesidades de funcionamiento normales y compensar las fugas de las válvulas manorreductoras. El contenido de oxígeno del gas inerte no excederá en ningún momento del 0,2 por ciento, en volumen; o bien
- b) el control de la temperatura de la carga de modo que en todo momento se mantenga la presión.

17.9 Eliminación de la humedad

Para los gases que no sean inflamables y que puedan convertirse en corrosivos o reaccionar peligrosamente con el agua se exigirán medidas de eliminación de la humedad que garanticen que los tanques de carga estarán secos antes de la operación de cargar y que durante la de descargar se introducirá aire seco o vapor de la carga en evitación de depresiones. A los efectos del presente párrafo, aire seco será aquél cuyo punto de condensación se dé a una temperatura de -45°C o inferior, a la presión atmosférica.

17.10 Inhibición

Se tomarán las medidas que aseguren que la carga está inhibida en grado suficiente para evitar la polimerización en todo momento en el curso del viaje. El fabricante extenderá en favor de los buques un certificado en el que se consigne:

- a) nombre y cantidad del inhibidor añadido;
- b) fecha en que se añadió el inhibidor y periodo durante el cual conservará su eficacia, según lo que normalmente quepa esperar;
- c) toda limitación de temperatura que afecte al inhibidor;
- d) medidas que procederá adoptar si la duración del viaje excede la de la eficacia de los inhibidores.

17.11 Detectores de gases tóxicos instalados permanentemente

17.11.1 Los conductos de muestreo de gas no acabarán en espacios a salvo del gas ni atravesarán éstos. Los dispositivos de alarma mencionados en el párrafo 13.6.7 funcionarán cuando la concentración de vapor alcance el valor límite mínimo.

17.11.2 No se autorizará la posibilidad de utilizar equipo amovible de acuerdo con lo dispuesto en el párrafo 13.6.9.

17.12 Prescripciones especiales relativas a distintos gases

17.12.1 *Oxido de etileno*

- a) Las tuberías para paso de la carga y las de ventilación serán completamente independientes de todos los demás sistemas.
- b) Los espacios de vapor de los tanques de carga y los espacios de bodega se inertizarán con un gas inerte que satisfaga las prescripciones del párrafo 17.8 a).
- c) La carga sólo podrá descargarse con una bomba para pozos profundos o por desplazamiento de gas inerte.
- d) La carga se refrigerará y se conservará a una temperatura inferior a 30°C.
- e) La válvula manorreductora del tanque de carga no estará tarada a menos de 5,5 kp/cm².
- f) Se instalarán medios seguros de echazón que permitan efectuar una descarga de emergencia si se produce una reacción autónoma incontrolable.
- g) No se utilizarán con el óxido de etileno los siguientes materiales de construcción:
 - aleaciones de aluminio
 - cobre y aleaciones de cobre
 - plata y aleaciones de plata
 - magnesio y aleaciones de magnesio
 - acero inoxidable de los tipos 416 y 442
 - hierro fundido
 - mercurio
 - amianto.
- h) Antes de proceder a cargar el óxido de etileno, los tanques habrán de quedar perfectamente limpios, secos y libres de óxido. Se les purgará con gas inerte para desplazar el aire antes de introducir en ellos por bombeo el óxido de etileno.

17.12.2 *Mezclas de metilacetileno y propadieno*

De estas mezclas sólo se aceptarán como carga las estabilizadas cuyo contenido máximo de metilacetileno sea del 50 por ciento y aquellas cuyo contenido máximo de metilacetileno y propadieno sea del 65 por ciento. Se prestará una atención especial a la temperatura y a la presión del vapor si se emplean sistemas de refrigeración directa.

17.12.3 *Nitrógeno*

Los materiales de construcción y elementos auxiliares, como el de aislamiento, deberán ser resistentes a los efectos de las grandes concentraciones de oxígeno provocadas por la condensación y el enriquecimiento a las bajas temperaturas que se alcanzan en algunas partes del sistema de carga. Se prestará la debida atención a la ventilación en zonas en que podría producirse condensación, a fin de evitar la estratificación de la atmósfera enriquecida con oxígeno.

17.12.4 *Amoníaco*

Como las grandes concentraciones de amoníaco en espacios reducidos pueden ser inflamables, se aplicarán las disposiciones del Capítulo X relativas a productos inflamables, salvo en las zonas situadas en la cubierta expuesta. Nunca se rociará amoníaco líquido en un tanque que contenga aire, toda vez que se correría el riesgo de crear una carga electrostática que podría ser causa de inflamación.

17.12.5 *Cloro*

(pendiente de preparación)

17.12.6 *Cloruro de vinilo*

En caso de que se impida la polimerización del cloruro de vinilo añadiendo un inhibidor, será aplicable lo dispuesto en la sección 17.10. Si no se ha añadido inhibidor o si la adición es insuficiente, ningún gas inerte empleado para los fines señalados en la sección 17.8 contendrá más del 0,1 por ciento de oxígeno. Antes de iniciar la operación de cargar se analizarán muestras del gas inerte tomadas de los tanques y las tuberías. Siempre que se transporte cloruro de vinilo y durante los viajes en lastre realizados entre dos viajes consecutivos de transporte, se mantendrá presión en los tanques.

CAPITULO XVIII – PRESCRIPCIONES DE ORDEN OPERACIONAL

18.1 Información que obligatoriamente habrá que elevar

18.1.1 A bordo y a la disposición de todos los interesados tendrá que haber información con los datos necesarios para efectuar sin riesgos el transporte de la carga. Figurará en esa información, respecto de cada producto transportado:

- a) una descripción completa de las propiedades físicas y químicas, necesaria para la seguridad en la contención de la carga;
- b) las medidas procedentes en caso de derrames o de fugas;
- c) las medidas procedentes en caso de que alguien sufra un contacto accidental;
- d) los procedimientos y los medios utilizados para combatir incendios;
- e) los procedimientos de transvase de carga, desgasificación, lastrado, limpieza de tanques y cambio de cargas;
- f) el equipo especial necesario para manipular sin riesgos la carga de que se trate;
- g) las temperaturas mínimas del acero del casco interior; y
- h) los procedimientos para casos de emergencia.

18.1.2 Se rechazarán los productos que obligatoriamente haya que inhibir si no se hace entrega del certificado que exige la sección 17.10.

18.2 Compatibilidad

18.2.1 El capitán se cerciorará de que el producto destinado a ser cargado figura en el Certificado de aptitud que se cita en la sección 1.6 y en el manual relativo a carga y estabilidad estipulado en el párrafo 2.2.3, y que las características que se dan de dicho producto no discrepan de lo indicado en tales certificado y manual.

18.2.2 Se tomarán las precauciones necesarias para evitar reacciones químicas peligrosas si las cargas se mezclan. Esto reviste importancia especial respecto de:

- a) los procedimientos de limpieza exigidos para tanques entre transportes sucesivos de cargas;
- b) el transporte simultáneo de cargas que, mezcladas, reaccionen. Sólo se permitirá ese tipo de transporte cuando los sistemas de carga completos, con inclusión de los sistemas de tuberías para paso de la carga, los tanques y los sistemas de ventilación y refrigeración, pero no limitados a estos elementos, sean físicamente independientes.

18.3 Formación de personal

18.3.1 El personal que interviene en operaciones relacionadas con la carga recibirá una formación adecuada acerca de los procedimientos de manipulación.

18.3.2 Todo el personal recibirá la formación que convenga para hacer uso del equipo protector provisto a bordo y una capacitación básica en cuanto a los procedimientos, apropiados para los cometidos de los distintos miembros, que sea necesario seguir en situaciones de emergencia.

18.3.3 Los oficiales recibirán formación en cuanto a los procedimientos de emergencia que haya que seguir si se producen fugas, derrames o un incendio que afecte a la carga, y a un número suficiente de ellos se le instruirá y capacitará en los aspectos esenciales de los primeros auxilios que las cargas transportadas puedan hacer necesarios.

18.4 Entrada en los distintos espacios

18.4.1 El personal no entrará en tanques de carga, espacios de bodega, espacios vacíos, espacios de manipulación de la carga ni otros espacios cerrados en los que pueda acumularse el gas, a menos que:

- a) se mida el contenido gaseoso de la atmósfera del espacio de que se trate mediante equipo fijo o amovible, para asegurar la presencia de oxígeno suficiente y la ausencia de una atmósfera tóxica; o
- b) el personal lleve aparatos respiratorios y el equipo protector necesario y la operación completa se realice bajo la estrecha vigilancia de un oficial competente.

18.4.2 El personal que entre en cualquier espacio designado como peligroso a causa del gas en un buque que transporte productos inflamables no introducirá en dicho espacio ninguna posible causa de inflamación, a menos que se haya certificado que éste se halla a salvo del gas y se le mantenga como tal.

18.5 Transporte de carga a baja temperatura

18.5.1 Cuando se transporten cargas a bajas temperaturas:

- a) los medios de caldeo, dado que los haya, correspondientes a los sistemas de contención de la carga funcionarán de modo que la temperatura no descienda por debajo de la temperatura para la cual se proyectó el material de la estructura del casco;
- b) se cargarán los productos de modo que quede garantizado que no habrá gradientes inaceptables de temperatura en ningún tanque de carga, tubería ni elemento auxiliar; y
- c) para enfriar tanques que se hallen a la temperatura ambiente o a otra próxima a ésta se seguirá precisamente el procedimiento de enfriamiento prescrito para el tanque, la tubería y los elementos auxiliares de que se trate.

18.6 Ropa protectora

Se informará al personal de cuáles son los riesgos relacionados con la carga que se esté manipulando y se le darán instrucciones en el sentido de que durante las operaciones de manipulación actúe con cuidado y lleve la ropa protectora citada en la sección 14.1.

18.7 Sistemas y mandos

Los sistemas de parada y alarma que haya que utilizar en casos de emergencia durante el transvase de la carga se probarán y/o verificarán antes de que comiencen las operaciones de manipulación de la carga. También los mandos esenciales para tal manipulación se ensayarán y/o verificarán antes de que comiencen las operaciones de transvase.

18.8 Operaciones de transvase de la carga

Las operaciones de transvase, incluidos los procedimientos de emergencia, serán estudiadas juntamente por el personal del buque y el de las instalaciones de tierra encargado de dichas operaciones, antes de que comiencen éstas; y durante su realización se mantendrán en todo momento las comunicaciones.

18.9 Prescripciones de orden operacional complementarias

En los párrafos del Código indicados a continuación se encontrarán prescripciones de orden operacional complementarias:

3.8.4, 7.1.1 e), 8.2.5, 8.2.7, 9.4.2, 12.1.1, 12.1.10, 13.1.3, 14.2, 14.6, 14.7, 14.8, 15.1, 15.2, 16.3, 17.7, 17.8, 17.9, 17.12.1 h), 17.12.4.

CAPITULO XIX – RESUMEN DE PRESCRIPCIONES MINIMAS

a	b	c	d	e	f	g	h
Nombre del producto	No. ONU	Tipo de buque	Se exige tanque independiente de tipo C	Control del espacio de vapor dentro de los tanques de carga	Detección de vapor	Medición	Prescripciones especiales
Acetaldehído	1089	IIG/ IIPG	-	Inerte	I + T	C	17.2.2, 17.2.3, 17.5.1, 17.7, 17.8
Amoniaco anhidro	1005	IIG/ IIPG	-	-	T	C	17.2.1, 17.2.2, 17.2.3, 17.3.1, 17.7, 17.12.4
Butadieno	1010	IIG/ IIPG	-	Inerte	I	R	17.3.2, 17.5.2, 17.8, 17.10
Butano	1011	IIG/ IIPG	-	-	I	R	
Butano/propano, mezclas de	1011/ 1978	IIG/ IIPG	-	-	I	R	
Butilenos	1012	IIG/ IIPG	-	-	I	R	
Cloro	1017	IG	Sí	Seco	T	I	17.2, 17.4, 17.5.1, 17.6, 17.7, 17.9, 17.11 (17.12.5 – pendiente de preparación)
Dimetilamino	1032	IIG/ IIPG	-	-	I + T	C	17.2.1, 17.2.2, 17.2.3, 17.3.1, 17.7
Etano	1961	IIG	-	-	I	R	
Etilamino	1036	IIG/ IIPG	-	-	I + T	C	17.2.1, 17.2.2, 17.2.3, 17.3.1, 17.7
Etileno	1038	IIG	-	-	I	R	

a	b	c	d	e	f	g	h
Nombre del producto	No. ONU	Tipo de buque	Se exige tanque independiente de tipo C	Control del espacio de vapor dentro de los tanques de carga	Detección de vapor	Medición	Prescripciones especiales
Etileno, óxido de	1040	IG	Sí	Inerte	I + T	C	17.2.1, 17.2.2, 17.2.3, 17.2.5, 17.3.2, 17.4, 17.5.1, 17.6, 17.7, 17.8, 17.12.1
Etilo, cloruro de	1037	IIG/ IIPG	-	-	I + T	R	17.7
Metano (GNL)	2043	IIG	-	-	I	C	
Metilacetileno y propadieno, mezcla de	1060	IIG/ IIPG	-	-	I	R	17.12.2
Metilo, bromuro de	1062	IG	Sí	-	I + T	C	17.2, 17.3.3, 17.4, 17.5.1, 17.6, 17.7, 17.11
Metilo, cloruro de	1063	IIG/ IIPG	-	-	I + T	C	17.3.3, 17.7
Nitrógeno	2040	IIG	-	-	O	C	17.12.3
Propano	1978	IIG/ IIPG	-	-	I	R	
Propileno	1077	IIG/ IIPG	-	-	I	R	
Refrigerantes gases (véanse notas)	-	IIG	-	-	-	R	
Sulfuroso, anhídrido	1079	IG	Sí	Seco	T	C	17.2, 17.4, 17.5.1, 17.6, 17.7, 17.9, 17.11
Vinilo, cloruro de	1086	IIG/ IIPG	-	-	I + T	C	17.2.1, 17.2.2, 17.3.2, 17.3.3, 17.7, 17.8, 17.12.6

Notas aclaratorias para el Resumen de prescripciones mínimas

Detección de vapor exigida (columna f)	I – Detección de vapor inflamable T – Detección de vapor tóxico O – Analizador de oxígeno I + T – Detección de vapor inflamable y tóxico
Medición – tipos de dispositivos autorizados (columna g)	I – Indirectos o cerrados, descritos en los apartados a) y b) del párrafo 13.2.2 C – Indirectos o cerrados, descritos en los apartados a), b) y c) del párrafo 13.2.2 R – Indirectos, cerrados o de paso reducido, descritos en los apartados a), b), c) y d) del párrafo 13.2.2
Gases refrigerantes	Gases atóxicos e ininflamables tales como: diclorodifluorometano (1028) dicloromonofluorometano (1029) diclorotetrafluoroetano (1958) monoclorodifluorometano (1018) monoclorotetrafluoroetano (1021) monoclorotrifluorometano (1022)

APENDICE**Modelo de Certificado de aptitud para el transporte
de gases licuados a granel****CERTIFICADO DE APTITUD PARA EL TRANSPORTE
DE GASES LICUADOS A GRANEL***(sello oficial)*

expedido en virtud de lo dispuesto en el
 CODIGO DE LA OCMI PARA LA CONSTRUCCION
 Y EL EQUIPO DE BUQUES QUE TRANSPORTEN
 GASOS LICUADOS A GRANEL

con autoridad conferida por el Gobierno de

.....
(nombre oficial completo del país)

por

*(título oficial completo de la persona u organización
 competente autorizada por la Administración)*

Nombre del buque	Número o letras distintivos	Puerto de matrícula	Capacidad de carga (m. ³)	Tipo de buque (sección 2.5 del Código) ^{1/}

Fecha del contrato de construcción o de transformación

Fecha en que se colocó la quilla o en que la construcción del buque se hallaba en una fase equivalente o en que se empezó la transformación importante

El certificado se extenderá en el idioma oficial del Estado que lo expida. Si se utiliza un idioma que no sea el francés ni el inglés, el texto irá acompañada de traducción a uno de estos idiomas.

CERTIFICO:

1. Que el buque mencionado es
 - *i) un buque que responde a la definición dada en el párrafo 1.2.2 del Código;
 - *ii) un buque que responde a la definición dada en el párrafo 1.2.3 del Código;
2.
 - i) Que el buque ha sido objeto de reconocimiento de conformidad con las disposiciones de la sección 1.6 del Código;
 - ii) que el reconocimiento ha revelado que la estructura, el equipo, los accesorios, los dispositivos y los materiales del buque, y el estado en que todo ello se encuentra, son satisfactorios en todos los aspectos y que el buque cumple con las pertinentes disposiciones del Código.
3. Que se han aplicado los criterios de proyecto siguientes:
 - a) temperatura ambiente del aire. °C^{2/}
 - b) temperatura ambiente del agua °C^{3/}

c)

Tipo y número de tanque	Coeficientes de seguridad ^{3/}				Material ^{3/}	MARVS
	A	B	C	D		
Tuberías para paso de la carga						

Nota: Los números de los tanques citados en esta lista aparecen en el plan de tanques adjunto, firmado y fechado, señalado con el número 2A.

- d) Las propiedades mecánicas del material de los tanques de carga fueron establecidas a °C^{4/}

4. Que el buque es apto para transportar a granel los productos indicados a continuación, siempre y cuando se observen todas las pertinentes disposiciones de orden operacional del Código^{5/}

Productos	Condiciones de transporte (números de los tanques, temperatura mínima, presión máxima, densidad máxima, condiciones para efectuar la carga de los tanques)

Nota: continúa en la(s) hoja(s) adjunta(s), firmada(s) y fechada(s), número 1A.

Los números de los tanques citados en esta lista aparecen en el plan de tanques adjunto, firmado y fechado, señalado con el número 2A.

* Táchese según proceda

5. Que, de conformidad con la sección 1.5/2.7*, las disposiciones del Código han sido modificadas, respecto del buque, del modo siguiente:

El presente certificado es válido hasta el día de de 19

expedido en 19
(lugar de expedición del certificado)

El infrascrito declara que está debidamente autorizado por el expresado Gobierno para expedir el presente certificado.

.
(firma del funcionario que expide el certificado y/o sello de la autoridad expedidora)

(sello o estampilla, según corresponda, de la autoridad expedidora)

Instrucciones para rellenar el certificado:

- 1/ "Tipo de buque": Toda anotación consignada en esta columna guardará relación con todas las recomendaciones que le sean aplicables; por ejemplo, la anotación "Tipo IIG" se entenderá referida a este tipo de buque en todos los aspectos regidos por el Código.
- 2/ Apartados a) y b) del párrafo 3: Se consignarán las temperaturas ambiente aceptadas o exigidas por la Administración a los efectos del párrafo 4.8.1.
- 3/ Párrafo 3 c): Se consignarán los coeficientes de seguridad y los materiales aceptados o exigidos por la Administración a los efectos de los apartados d) i) y e) del párrafo 4.5.1 del Código.
- 4/ Párrafo 3 d): Se consignará la temperatura del espacio de que se trate u otra aceptada por la Administración a los efectos del párrafo 4.5.1 f).
- 5/ Párrafo 4: Sólo se consignarán los productos enumerados en el Capítulo XIX del Código o los que hayan sido evaluados por la Administración de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 1.7.2 del Código. Respecto de estos últimos productos "nuevos" se tendrán presentes cualesquiera prescripciones especiales provisionalmente estipuladas.

* Táchese según proceda

Reconocimientos

Certifico que en el reconocimiento efectuado de conformidad con lo dispuesto en la sección 1.6 del Código se ha comprobado que este buque cumple con las disposiciones del Código que le son aplicables.

Reconocimiento intermedio

Lugar
Firma y sello de la autoridad expedidora

Fecha

Lugar
Firma y sello de la autoridad expedidora

Fecha

Lugar
Firma y sello de la autoridad expedidora

Fecha

Lugar
Firma y sello de la autoridad expedidora

Fecha

ASAMBLEA

QUINTO PERIODO DE SESIONES EXTRAORDINARIO
16 – 18 OCTUBRE, 1974

Y

NOVENO PERIODO DE SESIONES
3 – 14 NOVIEMBRE, 1975

RESOLUCIONES Y OTRAS DECISIONES

(Publicación N° 76.08.S)

FE DE ERRATAS

Página 48

Regla 14 b) i), línea 4:

- Intercálese “que corresponda a un aparato de gobierno principal eléctrico o electrohídrico” entre “electrohídrico y “podrá”

Página 51

Regla 20 a) iii), línea 11
b) ii) 3)

- Sustitúyase “ni a” por “o de”
- Sustitúyase “cabinas de control” por “cámaras de mando”

Página 54

Regla 21 a) iii), línea 11

- Sustitúyase “ni a” por “o de”

Página 97

Línea 36

- Sustitúyase “contra incendios” por “contra incendios”

Página 98,

Línea 31

- Sustitúyase “elevar” por “llevar”

Página 108

Capítulo II, párrafo 2.5.4, última línea

- Sustitúyase la frase “mamparo del rasel de popa y la tapa del tanque del rasel de popa” por la frase “mamparo del pique de popa y la tapa del pique de popa”

Página 124

Capítulo IV, párrafo 4.5.1 c), línea 6

- Intercálese “a lo” entre “ajustados” y “definido”

.../...

Página 147

Capítulo V, párrafo 5.4.3, línea 10

- Sustitúyase “es su temperatura” por “es su presión”

Página 152

Séptima casilla de la Tabla 6.3, línea 3

- Sustitúyase “solución tratada” por “termotratados por solubilización”

Página 153

Sexta casilla de la Tabla 6.4, línea 3

- Sustitúyase “solución tratada” por “termotratados por solubilización”

Página 173

Sección 11.2

- Sustitúyase “contra incendios” por “contra incendios”

Página 177

Capítulo XII, párrafo 12.1.7, línea 3

- Sustitúyase “ventilizados” por “reutilizados”

Página 178

Capítulo XII, párrafo 12.1.9, línea 14

- Sustitúyase “manganeso” por “magnesio”

Página 191

Sección 18.1

- Sustitúyase “elevar” por “llevar”

Página 197

Apéndice, título del Código, línea 3

- Sustitúyase “GASOS” por “GASES”

Mención explicativa entre paréntesis, debajo de la primera línea de puntos

- Sustitúyase “paía” por “país”

Primera línea, después de la tabla

- Añádase “importante” después de “transformación”

Última línea de la página

- Sustitúyase “acompañada” por “acompañado” e intercálese la palabra “una” entre “de” y “traducción”.