

**APROXIMACION AL ESTUDIO DEL RIESGO  
DEL BLEVE Y SUS EFECTOS EN LOS  
GENERADORES MARINOS DE VAPOR Y LOS  
TANQUES DE CARGA DE LOS BUQUES LNG-  
LPG. APLICACION COMPARATIVA DE LAS  
NORMAS QUE LO REGULAN Y PREVIENEN.**

Autor: German de Melo Rodriguez  
Director: Emilio Eguia López

Barcelona, mayo de 1994

# ANEXO 7

## 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 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 6.2 y en las tablas 6.1 a 6.5. Las prescripciones relativas a las estructuras soldadas se dan en 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 aceptación 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. Las pruebas y las prescripciones relativas a probetas de menos de 5,0 mm se ajustarán asimismo a Normas reconocidas. Los valores medios mínimos correspondientes a probetas de tamaño reducido 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.

\* Véanse las reglas publicadas por los miembros y miembros asociados de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación y en especial la prescripción unificada N° W1 de dicha Asociación.<sup>4</sup>

E-NA

- b) En todos los casos se mecanizarán las probetas Charpy de mayor tamaño que quepa utilizar para el espesor del material de que se trate, situándolas tan cerca como sea posible de un punto equidistante entre la superficie y el centro del espesor, con la longitud de la entalla perpendicular a la superficie (véase la figura 6.1).<sup>1</sup> 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 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 carbonomanganeso 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 como prueba para la aceptación 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 ya efectuado ese tratamiento de conformidad con 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.

E-NA 6.1.9 Cuando en el presente capítulo se haga referencia a aceros estructurales para cascos A, B, D, E, AH, DH y EH, se entenderá que estas calidades de acero corresponden a aceros estructurales para cascos ajustados a Normas reconocidas.<sup>4</sup>

## 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 inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ , hasta  $-55^{\circ}\text{C}$ .
- 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 inferiores a  $-55^{\circ}\text{C}$ , hasta  $-165^{\circ}\text{C}$ .
- Tabla 6.4: Tubos (sin costura y soldados), piezas forjadas y piezas fundidas destinados a tuberías de la carga y de elaboración, para temperaturas de proyecto inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ , hasta  $-165^{\circ}\text{C}$ .
- Tabla 6.5: Chapas y perfiles para las estructuras para cascos según lo prescrito en 4.9.1 y 4.9.4.

CHAPAS, TUBOS (SIN COSTURA Y SOLDADOS)<sup>1/</sup>, 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 TERMO TRATAMIENTO

ACERO AL CARBONOMANGANESO 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 habrán de ser aprobados por la Administración

Normalización o temple y revenido<sup>2/</sup>

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 41 kp/mm<sup>2</sup> <sup>3/</sup>

PRUEBA CHARPY CON ENTALLA EN V

CHAPAS Probetas transversales. Valor medio mínimo de energía (E) 2,8 kp.m

PERFILES Y PIEZAS FORJADAS Probetas longitudinales. Valor medio mínimo de energía (E) 4,2 kp.m

TEMPERATURA DE PRUEBA

Espesor t (mm)	Temperatura de prueba (°C)
$t \leq 20$	0
$20 < t \leq 40$	-20

## 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 un procedimiento de laminación controlada en lugar de la normalización o el temple y revenido, previa aprobación especial de la Administración.
- 3/ La Administración podrá aprobar especialmente materiales cuyo límite de fluencia mínimo especificado exceda de  $41 \text{ kp/mm}^2$ . En el caso de estos materiales se prestará atención especial a la dureza de la soldadura y a la zona afectada térmicamente.

E-NA

TABLA 6.2<sup>4</sup>

CHAPAS, PERFILES Y PIEZAS FORJADAS <sup>1/</sup> DESTINADOS A TANQUES DE CARGA, BARRERAS SECUNDARIAS Y RECIPIENTES DE ELABORACION A PRESION, PARA TEMPERATURAS DE PROYECTO INFERIORES A 0°C, HASTA -55°C Espesor máximo, 25 mm <sup>2/</sup>					
COMPOSICION QUIMICA Y TERMOTRATAMIENTO ACERO AL CARBONOMANGANESO Totalmente reposado. Acero de grano fino tratado con aluminio.					
Composición química (análisis de colada en la cuchara)					
C	Mn	Si	S	P	
0,16% máx. <sup>3/</sup>	0,70-1,60%	0,10-0,50%	0,035% máx.	0,035% máx.	
Adiciones facultativas: Las aleaciones y los elementos de afino 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.
Normalización o temple y revenido <sup>4/</sup>					
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 kp.m				
PERFILES Y PIEZAS FORJADAS <sup>1/</sup>	Probetas longitudinales. Valor medio mínimo de energía (E) 4,2 kp.m				

## 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  $-165^{\circ}\text{C}$  se acordarán especialmente con la Administración.
- 3/ Para los materiales con proporciones de níquel del 1,5%, 2,25%, 3,5% y 5%, de más de 25 mm de espesor, las pruebas al choque se efectuarán del modo siguiente:

Espesor del material (mm)	Temperaturas de prueba ( $^{\circ}\text{C}$ )
$25 < t \leq 30$	$10^{\circ}$ por debajo de la temperatura de proyecto
$30 < t \leq 35$	$15^{\circ}$ por debajo de la temperatura de proyecto
$35 < t \leq 40$	$20^{\circ}$ por debajo de la temperatura de proyecto

La temperatura de proyecto no será en ningún caso superior a la indicada en la tabla.

El valor de la energía responderá a lo establecido en la tabla para el tipo aplicable de probeta. Para materiales de más de 40 mm de espesor, los valores correspondientes a la prueba Charpy con entalla en V serán objeto de consideración especial.

Para el acero al níquel (9%), los aceros inoxidable austeníticos y las aleaciones de aluminio podrán utilizarse espesores de más de 25 mm a discreción de la Administración.

- 4/ Los límites de la composición química habrán de 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  $-196^{\circ}\text{C}$  se podrá utilizar a temperaturas cuyo límite inferior sea de  $-165^{\circ}\text{C}$ , un acero con un 5% de níquel especialmente termotratado; por ejemplo, acero que haya sido objeto de termotratamiento triple.
- 7/ La prueba al choque podrá omitirse si así se acuerda con la Administración.

CHAPAS, PERFILES Y PIEZAS FORJADAS <sup>1/</sup> DESTINADOS A TANQUES DE CARGA, BARRERAS SECUNDARIAS Y RECIPIENTES DE ELABORACION A PRESION, PARA TEMPERATURAS DE PROYECTO INFERIORES A -55°C, HASTA -165°C <sup>2/</sup> Espesor máximo, 25 mm <sup>3/</sup>		
Temperatura de proyecto mínima (°C)	Composición química <sup>4/</sup> y termotratamiento	Temperatura de la prueba al choque (°C)
-60	Acero al níquel (1,5%) – normalizado	-65
-65	Acero al níquel (2,25%) – normalizado o normalizado y revenido <sup>5/</sup>	-70
-90	Acero al níquel (3,5%) – normalizado o normalizado y revenido <sup>5/</sup>	-95
-105	Acero al níquel (5%) – normalizado o normalizado y revenido <sup>5/ 6/</sup>	-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 y 347 Termotratados por solubilización <sup>7/</sup>	-196
-165	Aleaciones de aluminio tales como la del tipo 5083 recocidas	No se exige
-165	Aleación austenítica de Fe-Ni (36% níquel) Termotratamiento según se haya convenido	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 kp.m
PERFILES Y PIEZAS FORJADAS	Probetas longitudinales. Valor medio mínimo de energía (E) 4,2 kp.m

## 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  $-165^{\circ}\text{C}$  se acordarán especialmente con la Administración.
- 3/ Para los materiales con proporciones de níquel del 1,5%, 2,25%, 3,5% y 5%, de más de 25 mm de espesor, las pruebas al choque se efectuarán del modo siguiente:

Espesor del material (mm)	Temperaturas de prueba ( $^{\circ}\text{C}$ )
$25 < t \leq 30$	$10^{\circ}$ por debajo de la temperatura de proyecto
$30 < t \leq 35$	$15^{\circ}$ por debajo de la temperatura de proyecto
$35 < t \leq 40$	$20^{\circ}$ por debajo de la temperatura de proyecto

La temperatura de proyecto no será en ningún caso superior a la indicada en la tabla.

El valor de la energía responderá a lo establecido en la tabla para el tipo aplicable de probeta. Para materiales de más de 40 mm de espesor, los valores correspondientes a la prueba Charpy con entalla en V serán objeto de consideración especial.

Para el acero al níquel (9%), los aceros inoxidable austeníticos y las aleaciones de aluminio podrán utilizarse espesores de más de 25 mm a discreción de la Administración.

- 4/ Los límites de la composición química habrán de 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  $-196^{\circ}\text{C}$  se podrá utilizar a temperaturas cuyo límite inferior sea de  $-165^{\circ}\text{C}$ , un acero con un 5% de níquel especialmente termotratado; por ejemplo, acero que haya sido objeto de termotratamiento triple.
- 7/ La prueba al choque podrá omitirse si así se acuerda con la Administración.

TUBOS (SIN COSTURA Y SOLDADOS)<sup>1/</sup>, PIEZAS FORJADAS<sup>2/</sup> Y  
PIEZAS FUNDIDAS<sup>2/</sup> DESTINADOS A LAS TUBERIAS DE LA CARGA Y  
DE ELABORACION, PARA TEMPERATURAS DE PROYECTO  
INFERIORES A 0°C, HASTA -165°C<sup>3/</sup>

Espesor máximo, 25 mm

Temperatura de proyecto mínima (°C)	Composición química <sup>5/</sup> y termotratamiento	Pruebas al choque	
		Temperatura de la prueba (°C)	Energía media mínima (E) (kp.m)
-55	Acero al carbonomanganeso Totalmente reposado: de grano fino. Normalizado o según se haya convenido <sup>6/</sup>	4/	2,8
-65	Acero al níquel (2,25%). Normalizado o normalizado y revenido <sup>6/</sup>	-70	3,5
-90	Acero al níquel (3,5%). Normalizado o normalizado y revenido <sup>6/</sup>	-95	3,5
-165	Acero al níquel (9%) <sup>7/</sup> . Doblemente normalizado y revenido o templado y revenido	-196	4,2
	Aceros austeníticos tales como los de los tipos 304, 304L, 316, 316L, 321 y 347. Termotratados por solubilización <sup>8/</sup>	-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 o 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  $-165^{\circ}\text{C}$  se acordarán especialmente con la Administración.
- 4/ La temperatura de prueba será  $5^{\circ}\text{C}$  inferior a la temperatura de proyecto o de  $-20^{\circ}\text{C}$ , si ésta es inferior.
- 5/ Los límites de la composición química habrán de ser aprobados por la Administración.
- 6/ Se podrá convenir especialmente con la Administración una temperatura de proyecto inferior para los materiales templados y revenidos.
- 7/ Esta composición química no es apropiada para las piezas fundidas.
- 8/ Las pruebas al choque podrán omitirse si así se acuerda con la Administración.

E-NA

**TABLA 6.5<sup>4</sup>**

CHAPAS Y PERFILES DESTINADOS A ESTRUCTURAS DE CASCO SEGUN LO PRESCRITO EN 4.9.1 Y 4.9.4							
Temperatura de proyecto mínima de las estructuras del casco ( $0^{\circ}\text{C}$ )	Espesor máximo (mm) para calidades de acero ajustadas a 6.1.9						
	A	B	D	E	AH	DH	EH
0 y superior <sup>1/</sup> -5 y superior <sup>2/</sup>	Práctica normal						
-5 e inferior a 0 <sup>1/</sup>	15	25	30	50	25	45	50
-10 e inferior a -5	x	20	25	50	20	40	50
-20 e inferior a -10	x	x	20	50	x	30	50
-30 e inferior a -20	x	x	x	40	x	20	40
Inferior a -30	De conformidad con la tabla 6.2, si bien la limitación de espesor consignada en la tabla 6.2 y en la nota <sup>2/</sup> de dicha tabla no es aplicable.						

## VOTAS

"x" Indica la calidad de acero que no habrá de utilizarse.

- 1/ A los efectos de 4.9.4.
- 2/ A los efectos de 4.9.1.

### 6.3 Soldadura y pruebas no destructivas

6.3.1 *Generalidades* — Las prescripciones establecidas en la presente sección son las que en general se aplican a los aceros al carbono, al carbonomanganeso, aleados con níquel e inoxidables y pueden constituir la base de las pruebas de aceptación para otros materiales. A discreción de la Administración podrán omitirse las pruebas al choque para las soldaduras efectuadas en aceros inoxidables y aleaciones de aluminio, y podrán prescribirse 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. Con respecto a todos los materiales fusibles de soldadura 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 se ajustarán 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 soldadura 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 soldadura

cada posición de soldadura.

Para las soldaduras a tope en chapas, los conjuntos de realización de pruebas se dispondrán de modo que la dirección de laminación sea paralela a la dirección de soldadura. La gama de espesores calificada como apropiada por cada prueba de procedimiento de soldadura se ajustará a Normas reconocidas. A elección del realizador de los conjuntos soldados o de la Administración podrán efectuarse pruebas radiográficas o ultrasónicas. Las pruebas de procedimiento aplicables a materiales fusibles destinados a la soldadura ortogonal se ajustarán a Normas reconocidas. Los materiales fusibles seleccionados en estos casos habrán de mostrar propiedades satisfactorias de resistencia al choque.

- b) Cada conjunto de realización de pruebas será sometido a las pruebas siguientes:

i) Pruebas de soldadura cruzada.

ii) Pruebas de plegado transversal que 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.

### 3.3.4 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  $180^\circ$  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 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 kp.m. Las prescripciones relativas al metal depositado habrán de ajustarse, para probetas de tamaño reducido y valores de energía correspondientes a una probeta aislada, a lo prescrito en 6.1.4. Los resultados de las pruebas al choque efectuadas en la línea de fusión y en la zona afectada térmicamente habrán de 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 reducido la energía media mínima (E) se ajustará a lo prescrito en 6.1.4. Si el espesor del material no permite el maquinado de las probetas, ya sea el tamaño de éstas normal o reducido normalizado, el procedimiento de prueba y los principios de aceptación se ajustarán a Normas reconocidas.

3.3.5 Para las tuberías se efectuarán pruebas de procedimiento de soldadura análoas a las detalladas para los tanques de carga en 6.3.3. A menos que se acuerde expresamente otra cosa con la Administración, las prescripciones relativas a las pruebas se ajustarán a lo prescrito en 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 m aproximadamente de juntas soldadas a tope, representativas de todas las posiciones de soldadura. Para las barreras secundarias se efectuarán también, durante la fabricación, pruebas 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 especificadas en 6.3.6 b), c) y d).
- b) Por lo que respecta a los tanques independientes de tipos A y B y a los de semimembrana se efectuarán las siguientes pruebas durante la fabricación:
  - i) Pruebas de plegado y, cuando esté prescrito para las pruebas de procedimiento, una serie de tres pruebas Charpy con entalla en V por cada 50 m de soldadura. 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 aceptarse, 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 6.3.6 a) 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 se enumeran en 6.3.4, aunque las pruebas al choque no ajustadas a las especificaciones que se estipulan respecto de la energía podrán aceptarse, 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.

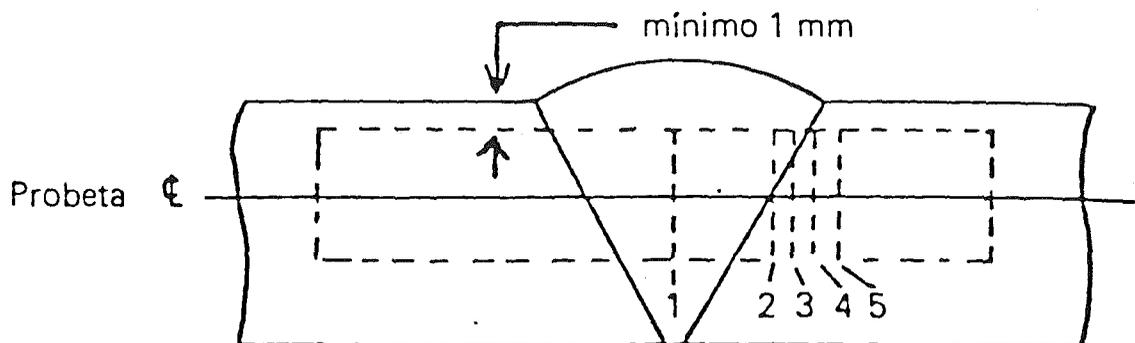
- d) Las pruebas efectuadas durante la fabricación, por lo que respecta a los tanques estructurales y de membrana, se ajustarán a Normas reconocidas.

### 6.3.7 Pruebas no destructivas

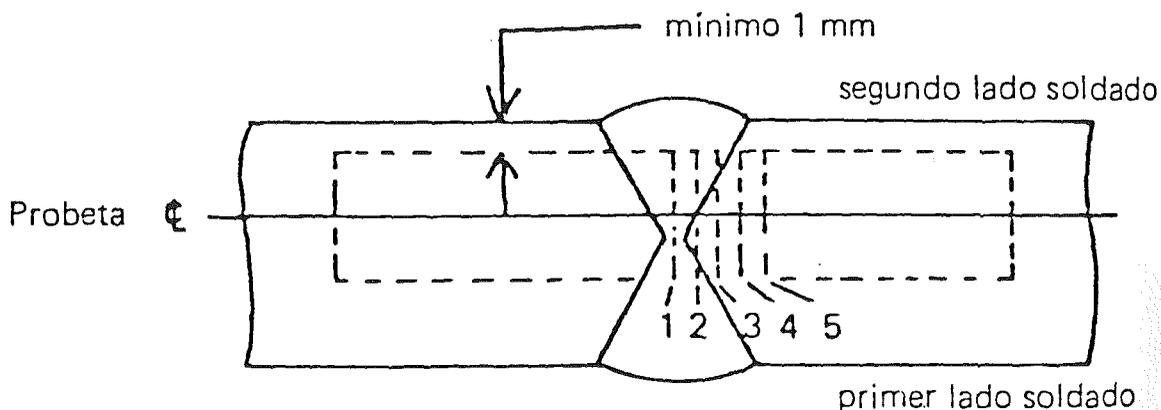
- a)<sup>1</sup>
- i) Para tanques independientes de tipo A y tanques de semi-membrana, cuando la temperatura de proyecto sea igual o inferior a  $-20^{\circ}\text{C}$ , y para tanques independientes de tipo B sea cual fuere la temperatura; todas las soldaduras a tope de penetración total del forro exterior de los tanques de carga serán objeto de una inspección radiográfica del 100%.
  - ii) Cuando la temperatura de proyecto sea superior a  $-20^{\circ}\text{C}$ , todas las soldaduras a tope de penetración total efectuadas donde haya intersecciones y al menos el 10% de las restantes soldaduras de penetración total de las estructuras de tanque serán objeto de inspección radiográfica.
  - iii) En cada caso, la estructura restante del tanque, con inclusión de la soldadura de los refuerzos de otros herrajes y accesorios, será objeto de examen por el método de partículas magnéticas o de líquidos penetrantes que la Administración juzgue necesario.
  - iv) Todos los procedimientos de prueba y los principios de aceptación se ajustarán a Normas reconocidas. La Administración podrá aceptar un procedimiento aprobado de prueba ultrasónica en vez de la inspección radiográfica y además podrá exigir inspecciones radiográficas complementarias en emplazamientos seleccionados. La Administración podrá asimismo exigir pruebas ultrasónicas además de las inspecciones radiográficas normales.<sup>1</sup>
- 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 principios de aceptación ajustados a Normas reconocidas.
- d) En la realización de la inspección y de las pruebas no destructivas de la parte interior del casco o de las estructuras de tanques independientes que den soporte a tanques de aislamiento interno se tendrán en cuenta los criterios de proyecto enunciados en 4.4.7. El calendario de las inspecciones y de las pruebas no destructivas será el que a juicio de la Administración resulte satisfactorio.<sup>2</sup>
- e) La inspección de las tuberías se efectuará de conformidad con lo prescrito en el capítulo V.

- f) La barrera secundaria será radiografiada según la Administración juzgue necesario. 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.

**Soldadura a tope en V sencilla**



**Soldadura a tope en doble V**



Posición de la entalla:

- 1 Centro de soldadura
- 2 En la línea de fusión
- 3 En ZAT, a 1 mm de la línea de fusión
- 4 En ZAT, a 3 mm de la línea de fusión
- 5 En ZAT, a 5 mm de la línea de fusión

Las probetas Charpy del mayor tamaño posible, dado el espesor del material, se maquinarán situando el centro de la probeta tan cerca como se pueda de un punto que equidiste de la superficie y el centro del espesor. En todos los casos la distancia desde la superficie del material hasta el borde de la probeta será aproximadamente igual o superior a 1 mm. Además, en el caso de soldaduras a tope en doble V, las probetas se maquinarán más cerca de la superficie del segundo lado soldado.

## CAPITULO VIII – SISTEMAS DE RESPIRACION DE LA CARGA

### 8.1 Generalidades

Todos los tanques de carga irán provistos de un sistema aliviador de presión 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 de la carga que puedan quedar sometidos a presiones superiores a las de sus características de proyecto contarán asimismo con un adecuado sistema aliviador de presión. Este sistema estará conectado a un sistema de tuberías de respiración 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 espacios en los que pueda crear una situación peligrosa. Los sistemas reguladores de la presión indicados en el capítulo VII serán independientes de las válvulas aliviadoras de presión.

### 8.2 Sistemas aliviadores de presión

8.2.1 Cada tanque de carga cuyo volumen exceda de  $20 \text{ m}^3$  irá provisto de dos válvulas aliviadoras de presión 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  $20 \text{ m}^3$  se podrá instalar una sola de estas válvulas.

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

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

8.2.4 Las válvulas aliviadoras de presión se conectarán a la parte más alta del tanque de carga, por encima del nivel de la cubierta. Las válvulas aliviadoras de presión de los tanques de carga cuya temperatura de trabajo sea inferior a  $0^\circ \text{C}$  se dispondrán 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 aliviadoras de presión de los tanques de carga sometidos a temperaturas ambiente bajas.

8.2.5 Las válvulas aliviadoras de presión se someterán a pruebas de prototipo a fin de garantizar que tienen la capacidad necesaria. Cada válvula se probará a fin de garantizar que se abre al valor de tarado exigido con un margen que no excederá de  $\pm 10\%$  para 0 a  $1,5 \text{ kp/cm}^2$ ,  $\pm 6\%$  para  $1,5$  a  $3,0 \text{ kp/cm}^2$  y  $\pm 3\%$  para  $3,0 \text{ kp/cm}^2$  y valores superiores. Efectuará el tarado y el precintado de las válvulas aliviadoras de presión una autoridad competente que la Administración juzgue aceptable, 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 aliviadora de presión, 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 aliviadoras de presión cuyos valores de tarado puedan variarse mediante la inserción de espaciadores o de muelles distintos, unos y otros previamente aprobados, o por otros medios análogos que no exijan pruebas de presión para verificar la nueva presión de tarado. Todos los demás ajustes de válvula necesitarán ser precintados.

8.2.7 La variación de la presión de tarado efectuada de acuerdo con lo dispuesto en 8.2.6 se llevará a cabo bajo la supervisión del capitán, siguiendo procedimientos aprobados por la Administración e indicados en el manual de instrucciones del buque. En el diario de navegación se consignarán las variaciones producidas en las presiones de tarado; y en la cámara de control de la carga, si la hay, y en cada válvula aliviadora de presión, la oportuna indicación señalará cuál es la presión de tarado.

8.2.8 No se instalarán válvulas de cierre ni ningún otro medio obturador de las tuberías entre los tanques y las válvulas aliviadoras de presión 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 aliviadoras de presión;
- 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 las válvulas aliviadoras de presión sea tal que si una de estas válvulas queda fuera de servicio, las restantes tengan la capacidad aliviadora conjunta prescrita en 8.5. Cabrá no obstante obtener ésta utilizando la capacidad conjunta de todas las válvulas, a condición de que haya a bordo una válvula de respeto adecuadamente mantenida.

8.2.9 Toda válvula aliviadora de presión instalada en un tanque de carga irá conectada a un sistema de respiración construido de modo que la descarga de gas se efectúe directamente hacia arriba y de tal manera dispuesto que la posibilidad de que penetren en él agua o nieve sea mínima. La altura de los respiraderos no será de menos de  $B/3$  o 6 m, si este segundo valor es mayor, por encima de la cubierta de intemperie, ni de 6 m por encima de la zona de trabajo y del pasillo longitudinal.

8.2.10 Los respiraderos de las válvulas aliviadoras de presión 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. Todos los demás respiraderos conectados 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 Todos los demás respiraderos de la carga no considerados en otros capítulos se dispondrán de acuerdo con lo dispuesto en 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 aliviador de presión.

8.2.13 En el sistema de tuberías de respiración se instalarán los medios necesarios para agotar líquido de los lugares en que pueda haberse acumulado. Las válvulas aliviadoras de presión 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 los respiraderos se instalarán pantallas protectoras que eviten la penetración de cuerpos extraños.

8.2.15 Todas las tuberías de respiración 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 prescrita en 8.5 habrá que tener en cuenta la contrapresión ejercida en los conductos de respiración desde las válvulas aliviadoras de presión.

8.2.17 Las válvulas aliviadoras de presión irán situadas sobre el tanque de carga de modo que permanezcan en la fase de vapor dados un ángulo de escora de  $15^\circ$  y un asiento de 0,015 L, tomando L según se le define en 1.4.25.

### 8.3 Sistema aliviador de presión complementario

8.3.1 Cuando así se prescriba en 15.1.4 b), en cada tanque se instalará un sistema aliviador de presión complementario de capacidad suficiente para que impida que el tanque se llene completamente de líquido en ningún momento mientras se esté procediendo a aliviar la presión en las condiciones de exposición al fuego a que se hace referencia en 8.5. Este sistema aliviador de presión constará de:

- a) una o varias válvulas aliviadoras de presión taradas a una presión correspondiente a la presión manométrica del vapor de la carga a la temperatura de referencia definida en 15.1.4 b); y
- b) medios de neutralización, siempre que sean necesarios,<sup>4</sup> que impidan el funcionamiento del sistema en circunstancias normales. Dichos medios comprenderán elementos fusibles proyectados de modo que se fundan a las temperaturas comprendidas entre  $98^\circ\text{C}$  y  $104^\circ\text{C}$  y hagan que la válvula o las válvulas aliviadoras de presión indicadas en 8.3.1 a) comiencen a funcionar. Entre los emplazamientos asignados a los fusibles los habrá que queden en las proximidades de las válvulas aliviadoras de presión. El sistema comenzará a funcionar si falla la fuente de energía, dado que la haya. Los medios de neutralización no dependerán de ninguna fuente de energía del buque.

8.3.2 El escape de las citadas válvulas aliviadoras de presión podrá acabar en el sistema de respiración a que se hace referencia en 8.2.9. Si se instalan medios de respiración distintos, éstos se ajustarán a lo prescrito en 8.2.9 a 8.2.15.

8.3.3 El cumplimiento de lo prescrito en 8.3.1 a) exige variar el tarado de las válvulas aliviadoras de presión indicadas en la presente sección. Se efectuará esta variación de conformidad con lo dispuesto en 8.2.6 y 8.2.7.<sup>4</sup>

8.3.4 Las válvulas aliviadoras de presión mencionadas en 8.3.1 a) podrán ser las mismas que se mencionan en 8.2, a condición de que la presión de tarado y la capacidad aliviadora se ajusten a lo prescrito en la presente sección.<sup>4</sup>

#### 8.4 Sistemas de protección por alivio de vacío

8.4.1 Los tanques de carga proyectados para resistir una presión diferencial exterior máxima de más de  $0,25 \text{ kp/cm}^2$  y que puedan resistir la presión diferencial exterior máxima alcanzable a los regímenes de descarga máximos sin retorno de vapor a los tanques de carga o mediante el funcionamiento de un sistema de refrigeración de la carga, no necesitan protección por alivio de vacío.

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 que no puedan resistir la presión diferencial exterior máxima alcanzable a los regímenes de descarga máximos sin retorno de vapor a los tanques de carga o mediante 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 aliviadoras de vacío cuya capacidad de flujo gaseoso sea por lo menos igual al régimen máximo de descarga de cada tanque de carga, taradas de modo que se abran a una presión inferior en grado suficiente a la presión diferencial exterior máxima de proyecto del tanque de carga; o
- c) otros sistemas aliviadores de vacío que la Administración juzgue aceptables.

8.4.3 A reserva de lo prescrito en el capítulo XVII, las válvulas aliviadoras de vacío habrán de hacer posible 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 aliviador de presión 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 aliviadoras de presión de cada tanque de carga permitirá, sin que la presión del tanque aumente más de un 20% 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 de inertización 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 mínimo de descarga de aire exigido en metros cúbicos (pies cúbicos) por minuto, dadas las condiciones normalizadas de 0°C y 1,03 kp/cm<sup>2</sup> (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 situados en las bodegas;

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

F = 0,1 tanques independientes aislados situados en bodegas inertizadas (o tanques independientes no aislados situados 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 en las condiciones correspondientes al alivio de la presión, en Kcal/kg (Btu/libra);

C = constante basada en la relación de calores específicos ( $k$ ), que muestra la tabla 8.1; si se desconoce el valor de  $k$ , se considerará que  $C = 0,606$  (315);

Z = factor de compresibilidad del gas en las condiciones correspondientes al alivio de la presión; si se desconoce su valor, se considerará que el valor de  $Z = 1,0$ ;

T = temperatura en grados K = (273 + grados C)  
(R = (460 + grados F)) en las condiciones correspondientes al alivio de la presión, es decir, 120% de la presión de tarado de la válvula aliviadora de presión;

M = peso molecular del producto.

A = área de la superficie exterior del tanque en  $m^2$  (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.

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

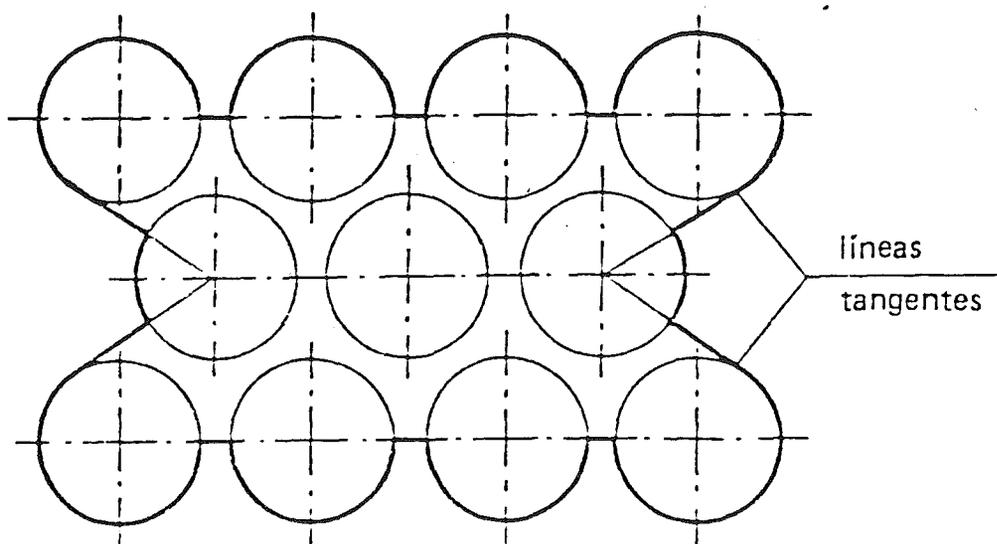


Figura 8.1

# CAPITULO XI – PREVENCION Y EXTINCION DE INCENDIOS

## 11.1 Medidas de seguridad contra incendios

E-NA 11.1.1<sup>4</sup>\* Lo prescrito acerca de los buques tanque en el capítulo II-2 de las Enmiendas de 1981 al SOLAS se aplicará a los buques regidos por el Código, independientemente de su arqueo, incluidos los de arqueo bruto inferior a 500 toneladas, con las siguientes salvedades:

- a) la regla 56.4 no será aplicable;
- b) la regla 4, en la medida que sea aplicable a los buques de carga, y la regla 7 se aplicarán tal como se aplicarían a los buques tanque de arqueo bruto igual o superior a 2 000 toneladas;
- c) las reglas del capítulo II-2 de las Enmiendas de 1981 al SOLAS relativas a los buques tanque indicadas a continuación no son aplicables y quedan sustituidas por los capítulos y las secciones del Código siguientes:

<i>Regla</i>	<i>Sustituida por</i>
17	11.6
56.1 y 56.2	capítulo III
60, 61, 62	11.3 y 11.4
63	11.5

11.1.2 Se eliminarán todas las fuentes de ignición de los espacios en que pueda haber vapores inflamables, salvo lo que en otro sentido se disponga en los capítulos X y XVI.

11.1.3 Lo dispuesto en la presente sección se aplica juntamente con el capítulo III.<sup>4</sup>

E-NA 11.1.4 Para los fines de la lucha contra incendios, toda zona de la cubierta expuesta situada por encima de los coferdanes, de los espacios para lastre y de los espacios perdidos 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 quedarán incluidos en la zona de la carga.<sup>4</sup>\*

## 11.2 Equipo del colector contraincendios

11.2.1 Todos los buques, independientemente de su tamaño, que transporten productos regidos por el presente Código, cumplirán con lo prescrito en las reglas II-2/4 y II-2/7 de las Enmiendas de 1981 al SOLAS, aunque lo prescrito en cuanto a capacidad de las bombas contraincendios y al diámetro del colector y de las tuberías contraincendios no estará limitado por lo

---

\* El presente párrafo se aplica a los buques construidos el 1 de septiembre de 1984 o posteriormente (véanse las reglas II-2/1.1 y 1.2 de las Enmiendas de 1981 al SOLAS).

dispuesto en las reglas 4.2.1 y 4.4.1 cuando la bomba y el colector contra-incendios se empleen como parte del sistema aspersor de agua de conformidad con lo permitido en 11.3.3. Además, lo prescrito en la regla 4.4.2 se cumplirá a una presión mínima de 5,0 kp/cm<sup>2</sup>.<sup>4\*</sup>

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 de las tapas de los tanques situadas por encima de la cubierta. Para que la disposición sea esa y a fin de cumplir con lo prescrito en las reglas II-2/4.5.1 y II-2/4.8 de las Enmiendas de 1981 al SOLAS, se instalará el número necesario de bocas contra incendios, con mangueras cuya longitud no excederá de 33 m.<sup>4\*</sup>

11.2.3 Se instalarán válvulas de cierre en todos los cruzamientos provistos, así como 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 por aspersion 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, a cuyo fin 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 la carga.

### 11.3 Sistema de aspersion de agua

11.3.1 En los buques que transporten productos inflamables o tóxicos se instalará un sistema aspersor 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

---

\*El presente párrafo se aplica a los buques construidos el 1 de septiembre de 1984 o posteriormente (véanse las reglas II-2/1.1 y 1.2 de las Enmiendas de 1981 al SOLAS).

- d) los mamparos límite de las superestructuras y casetas en que habitualmente haya dotación, de las cámaras de compresores de la carga, de las cámaras de bombas de la carga, de los pañoles en los que haya artículos que presenten gran riesgo de incendio y de las cámaras de control de la carga, encarados con la zona de la carga. Los mamparos límite de estructuras del castillo de proa sin dotación en los que no haya artículos ni equipo que presenten gran riesgo de incendio no necesitarán estar protegidos por el sistema aspersor de agua.<sup>3</sup>

E-NA 11.3.2<sup>1</sup> El sistema tendrá la capacidad necesaria para cubrir todas las zonas mencionadas en 11.3.1 con una aspersion mínima de agua uniformemente distribuida de  $10 \text{ l/m}^2$  por minuto para superficies de proyección horizontal y de  $4 \text{ l/m}^2$  por minuto para las superficies verticales. Por lo que respecta a estructuras que no tengan superficies horizontales o verticales claramente definidas, la capacidad del sistema aspersor de agua vendrá determinada por el mayor de los dos valores siguientes:

- a) la superficie proyectada horizontalmente multiplicada por  $10 \text{ l/m}^2$  por minuto; o
- b) la superficie real multiplicada por  $4 \text{ l/m}^2$  por minuto.

En las superficies verticales, para el espaciamiento que ha de mediar entre las boquillas aspersoras 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 cierre a trechos en el colector de aspersion 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 11.3.1 a) y b) habrá de cubrir todo el conjunto transversal de tanques que abarque dicha zona.

11.3.3 La capacidad de las bombas empleadas para la aspersion deberá bastar para enviar simultáneamente a todas las zonas la cantidad de agua prescrita, o bien, cuando el sistema esté dividido en secciones, los medios provistos y la capacidad serán tales que simultáneamente se pueda suministrar agua a una cualquiera de las secciones y a las superficies indicadas en 11.3.1 c) y d). Como posibilidad distinta cabrá utilizar para éste servicio las bombas contraincendios principales, a condición de que se incremente su capacidad total en la medida necesaria para el sistema aspersor. En cualquiera de ambos casos, a través de una válvula de cierre se efectuará una conexión entre el colector contraincendios y el colector para la aspersion 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 aspersor de agua.

11.3.5 Todas las tuberías, válvulas, boquillas y demás accesorios de los sistemas aspersores serán resistentes a la acción corrosiva del agua del mar, a cuyo fin 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 en los que se proyecte transportar productos inflamables irán provistos de 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 habrán de ser adecuados para este fin y satisfactorios a juicio de la Administración.

11.4.2 El sistema podrá lanzar el polvo por dos mangueras, al menos, o por una combinación de cañón/mangueras a cualquier parte de la zona de la carga expuesta que quede por encima de la cubierta, incluidas las tuberías 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 adyacentes a los recipientes de polvo.

11.4.3 El sistema destinado a la zona de la carga estará constituido al menos por dos equipos 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 m<sup>3</sup> la Administración podrá permitir que sólo se instale uno de dichos equipos. 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. No es necesario que el cañón sea orientable por telemando si desde una sola posición puede descargar la cantidad de polvo necesaria para cubrir todas las zonas que haya de proteger.<sup>3</sup> Se podrán accionar todas las mangueras y todos los cañones desde el carretel de arrollamiento o desde 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 equipo 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 equipos 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/s. Las mangueras serán del tipo que no hace cocas e irán provistas de una lanza que pueda funcionar intermitentemente y arrojar polvo a razón de, al menos, 3,5 kg/s. 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 mangueras conectados a cada extintor de producto químico en polvo. El rendimiento de los cañones fijos se ajustará a los valores siguientes:

Capacidad de cada monitor fijo (kg/s)	10	25	45
Distancia máxima de cobertura (m)	10	30	40

Se considerará 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 cañones o carreteles de manguera.<sup>1</sup>

11.4.7 Los buques provistos de medios de carga y descarga por la proa o por la popa llevarán un equipo complementario de producto químico en polvo, provisto de un cañón y una manguera al menos, que cumplan con lo prescrito en 11.4.1 a 11.4.6. Este equipo irá situado de modo que proteja los medios de carga y descarga por la proa o por la popa. La zona de la tubería 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

E-NA 11.5.1 Los espacios cerrados a los que normalmente haya acceso y en los que pueda haber fugas de líquido o de vapor inflamables, como las cámaras de bombas y de compresores para la carga, estarán provistos de una instalación fija que pueda extinguir un incendio declarado en dichos espacios. Además, este sistema u otro sistema fijo habrán de poder inertizar el espacio de que se trate después de un incendio para que éste no vuelva a producirse. Para los fines del proyecto se supondrá que los límites del espacio permanecen intactos. 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.<sup>1</sup>

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 de bombero<sup>4</sup>

11.6.1 Todo buque que transporte productos inflamables llevará equipos de bombero en la proporción que a continuación se indica, ajustados a lo prescrito en la regla II-2/17 de las enmiendas de 1981 al SOLAS:

<i>Capacidad total de carga</i>	<i>Número de equipos</i>
inferior a 2 000 m <sup>3</sup>	2
entre 2 000 m <sup>3</sup> y 5 000 m <sup>3</sup>	4
superior a 5 000 m <sup>3</sup>	5

11.6.2 En el capítulo XIV se dan prescripciones complementarias relativas al equipo de seguridad.

11.6.3 Todo aparato respiratorio exigido como parte del equipo de bombero será un aparato autónomo de aire cuya capacidad mínima sea de 1 200 l de aire libre.