

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
2239-1-91**

**MATERIALES INFLAMABLES Y  
COMBUSTIBLES.  
ALMACENAMIENTO Y  
MANIPULACION. PARTE: 1  
LIQUIDOS**



## PROLOGO

La Norma Venezolana COVENIN 2239-1 MATERIALES IMFLAMABLES Y COMBUSTIBLES. ALMACENAMIENTO Y MANIPULACION. PARTE I. LIQUIDOS fué aprobada con carácter provisional en el año 1985. Desde su aprobación hasta la fecha dado que no se recibieron observaciones a la misma, la Comisión Venezolana de Normas Industriales, COVENIN, en su reunión No. 4-91 (107) de fecha 5-06-91, decidió aprobarla como definitiva.

TRAMITE

Comisión encargada de la Revisión del Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo, creada por Decreto No. 2218 de fecha 12 de Septiembre de 1.983.

PRESIDENTE

WINTILA GUACARAN M.  
Ministerio del Trabajo

COORDINADOR GENERAL

ANGEL PAREJO  
Petróleos de Venezuela

INTEGRANTES

MINISTERIO DE SANIDAD Y  
ASISTENCIA SOCIAL

MANUEL ADRIANZA  
ERIC OMAÑA

PETROLEOS DE VENEZUELA

OMAR CARDOZO  
JOSE PAULINI

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

PEDRO ESPINOZA

CONSEJO NACIONAL PARA EL  
DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NUCLEAR  
(CONADIN)

GONZALO GOMEZ JAEN  
AMPARO MARLES  
IVAN TRUJILLO

FEDECAMARAS

JORGE CHAPPELLIN  
BENJAMIN MOROS  
EDUARDO LOPEZ  
JOSE A. DOMINGUEZ

CONFEDERACION DE TRABAJADORES DE  
VENEZUELA (C.T.V.)

JOSE BELTRAN VALLEJO

INSTITUTO VENEZOLANO DE LOS  
SEGUROS SOCIALES

CARLOS RIOS BUENO  
ELIZABETH DE RODRIGUEZ

COLEGIO DE INGENIEROS

MANUEL TORRES PARRA

COLEGIO NACIONAL DE BOMBEROS

ENRIQUE BART

MINISTERIO DE FOMENTO  
(COVENIN)

PERLA PUTERMAN  
FRANCISCO SALAS

INSTITUTO VENEZOLANO DE  
INVESTIGACIONES CIENTIFICAS  
(IVIC)

MERCEDES POLO MIMO  
MERCEDES FLORES  
JOSE BERNARDO RIVAS

CONSEJO VENEZOLANO DE  
PREVENCION DE ACCIDENTES

ARTURO MATOS O.

GRUPO DE TRABAJO QUE ELABORO LA NORMA

ENTIDAD

REPRESENTANTE

MARAVEN

AMILCAR BELLO  
VALERIANO GUILLEN  
ARECIO ROMERO

CORPOVEN

OMER BORJAS

LAGOVEN

JESUS VARGAS

MENEVEN

J. MEDINA

CORIMON

ALFONSO LILLO

COVENIN

IRMA ZUBILLAGA  
ROSELIA CORDERO  
MARY ANN DE LORENZO  
FRANCISCO SALAS

NORMA VENEZOLANA  
MATERIALES INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES  
ALMACENAMIENTO Y MANIPULACION  
PARTE I: LIQUIDOS

COVENIN  
2239-91

1 NORMAS COVENIN A CONSULTAR

COVENIN	1054-77	Símbolos y dimensiones para señales de seguridad.
COVENIN	552-71	Disposiciones sobre puestas a tierra y puentes de unión en instalaciones en áreas peligrosas (especialmente en la industria petrolera).
COVENIN	200-81	Código eléctrico nacional.
COVENIN	548-71	Recomendaciones para clasificar las áreas destinadas a instalaciones eléctricas en refinerías de petróleo.
COVENIN	599-73	Código de protección contra los rayos.
COVENIN	823-74	Guía instructiva sobre los sistemas de detección alarma y extinción de incendio.
COVENIN	1660-80	Sistema fijo de extinción con agua pulverizada. Generalidades.

2 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

Esta norma contempla los requisitos de seguridad que deben cumplir los recipientes y tanques externos con capacidades superiores a 227,1 l (60 gal), destinados a almacenar líquidos combustibles e inflamables, exceptuando aquellos que se mantengan en estado sólido a temperaturas iguales o mayores a 37,8°C (100°F). Esta norma no es aplicable a:

1. Tanques destinados al transporte de líquidos inflamables y combustibles.
2. Almacenamiento, manejo y uso de tanques combustibles y recipientes conectados a equipos que queman tal combustible.
3. A líquidos que no poseen punto de inflamación que puedan ser inflamables en determinadas condiciones (hidrocarburos halogenados o mezclas que lo contengan).

3 DEFINICIONES

3.1 AEROSOL

Es el material que puede ser dispensado de su envase en forma de neblina o espuma mediante un propelente a presión.

### 3.2 TANQUE ATMOSFERICO

Es aquel tanque que ha sido diseñado para operar a presiones desde la presión atmosférica hasta  $0,35 \text{ Kg/cm}^2$ .

### 3.3 PUNTO DE EBULLICION

Es la temperatura de un líquido a la cual su presión de vapor igual a la presión atmosférica considerando ésta 1 atm (14,7 psig).

### 3.4 TANQUE PRESURIZADO

Es aquel tanque que posee una presión normal superior a  $1,05 \text{ Kg/cm}^2$  (15 psig).

### 3.5 LIQUIDO COMBUSTIBLE

Es cualquier líquido que posea un punto de inflamación igual o mayor a  $37,8^\circ\text{C}$  ( $100^\circ\text{F}$ ).

### 3.6 LIQUIDO INFLAMABLE

Es cualquier líquido que posea un punto de inflamación inferior a  $37,8^\circ\text{C}$  ( $100^\circ\text{F}$ ) y que tenga una presión de vapor que no exceda de  $2,81 \text{ Kg/cm}^2$  a  $37,8^\circ\text{C}$  ( $100^\circ\text{F}$ ).

### 3.7 TANQUE DE BAJA PRESION

Es aquel tanque de almacenamiento diseñado para resistir una presión interna sobre  $0,35 \text{ Kg/cm}^2$  (0,5 psig) pero no mayor de  $1,05 \text{ Kg/cm}^2$  (15 psig).

### 3.8 REFINERIA

Es aquella instalación en la cual se produce a escala comercial líquidos inflamables a partir del petróleo crudo, gasolina natural u otros hidrocarburos.

### 3.9 ESTACION DE SERVICIO

Es aquella instalación donde se expenden líquidos usados como combustible lubricante para motores.

### 3.10 PLANTA DE DISTRIBUCION Y TERMINALES

Son aquellos lugares donde se reciben líquidos combustibles e inflamables de tanqueros, oleoductos y camiones cisternas, los cuales son almacenados o mezclados con propósito a ser distribuidos.

### 3.11 PLANTA QUIMICA

Es aquella instalación donde se producen sustancias mediante una reacción química.

### 3.12 RECIPIENTE

Es cualquier envase de hasta 227,1 l (60 gal) usado para transportar o almacenar líquidos.

### 3.13 PUNTO DE INFLAMACION

Es la mínima temperatura a la cual un líquido emite su vapor en cantidades suficientes que al mezclarse con el aire produzca una mezcla inflamable en condiciones normales de laboratorio.

### 3.14 TANQUES PORTATILES

Son aquellos tanques con una capacidad de almacenaje entre 250 y 2500 litros, los cuales pueden ser transportados de un lugar a otro y que no están permanentemente unidos a un vehículo de transporte.

### 3.15 PLANCHAS ANULARES

Son aquellas que forman el aro anular del fondo sobre el cual se apoyan las paredes del tanque.

### 3.16 COMPONENTES PRIMARIOS

Son aquellos elementos expuestos a temperaturas entre  $-168^{\circ}\text{C}$  y  $5^{\circ}\text{C}$  ( $-270^{\circ}\text{F}$  y  $40^{\circ}\text{F}$ ); sujetos a cambios bruscos de temperaturas y los que al fallar provocarían fugas en el líquido almacenado.

### 3.17 COMPONENTES SECUNDARIOS

Son aquellos elementos que no están expuestos a la temperatura del líquido almacenado.

## 4 CLASIFICACION

4.1 Los tanques de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables se clasificarán en:

4.1.1 Atmosféricos.

4.1.2 Baja presión.

4.1.3 Presurizados.

4.1.4 Refrigerados.

4.1.5 Subterráneos.

4.1.6 Portátiles.

### 4.2 LIQUIDOS COMBUSTIBLES

Se clasifican según su punto de inflamación en:

4.2.1 Clase II: Son aquellos líquidos con punto de inflamación mayor o igual a  $37,8^{\circ}\text{C}$  ( $100^{\circ}\text{F}$ ) y menor que  $60^{\circ}\text{C}$  ( $140^{\circ}\text{F}$ ).

4.2.2 Clase III-A: Son aquellos líquidos con punto de inflamación mayor o igual a 60°C (140°F) menor que 93,3°C (200°F).

4.2.3 Clase III-B: Son aquellos líquidos con punto de inflamación mayor o igual a 93,3°C (200°F).

#### 4.3 LIQUIDO INFLAMABLE

Se clasifican de acuerdo a su punto de inflamación y punto de ebullición en:

4.3.1 Clase I-A: Son aquellos líquidos que poseen un punto de inflamación menor que 22,8°C (73°F) y un punto de ebullición menor que 37,8°C (100°F).

4.3.2 Clase I-B: Son aquellos líquidos que poseen un punto de inflamación menor que 22,8°C (73°F) y un punto de ebullición mayor de 37,8°C (100°F).

4.3.3 Clase I-C: Son aquellos líquidos que poseen un punto de inflamación mayor o igual a 22,8°C (73°F) y menor que 37,8°C (100°F).

### 5 UBICACION

5.1 La ubicación de los tanques de almacenamiento en general deberá llevarse a efecto considerando el riesgo potencial que el producto almacenado represente para personas, propiedades ajenas a la industria y al ambiente en general.

5.2 En los lugares donde la topografía del terreno favorezca la propagación de incendios, o de derrames hacia áreas críticas (áreas pobladas/industriales) deberá disponerse de medios tales como diques de contención, muros de desvío, zanjas y pendientes del terreno que permitan la protección de dichas áreas.

5.3 La ubicación de los tanques de almacenamiento de productos inflamables y combustibles se hará de acuerdo al nivel de radiación térmica producida en condiciones de incendio.

5.4 La ubicación de los tanques de almacenamiento de productos y combustibles deberá llevarse a efecto tomando en cuenta los siguientes niveles de intensidad de radiación térmica:

49,7 Kcal/h.m<sup>2</sup>      Límite máximo totalmente seguro para exposición de personas.  
(440 Btu/h.pie<sup>2</sup>)

169,5 Kcal/h.m<sup>2</sup>      Límite máximo de exposición de personas con vestido normal  
(1500 Btu/h.pie<sup>2</sup>)      durante un tiempo máximo de 16 segundos.

452,0 Kcal/h.m<sup>2</sup>      Causará incendio de viviendas de construcción ordinaria.  
(4000 Btu/h.pie<sup>2</sup>)

5.5 El nivel de intensidad de radiación térmica se determinará en función de la distancia al foco del incendio.

5.6 El método de cálculo para determinar el nivel de intensidad de radiación

térmica se indica en el Anexo I.

## 6 MATERIALES, DISEÑO Y FABRICACION

6.1 Los tanques deberán ser diseñados y contruidos de acuerdo a especificaciones de ingeniería aceptadas.

6.2 Los materiales de construcción a ser usados deberán cumplir con lo siguiente:

6.2.1 Ser compatible con el líquido a ser almacenado.

6.2.2 Los materiales combustibles solo podrán utilizarse en los casos siguientes:

a) En instalaciones subterráneas.

b) Cuando las propiedades del líquido almacenado lo requiera.

c) En el almacenamiento de líquidos de punto de inflamación, igual o por encima de 93,4°C (200°F) en áreas a nivel del suelo no expuestas a derrames o fugas de líquidos combustibles e inflamables.

6.2.3 Los tanques de concreto no revestidos pueden ser usados para almacenamiento de líquidos de 40 API o más pesados. Los tanques de concreto con revestimientos especiales pueden ser usados para otros servicios diferentes al cual fue construido, si el diseño cumple con los nuevos requerimientos.

6.2.4 Los tanques pueden tener revestimientos interiores, en caso de considerarse necesario.

6.2.5 Deben ser requeridas condiciones especiales de ingeniería, si la gravedad específica del líquido a ser almacenado excede a la del agua o si el tanque es diseñado para contener líquidos a temperaturas menores a -17,8°C (0°F).

6.3 Los tanques pueden ser de cualquier configuración o tipo, que cumplan con un buen diseño de ingeniería.

6.4 Los tanques de metal deben ser:

a) Soldados

b) Remachados y calafateados

c) Apernados o una combinación de estos métodos.

6.5 Los tanques, después de su construcción deben someterse a una prueba de presión según lo indiquen las especificaciones de ingeniería.

7 REQUISITOS

7.1 TANQUES ATMOSFERICOS

7.1.1 Condiciones del Suelo

7.1.1.1 El subsuelo deberá ser capaz de soportar la carga del tanque y su contenido, sin presentar asentamiento final lo suficientemente grande para someter a esfuerzos excesivos las conexiones de las tuberías, producir medidas de nivel incorrecto, ni que el fondo del tanque quede por debajo del nivel del suelo circundante.

7.1.1.2 Las fundaciones en los tanques deben proveer un buen soporte al tanque, limitar los asentamientos en el terreno y proveer un drenaje adecuado.

7.1.2 Diseño

7.1.2.1 Para tanques de acero los espesores mínimos de las planchas a utilizar excluyendo la tolerancia para la corrosión serán los indicados en la Tabla 1:

TABLA 1. Espesores mínimos y diámetro nominal para tanques de acero

FONDO (mm)	TECHO (mm)	PLANCHAS DE LAS PAREDES DEL TANQUE	
		DIAMETRO NOMINAL(m)	ESPESOR (mm)
6,0	5,0	≤ 15	5,0
		> 15 < 35	6,0
		≥ 36 < 60	8,0
		≥ 60	10,0

7.1.2.2 Agujeros pasa hombres (Boca de visita)

7.1.2.2.1 El mínimo número y dimensión de los agujeros pasa-hombres para la pared y techo del tanque deben ser según la Tabla 2:

TABLA 2. Número y dimensiones de pasa-hombres

DIAMETRO NOMINAL DEL TANQUE	MINIMO NUMERO Y DIMENSION DE PASA-HOMBRES			
	PARED		TECHO	
	TODO TIPO TANQUE		TANQUE TECHO FIJO	TANQ. TECHO. FLOT. (* (**)
m (pie)	No. mm (pulg)	No. mm (pulg)	No. mm (pulg)	
3 - 6 (10 - 20)	1 600 (24)	1 500 (20)	1 750 (30)	
> 6 - 9 (>20 - 30)	2 600 (24)	2 500 (20)	1 750 (30)	
> 9 - 12 (>30 - 40)	2 600 (24)	2 500 (20)	1 750 (30)	
> 12 - 18 (>40 - 60)	1 600 (24) 1 750 (30)	2 500 (20)	1 750 (30)	
> 18 - 27 (>60 - 90)	1 600 (24) 1 750 (30)	2 600 (24)	2 750 (30)	
> 27 (> 90)	2 600 (24) 1 750 (30)	2 600 (24)	2 750 (30)	

NOTAS:

(\*) Además, los techos flotantes deben estar provistos al menos con un pasa-hombre de 500 mm (20 pulg) por cada compartimiento de techo flotante (pontoon).

(\*\*) Cuando se requieran dos pasa-hombres, ellos deberán estar ubicados diametralmente opuestos.

Si un pasa-hombre se usa para propósito de mediciones, éste debe estar ubicado cerca de una viga del techo y hasta 650 mm (26 pulg) de la periferia del tanque y el agujero para medidas debe ser de 200 mm (8 pulg) de diámetro mínimo y la cubierta pesar al menos 3 kg. (6 1/2 lb).

7.1.3 Fabricación

Las conexiones principales y accesorios deberán cumplir con lo establecido en el capítulo 8 de la presente Norma.

#### 7.1.4 Equipos

7.1.4.1 Los tanques deben estar provistos como mínimo de una conexión para drenar el agua.

7.1.4.2 Los tanques deben estar provistos, al menos por un instrumento medidor de nivel legible desde el suelo.

7.1.4.3 Los tanques deben poseer conexión para instrumentos indicadores de temperatura.

#### 7.1.5 Uso

7.1.5.1 Los tanque de baja presión y tanques presurizados pueden ser usados como tanques atmosféricos.

7.1.5.2 Los tanques atmosféricos no deben ser usados para almacenamiento de un líquido a una temperatura igual o mayor al punto de ebullición de dicho líquido.

### 7.2 TANQUES DE BAJA PRESION

#### 7.2.1 Requisitos

La presión máxima de operación del tanque, no debe exceder la presión de diseño del mismo.

#### 7.2.2 Uso

Los tanques presurizados pueden ser usados como tanques de baja presión.

### 7.3 TANQUES PRESURIZADOS

#### 7.3.1 Equipos

7.3.1.1 Las piezas fundidas no deben ser utilizadas como componentes bajo presión soldados a la pared de los tanques presurizados.

7.3.1.2 Los tanques esféricos con una presión de diseño mayor de 1,05 Kg/cm<sup>2</sup> (15 psig) deben ser diseñados para ser llenados con agua.

7.3.1.3 Los tanques esféricos deben estar soportados de manera que el fondo esté por lo menos a 1 m separado del nivel del suelo.

7.3.1.4 Todos los accesorios y conexiones deben estar localizados de manera que no interfieran con los cordones de soldadura de las paredes o con las soldaduras de otros accesorios.

7.3.1.5 Las conexiones mayores de 50 mm (2 pulg) de diámetro deben ser bridadas.

7.3.1.6 Las conexiones de 50 mm (2 pulg) de diámetro y menores pueden ser roscadas excepto en las conexiones para las válvulas de alivio. Para las conexiones roscadas se deben usar acoplamientos (coupling) instalados con soldadura de penetración completa.

7.3.1.7 Los tanques esféricos deben estar provistos de un pasa-hombre (boca de visita) de 500 mm (200 pulg) de diámetro en el tope y en el fondo.

7.3.1.8 Las cubiertas de los pasa-hombres (boca de visita) deben ser bridas ciegas de cara levantada.

#### 7.4 TANQUES REFRIGERADOS

##### 7.4.1 Materiales

7.4.1.1 El material a ser utilizado en la fabricación del tanque deberá ser adecuado según el producto refrigerado que se quiera almacenar.

7.4.1.2 Las planchas anulares del fondo del tanque deben tener el mismo grado y especificación de material que las planchas que formen el anillo más bajo de la pared del tanque.

7.4.1.3 El material de los accesorios estructurales permanentes, soldados a la pared del tanque deben tener la misma composición nominal del material de las paredes del tanque.

7.4.1.4 Las piezas fundidas no deben usarse como componentes primarios.

##### 7.4.2 Diseño

7.4.2.1 El espesor mínimo permitido para las planchas de la pared interna de un tanque de doble pared debe ser según la Tabla 3.

TABLA 3. Espesor mínimo para planchas de la pared interna de tanques de doble pared.

DIAMETRO NOMINAL DEL TANQUE (m)	ESPESOR MINIMO DE PLANCHA DE PARED (mm)
< 15	5
≥ 15 < 36	6
> 36	8

7.4.2.2 Los tanques de doble pared que usen un sistema de aislamiento de relleno suelto deberán cumplir con lo siguiente:

7.4.2.2.1 Medios para evitar asentamientos alternados y compactación del relleno suelto debido a desplazamientos térmicos e hidrostáticos de las paredes internas y externas del tanque.

7.4.2.2.2 Presión externa de diseño para la pared interna basada en la carga estática y en las propiedades de dureza del sistema de aislamiento, la presión de purga de gas y la presión límite de vacío parcial de diseño.

7.4.2.2.3 Medios para reducir la obstrucción de flujo del relleno suelto desde el área del techo a la pared.

7.4.2.2.4 Boquilla de llenado para reponer las pérdidas de aislamiento.

7.4.2.3 Las planchas anulares del fondo del tanque deberán ser de un ancho mínimo de 600 mm (24 pulg) y un espesor mínimo especificado en la Tabla 4.

TABLA 4. Espesor mínimo para planchas anulares del fondo del tanque

ESPESOR DEL ANILLO DE PARED EN CONTACTO CON EL FONDO (mm)	ESPESOR DE LAS PLANCHAS ANULARES DEL FONDO (mm)
≤ 12	6
> 12 ≤ 22	8
> 22 ≤ 32	10
> 32	11

7.4.2.4 Las planchas del fondo del tanque deberán ser de un espesor mínimo de 6 mm (1/4 pulg) y deben ser de aristas cuadradas.

#### 7.4.3 Fabricación

7.4.3.1 Todos los accesorios y abertura en la pared del tanque deben ser ubicadas de manera tal que no interfiera con los cordones de soldadura de la pared o con la soldadura de otros accesorios.

7.4.3.2 Las aberturas mayores de 50 mm (2 pulg) de diámetro deberán ser bridadas.

7.4.3.3 Las conexiones en las paredes del tanque de 50 mm (2 pulg) de diámetro y menores para tanques cilíndricos deben ser bridadas.

7.4.3.4 Las conexiones de 50 mm (2 pulg) de diámetro y menores para tanques esféricos y techos de tanques cilíndricos pueden ser roscadas excepto las conexiones para válvulas de alivio.

7.4.3.5 Los tanques no cilíndricos deben tener una pasa-hombre (boca de visita) de 500 mm (20 pulg) de diámetro en el tope y en el fondo del tanque.

#### 7.5 TANQUES SUBTERRANEOS

##### 7.5.1 Materiales

7.5.1.1 El material a ser usado en la fabricación del tanque deberá ser seleccionado de acuerdo a las condiciones del área en particular.

7.5.1.2 Los materiales de relleno alrededor del tanque, deberán ser limpios, permeables y no corrosivos.

## 7.5.2 Requisitos

7.5.2.1 El tanque deberá estar ubicado de manera que exista un acceso adecuado para que el camión de transporte descargue con un mínimo de maniobras. La pendiente de la carretera deberá ser de tal forma que el camión tanque drene apropiadamente.

7.5.2.2 El tanque deberá estar ubicado de manera tal que el estacionamiento del camión tanque para descargar no esté en la vía pública, ni en el área usada por los consumidores, ni obstruya la vista del operador en la estación de servicio o interfiera con el control visual de la vía pública.

7.5.2.3 Los tanques subterráneos deberán fabricarse con un mínimo de 3 m de separación del edificio más cercano.

7.5.2.4 Cuando el tanque se encuentre anclado a una losa de concreto, deberá estar separado de la misma por una capa de arena de no menos 300 mm (12 pulg).

7.5.2.5 En áreas no sujetas a tráfico, la profundidad de la parte más alta del tanque con respecto al nivel del terreno, debe ser por lo menos de 600 mm (24 pulg) o no menor de 450 mm (18 pulg) de material compactado más 150 mm (6 pulg) de concreto reforzado o 200 mm de concreto asfáltico.

## 7.6 TANQUES PORTATILES

### 7.6.1 Materiales

7.6.1.1 Los materiales utilizados en la construcción de los tanques portátiles deberán cumplir con lo especificado en la Tabla 5 (Página 12).

### 7.6.2 Diseño y Fabricación

7.6.2.1 Los tanques portátiles deberán ser de construcción totalmente soldada y fabricados con buena práctica de ingeniería, deben ser diseñados y fabricados con soportes adecuados para proveer una base segura de acarreo.

7.6.2.2 Todas las uniones deberán ser soldadas de acuerdo a las prácticas de soldadura reconocidas y la eficiencia de estas uniones no debe ser menor del 85% del metal adyacente. Pueden usarse combinaciones de acero siempre que se cumpla con los requerimientos mínimos especificados en la Tabla 5 (Página 12).

### 7.6.3 Equipos

7.6.3.1 Todas las válvulas, tuberías, dispositivos de seguridad y demás accesorios deben ser protegidos adecuadamente de daños por manipulación, caídas, u otros esfuerzos físicos.

7.6.3.2 Las válvulas de fondo o tuberías de drenaje deben estar unidas directamente por una brida soldada. Pueden utilizarse uniones roscadas cuando el diámetro nominal de la tubería no exceda de 63,50 mm (2 1/2 pulg).

TABLA 5. Materiales utilizados en la construcción de tanques portátiles

VOLUMEN (1)	ESPESOR APROXIMADO (mm)			
	ACERO DULCE	ACERO DE BAJO CARBONO	ACERO INOXIDABLE	ALUMINIO
1. TANQUES CILINDRICOS				
1.1 PARED 455 - 1140	2,28	1,90	1,90	2,29
CILIN- 1141 - 1700	2,28	1,90	1,90	3,18
DRICA 1701 - 2500	3,04	2,66	2,66	3,18
1.2 FONDO DE TANQUES VERTICALES Y EXTREMOS DE TANQUES HORIZONTA- LES.	4,55	4,55	3,42	6,35
1.3 TECHOS DE TANQUES VERTICALES	2,28	1,90	1,90	3,18
2. TANQUES DE SECCION RECTANGULAR				
2.1 LADOS Y TECHOS				
455 - 1140	3,04	2,66	1,90	6,35
1141 - 1700	3,80	3,42	2,66	6,35
1701 - 2500	4,55	4,55	2,66	6,35
2.2 FONDOS				
455 - 1140	4,55	4,55	2,66	6,35
1141 - 1700	4,55	4,55	3,42	6,35
1701 - 2500	4,55	4,55	3,42	7,94

#### 7.6.4 Requisitos

7.6.4.1 Los tanques portátiles deberán ser probados a una presión mínima de 51,71 kPa (7,5 psig) por un tiempo mínimo de 5 minutos.

Cuando se utilice presión hidrostática deberá medirse en el tope del recipiente.

7.6.4.2 Los tanques portátiles deberán estar provistos de uno o más dispositivos instalados en el tope con suficiente capacidad de venteo de emergencia para una presión interna límite, bajo condiciones de exposición al fuego de 68,95 kPa (10 psig) o no exceder 30% de la presión de ruptura del tanque, cualquiera que sea mayor.

Deberá disponerse de al menos un venteo actuado a presión de 34,47 kPa (5 psig) y tener un área mínima de 287,84 mm<sup>2</sup> (0,44 pulg<sup>2</sup>). Si se utilizan venteos de

fusibles, estos deberán activarse por elementos que operen a una temperatura no menor de 104,4 °C (220 °F) y no excedan 148,9°C (300°F) cuando la presión del tanque esté entre 34,47 y 68,95 kPa.

7.6.4.3 Los tanques portátiles deberán tener al menos una abertura en el tope, no menor de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro provista de un dispositivo de cierre adecuado. Estas aberturas no deben liberar vapor o líquido a una presión por debajo de 34,47 kPa (5 psig).

7.6.4.4 La descarga de cada tanque deberá ser equipada con una válvula de cierre, y diseñada para permanecer cerrada si la tubería externa se daña.

7.6.4.5 Los tanques no deben llenarse por encima de un 95% de su capacidad, para prevenir derrames o distorsión del tanque por expansión de su contenido debido a la temperatura.

7.6.4.6 El almacenaje de líquidos inflamables y combustibles en tanques portátiles, deben cumplir con las especificaciones de la Tabla 6.

TABLA 6. Especificaciones para el almacenaje de líquidos inflamables y combustibles en tanques portátiles.

CLASE DE LIQUIDO	MAXIMO ALMACENAJE POR RUMA (1)	ALTURA (m)	DISTANCIA ENTRE RUMA (m)	DISTANCIA AL LIMITE PROPIEDAD (m)	DISTANCIA A UNA CALLE O VIA PUBLICA (m)
I - A	8327	2,10	1,50	15	3
I - B	16654	4,30	1,50	15	3
I - C	33308	4,30	1,50	15	3
II	66616	4,30	1,50	8	1,5
III	166540	4,30	1,50	3	1,5

NOTA: Cuando dos o más clases de materiales son almacenados en una misma ruma, el máximo volumen permitido es el correspondiente al menor de esas clases.

7.6.4.7 Los tanques portátiles arrumados no deben estar a más de 60 m del borde de la vía de acceso de los equipos de control de incendio.

7.6.4.8 Las distancias al límite de propiedad deben ser duplicados cuando no exista una protección adecuada.

7.6.4.9 Cuando la cantidad almacenada no exceda del 50% del máximo por ruma, las distancias al límite de propiedad y vías públicas pueden ser reducidas en un 5% pero no menos de 1 m.

7.6.4.10 Puede almacenarse un máximo de 4164,5 l en tanques portátiles, adyacentes a una edificación, siempre que ésta sea de material con resistencia al fuego no menor de 2 h y esté dedicada principalmente al almacenaje y manipulación.

7.6.4.11 El área de almacenaje debe tener una pendiente para alejar posibles derrames de las edificaciones o estar rodeada por un brocal de al menos 15 cm de altura, provistos de drenajes para eliminar las acumulaciones de agua de lluvia o derrames de líquido. Estos drenajes deben terminar en una localización segura y ser accesibles para operar bajo condiciones de fuego.

7.6.4.12 Deberá restringirse el acceso al área de almacenamiento y conservarse libre de maleza, escombros y otros materiales combustibles que no se requieran en el mismo.

## 8 TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS

8.1 El diseño, fabricación, montaje, prueba e inspección de los sistemas de tuberías asociados a los tanques y recipientes de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables, deberán ser adecuados para soportar las presiones de trabajo y esfuerzos estructurales previstos.

8.2 El material de los sistemas de tubería, válvulas y accesorios asociados a los tanques y recipientes de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables deberán ser compatibles con el líquido a ser manejado y con las limitaciones de presión y temperatura prevista.

8.3 Los sistemas de tubería, válvulas y accesorios pueden ser protegidos internamente contra la corrosión.

8.4 Las uniones en los sistemas de tubería, válvulas y accesorios asociados a los tanques y recipientes de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables deberán ser herméticos.

8.5 Los sistemas de tuberías asociados a los tanques y recipientes de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables, deberán estar adecuadamente soportados y protegidos contra daños físicos y esfuerzos excesivos debido a vibración, expansión y contracción.

8.6 Todos los sistemas de tuberías asociados a tanques y recipientes de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables que estén expuestos a corrosión externa deberán ser protegidos.

8.7 Toda tubería antes de ser puesta en funcionamiento por primera vez o después de haberse reparado deberá probarse hidrostáticamente a 150% de la máxima presión de trabajo del sistema, o neumáticamente a 110% de la máxima presión de trabajo del sistema.

### 8.8 TUBERIAS EN EL INTERIOR DE DIQUES DE CONTENCION

8.8.1 El número de tuberías deberá limitarse al mínimo indispensable.

8.8.2 El recorrido de las tuberías en el interior de los diques de contención deberá ser el menor posible.

8.8.3 Los sistemas de tubería deberán ser tendidas superficialmente de preferencia sobre durmientes de concreto.

8.8.4 Los tramos de tubería que puedan ser seccionados mediante válvulas de bloqueo, deberán ser protegidos contra los excesos de presión causados por expansión del líquido, debido a radiación solar u otra fuente de calor mediante una válvula de expansión térmica.

#### 8.9 EQUIPOS ELECTRICOS - CONEXIONES A TIERRA

8.9.1 Todos los equipos eléctricos y cableado a ser instalado en áreas de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables deben cumplir con lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 200.

8.9.2 La clasificación de las áreas destinadas a instalación de equipos eléctricos en tanques de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, así como la extensión de las mismas deberá cumplir con la Norma Venezolana COVENIN 548.

8.9.3 Las conexiones a tierra de los tanques de almacenamiento deberán efectuarse según lo indicado en la Norma Venezolana COVENIN 552.

8.9.4 La protección contra rayos en los tanques de almacenamiento deberá cumplir con lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 599.

### 9 SISTEMAS DE ALIVIOS DE PRESION

#### 9.1 VALVULAS DE ALIVIO/SEGURIDAD

9.1.1 La presión de ajuste y la máxima presión de alivio de las válvulas de seguridad/alivio, expresadas en relación de la máxima presión de trabajo permitida del tanque no debe ser mayor de los valores especificados en la Tabla 7.

TABLA 7. Presión de ajuste y máxima presión de alivio de las válvulas

NUMERO DE VALVULAS	PRESION DE AJUSTE	MAXIMA PRESION DE ALIVIO
UNA	. 100 DE MPTP . EN CONDICIONES DE INCENDIO: 110% DE MPTP	. 110% DE MPTP . EN CONDICIONES DE INCENDIO: 120% DE MPTP
MULTIPLES	. UNA VALVULA 100% Y LAS OTRAS 105% DE MPTP . EN CONDICIONES DE INCENDIO: TODAS LAS VALVULAS 110% DE MPTP	. 110 MPTP . EN CONDICIONES DE INCENDIO: 120% DE MPTP

MPTP: Máxima presión de trabajo permisible.

La tabla anterior también se aplica a las válvulas de seguridad/alivio para descarga de líquidos.

9.1.2 Deberán instalarse dispositivos suplementarios de alivios de presión, cuando un riesgo adicional pueda ocurrir debido a la exposición del tanque a un fuego accidental u otra fuente de calor inesperada. Estos dispositivos deben ser capaz de evitar que la presión alcance más del 20% por encima de la máxima presión de trabajo permisible. Podrá utilizarse solamente una válvula de alivio de presión si ésta satisface todos los requerimientos mencionados anteriormente.

9.1.3 Deberán instalarse dispositivos de alivio de vacío para permitir la entrada de aire (u otro gas o vapor) para evitar que las paredes del tanque colapsen si ocurre vacío bajo.

9.1.4 Un tanque que se quiera operar completamente lleno de líquido debe ser equipado con una o más válvulas de alivio en el tope del techo, a menos que sea protegido contra la sobrepresión de otra manera. El punto de ajuste de estas válvulas no debe ser mayor que 1,25 veces la máxima presión de trabajo permisible.

9.1.5 Excepto lo estipulado en el párrafo anterior, la presión de ajuste de un dispositivo de alivio de presión, en ningún caso debe exceder la presión máxima que pueda existir en el nivel donde está dicho dispositivo, cuando la presión en el tope del tanque sea igual a la presión nominal establecida para el mismo y el líquido contenido esté al máximo nivel de diseño.

9.1.6 Los dispositivos de vacío deben tener un ajuste para abrir a una presión o vacío parcial tal que no exceda la presión a la cual el tanque fue diseñado, cuando la entrada de aire a través del dispositivo esté a su máximo flujo especificado.

## 9.2 VENTEOS

9.2.1 Los venteos deberán ser colocados a todos los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables para permitir la entrada y descarga de aire durante las operaciones de vaciado y llenado y para permitir la expansión y contracción de los vapores debido a los cambios de temperatura.

9.2.2 La capacidad de venteo depende de un número de factores, tales como:

9.2.2.1 Las ratas de bombeo de llenado y vaciado.

9.2.2.2 Volatilidad del producto.

9.2.2.3 Resistencia del tanque.

9.2.2.4 Rata de transferencia de calor en el vapor y el líquido dentro del tanque.

9.2.2.5 Tamaño del tanque.

9.2.3 Donde varios líquidos son almacenados en el mismo tanque el más volátil será usado como base para la consideración del venteo.

9.2.4 Los sistemas de bombeo o transferencia que descargan en tanques de baja

presión deberán ser diseñados en la base de la máxima rata de flujo dentro y fuera de los tanques para que no exceda la presión de trabajo de los mismos.

9.2.5 Los dispositivos de venteo en tanques de baja presión que almacenen productos que tienen un punto de ebullición por debajo de  $-37,8^{\circ}\text{C}$  ( $100^{\circ}\text{F}$ ) deberán estar normalmente cerrados, excepto cuando las presiones de alivio y vacío causadas por el llenado o vaciado del tanque los mantienen abiertos.

9.2.6 El respiradero normal de los tanques verticales de techo cónico deben ser diseñados a una presión que no cause movimiento y fugas entre las planchas del tope del tanque.

9.2.7 Para la construcción de tanque según especificaciones de ingeniería, los venteos pueden ser seleccionados para operar a la presión de diseño de trabajo del tanque.

9.2.8 Los tanques de almacenamiento superficiales deberán ser provistos con un dispositivo de alivio de presión interna excesiva, generada en caso de exposición al fuego.

9.2.9 Los venteos de alivio de emergencia deben ser dimensionales para que permanezcan cerrados excepto cuando son abiertos por un exceso de presión. Venteos de emergencia deben ser construidos en todos los tanques superficiales excepto en aquellos tanques verticales de techo flotante o de costura débil en el techo (diseñados para que esta costura falle primero que cualquier otra soldadura).

9.2.10 Las salidas de los venteos y válvulas de seguridad en los tanques de almacenamiento deberán estar ubicadas en tal forma que prevengan sobrecalentamiento localizados en cualquier parte del tanque si cualquier descarga de vapores se incendia.

## 10 DIQUES DE CONTENCIÓN

10.1 Se deberán tomar medidas de seguridad para evitar la pérdida de producto o la propagación de un incendio en caso de fuga o ruptura de un tanque superficial.

10.2 La propagación de un incendio en o entre tanques deberá ser evitada mediante el espaciamiento de los mismos, facilidades de drenaje y construcción de diques.

10.3 Para evitar los riesgos inherentes al escape de producto (incendiado o no) de un tanque ubicado en un terreno inclinado, se deberán proveer facilidades para drenar el mismo a través de desvío (bypass) a fin de no afectar instalaciones ubicadas a niveles más bajos.

10.4 Para determinar el espaciamiento entre tanques de almacenamiento se deberán tomar en cuenta los siguientes factores:

- a) Posibilidad de daño a edificaciones cercanas o a otros tanques.
- b) Cantidad de producto contenido en los tanques.
- c) Valores unitarios del tanque considerado y tanques adyacentes.

- d) Características de ignición e incendio del producto almacenado.
- e) Provisión de un sitio adecuado para combatir incendios y facilidad de acceso a los equipo de extinción.
- 10.5 Se deberán establecer distancias mínimas para el espaciamiento entre tanques según la Tabla 16 (Página 37).
- 10.6 Se deberá construir un dique separado para cada tanque o grupo de tanques que excedan los 18925000 l de capacidad.
- 10.7 Si el almacenamiento consiste de un solo tanque con capacidad mayor de 56775 l hay que construir un dique alrededor del mismo.
- 10.8 La capacidad mínima disponible dentro de un dique donde hay varios tanques, deberá ser por lo menos igual a la máxima cantidad de producto del tanque mayor.
- 10.9 Para tanques que contengan productos con características de ebullición violenta (boilover) tal como el petróleo crudo, la capacidad de las áreas de los diques no deben ser menores que las capacidades de los tanques llenos.
- 10.10 Las paredes de los diques deberán ser de tierra, acero o concreto. En cualquier caso deben ser herméticas. El tipo más conveniente de tierra es la arcilla por sus características impermeables.
- 10.11 La pendiente de los diques debe estar limitada al ángulo de reposo del material usado, generalmente de 1 1/2 a 1 para tierra.
- 10.12 La altura del dique debe estar limitada a 1,83 m sin importar el tipo de material usado, para evitar la probabilidad de acumulación de formación de bolsas de vapores inflamables y facilitar las labores de combate de incendio. Además, el dique debe poseer por lo menos 0,91 m de ancho en el tope plano y estar firmemente compactado.
- 10.13 Los diques deben ser construídos para soportar la máxima presión hidrostática que pueda generarse por derrame del contenido del tanque mayor.
- 10.14 Deberá proporcionarse una trampa y una válvula en la línea de drenaje fuera del dique.
- 10.15 Donde el dique contenga varios tanques verticales se deben construir subdivisiones con brocales intermedios de por lo menos 0,46 m para cada tanque que exceda los 378200 l de capacidad o para cada grupos de tanques que sobrepasen los 567750 l de capacidad total.
- 10.16 Si todos los tanques dentro del dique tienen techo flotante o costuras de soldadura débiles en el techo, se construirán subdivisiones para cada tanque que exceda los 1589700 l de capacidad o para grupos de tanques que sobrepasen los 2384500 l de capacidad total.
- 10.17 Para tanques horizontales se deben construir áreas separadas de diques,

para cada grupo de tanques que excedan los 378500 l de capacidad total.

10.18 Donde los tanques sean agrupados en más de dos filas adyacentes o en un patrón irregular se deben proporcionar espacios más grandes entre tanques, diques adicionales o caminos para que todos los tanques sean accesibles por los que combaten incendios.

## 11 SISTEMA DE DRENAJES

11.1 Todo tanque de almacenamiento líquido combustibles e inflamables encerrado dentro de diques de contención, debe poseer dos sistemas de drenaje para:

a) Agua accidentalmente contaminadas con sustancias combustibles e inflamables (agua de lluvia y agua producto del combate de incendios).

b) Agua continuamente contaminadas con sustancias combustibles e inflamables (agua drenada del fondo de los tanques).

11.2 El agua accidentalmente contaminada con líquidos combustibles e inflamables debe ser recolectada en un sistema de drenaje separado y descargada en un estanque de retención que tenga una trampa para sustancias aceitosas antes de ser descargadas en las aguas residuales públicas (cloacas).

11.3 Para prevenir la dispersión de las sustancias aceitosas por turbulencia y que la retención de las mismas sea posible, la máxima velocidad de flujo en los sistemas de drenaje por gravedad (agua accidentalmente o continuamente contaminada) no debe ser mayor de 0,9 m/s excepto en condiciones de combate de incendios.

11.4 Para prevenir la propagación de fuego a través de zanjas o canales abiertos, se deberán instalar un cierto número de trampas de fuego (Ej. alcantarillas de inundación). Estas alcantarillas deberán tener una longitud mínima de 9 m.

11.5 Antes de que el agua accidentalmente contaminada entre al sistema de drenaje debe pasar por una trampa de arena a fin de retener los materiales sólidos que pudiera estar arrastrando.

11.6 Las zanjas y canales que llevan únicamente agua de lluvia limpia deberán estar preferiblemente vacíos en tiempo seco.

11.7 Las tuberías de drenajes después del tanque de retención deberán ser subterráneas y niveladas horizontalmente a objeto de que se mantengan completamente llenas hasta por lo menos 5 cm en su tope interno superior. En terrenos inclinados donde el sistema de drenaje no está completamente inundado, se deben proporcionar sellos al final de la corriente aguas abajo.

11.8 Para propósitos de limpieza las tuberías de drenaje subterráneas (de ambos sistemas) deben estar equipadas con sumideros (de 60 x 60 cm como mínimo) cada 50 m. Estas tuberías deben descargar al sumidero por debajo del nivel líquido del mismo.

11.9 El agua continuamente contaminada con líquidos combustibles e inflamables

debe ser recolectada en un sistema individual de drenaje y ser descargada en un separador de sustancias aceitosas antes de enviarlas al sistema de agua accidentalmente contaminadas o a otras facilidades de tratamiento secundario o terciario.

11.10 Los tanques de retención no deben ser considerados como parte del proceso de tratamiento de las aguas continuamente contaminadas, pero si, como la última línea de defensa.

11.11 Las fugas o derrames en tanques de líquidos inflamables o combustibles serán recolectados en un estanque de recolección dentro del dique y luego a un sumidero fuera del muro de contención del tanque y de allí al separador de sustancias aceitosas (sistema de drenaje del agua continuamente contaminada).

11.12 No deberán usarse zanjas o cunetas abiertas en sistemas de drenajes para agua continuamente contaminada con líquidos inflamables o combustibles.

11.13 Las tuberías subterráneas de los sistemas de drenaje de agua continuamente contaminada deben permanecer horizontales y deberán estar completamente llenas manteniendo 5 cm por debajo de la esclusa del separador de sustancias aceitosas.

11.14 Si debido a las condiciones del terreno las diferencias de nivel son inevitables, el sistema de drenaje debe ser construido en secciones, en donde cada sección se mantendrá inundada (5 cm máx. espacio libre) mediante bajantes verticales tipo vortex.

11.15 Para diseñar los drenajes de agua (accidentalmente contaminada) en diques que contengan tanques hay que tomar en cuenta el régimen pluviométrico de la zona durante los últimos 10 años y el agua que se usaría para combate en caso de incendio.

11.16 Las áreas encerradas en diques deben tener drenajes para agua (de lluvia y/o para combatir incendios). El drenaje debe tener una pendiente uniforme de no menos de 1% desde los tanques hacia un sumidero ubicado a la distancia práctica más lejos del tanque. De estos sumideros saldrán tuberías a través de los diques hacia el estanque de retención. Estas tuberías pueden tener un desvío (bypass) hacia el separador de sustancias aceitosas para el caso de roturas o derrames de producto del tanque.

11.17 En caso de que un tanque se esté incendiando los dispositivos de salida de los diques del tanque involucrado, deberán mantenerse cerrados. Mientras que los diques de los tanques adyacentes que estén siendo enfriados, deberán ser drenados inmediatamente abriendo sus dispositivos de desagüe.

11.18 Las válvulas de drenaje de diques de los tanques deben permanecer normalmente cerradas; excepto cuando se drene agua de lluvia o agua usada para combatir el incendio de un tanque en un dique adyacente. La apertura de las válvulas de drenaje debe estar supervisada continuamente a fin de ser cerradas inmediatamente que se drene el dique del tanque respectivo. Para mayor seguridad dichas válvulas deben llevar una indicación que mencione "Válvula normalmente cerrada".

11.19 Las tuberías de drenaje subterráneas a partir del sumidero de dique del tanque, deben ser calculadas sobre la base de que puedan drenar totalmente el agua de lluvia (almacenada en la fosa durante 24 horas) en un período de 6 horas. Esto

es para poder drenar la fosa en una guardia de trabajo por razones operacionales y de seguridad.

11.20 Si el cálculo sobre la base anterior resulta en una tubería de drenaje de diámetro mayor de 30 cm se deberán usar dos o más tuberías adyacentes pero nunca mayores de 30 cm.

11.21 El sistema de drenaje no debe permitir drenar el dique de un tanque a través de otro dique.

11.22 El sistema de drenaje de agua continuamente contaminada que comienza en un embudo en el fondo del tanque, debe poseer una válvula normalmente cerrada en la base del tanque; también debe poseer otra válvula fuera de la pared del dique que rodea la fosa del mismo.

11.23 La capacidad de un sistema de drenaje para agua continuamente contaminada será de 100 m<sup>3</sup>/h para un tanque de crudo y de 50 m<sup>3</sup>/h para otros productos a menos de que sea especificada otra cosa por la administración de la instalación.

## 12 PROTECCION CONTRA INCENDIOS

El almacenamiento de líquidos inflamables y/o combustibles presenta un riesgo de incendio conocido y predecible, lo cual permite el diseño e instalación de sistemas contra incendios para que el manejo se haga protegiendo al personal y a los equipos contra la destrucción devastadora de los incendios.

Las exigencias de protección contra incendios para las edificaciones que cuentan con tanques o recipientes que almacenen líquidos combustibles o inflamables, serán las establecidas en la Norma Venezolana COVENIN 823 y las demás normas relativas a cada sistema en particular.

Las tuberías de los sistemas fijos de extinción, deberán estar pintadas de color rojo en toda su extensión.

### 12.1 PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN TANQUES SUPERFICIALES

12.1.1 Será aplicada para tanques cuya capacidad exceda de 2498 l (660 gal).

12.1.2. Se deberá proteger contra incendios los tanques que contengan líquidos:

a) Con punto de inflamación menor o igual a 37,8°C (100°F).

b) Con punto de inflamación mayor de 37,8°C (100°F), si se almacenan en un rango menor de 8°C (15°F) sobre el punto de inflamación, se requieren sistemas fijos de agua y espuma adecuadamente diseñados y construidos.

Las especificaciones de diseño de los sistemas requeridos para proteger un riesgo en particular variarán de acuerdo a los tipos y diámetros de los tanques involucrados, las condiciones operacionales de los mismos y las características de los líquidos almacenados.

#### 12.1.3 Sistema de agua contra incendio

Los sistemas de agua contra incendios requeridos para la generación de espuma y el enfriamiento de tanques de almacenamiento de líquidos inflamables instalados en una misma área, se especifican asumiendo que solo un incendio ocurrirá en un momento determinado, tomando como referencia para las bases del diseño el tanque que posea el mayor requerimiento de agua. Además los tanques de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables que utilicen un sistema fijo de extinción con agua pulverizada, el sistema estará basado en las características generales de la Norma Venezolana COVENIN 1660.

12.1.3.1 Tanques de techo cónicos almacenando productos como punto de inflamación menor o igual a 37,8°C (100°F).

Los requerimientos de agua contra incendios para un patio de tanques se basarán en la demanda de agua que se necesite para proteger al tanque de mayor riesgo, tal como se presenta la Tabla 8 (página 31) para tanques hasta de 45,7 m (150 pies) de diámetro.

El número de tanques adyacentes que requieren enfriamiento se determina mediante la identificación de los tanques o porciones de estos, que se encuentren vientos abajo y dentro de un cuadrante concéntrico con el tanque más crítico. El cuadrante tendrá un radio igual a dos veces el diámetro del tanque más crítico. El caudal mínimo de agua requerido para enfriar los tanques adyacentes expuestos, el cual variará de acuerdo a los diámetros de los tanques, se presenta en la columna C de la Tabla 8 (página 31).

12.1.3.2 Tanques de techos cónicos almacenando productos con punto de inflamación mayor o igual a 37,8°C (100°F).

Los requerimientos de agua para la protección de tanques que contienen productos con puntos de inflamación altos se basan en la necesidad de enfriar los tanques adyacentes solamente (debido a la baja probabilidad de que este tipo de tanque se encienda) con el caudal recomendado en la columna C de la Tabla 8 (página 31) de acuerdo al diámetro del tanque.

12.1.3.3 Tanques de techos flotantes.

El caudal de agua contra incendios requerido para un tanque de techo flotante se establece asumiendo solamente la posibilidad de incendio en el área del anillo del tanque, generalmente requiriéndose entre 340 - 454 m<sup>3</sup>/h (1000 y 2500 gal/min) para la generación de espuma y el enfriamiento de las paredes del tanque encendido. Este caudal puede calcularse según los requerimientos mínimos indicados en la Tabla 9 (página 32).

12.1.3.4 El diseño y la instalación de los sistemas de agua contra incendios en los tanques y áreas adyacentes, deberá cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

12.1.3.4.1 Si la fuente de suministro de agua es limitada, se deberá disponer de un tanque, reservorio o pozo de agua, capaz de permitir la aplicación del caudal de agua requerido durante 6 horas continuas. Luego de estas primeras 6 horas, el sistema debe ser capaz de aplicar el caudal requerido al menos en un 50% en forma ininterrumpida, a fin de poder continuar el enfriamiento y la aplicación de espuma, aún a una tasa menor.

12.1.3.4.2 El sistema deberá contar por lo menos con dos bombas, cada una con 50% de la capacidad requerida y con unos medios de impulsión diferentes, seleccionados entre: motor eléctrico, motor diesel y turbina de vapor para garantizar la operación de una bomba en caso de que falle la otra y así poder disponer al menos de un 50% de la capacidad requerida.

12.1.3.4.3 Las tuberías serán de acero al carbono instaladas por lo menos a 30 cm (1 pie) sobre el nivel del piso, salvo en áreas de proceso y en los cruces de carreteras, para evitar su corrosión.

12.1.3.4.4 Las tuberías deberán instalarse en forma de red mallada y serán de diámetros capaces de mantener una presión residual mínima en los hidrantes de 6,0 kg/cm<sup>2</sup> (80 psig) cuando se aplique el caudal de agua requerido en cualquier área, con el objeto de garantizar la adecuada operación de los equipos fijos y móviles.

12.1.3.4.5 Se deberán instalar válvulas para dividir el sistema de distribución a fin de evitar que las tuberías ubicadas en dos lados adyacentes de un mismo bloque queden fuera de servicio en un momento dado y así contar por lo menos con un 50% del caudal requerido.

12.1.3.4.6 Se deberán instalar suficientes hidrantes para suministrar el caudal requerido en cualquier área, pudiéndose asumir un flujo normal de 170 m<sup>3</sup>/h (750 gal/min) de cada hidrante cuando se utilicen líneas de mangueras y un flujo de 227 a 272 m<sup>3</sup>/h (1000 a 1200 gal/min) cuando se conecte un carro bomba.

12.1.3.4.7 La separación máxima entre hidrantes, instalados a lo largo de carreteras y vías de acceso, debe ser de 90,0 m (300 pies) instalándose junto con válvulas de bloqueo a fin de que por lo menos un hidrante se encuentre a un máximo de 122 m (400 pies) de todos los tanques, en caso de que falle una línea cualquiera.

12.1.3.4.8 Se deberá ubicar un hidrante en la vía de acceso, frente a las escaleras de los tanques de techo flotante para facilitar la operación en este tipo de tanque, sobre todo cuando se utilice el método Cámara Unica de Espuma.

#### 12.1.4 Sistemas de espuma

##### 12.1.4.1 Tanques de techos cónicos.

Existen dos tipos de sistemas de inyección de espuma para la protección de tanques de techos cónicos: El sistema de inyección de espuma bajo la superficie o inyección por la base como también se le denomina y el sistema de inyección de espuma por medio de cámaras o inyección superficial. Independiente del tipo de sistema utilizado, estos deben diseñarse y construirse para poder aplicar espuma al interior de un tanque incendiado, a una tasa mínima de 4 l/min/m<sup>2</sup> (0,1 gal/min por pie<sup>2</sup>) de superficie líquida expuesta por un tiempo determinado, de acuerdo al líquido involucrado, tal como se especifica en la Tabla 10 (página 33) para que la espuma sea efectiva y logre extinguir el incendio. Adicionalmente, estos sistemas deben respaldarse con líneas de mangueras que descarguen 11,3 m<sup>3</sup>/h (50 gal/min) cada una de solución agua-espuma, para extinguir el líquido que se puede haber encendido alrededor del tanque, durante el tiempo y con la cantidad de mangueras señaladas en la Tabla 11 (página 33).

#### 12.1.4.1.1 Inyección de espuma bajo superficie.

El diseño de los sistemas de inyección de espuma bajo superficie, debe cumplir con los siguientes requerimientos:

12.1.4.1.1.1 La velocidad de descarga de la espuma en el interior del tanque no debe exceder los 3,05 m/s (10 pies/s) y 6,10 m/s (20 pies/s) en tanques que contengan líquidos inflamables Clase IB y IC, respectivamente, de acuerdo a la clasificación presentada en la Tabla 12 (página 34) con el objeto de prevenir o reducir la saturación de la espuma lo cual la hace inefectiva. Esta velocidad es calculada en base a la cantidad de solución agua-espuma, expandida 4 veces su volumen original, que fluye en los últimos 3 m (10 pies) de tubería en los puntos de inyección.

12.1.4.1.1.2 El número de puntos de inyección a instalarse en un tanque dependerá del diámetro del mismo y del tipo de líquido inflamable contenido, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 13 (página 35) para lograr la tasa de aplicación de espuma requerida.

12.1.4.1.1.3 Los puntos de inyección, donde se requiere 2 ó más, deben descargar espuma a una misma tasa para mantener el sistema balanceado. En estos casos, los puntos de inyección deben diseñarse en forma de ramales, saliendo de un colector o múltiple ubicado en el centro del tanque, el cual es a su vez alimentado por la tubería principal del sistema proveniente del exterior del tanque.

12.1.4.1.1.4 Los puntos de inyección deben descargar hacia la superficie del líquido, con un ángulo de 90° en relación con el eje de la tubería que los alimenta para disminuir la absorción por parte de la espuma y deben instalarse sobre el nivel de agua anticipado en el fondo del tanque a fin de evitar la dilución de la espuma.

12.1.4.1.1.5 La contra-presión total creada por el cabezal estático del líquido inflamable contenido en el tanque y la pérdida por fricción causada por el flujo de la espuma a través de la red de distribución, no debe exceder la contra-presión máxima señalada por el fabricante del generador de espuma utilizado, ya que de lo contrario la operación del generador de espuma será deficiente.

12.1.4.1.1.6 Todas las tuberías del sistema deben ser de acero al carbono Schedule 40 como mínimo y sus diámetros determinados en base a los cálculos hidráulicos correspondientes.

12.1.4.1.1.7 Las conexiones terminales o múltiples de entrada de espuma a la tubería del sistema, deberán estar ubicadas vientos arriba del tanque protegido, cuando en el área existan vientos predominantes, fuera del dique de contención, a una distancia de 15,3 m (50 pies) o equivalente a un diámetro del tanque protegido, la que fuese mayor, y a una altura de 600 a 1200 mm (2 a 4 pies) sobre el nivel del piso. Esta ubicación permite el acceso del personal y los equipos y los protege del calor radiante.

12.1.4.1.1.8 Se debe instalar válvulas de compuerta y de retención, en la tubería del sistema de espuma, antes de su entrada al tanque, para prevenir flujo en sentido contrario al seguido por la espuma inyectada.

#### 12.1.4.1.2 Inyección de espuma por medio de cámaras.

El diseño y la instalación de sistemas de inyección de espuma por medio de cámaras para la protección de tanques de techos cónicos, deben cumplir con los siguientes requerimientos:

12.1.4.1.2.1 El número de cámaras necesarias variará de acuerdo al diámetro del tanque, tal como se establece en la Tabla 14 (página 36) para alcanzar la tasa de aplicación de espuma requerida.

De necesitarse 2 ó más cámaras, éstas deben instalarse simétricamente pero equidistante en la circunferencia del tanque para lograr una mejor distribución de la espuma aplicada.

12.1.4.1.2.2 Las cámaras de espuma deben contar en la unión de las paredes del tanque, con un sello de vidrio de 1,5 mm (0,061 pulg) de espesor con el objeto de evitar la acumulación de gases inflamables en las tuberías del sistema. Este sello se debe fragmentar fácilmente cuando se inyecte espuma al sistema.

12.1.4.1.2.3 Las tuberías laterales y verticales deben ser de acero al carbono, Schedule 40 como mínimo, y sus diámetros determinados en base al cálculo hidráulico correspondiente.

12.1.4.1.2.4 En los sistemas semi-fijo los cuales no se activan automáticamente y requieren la participación de carros bombas, cada cámara deberá tener un generador de espuma y una tubería vertical y lateral independiente.

12.1.4.1.2.5 Los generadores de espuma deberán ser de 56,3 m<sup>3</sup>/h (250 gpm) de capacidad a 7 kg/cm<sup>2</sup> (100 psig) de presión de entrada, para tanques de 17 metros (55 pies) de diámetro, y de 113,4 m<sup>3</sup>/h (500 gal/min) a 7 kg/cm<sup>2</sup> (100 psig) de presión de entrada, para tanques de más de 17 metros (55 pies) a fin de alcanzar la tasa de aplicación de espuma requerida.

12.1.4.1.2.6 Las conexiones terminales de las tuberías laterales deberán instalarse en lugares accesibles, de 600 a 1200 mm (2 a 4 pies) sobre el nivel del piso y separadas del tanque por lo menos 15,3 metros (50 pies) vientos arriba del tanque o una distancia equivalente a un diámetro del tanque protegido, lo que fuese mayor para permitir el acceso del personal y los equipos requeridos, para protegerlos del calor radiante. Las conexiones terminales deberán protegerse con tapas o tapones roscados.

12.1.4.1.2.7 Cuando un tanque requiere 2 cámaras de espuma, las conexiones terminales de las tuberías laterales deberán ubicarse en un mismo sitio, por lo menos con 1200 mm (4 pies) de separación entre sí para obtener el máximo rendimiento de los carros bombas.

12.1.4.1.2.8 Donde exista una dirección predominante del viento, las conexiones terminales deberán ubicarse vientos arriba de los tanques para permitir el acceso del personal y los equipos y alejarlos del calor radiante.

12.1.4.1.2.9 Las tuberías laterales deben instalarse sobre durmientes, a 300 mm (1 pie) sobre el nivel del suelo como separación mínima y aquellas que atraviesen diques de contención, deben protegerse adecuadamente contra la corrosión.

#### 12.1.4.2 Tanques de techos flotantes

Existen esencialmente los siguientes métodos de inyección contra incendios de tanques de techos flotantes.

##### 12.1.4.2.1 Método de aplicación catenaria

Estos sistemas están diseñados para aplicar solución agua-espuma a una tasa de 12,21 l/min por  $m^2$  (0,30 gal/min por  $pie^2$ ) de área de sello expuesta, en toda la circunferencia del tanque. La solución es conducida por medio de un anillo de distribución hasta la cámara de espuma, ubicadas cada 12 ó 24 m (40 u 80 pies) en la circunferencia del tanque, dependiendo de la altura de la pantalla metálica de represamiento de espuma que se instale en techo flotante, la cual puede ser de 30 ó 61 cm (1 ó 2 pies) respectivamente.

El objeto de la pantalla de represamiento es el de contener la espuma entre el techo y las paredes del tanque, a fin de que se mantenga sobre el área del sello. La espuma es aplicada directamente sobre la superficie del líquido por debajo del sello, dependiendo del diseño específico.

##### 12.1.4.2.2 Método cámaras múltiples de espuma

Este sistema es actualmente el más usado frecuentemente para la protección de tanques de techo flotante y debe ser capaz de aplicar solución agua-espuma a una tasa de 12,21 l/min por  $m^2$  (0,30 gal/min por  $pie^2$ ) durante 20 minutos como mínimo sobre el área del sello, por lo cual el sistema se diseña para que cada cámara aplique aproximadamente 13,6  $m^3/h$  de solución agua-espuma a 420 kPa (60 psig). Esta aplicación se logra a través de varias cámaras de espuma instaladas alrededor del tanque separadas cada 12 ó 24 m (40 u 80 pies), siguiendo el mismo criterio utilizado por el método de aplicación catenaria, las cuales son alimentadas por un anillo de distribución.

El diseño de un sistema de inyección de espuma para la protección de tanques de techo flotante por medio de cámaras múltiples, deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

12.1.4.2.2.1 Las tuberías laterales, verticales y el sistema de distribución deben ser de acero al carbono, Schedule 40 como mínimo y sus diámetros determinados en base al cálculo hidráulico correspondiente. Las cámaras de espuma, deflectores, pantallas de represamiento y a los generadores de espuma serán también de acero al carbono.

12.1.4.2.2.2 Las tuberías laterales deberán tener una pendiente continua hacia los diques de contención de 1%, a menos que se instale una válvula de drenaje de 20 mm (3/4 pulg) de diámetro en el punto más bajo, para evitar la acumulación de líquidos. También deberán instalarse sobre durmientes por lo menos a 300 mm (1 pie) sobre el nivel del suelo y recubrirla exteriormente cuando pasen a través de diques de contención, para protegerlas contra la corrosión.

Las tuberías laterales deberán extenderse hasta un lugar fuera del dique de contención y vientos arriba del tanque protegido, cuando exista una dirección predominante del viento, para permitir el acceso del personal y los equipos sin ser afectados por el calor radiante.

12.1.4.2.2.3 Las conexiones terminales de las tuberías laterales deberán

ubicarse al borde de las vías de acceso y situadas en relación a los hidrantes de tal forma que la longitud total de líneas de mangueras requeridas para conectar los carros bomba a los hidrantes y a las conexiones terminales no exceda los 38 m (125 pie) para garantizar la disponibilidad de un hidrante cercano a la conexión lateral y reducir la pérdida de presión por fricción en las líneas de mangueras de 65 mm (2,5 pulg) de diámetro, para la inyección de espuma al sistema, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 15 (página 36).

12.1.4.2.2.4 Las tuberías verticales deberán soportarse a los tanques por medio de platinas de 12 mm de espesor y 300 mm (12 pulg) de largo, instaladas siguiendo los lineamientos establecidos para las tuberías verticales de tanques de techo cónico.

12.1.4.2.2.5 Las cámaras de espuma deberán instalarse alrededor del tanque en pantallas metálicas de acero al carbono de 3 m (10 pies) de ancho como mínimo y soldadas al borde superior de las paredes del tanque, para garantizar su estabilidad.

12.1.4.2.2.6 El número de cámaras de espuma a instalarse en la circunferencia del tanque será determinada de la siguiente manera: Una cámara cada 12 metros (40 pies) de circunferencia del tanque, cuando las pantallas de represamiento del techo tenga 30 cm (12 pulg) de alto, o una cámara cada 24 metros (80 pies) de circunferencia del tanque cuando la pantalla de represamiento del techo tenga 61 cm (24 pulg) de alto.

12.1.4.2.2.7 Una de las cámaras de espuma se deberá ubicar al lado de la plataforma de la escalera del tanque para aplicar espuma en esa área y permitir el acceso del personal a la plataforma de la escalera.

12.1.4.2.2.8 Se deberá instalar mallas metálicas con abertura de 11 mm (7/16 pulg) para cubrir cada deflector y evitar la obstrucción de los mismos.

12.1.4.2.2.9 Se deberá instalar una pantalla metálica de represamiento de espuma de 30 cm (12 pulg) ó 61 cm (24 pulg) de alto, alrededor de todo el techo flotante a fin de conectar la espuma entre el techo y las paredes del tanque. Las pantallas de represamiento deben construirse con láminas de acero de 3,40 mm (0,134 pulg) de espesor como mínimo e instalarse por medio de soportes metálicos ubicados hacia el lado del techo, para que no existan obstrucciones hacia el lado del sello que puedan afectar la espuma aplicada.

La pantalla debe tener pequeñas aberturas, para drenar el agua acumulada sobre el techo, de aproximadamente 25,4 mm (1 pulg) de ancho y 12,7 mm (1/2 pulg) de alto, ubicadas cada 3 metros (10 pies) de centro a centro.

## 12.2 PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASES LICUADOS

La protección contra incendios para tanques de almacenamiento de gases licuados, se basa fundamentalmente en:

12.2.1 Un sistema fijo de enfriamiento a base de rociadores o difusores de agua distribuidos de tal forma que se pueda enfriar uniformemente toda la superficie de los recipientes, considerándose la velocidad y dirección del viento predominante.

12.2.2 Monitores de agua, instalados por lo menos a 15,3 m (50 pies) de los tanques a proteger para que el personal pueda tener acceso a la válvula de bloque,

con el objeto de disponer de 227 m<sup>3</sup>/h (1000 gal/min) adicionales de agua en el área de los tanques, como respaldo a los sistemas de enfriamiento.

12.2.3 Protección contra incendios del acero estructural que soporta al tanque para proteger los soportes por lo menos durante 1,5 horas contra la acción del fuego, tal como hacen 5 cm (2 pulg) de espesor de cemento ligero.

12.2.4 El diseño de los sistemas de enfriamiento para tanques de almacenamiento de gas licuado deberá cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

a) El caudal de agua disponible en el área de los tanques deberá ser capaz de alimentar el sistema de enfriamiento del tanque con problemas y los sistemas de los tanques adyacentes expuestos, siguiendo el lineamiento utilizado para cuantificar los tanques de techos cónicos adyacentes con productos con puntos de inflamación menor o igual a 55°C (130°F) que requieren enfriamiento a fin de que todos los tanques de gas licuado expuestos puedan ser enfriados adecuadamente. Se deberá agregar, al caudal requerido para los sistemas de enfriamiento, un flujo adicional de 227 m<sup>3</sup> /h (1000 gal/min) para los monitores con el objeto de determinar la demanda de agua del área de tanques a protegerse.

b) Los sistemas serán diseñados para aplicar agua a una tasa de 8,5 dm<sup>3</sup> /min por m<sup>2</sup> (0,25 gal/min por pie<sup>2</sup>) de superficie del tanque, tasa ésta considerada como la adecuada para enfriar el metal expuesto al fuego.

c) La tubería principal de alimentación del sistema deberá tener una pendiente de 1% y un drenaje en su punto más bajo por medio de una válvula de 19 mm (0,75 pulg), para prevenir la acumulación de líquidos en el interior.

d) Para garantizar la tasa de aplicación de agua requerida el orificio de descarga de los rociadores y boquilla será por lo menos de 12,7 mm (0,5 pulg) de diámetro.

e) Se deberá instalar una válvula de bloqueo en la tubería principal de alimentación al sistema, viento arriba del tanque a proteger, cuando existan vientos predominantes. Esta válvula deberá ubicarse por lo menos a 30,5 m (100 pies) o a una distancia equivalente al diámetro del tanque, la que fuese mayor, de la base para que el personal pueda acercarse y abrirla cuando sea necesario.

f) Se deberá proveer las conexiones necesarias en la tubería del sistema para poder efectuar pruebas o el lavado del sistema con agua dulce, si se utiliza agua salada en el sistema contra incendios.

g) Los tanques no refrigerados deberán tener una tubería de 63,5 mm (2,5 pulg) de diámetro para inundar al tanque con agua por el fondo y así desplazar el producto en caso de roturas en el fondo del mismo. Esta tubería deberá tener a fin de prevenir su contaminación con gas licuado una válvula de retención, hacia el lado del tanque, una válvula de compuerta, y una tapa en su conexión terminal. La tubería debe extenderse por lo menos hasta 30,5 metros (100 pies) vientos arriba del tanque y estar ubicada en un lugar accesible, con el objeto de que el personal pueda acercarse y operar el sistema.

### 13 IDENTIFICACION

13.1 Los tanques de almacenamiento que contengan productos con un punto de inflamación por debajo de  $-10^{\circ}\text{C}$  deberán identificarse convenientemente con la frase: PELIGRO - EXTREMADAMENTE INFLAMABLE.

13.2 Los tanques de almacenamiento que contengan productos con un punto de inflamación entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$  deberán identificarse con la señal: PRECAUCION - INFLAMABLE.

13.3 Los tanques de almacenamiento que contengan productos con un punto de inflamación entre  $30^{\circ}\text{C}$  y  $65^{\circ}\text{C}$  deberán identificarse con la señal: ATENCION - COMBUSTIBLE.

13.4 La forma geométrica, proporciones, símbolos y colores de las señales de seguridad deben seguir las especificaciones de la Norma Venezolana COVENIN 1054.

13.5 Los tanques de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables podrán estar identificados, por un símbolo como se indica en el anexo 2, cuya identificación será con carácter de recomendación.

## BIBLIOGRAFIA

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. Publicaciones:

- API 2021 Guías para combatir incendios dentro y alrededor de Tanques de Almacenamiento de Petróleo. Segunda Edición 1980.
- API RP 2001 Protección contra Incendios en Refinerías. Quinta Edición 1974.
- DEP 34-14-20-31 Refinery Drainage Systems. Mayo 1979.
- FM Factory Mutual Handbook of Industrial. Loss Prevention. Segunda Edición 1967.
- API 620 Reglas para el diseño y construcción de grandes tanques de almacenamiento, soldados y de baja presión. Septiembre 1982.
- API 650 Tanques de Acero Soldado para Almacenamiento de Aceites. Febrero 1984.

BASIC PRACTICE DE EXXON.- Enero 1980.

- API 1615 Sustancias de sistemas de almacenamiento subterráneos de petróleo. Noviembre 1978.

NATIONAL FIRE PROTECCION ASSOCIATION. National Fire Codes 1984.

- NFPA 11 Sistemas de Extinción con Espuma.
- NFPA 15 Sistemas Fijos de Rociadores de Agua.
- NFPA 30 Código de líquidos Inflamables y Combustibles.
- NFPA 58 Almacenamiento y Manejo de Gases Licuados.

TABLA 8. Tanques de Techo Cónico. Requerimientos de Agua contra Incendios

DIAMETRO DEL TANQUE		REQUERIMIENTO					
m	(pies)	A		B		C	
		lpm	(gpm)	lpm	(gpm)	lpm	(gpm)
≤ 17,1	( ≤ 56 )	2843	(750)	948	(250)	948	(250)
> 17,1 ≤ 24,4	( > 56 ≤ 80 )	3790	(1000)	1895	(500)	1895	(500)
> 24,4 ≤ 33,6	( > 80 ≤ 110)	4738	(1250)	3790	(1000)	2843	(750)
> 33,6 ≤ 39,7	( > 110 ≤ 130)	5685	(1500)	5685	(1500)	2843	(750)
> 39,7 ≤ 42,7	( > 130 ≤ 140)	6633	(1750)	7580	(2000)	2843	(750)
> 42,7 ≤ 45,8	( > 140 ≤ 150)	7580	(2000)	7580	(2000)	3790	(1000)

NOTAS:

A) Agua para el enfriamiento del Tanque Encendido.

B) Agua para la generación de Espuma Mecánica.

C) Agua para enfriamiento de los tanques expuestos (para todo tanque que se encuentre dentro de un cuadrante concéntrico con el tanque encendido y sotavento de éste, con un radio de dos veces el diámetro del tanque encendido).

lpm = l/min

gpm = gal/min

TABLA 9. Tanques Atmosféricos de Techo Flotante. Requerimientos de Agua para enfriamiento y formación espuma por tanque

DIAMETRO DEL TANQUE		TANQUE INCENDIADO *		FORMACION ESPUMA **	
m	(pies)	m <sup>3</sup> /h	(gal/min)	m <sup>3</sup> /h	(gal/min)
< 12	< 40	227	(1000)	22	(100)
> 12 < 24	> 40 < 80	272	(1200)	34	(150)
> 24 < 33,6	> 80 < 110	363	(1600)	45	(200)
> 33,6 < 39,7	> 110 < 130	511	(2250)	57	(250)
> 39,7 < 42,7	> 130 < 140	511	(2250)	68	(300)
> 42,7 < 45,8	> 140 < 150	511	(2250)	68	(300)
> 45,8 < 51,8	> 150 < 170	568	(2500)	79	(350)
> 51,8 < 61,0	> 170 < 200	682	(2500)	91	(400)

Notas: \* Requerimientos basados en tanques de 15 metros (48 pies) de altura.

Para tanques de alturas diferentes deberán realizarse los cálculos respectivos.

\*\* Requerimientos basados en una separación de 60 centímetros (2 pies) entre la pared del tanque y la pantalla de espuma a una tasa de aplicación de 0,72 m<sup>3</sup>/h. m<sup>2</sup> (0,3 gal/min por pie<sup>2</sup>). Para tasas de aplicación diferentes deberán realizarse los cálculos respectivos.

TABLA 10. Tanques de Almacenamiento de Líquidos Inflamables.  
Sistemas de Espuma. Tiempo Mínimo de Operación.

TIPO DE LIQUIDO INFLAMABLE	TIEMPO DE OPERACION A RATA MINIMA (min)
Aceite lubricante, residuos viscosos y fuel oils libres de agua, y otros, con puntos de inflamación sobre 93°C (200°F).	25
Fuel oils, kerosene, diesel, y otros, con punto de inflamación de 38°C (100°F) a 93°C (200°F).	30
Gasolina, benceno y líquidos similares con puntos de inflamación menor de 37,8°C (100°F)	55
Petróleo crudo	55

TABLA 11. Tanques de Almacenamiento de Líquidos Inflamables  
Líneas de Mangueras con Espuma Adicional Requerida

DIAMETRO DEL TANQUE		No. MINIMO DE MANGUERAS	TIEMPO MINIMO DE OPERACION A 189 lpm (50 gal/min) c/u (min)
m	(pies)		
≤ 10,7	( ≤ 35 )	1	10
> 10,7 ≤ 19,8	( > 35 ≤ 65 )	1	20
> 19,8 ≤ 29,0	( > 65 ≤ 95 )	2	20
> 29,0 ≤ 36,6	( > 95 ≤ 120 )	2	30
> 36,6	( > 120 )	3	30

TABLA 12. Clasificación de Líquidos Inflamables. Características.

CLASE	CARACTERISTICAS
IA	Líquidos con puntos de inflamación menor de 23°C (73°F) y puntos de ebullición menor de 38°C (100°F).
IB	Líquidos con puntos de inflamación menor de 23°C (73°F) y puntos de ebullición igual o mayor de 38°C (100°F).
IC	Líquidos con puntos de inflamación igual o mayor de 23°C (73°F) y menor de 37,8°C (100°F).
II	Líquidos con puntos de inflamación igual o mayor a 37,8°C (100°F) y menor de 60°C (140°F).
(60°C) IIIA	Líquidos con puntos de inflamación igual o mayor de 60°C (140°F) y menor de 93,3°C (200°F).
IIIB	Líquidos con puntos de inflamación igual o mayor de 93,3°C (200°F).

TABLA 13. Tanques de Techos Cónicos. Sistemas de Inyección de Espuma bajo superficie. Puntos de Inyección Requeridos.

DIAMETRO DEL TANQUE		PUNTOS DE INYECCION LIQUIDOS	
m	(pies)	CLASE B	CLASE IC, II Y III
≤ 24,4	( ≤ 80 )	1	1
> 24,4 ≤ 36,6	( > 80 ≤ 130)	2	1
> 36,6 ≤ 42,7	( > 130 ≤ 140)	3	2
> 42,7 ≤ 48,8	( > 140 ≤ 160)	4	2
> 48,8 ≤ 54,9	( > 160 ≤ 180)	5	3
> 59,9 ≤ 61,0	( > 180 ≤ 200)	6	3
> 61,0	( > 200 )	1 adicional por cada 465 m <sup>2</sup> (5000 pies <sup>2</sup> )	1 adicional por cada 697 m <sup>2</sup> (7500 pies <sup>2</sup> )

TABLA 14. Tanques de Techo Cónico. Sistemas de Inyección de Espuma por medio de Cámaras. Cantidad de Cámaras Requeridas.

DIAMETRO DEL TANQUE		NUMERO MINIMO DE CAMARAS
m	(pies)	
≤ 24,4	( ≤ 80 )	1
> 24,4 ≤ 36,6	( > 80 ≤ 130 )	2
> 36,6 ≤ 42,7	( > 130 ≤ 140 )	3
> 42,7 ≤ 48,8	( > 140 ≤ 160 )	4
> 48,8 ≤ 54,9	( > 160 ≤ 180 )	5
> 54,9 ≤ 61,0	( > 180 ≤ 200 )	6
> 61,0	( > 200 )	1 adicional por cada 465 m <sup>2</sup> (5000 pies <sup>2</sup> de superficie líquida)

TABLA 15. Tanques de Techo Flotante. Sistema Cámaras Múltiples. Conexiones Terminales para Mangueras Requeridas.

CAPACIDAD DEL SISTEMA		NUMERO DE CONEXIONES DE 63,5 mm (2,5 pulg)
m <sup>3</sup> /h	(gpm)	
≤ 170	( ≤ 750 )	3
> 170 ≤ 227	( > 750 ≤ 1000 )	4
> 227 ≤ 284	( > 1000 ≤ 1250 )	4

TABLA 16. Espaciado y Arreglo de Diques para Tanques Atmosféricos y de Baja Presión

PUNTO DE INFLAMACION DEL LIQUIDO EN EL TANQUE (°C)	CAPACIDAD DEL TANQUE		DISTANCIA MIN. DEL TANQUE A OTRA CONSTRUCCION IMPORTANTE		DISTANCIA MIN. DE LA PARED DEL DIQUE A OTRA CONSTRUCCION IMPORTANTE		SISTEMA DE DIQUES Y SUBDIVISIONES
	l	(gal)	m	(pies)	m	(pies)	
POR ENCIMA DE 43,3	HASTA 56850	(HASTA 15000)	4,57	(15)	NO SE REQUIEREN DIQUES EXCEPTO LO NECESARIO PARA IMPEDIR LA ENTRADA DE LIQUIDOS INFLAMABLES.		<p>EN UN AREA DE DIQUES QUE CONTIENEN MAS DE UN TANQUE, PROPORCIONAR SUBDIVISIONES (45,7 cm (18 pulg.) MINIMO EL BROCAL) PARA:</p> <p>1. MAS DE 379000 l. SI EL ALMACENAMIENTO ES EN TANQUES INDIVIDUALES (1591800 l. SI SON DE TECHO FLOTANTE O TECHO CONICO.</p> <p>2. MAS DE 568500 l. DE CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO EN GRUPOS DE TANQUES (2387700 l) PARA TECHO FLOTANTE O TECHO CONICO.</p> <p>LA MINIMA DISTANCIA DE CUALQUIER TANQUE AL DIQUE = 1/2 DEL DIAMETRO DEL TANQUE.</p> <p>LA MINIMA DISTANCIA ENTRE 2 TANQUES EN UNA MISMA AREA DE DIQUES = 1/2 DIAMETRO DEL TANQUE MAS GRANDE.</p> <p>LA MINIMA DISTANCIA ENTRE TANQUE EN AREAS DE DIQUES ADYACENTES = 7,62 m (25 Pies)</p>
	56854-189500	(15001-50000)	7,62	(25)	4,57	(15)	
	189500-379000	(50001-100000)	22,86	(75)	15,24	(50)	
	379004-1895000	(10001-500000)	30,48	(100)	22,86	(75)	
	MAS DE 1895000	(MAS DE 500000)	60,96	(200)	45,72	(150)	

NOTA: Estas son distancias mínimas, pero donde sea posible, las mismas deberán ser mayores.

Continúa.....

TABLA 16. Espaciado y Arreglo de Diques para Tanques Atmosfericos y de Baja Presión. (Cont.)

PUNTO DE INFLAMACION DEL LIQUIDO EN EL TANQUE (°C)	CAPACIDAD DEL TANQUE		DISTANCIA MIN. DEL TANQUE A OTRA CONSTRUCCION IMPORTANTE		DISTANCIA MIN. DE LA PARED DEL DIQUE A OTRA CONSTRUCCION IMPORTANTE		SISTEMA DE DIQUES Y SUBDIVISIONES
	l	(gal)	m	(pies)	m	(pies)	
POR DEBAJO DE 43,3	HASTA 56850	(HASTA 15000)		(25)	NO SE REQUIEREN DIQUES EXCEPTO PARA IMPEDIR LA ENTRADA DE LIQUIDOS INFLAMABLES A DICHAS CONSTRUCCIONES.		PROPORCIONAR UN AREA SEPARADA DE DIQUES PARA: 1. MAS DE 56850 l. DE ALMACENAMIENTO CUANDO EL ALMACENAJE SEA EN UN SOLO TANQUE. 2. CADA 18950000 l. SI EL ALMACENAJE ES EN UN GRUPO DE TANQUES (37900 l PARA TANQUES DE BAJA PRESION). 3. MAS DE 18950000 l. SI ES ALMACENADO EN CUALQUIER TANQUE INDIVIDUAL DENTRO DE UN GRUPO DE TANQUES.
	56854-189500	(15001-50000)	15,24	(50)	12,19	(40)	
	189504-379000	(50001-100000)	30,48	(100)	22,86	(75)	
	MAS DE 379000	(MAS DE 100000)	60,96	(200)	45,72	(150)	

## ANEXO 1

### Cálculo para determinar el nivel de intensidad de Radiación Térmica

#### 1. FUNDAMENTOS TEORICOS

Un método simplificado para calcular el calor incidente consiste en suponer que el calor es irradiado desde un foco puntual localizado en el centro de la llama. Esta es una aproximación que mejora cuando la distancia entre el objeto expuesto y la fuente de radiación aumenta.

##### 1.1 Intensidad del Calor Irradiado

(Ver Fig.A.1) La intensidad calórica en cualquier punto P al nivel del suelo, a X distancia desde la base del tanque viene dada por:

$$I = \frac{FQ}{4\pi R} (\cos \theta) \quad (1)$$

donde:

I = intensidad calórica, cal/h.m<sup>2</sup>

F = fracción de calor irradiado

Q = calor total liberado, cal/h

$\theta$  = ángulo de incidencia

R = distancia desde el centro de la llama a punto P (m)

La aproximación del punto focal es ampliamente usada para calcular el calor irradiado generado durante el quemado de un líquido o gas. Una vez que los niveles de radiación térmica permitidos son establecidos, puede determinarse la distancia requerida desde el punto de emisión.

##### 1.2 Angulo de Incidencia

La teoría indica que la radiación percibida por un receptor en cualquier punto depende del ángulo de incidencia, el cual es el existente entre la línea de visión del receptor hasta el centro de la radiación y la horizontal.

El uso de  $\cos \theta$  en los cálculos de radiación tiene valor para estructuras fijas (expuestas) donde  $\theta$  está bien definido y es constante. Sin embargo, en el caso de personas,  $\theta$  varía en función de la parte del cuerpo considerada y cambia cuando la persona se mueve. La suposición conservadora de  $\cos \theta=1$  es la más apropiada en este caso.

##### 1.3 Fracción de Calor Irradiado

Tradicionalmente la fracción del calor neto irradiado (F), ha sido considerado

solamente como una propiedad del combustible. Sin embargo datos experimentales han indicado que F es también una función compleja de la cinética química de los procesos y la aerodinámica del flujo (en caso de mehurrios).

Algunos valores comunes de F son:

Metano	0,20
Butano	0,30
Propano	0,38
Etileno	0,38

Los valores para otros combustibles están en el rango del 10 al 30% por debajo de los arriba especificados. Las variaciones más bajas se refieren a los gases más ligeros y las más altas a los gases más pesados.

En incendios de tanques, F es usualmente tomado igual a 0,30 para gasolina y 0,40 para hidrocarburos más pesados.

#### 1.4 Ubicación del Centro de la Llama

Para determinar la distancia R en la ecuación (1), la localización del centro efectivo de la llama debe conocerse. Esto requiere un conocimiento de la longitud de la llama ya que toda la radiación se considera que emana del punto medio de ella.

#### Incendios en Tanques

Para combustibles pesados que se queman en grandes superficies, la siguiente ecuación puede usarse para determinar la longitud de la llama:

$$H = 14,04 (0,3048 D)^{0,695} \quad (2)$$

donde:

H = longitud de la llama (m)

D = diámetro del tanque (m)

Esta correlación ha sido confirmada con datos experimentales para superficies con diámetros de hasta 22,86 m (75 pies) (rata de quemado 0,16 pulg/min).

En la bibliografía, la relación altura de la llama/diámetro del tanque (H/D) es señalada entre 1:1 y 3:1. La ecuación (2) indica que esta relación es 1,15 para D = 22,86 m y disminuye a 0,85 para D = 60,96 m. Aunque la validez de la ecuación (2) no está probada a diámetros mayores de 22,86 m, se sugiere que en ausencia de más datos se use la relación H/D = 1 en los cálculos para incendios en tanques.

## 2. PROCEDIMIENTO DE CALCULO. INCENDIOS EN TANQUES

### Suposiciones

a) El tanque está lleno o casi lleno.

- b) No hay viento o muy poco (no hay distorsión de la llama).
- c) El tanque no tiene techo (se ha hundido o lanzado hacia afuera) y toda la superficie del tanque está incendiada. No se considera incendio en el área del dique que rodea el tanque.
- d) La velocidad de quemado del líquido es constante. En la Tabla A.1 se presenta una tabla de velocidades de quemado para diferentes productos.
- e) La forma de la llama es aproximadamente cilíndrica con una altura definida por la relación H/D, la cual se ha tomado como 1:1. El punto focal estará localizado en el centro de la llama a una distancia D/2 del tope del tanque.

El procedimiento sugerido de cálculo de la intensidad de radiación de un tanque es como sigue:

1. Se determina el calor total liberado (Q) en cal/h.

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 B d C \quad (3)$$

donde:

D = diámetro del tanque (m)

B = velocidad de quemado (m/h)

d = densidad del líquido (g/m<sup>3</sup>)

C = valor calorífico del combustible (cal/g)

- 2.- Se calcula la distancia R entre el punto focal, S, y el punto de exposición, P, al nivel del suelo. De la figura A.1:

$$R = \left[ \left( X + \frac{D}{2} \right)^2 + \left( Z + \frac{D}{2} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (4)$$

donde:

X = distancia entre la pared del tanque y el punto de interés P (m)

Z = altura del tanque (m)

3. Se calcular  $\cos \theta$  :

$$\cos \theta = \frac{X + \left( \frac{D}{2} \right)}{R} \quad (5)$$

4. Se calcula la intensidad del calor incidente (I) en el punto P, usando la ecuación (1).

5. Alternativamente, si I es dado, la distancia X puede calcularse de

$$I = \frac{K \left( X + \frac{D}{2} \right)}{\left[ \left( X + \frac{D}{2} \right)^2 + \left( Z + \frac{D}{2} \right)^2 \right]^{3/2}} \quad (6)$$

donde:

$$K = \frac{FD^2 BdC}{16} \quad (7)$$

Al resolver la ecuación (6) para determinar X, resulta una larga ecuación cúbica. Una solución aproximada de la ecuación (6) es:

$$X = \left[ \frac{K}{I} - \frac{3}{2} \left( Z + \frac{D}{2} \right)^2 \right]^{1/2} - \frac{D}{2} \quad (8)$$

### 2.1 Ejemplo

Tenemos un tanque incendiado de 96000 barriles que contiene gasolina. Calcule la intensidad del calor incidente en el límite de la planta, a 60,96 m (200 pies) de la pared del tanque.

#### Datos

Diámetro del tanque (D)	:36,58 m (120 pies)
Altura del tanque (Z)	:14,63 m (48 pies)
Densidad del líquido (d)	:910 kg/m <sup>3</sup> (57 lb/pie <sup>3</sup> )
Valor calorífico (C)	:11101,32 Kcal/kg (20000 Btu/lb)
Velocidad de quemado (B)	:0,305 m/h (1 pie/h)
Fracción de calor irradiado (F)	:0,3

#### 1. Calor total liberado

$$Q = \frac{\pi}{4} (36,58)^2 (0,305) (910) (11101,32)$$

$$Q = 3,238 \times 10^9 \text{ kcal/h} \quad (1,06 \times 10^{10} \text{ Btu/h})$$

2. Distancia R

$$X + \frac{D}{2} = 79,25 \text{ (260)} \text{ y } \left( \frac{X + D}{2} \right)^2 = 6280,56 \text{ (67600)}$$

$$Z + \frac{D}{2} = 32,98 \text{ (108)} \text{ y } \left( \frac{Z + D}{2} \right)^2 = 1083,73 \text{ (11664)}$$

entonces  $R^2 = 7364,29 \text{ (79264)}$

y  $R = 85,82 \text{ m (282 pie)}$

3. cos  $\theta$

$$\cos \theta = \frac{79,25}{85,82} = 0,922$$

4. Intensidad del calor irradiado

$$I = \frac{0,3 \times 3,238 \times 10^{10} \times 0,922}{4 \pi \times 7364,29}$$

$$I = 9678 \text{ Kcal/h.m}^2 \text{ (2944 Btu/h. pie}^2\text{)}$$

2.2 Conclusiones

a) El valor I obtenido se refiere solamente al flujo de calor generado por el incendio y no incluye la radiación sola. Si se toma esto en cuenta (300 BTU/h.pie<sup>2</sup>), la radiación térmica total en el punto P será 8799,37 Kcal/h.m<sup>2</sup> (3244 BTU/h.pie<sup>2</sup>).

b) Este nivel de intensidad calórica es muy alto para personas que solo usan ropa de protección normal (el tiempo límite para experimentar dolor es de 6 segundos). También materiales combustibles no deberán permitirse dentro de los 60,96 m (200 pies) desde el tanque o en la inmediata vecindad de la cerca, ya que se incendiarían y se quemarían.

c) Si 4069 Kcal/h.m<sup>2</sup> (1500 BTU/h.pie<sup>2</sup>) es considerado como un nivel "seguro" de intensidad de radiación, la mínima distancia X puede calcularse de las ecuaciones (7) y (8). En este ejemplo particular la máxima intensidad permisible será  $I = 4969 - 814 = 4155 \text{ Kcal/h.m}^2$  y con  $K = 6,4 \times 10 \text{ Kcal/h (2,54} \times 10^5 \text{ BTU/h)}$ . La ecuación (8) da:

$$X = \left( \frac{6,4 \times 10^7}{4155} - \frac{3 \times 1083,73}{2} \right)^{1/2} - \frac{36,58}{2}$$

X = 99,09 m (medidos desde la pared del tanque)

En la figura A.1 se indican todas las variables para los calculos antes descritos.

TABLA A.1 Velocidad de Quemado (Burning Rates)

<u>HIDROCARBURO</u>	<u>VELOCIDAD</u>	
	m/s	(pies/h)
GASOLINA	0,27	(0,88)
KEROSENE	0,17	(0,56)
FUEL OIL	0,14	(0,46)
JP-4	0,24	(0,79)
JP-5	0,24	(0,78)
CRUDO ( > 25 °API)	0,19	(0,62)
CRUDO ( < 25 °API)		

## ANEXO 2

### Símbolo para Identificación de Tanques con Sustancias Peligrosas

Los tanques de almacenamiento de líquidos combustibles e inflamables podrán estar identificados, por un símbolo como se indica en la figura A.2.

A.- El rombo se subdivide en otros cuatro más pequeños; en el rombo superior y en los dos laterales se expresan número del 0 al 4 para indicar el grado de peligro que presenta cada uno de estos tres aspectos específicos. El 0 indica el grado más bajo y el 4 el más alto. El cuarto rombo, inferior, se emplea para comunicar información especial. Se sugieren dos símbolos para este último espacio:

Una letra W atravesada por una barra horizontal ( $\overline{W}$ ) que indica que el material puede tener una reacción peligrosa con el agua. Esto no quiere decir que no se emplee agua, puesto que en algunas formas (en nebulización o en pulverización fina) puede emplearse en muchos casos; quiere decir que el empleo de agua puede presentar peligros, y que debe utilizarse con precaución hasta que se obtenga la información adecuada.

La rueda de radios, que indica la presencia de materias radiactivas. El símbolo romboidal intenta constituir un aviso instantáneo, sacrificando parte del detalle, y se tiende a atribuirle más significado del que realmente tiene. Los cinco grados de riesgo tienen para los bomberos el siguiente significado en orden descendente:

4. Excesivamente peligroso para atacarlo con equipo y procedimientos ordinarios de lucha contra el fuego. Retirarse y buscar asesoramiento técnico sobre su manipulación.

3. El incendio puede combatirse empleando métodos especialmente destinados para situaciones extremadamente peligrosas, como monitores automáticos sin dotación de personal o equipo de protección personal que impida todo contacto corporal.

2. Puede combatirse con los procedimientos ordinarios, pero existen peligros que requieren el empleo de determinados procedimientos o equipo para dominarlo con cierta seguridad.

1. Puede haber problemas pero pueden emplearse los procedimientos ordinarios de lucha contra el fuego.

0. No hay peligros que requieran medidas específicas.

B.- En general, los riesgos para la salud que se pueden presentar en la lucha contra los incendios son los que se derivan de una exposición única, que puede oscilar entre algunos segundos y una hora. El esfuerzo y agotamiento físico que exige la lucha contra el fuego u otras emergencias intensifican los efectos de cualquier exposición a estos riesgos. Al asignar estos grados de peligrosidad deben tenerse en cuenta las condiciones locales. Las explicaciones siguientes se basan en el equipo protector que emplean normalmente los bomberos.

4. Materiales demasiado peligrosos para la salud para que puedan exponerse a ellos los bomberos.

Unas pocas bocanadas de vapor pueden causar la muerte, también el vapor o el líquido pueden ser mortales si traspasan la ropa protectora normal de los bomberos. Los aparatos de respiración y el vestuario de que normalmente disponen los Departamentos de Incendio no proporcionan suficiente protección contra la inhalación de estos materiales o su contacto con la piel.

3. Materiales extremadamente peligrosos para la salud, aunque penetrase en ciertas zonas observando la máxima cautela. Los bomberos deben proveerse de vestuario adecuado completo, aparatos de respiración autónomos, botas y guantes de goma y bandas en las piernas, brazos y cintura así como cinturones. Ninguna superficie de la piel debe quedar expuesta.

2. Materiales peligrosos para la salud, aunque se puede penetrar en ciertas zonas libremente con aparatos de respiración autónomos.

1. Materiales que sólo presentan riesgos leves para la salud.

0. La exposición a estos materiales en condiciones normales de incendios no ofrece más peligros que la exposición a los materiales combustibles ordinarios.

#### C.- Peligro de Inflamación

La base para la asignación de peligro en esta categoría es la susceptibilidad a la combustión. Este factor influye sobre el método de ataque al incendio.

4. Gases muy inflamables o líquidos inflamables muy volátiles. De ser posible, se corta la circulación o flujo de los mismos y manténgase un chorro de agua constante sobre los depósitos o recipientes expuestos al calor. Puede ser necesario retirarse.

3. Materiales que pueden inflamarse en casi todas las condiciones de temperatura normal. El agua pudiera ser ineficaz debido al bajo punto de inflamación de los materiales.

2. Materiales que deben calentarse moderadamente antes de que se produzca su inflamación. Se puede emplear el agua pulverizada para la extinción del incendio, debido a que el material puede enfriarse por debajo de su punto de inflamación.

1. Materiales que pueden recalentarse antes de que tenga lugar la ignición. El agua puede causar espumación si penetra por debajo de la superficie del líquido y se convierte en vapor. Sin embargo, la nebulización de agua aplicada cuidadosamente a la superficie puede causar una espumación que extinga el incendio.

0. Materiales no combustibles.

#### D.- Peligro de reactividad (estabilidad):

La asignación de grados de peligrosidad en esta categoría se basa en la susceptibilidad de los materiales a la emisión de energía, por sí mismos o en combinación con otros. Los factores que se consideran para esta clasificación son la exposición al incendio exterior en unión de las condiciones de impacto y presión.

4. Materiales susceptibles de detonar, por lo que es demasiado peligroso que los bomberos se acerquen al fuego. Evacuar la zona.

3. Materiales que, calentados y encerrados, son capaces de detonar. Son demasiado peligrosos para combatirlos con mangueras manuales, pero puede impedirse su detonación empleando monitores portátiles sin dotación de personal, o mangueras cuyos utilizadores puedan colocarse bajo la protección de elementos resistentes a la exposición.

2. Materiales que pueden sufrir un violento cambio químico a temperaturas y presiones elevadas.

Emplear monitores portátiles, soportes de mangueras o chorros directos aplicados a distancia para refrescar los depósitos y el material que se encuentra en ellos. Tomar precauciones.

1. Materiales estables pero que se puedan tornar inestables al combinarse con otros o a temperaturas o presiones elevadas. Es suficiente tomar las precauciones normales al aproximarse al fuego.

0. Materiales normalmente estables y que por lo tanto, no presentan ningún peligro por reactividad para los bomberos.

#### E.- Información Especial

Si aparece en el cuarto espacio inferior del rombo una W atravesada por una barra (W):

4. La W no se emplea cuando el peligro de reactividad es del nivel 4.

3. Además de los peligros antes mencionados, estos materiales pueden reaccionar explosivamente con agua. Es esencial la protección contra las explosiones si se emplease agua en cualquier forma.

2. Además de los peligros citados antes, estos materiales pueden reaccionar violentamente con el agua o formar con ésta, mezclas potencialmente explosiva.

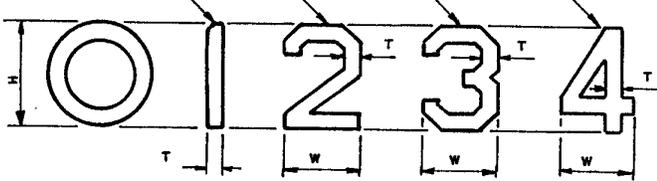
1. Además de los peligros antes citados, estos materiales pueden reaccionar vigorosamente pero sin violencia, con el agua.

0. En el nivel de peligrosidad 0 no se emplea la W.

#### F.- Métodos de Presentación

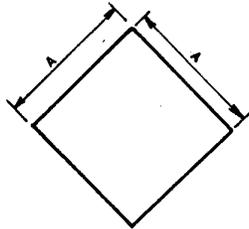
Existe bastante margen de tolerancia respecto a la presentación en estos números. El único requisito básico es que los números estén dispuestos en forma de rombo. En la figura A.2 se hacen recomendaciones respecto a las dimensiones, disposición y color de la señal. Para tanques de gran volumen se deben colocar tres rombos separados 120 y que puedan ser leídos a una distancia prudencial estando el tanque incendiado. Cuando el rombo se construya con piezas de materiales adhesivos éstas deben ser suficientemente resistentes a la intemperie.

LOS NUMEROS DEBEN ESTAR COLOREADOS COMO SE INDICA

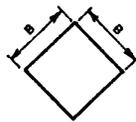


DIMENSIONES MINIMAS DE LA SEÑAL (CM)

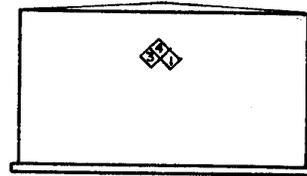
TAMAÑO NUMERO	H	W	T	A	B
1	1.8	1.06	0.79	6.35	3.18
2	3.6	2.12	1.58	12.70	6.35
3	5.4	3.18	2.37	19.05	9.52
4	7.2	4.24	3.16	25.40	12.70
6	10.8	6.36	4.74	38.10	19.05



CUANDO SE UTILICE UN ARREGLO COMO EL INDICADO EN LA FIG.3



CUANDO SE UTILICE UN ARREGLO COMO EL DE LA FIG.1 SE REQUIERE UNO PARA CADA NUMERO



EJEMPLO DE UBICACION DE LA SEÑAL EN UN TANQUE ATMOSFERICO

PIEZAS DE PLASTICO ADHESIVO UNA PARA CADA NUMERO

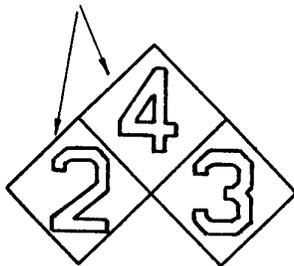


FIGURA 1: FONDO DE COLOR SEGUN EL RIESGO. NUMERO EN COLOR CONTRASTE. NEGRO O BLANCO

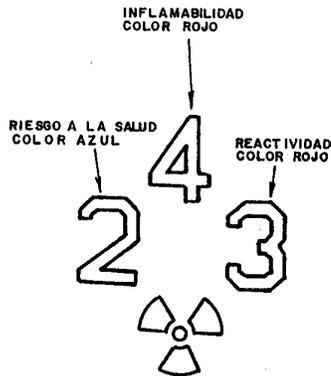


FIGURA 2: PARA USAR DONDE ES NECESARIO EL FONDO BLANCO

EL FONDO DEBE SER DE COLOR BLANCO

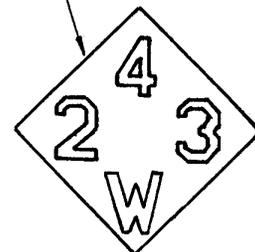


FIGURA 3: PARA USAR CUANDO LOS NUMEROS SON PINTADOS SOBRE UN FONDO BLANCO

DISTANCIA A LA CUAL LA SEÑAL PUEDE SER LEGIBLE M	(PIE)	TAMAÑO MINIMO DE LOS NUMEROS H (CM)
15.2	(50)	2.54
22.9	(75)	5.08
30.5	(100)	7.62
60.9	(200)	10.16
91.4	(300)	15.24

FIG . A.2 DIMENSIONES, UBICACION Y COLOR DE LA SEÑAL

**COVENIN**  
**2239-1-91**

**CATEGORIA**  
**E**

---

**COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES**  
**MINISTERIO DE FOMENTO**

**Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12**

**Tel. 575. 41. 11 Fax: 574. 13. 12**

**CARACAS**

publicación de:



**CDU: 662.75 : 621.642.3**

**ISBN 980 - 6019 - 74 - 1**

Cualquier traducción o reproducción parcial o total de la presente  
Norma deberá ser autorizada por el Ministerio de Fomento

---