

9  
2e3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO



FACULTAD DE QUIMICA



**“INTRODUCCION A LA TRANSPORTACION  
DE SUSTANCIAS PELIGROSAS”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A

**SERGIO APARICIO JIMENEZ**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1993



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

"I N D I C E"

1.-	I N T R O D U C C I O N .	1
2.-	C A P I T U L O I .	
	"DEFINICION Y CLASIFICACION DE SUSTANCIAS PELIGROSAS".	4
2.1.-	Definición de sustancia peligrosa.	5
2.2.-	Definiciones de sustancias peligrosas más importantes en transportación.	8
2.3.-	Clasificaciones y listados de sustan- cias peligrosas, más importantes.	9
3.-	C A P I T U L O II.	
	"ASPECTOS LEGALES REFERENTES A POLITICAS AMBIENTALES Y EN ESPECIAL A LA TRANSPORTACION DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.	22
3.1.-	Regulaciones nacionales que se involu- cran en el transporte de sustancias pe- ligrosas.	23
3.1.1.-	Secretaría de Comunicaciones y Trans- portes, (S.C.T.).	23
3.1.2.-	Secretaría de Relaciones Exteriores.	28
3.1.3.-	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, (S.E.D.U.E.).	28
3.1.4.-	Secretaría del Trabajo y Previsión Social, (S.T.P.S.).	29
3.1.5.-	Secretaría de la Defensa Nacional.	30

3.1.6.- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, (SECOFI). . . . .	30
3.1.7.- Cámara Nacional del Autotransporte de Carga. . . . .	34
3.1.8.- Departamento del Distrito Federal. . . . .	35
3.1.9.- Entidades Federativas. . . . .	36
3.1.10.- Sistema de Emergencia en Transporte para la Industria Química, (SETIQ). . . . .	36
3.2.- Regulaciones internacionales sobre el transporte de sustancias peligrosas. . . . .	36
3.2.1.- Estados Unidos de América. . . . .	36
3.2.2.- Canadá. . . . .	38
3.2.3.- América Latina. . . . .	38
3.2.4.- Internacionales. . . . .	39
<b>4.- C A P I T U L O III.</b>	
"ENVASES/EMBALAJES". . . . .	40
4.1.- Términos y definiciones. . . . .	40
4.2.- Clasificación de los envases/embalajes. . . . .	43
4.3.- Clave de designación de los tipos de envases/embalajes. . . . .	44
4.4.- Marcas. . . . .	51
4.5.- Pruebas de envases/embalajes. . . . .	52
4.5.1.- Preparación de los envases/embalajes. . . . .	53
4.5.2.- Pruebas de caída. . . . .	54
4.5.3.- Pruebas de estanquidad. . . . .	57

4.5.4.- Pruebas de presión interna. ....	58
4.5.5.- Pruebas de apilamiento. ....	59
4.5.6.- Pruebas de tonelería para los toneles de madera de bitoque. ....	60
4.5.7.- Pruebas de estanquidad para los aero- soles y recipientes pequeños de gas. ....	60
4.5.8.- Pruebas para la CLASE 6.2. ....	61
<b>5.- C A P I T U L O IV.</b>	
<b>"TRANSPORTE MULTIMODAL". ....</b>	<b>63</b>
5.1.- Definiciones utilizadas en el transpor- te multimodal. ....	63
5.2.- Disposiciones generales relativas a la construcción y utilización de cisternas. ....	66
5.2.1.- Disposiciones adicionales para la construcción y utilización de cister- nas de contenedores destinados al transporte multimodal de gases licua- bles a presión no refrigerados. ....	68
5.2.2.- Disposiciones adicionales para la construcción y utilización de cister- nas de contenedores destinados al transporte multimodal de gases licua- dos refrigerados. ....	68
5.3.- Espesor mínimo de la chapa del deposito. ....	69
5.4.- Elementos de servicio. ....	71

5.4.1.- Elementos de servicio adicionales para los gases licuados a presión de la CLASE 2. ....	71
5.4.2.- Elementos de servicio para los gases licuados refrigerados de la CLASE 2. ....	72
5.5.- Aberturas del fondo. ....	73
5.6.- Dispositivos de seguridad. ....	74
5.6.1.- Para el caso de los gases licuables a presión. ....	75
5.6.2.- Para el caso de los gases licuados refrigerados. ....	76
5.7.- Aprobación de pruebas de las cisternas. ....	77
5.8.- Marcado de los contenedores cisterna. ....	78
5.9.- Disposiciones relativas al transporte. ....	79
5.9.1.- Tasa de llenado. ....	81
<b>6.- C A P I T U L O V.</b>	
"RECIPIENTES INTERMEDIOS PARA GRANELES (RIG)". ....	83
6.1.- Clasificación y claves de designación. ....	83
6.2.- Disposiciones relativas a la construcción. ....	84
6.3.- Pruebas. ....	85
6.3.1.- Descripción de las pruebas. ....	86
6.4.- Marcado. ....	93
6.5.- Disposición. ....	95
6.5.1.- Disposiciones relativas a los RIG metálicos. ....	97

6.5.2.- Disposiciones relativas a los RIG flexibles. ....	98
6.5.3.- Disposiciones relativas a los RIG de plástico rígido. ....	99
6.5.4.- Disposiciones relativas a los RIG de cartón. ....	102
6.5.5.- Disposiciones relativas a los RIG de madera. ....	102
<b>7.- C A P I T U L O VI.</b>	
"ETIQUETAS Y CARTELES DE IDENTIFICACION". ....	104
7.1.- Etiquetado. ....	104
7.1.1.- Características de las etiquetas. ....	106
7.2.- Documentación para el transporte de mercancías peligrosas. ....	110
7.3.- Rotulación. ....	119
7.4.- Hoja de emergencia. ....	124
7.4.1.- Formato de la hoja de seguridad. ....	124
<b>8.- C A P I T U L O VII.</b>	
"EMERGENCIAS EN EL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS". ....	126
7.1.- Características de los sistemas de seguridad. ....	127
8.2.- Inspección de los autotransportes. ....	130
8.2.1.- Inspección de los autotransportes por las autoridades. ....	130

8.2.2.- Autinspección básica de la unidad. ....	135
8.3.- Acondicionamiento de la carga. ....	135
8.3.1.- Materiales que no se transportan a granel. ....	138
8.3.2.- Materiales que se transportan a granel. ....	139
8.3.3.- Estabilidad de los autotanques. ....	140
8.4.- Formulación de planes para el control de incidentes con materiales peligrosos. ....	147
8.5.- Operaciones para el control de emergen- cias. ....	148
8.5.1.- Notificación. ....	148
8.5.2.- Control del mando para atender emer- gencias. ....	150
8.5.3.- Bitácora del lugar del incidente. ....	151
8.5.4.- Control general sobre el área del incidente. ....	151
8.5.5.- Toma de decisiones. ....	152
8.5.6.- Implicación inmediata y objetivos prioritarios. ....	155
 9.- C A P I T U L O VIII.	
"EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y DESCONTAMI- NACION. ....	158
9.1.- Equipo de protección personal. ....	158
9.1.1.- Equipos de protección respiratoria. ....	158
9.1.2.- Trajes de protección química. ....	160

9.1.3.- Trajes de protección térmica. ....	161
9.2.- Niveles de protección. ....	164
9.3.- Mitigación de incidentes. ....	166
9.4.- Descontaminación. ....	171
9.4.1.- Procedimiento de descontaminación:	
Nivel A. ....	173
9.4.2.- Procedimiento de descontaminación:	
Nivel B. ....	174
9.4.3.- Procedimiento de descontaminación:	
Nivel C. ....	175
9.4.4.- Procedimiento de descontaminación:	
Nivel D. ....	177
9.4.5.- Procedimiento de descontaminación:	
Nivel E. ....	178
9.4.6.- Procedimiento de descontaminación:	
Nivel R. ....	181
10.- CONCLUSIONES. ....	184
11.- BIBLIOGRAFIA. ....	193

1-INTRODUCCION.

## 1.- I N T R O D U C I O N .

Uno de los problemas más serios que en la actualidad enfrenta el personal de servicios de emergencias en la industria y el gobierno, es sin lugar a duda el cada vez más creciente número de accidentes relacionados con el transporte de sustancias peligrosas. Estos accidentes no solamente se están volviendo más frecuentes, sino se convierten en más graves.

En la actualidad existen más de 50000 sustancias químicas clasificadas como peligrosas y el número aumenta cada año. Ningún país del mundo esta libre de este problema, ni aun los países que se llaman altamente desarrollados con sus tecnologías han podido evitar que el crecimiento de los accidentes por vía aérea, acuática y terrestre ocurran.

Cabe destacar, que en México así como en muchos otros países, los sistemas de transporte ya sea por vía aérea o acuática, se apegan a regulaciones internacionales muy estrictas en materia de transporte de sustancias peligrosas, por lo cual los accidentes en estos medios de transporte en los que se vean involucrados las sustancias peligrosas son casi nulos. Con lo que respecta al transporte por vía terrestre, y en especial el transporte por carretera, no cuenta con una regulación especial para el transporte de este tipo de materiales.

Tomando en cuenta estas consideraciones, se encontró la necesidad de desarrollar un tema, el cual abarque desde las características que debe reunir un sistema de transporte de sustancias peligrosas, hasta como atacar una emergencia con este tipo de materia-

les. Lo anterior con la finalidad de dar un panorama general de que es el transporte de sustancias peligrosas, sus características, formas y sistemas de transporte, que se utilizan con más frecuencia.

El CAPITULO I está destinado a enumerar las definiciones y clasificaciones de sustancias peligrosas. Esto es porque primero hay que tener muy claro cuando se esta hablando de una sustancia peligrosa o cuando no, y segundo conocer las diferentes formas en que se pueden clasificar para poder determinar rápidamente cuales son los efectos generales que los identifican.

Otro punto muy importante, es el conocer cuales son los aspectos legales referentes a las políticas ambientales y en especial las relativas al transporte de sustancias peligrosas. Por lo cual el CAPITULO II esta destinado a describir cuales son los aspectos legales y las reglamentaciones específicas, a nivel nacional e internacional.

Los CAPITULOS III, IV y V, están destinados a describir cuales son las principales características, los materiales, tipos de pruebas y otros que debe reunir un sistema destinado al transporte de sustancias peligrosas. En donde el CAPITULO III habla de los envases/embalajes, el CAPITULO IV es relativo a los sistemas de transporte multimodal y el CAPITULO V habla sobre los recipientes intermedios para granel (RIG).

Con lo que respecta al CAPITULO VI, este trata el tema de las etiquetas y carteles de seguridad recomendados para la identificación de sustancias peligrosas. En este capítulo se tomo como

base, el sistema de identificación propuesto por las Naciones Unidas, pues se considera que es el sistema que tiene más difusión a nivel internacional. Además de que otros sistemas de identificación son muy parecidos al sistema de identificación de Naciones Unidas, como es el caso del Departamento de Transporte de Estados Unidos, (U.S. DOT).

La atención a las emergencias en el transporte de sustancias peligrosas es un punto muy importante, por lo cual en el CAPITULO VII se describen algunas medidas de seguridad preventivas. Las medidas descritas tienen como finalidad el evitar una emergencia, o en caso de que se de, se describen las medidas esenciales que se deben realizar para la mitigación de la emergencia.

Otro tema muy importante, es acerca del equipo adecuado que se debe utilizar para atacar eficientemente una emergencia, así como los procedimientos para la descontaminación del mismo y de las áreas afectadas por la emergencia en el transporte de sustancias peligrosas. En el CAPITULO VIII se tratan los temas descritos.

Después de haber desarrollado los temas antes descritos, el CAPITULO IX está destinado a recomendar un procedimiento preventivo, general, encaminado a evitar un accidente con sustancias peligrosas y en caso que ocurra se describe un procedimiento para atacar al incidente de la forma más efectiva posible. Todo lo anterior se describe como conclusiones al presente trabajo.

Finalmente en el CAPITULO X se citara la bibliografía consultada y utilizada para desarrollar el presente trabajo.

2.- CAPITULO I.

## **2.- C A P I T U L O I**

### **DEFINICION Y CLASIFICACION DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**

El desarrollo industrial en el mundo ha experimentado un impulso notable en el presente siglo debido principalmente a los descubrimientos científicos y tecnológicos, unida a la creciente demanda de productos de consumo. Lo anterior a provocado la instalación de las industrias cerca de los mercados potenciales de consumo, lo cual a traído como consecuencia que muchas de las materias primas, productos o subproductos tengan que ser transportados, en ocasiones, de lugares muy lejanos, y en muchas de estas veces las sustancias transportadas presentan un riesgo potencial de causar afectaciones a zonas de asentamientos humanos o inmuebles, además de causas de-sequilibrios ecológicos.

Por lo ya señalado uno de los problemas mas serios que en la actualidad enfrenta el personal de servicios de emergencia en la industria y el gobierno, es sin lugar a duda el caso cada vez mas creciente número de accidentes relacionados con el transporte de sustancias peligrosas. Estos accidentes no solamente se están volviendo mas frecuentes, sino que se convierten en mas graves.

El potencial de accidentes de transporte de sustancias peligrosas afecta a los países del mundo.

En la actualidad existen más de 50,000 sustancias químicas clasificadas como peligrosas y el número aumenta año con año. Ningún país del mundo esta libre de este problema, ni aun los países que se llaman altamente desarrollados con sus tecnologías han podido

evitar que el crecimiento de los accidentes por vía aérea, acuática y terrestre ocurran. Por lo cual el presente capítulo está destinado a la definición y clasificación de las sustancias peligrosas de acuerdo a con varias organizaciones gubernamentales y privadas.

#### 2.1.- DEFINICION DE SUSTANCIA PELIGROSA.

Es importante mencionar que no existe por ahora una definición precisa entre sustancia peligrosa y desecho peligroso. A pesar de ello ha sido preciso proponer definiciones y criterios para distinguir uno de otro, con el objeto de hacer operativos los inventarios para establecer la magnitud de cada uno de estos problemas y desarrollar medidas particulares para su manejo, control y solución.

Es así que se ha definido como sustancia peligrosa a toda aquella que por sus altos índices de:

- INFLAMABILIDAD,
- EXPLOSIVIDAD,
- TOXICIDAD,
- REACTIVIDAD,
- RADIOACTIVIDAD,
- CORROSIVIDAD O
- ACCION BIOLOGICA.

puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes (3).

De acuerdo a la caracterización anterior una sustancia es:

-INFLAMABLE. Aquella que es capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o

por la acción de una chispa.(4).

- EXPLOSIVA, cuando en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía, generan una gran cantidad de calor y energía de presión en forma casi instantánea (5).

El criterio mas utilizado para establecer el potencial de explosividad de una sustancia es el que su estructura química contenga alguno o algunos de los grupos de alta inestabilidad química listados en la TABLA II.1.

T A B L A II.1

ESTRUCTURAS MOLECULARES CON CARACTERISTICAS DE EXPLOSDIVIDAD

NOMBRE	ESTRUCTURA
Acetilica	$-C\equiv C-$
Azida	$-N\equiv N^+=N^-$
Clorato	$-ClO_2$
Diazo	$-N=N-$
Diazonio	$(-N\equiv N)^+X^-$
Fulminato	$-O-N\equiv C$
Hidroperóxido	$-O-O-H$
Hipohalito	$-\overset{\cdot}{O}-X$
Nitrato	$-O-NO_2$
Nitro	$-NO_2$
Nitroso	$-NO$
Perácido	$-C(=O)-O-O-H$
Perclorato	$ClO_4$
Peróxido	$-O-O-$

Donde:  
X = Halógeno.

- TOXICICA, es aquélla cuya ingestión, contacto o inhalación origina un envenenamiento de mayor o menor magnitud en la población expuesta (5).

- REACTIVA, es aquélla que entra en descomposición en forma espontánea, a presión y temperatura normal, que reacciona químicamente con el agua o que actúa como un enérgico oxidante, (5).

- RADIOACTIVA, es aquélla que en forma espontánea se desintegra generando emisión de energía electromagnética o partículas subatómicas (5).

- CORROSIVA, es aquélla que a presión y temperatura normales puede causar por contacto, destrucción química de los metales y otros materiales.

Las sustancias corrosivas se pueden clasificar de acuerdo a su grado de corrosividad, en donde uno de los criterios más utilizado es el de la EPA, (Environmental Protection Agency), para residuos corrosivos la cual se basa en los índices de acidez de las sustancias, siendo su clasificación la siguiente:

CLASIFICACION	SUSTANCIA EN SOLUCION ACUOSA	OTROS LIQUIDOS Y SOLIDOS
4	$\text{pH} < 1$ ó $\text{pH} > 13$	$V_{CS} > 10$ mm/año
2	$\text{pH} < 2$ ó $\text{pH} > 12$	$10 \text{ mm/año} > V_{CS} > 6.35$ mm/año
1	$\text{pH} < 4$ ó $\text{pH} > 10$	$6.35 \text{ mm/año} > V_{CS} > 3.17$ mm/año

donde:  $V_{CS}$  = Velocidad de corrosión del acero SAE 1020 (Método NACE Std. TM 01-69) (5).

- ACCION BIOLÓGICA. La acción biológica de una sustancia se considera cuando esta tiene un riesgo potencial de provocar efectos

carcinogénicos, metagénicos o teratogénicos en la población (5).

## 2.2.- DEFINICIONES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS, MAS IMPORTANTES EN TRANSPORTACION.

Con lo que respecta a las definiciones más importantes de sustancias peligrosas en transportación se tienen las siguientes:

### A) ORGANIZACION DE NACIONES UNIDAS (O.N.U.).

MERCANCIAS PELIGROSAS.- Cualquier sustancia o material en cualquier cantidad o estado el cual posee un riesgo potencial hacia la salud, seguridad y propiedad cuando es transportado para su comercialización.

### B) ORGANIZACION INTERNACIONAL AERONAUTICA COMERCIAL (INTERNATIONAL COMMERCIAL AERONAUTIC ORGANIZATION, I.C.A.O.).

MERCANCIAS PELIGROSAS.- Todo artículo o sustancia capaz de constituir un riesgo importante para la salud, seguridad o la propiedad cuando se transporta por vía aérea.

### C) ORGANIZACION MARITIMA INTERNACIONAL (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, I.M.O.).

MERCANCIAS PELIGROSAS.- Son aquellos productos que al ser transportados por mar, pueden poner en peligro la seguridad de la vida humana.

### D) AGENCIA DE PROTECCION AMBIENTAL (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, E.P.A.).

SUSTANCIA PELIGROSA.- Cualquier sustancia venenosa que amenace a las fuentes de agua y/o medio ambiente cuando se descarga.

### E) PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA).

DESECHOS PELIGROSOS.- Se entiende por desechos peligrosos, con excepción de los radiactivos, los desechos que a causa de su reactividad química, de sus características tóxicas, explosivas, corrosivas o de otro tipo, que constituyen un peligro para la salud o el medio ambiente bien sea por sí solos o cuando entran en contacto con otros desechos, son jurídicamente peligrosos en el estado en que se generan, aquel en que se procede a su eliminación o a través del cual se transportan.

F) SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA (S.E.D.U.E.).

RESIDUO PELIGROSO.- Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

**2.3.- CLASIFICACIONES Y LISTADOS DE SUSTANCIAS PELIGROSAS, MAS IMPORTANTES.**

- CLASIFICACION DE NACIONES UNIDAS.-La clasificación de las Naciones Unidas (6) ésta estructurada en clases y divisiones de la siguiente manera:

**- CLASE 1           EXPLOSIVOS:**

- División 1.1   Explosivos con riesgo de explosión masiva.
- División 1.2   Explosivos con riesgo de proyecciones.
- División 1.3   Explosivos con riesgo significativo de incendio.

- División 1.4 Explosivos sin riesgo significativo de detonación.
- División 1.5 Explosivos poco sensitivos.
- CLASE 2 GASES:
  - División 2.1 Gases flamables.
  - División 2.2 Gases inflamables.
  - División 2.3 Gases venenosos.
  - División 2.4 Gases corrosivos.
- CLASE 3 LIQUIDOS INFLAMABLES:
  - División 3.1 Con punto de ignición abajo de  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ).
  - División 3.2 Con punto de ignición de  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ) pero menos de  $23^{\circ}\text{C}$  ( $73^{\circ}\text{F}$ ).
  - División 3.3 Con punto de ignición de  $23^{\circ}\text{C}$  ( $73^{\circ}\text{F}$ ) y mayores de  $61^{\circ}\text{C}$  ( $141^{\circ}\text{F}$ ).
- CLASE 4 SOLIDOS INFLAMABLES. Incluye combustibles de combustión espontánea y materiales que son peligrosos cuando se ponen en contacto con agua:
  - División 4.1 Sólidos inflamables.
  - División 4.2 Combustibles de combustión espontánea.
  - División 4.3 Materiales peligrosos al contacto con agua.
- CLASE 5 OXIDANTES Y PEROXIDOS ORGANICOS:
  - División 5.1 Oxidantes.
  - División 5.2 Peróxidos orgánicos.
- CLASE 6 VENENOS Y MATERIALES ETIOLOGICOS (INFECCIOSOS):
  - División 6.1 Materiales venenosos.
  - División 6.2 Materiales etiológicos.

- CLASE 7 MATERIALES RADIOACTIVOS.
- CLASE 8 CORROSIVOS.
- CLASE 9 MATERIALES PELIGROSOS MISELANEOS.

- CLASIFICACION D.O.T.-La clasificación del Departamento de Transporte de los Estados Unidos (7), (U.S. Department Of Transportation) ésta definida de la siguiente forma:

- CLASE 1 EXPLOSIVOS:

Clase A. Substancias que tienen el máximo riesgo de detonación, son sensitivos al choque, calor y contaminación como la nitroglicerina y la dinamita.

Clase B. Substancias con rápida combustión o deflagración, son menos sensibles que los de la clase A.

Clase C. Substancias que contienen materiales de las clases A y B.

Detonadores Substancias relativamente no sensitivas como la mezcla de nitratos de amonio con diesel.

- CLASE 2 GASES:

Inflamables Se quemán cuando se mezclan con aire en concentraciones normales como son el metano, propano e hidrógeno.

No inflamables No se quemán y su peligro es el de la falla de los contenedores o cilindros.

Venenosos Gases o líquidos vaporizantes que son muy peligrosos para la vida humana, aún en peque-

ñas cantidades.

Oxígeno Ya sea en estado gaseoso a presión o líquido (criogénico).

Cloro Cuando sean más de 416 litros.

- CLASE 3 LIQUIDOS INFLAMABLES:

Inflamables Con punto de inflamación abajo de 38°C (100°F) o líquidos pirofóricos, de combustión espontánea en la atmósfera seca o con aire húmedo abajo de 54°C (130°F).

Combustibles Con punto de inflamación entre 38°C y 93°C (100°F - 200°F).

- CLASE 4 SOLIDOS INFLAMABLES:

Inflamables Que causan flama con la fricción o que almacenan energía térmica durante su proceso.

Reaccionan con el agua Que arden al contacto con el agua o con combustibles orgánicos.

- CLASE 5 OXIDANTES:

Oxidantes Ceden oxígeno para la combustión de materiales orgánicos.

Peróxidos orgánicos Substancias químicas que contienen carbón y oxígeno y que pueden detonar.

- CLASE 6 VENENOS:

Veneno A Líquido o sólido que generan gases peligrosos o muy irritantes cuando se exponen al aire o al fuego.

Veneno B Líquido o sólido que son un riesgo serio para

la salud.

Substancias Organismos vivos o sus toxinas que pueden  
infecciosas causar enfermedades.

- CLASE 7 MATERIALES RADIATIVOS:

Radiactivos I Registran 0.5 milirems/hora, o menos, a un metro de distancia, desde la parte exterior de sus contenedores.

Radiactivos II Registran no más de 1 milirem/hora a un metro de distancia, desde la parte exterior de sus contenedores.

Radiactivo III Registra más de 50 milirems/hora a un metro de distancia desde la parte exterior de sus contenedores.

- CLASE 8 CORROSIVOS:

Substancias o productos líquidos y sólidos que dañan con su contacto a los tejidos externos de las personas y/o acero.

- CLASE 9 OTROS MATERIALES:

A.- Materiales con productos anestésicos, irritantes o asfixiantes.

B.- Substancias que causen daño significativo a los contenedores o a los transportes en caso de fuga.

C.- Materiales difíciles de embarcar a menos que se utilicen empaques especiales.

D.- Materiales de riesgo limitado debido a su

forma, cantidad o empaque.

- E.- Materiales no especificados, incluyendo desechos peligrosos.

- CLASIFICACION OSHA DE LIQUIDOS INFLAMABLES/COMBUSTIBLES.- La Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo, (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) (8), tiene para líquidos inflamables/combustibles una clasificación estándar usada para identificar riesgos de incendio o explosión asociados con un líquido, a saber:

- CLASE I LIQUIDOS INFLAMABLES CON TEMPERATURA DE INFLAMACION INFERIOR A LOS 100°F (38°C).

Clase IA Con temperatura de inflamación inferior a los 73°F (22.8°C), temperatura de ebullición inferior a los 100°F (38°C).

Clase IB Con temperatura de inflamación inferior a los 73°F (22.8°C), temperatura de ebullición igual o superior a 100°F (38°C).

Clase IC Con temperatura de inflamación igual o superior a 73°F (22.8°C), temperatura de ebullición inferior a los 100°F (38°C).

- LIQUIDOS COMBUSTIBLES CON UNA TEMPERATURA DE INFLAMACION IGUAL O SUPERIOR A LOS 100°F.

Clase II Con una temperatura de inflamación entre los 100°F (38°C) y los 140°F (60°C), excepto cualquier mezcla que tenga componentes con temperaturas de inflamación de 200°F (93.3°C) o mayores, el volumen

de la cual forma un 99% o más del volumen total de la mezcla.

Clase III Con una temperatura de inflamación igual o superior 140°F (60°C).

Clase IIIA Con temperatura entre 140°F (60°C) y 200°F (93.3°C), excepto mezclas que tengan componentes con temperaturas de inflamación de 200°F (93.3°C) o superiores, el volumen de la cual forma un 99% o más del volumen total de la mezcla.

Clase IIIB Con temperatura de inflamación igual o superior a 200°F (93.3°C).

- CODIGO IMDG CLASIFICACION IMO.-El código de Mercancías Peligrosas Marítimas Internacionales (8) (International Maritime Dangerous Goods) asigna divisiones, clase y códigos a los materiales en embarque. Estos son explosivos, productos inflamables, oxidantes, venenosos, productos corrosivos y otras sustancias reguladas. También asigna etiquetas.

- ROMBO DE INCENDIO NFPA (NORMA NFPA 704).-La Asociación de Protección Contra Incendios (8) (National Fire Protection Association) cuenta con un sistema visual que proporciona una idea general de los peligros inherentes, y de su gravedad, de materiales relacionados con la prevención, exposición y control de incendios. Orden predefinido de lectura; Salud, Inflamabilidad, Reactividad, Especiales.

- Posición A.- Peligro contra la salud (azul). Grado de peligro; nivel de protección a corto plazo.

0 = Peligro de combustibles ordinarios en un incendio.

1 = Ligeramente peligrosos.

2 = Peligrosos.

3 = Muy peligrosos.

4 = Mortales.

- Posición B.- Inflamable (rojo). Susceptibilidad a la combustión.

0 = Incombustible.

1 = Se inflama si se calienta previamente.

2 = Se inflama si se calienta moderadamente.

3 = Se inflama en la mayoría de las condiciones ambientales.

4 = Se quema fácilmente en las condiciones ambientales.

- Posición C.- Reactividad, inestabilidad (amarillo). Energía desprendida si se quema, descompone o mezcla.

0 = Estable y no reactivo con el agua.

1 = Inestable si se calienta.

2 = Reacción química violenta.

3 = Puede detonar por impacto y calor.

4 = Puede detonar.

- Posición D.- Peligro especial (blanco).

OXY = Oxidante.

ACID = Acido.

ALKALI = Alkali.

COR = Corrosivo.

- W = No usar agua. Reacciona.  
 = Peligro de radioactividad:

- CLAVE CRETÍ.- La clave CRETÍ es una de las formas más fáciles de clasificar a una sustancia por sus características de peligrosidad. La cual consiste en señalar las características de una sustancia de acuerdo a su Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad e Inflamabilidad.

- NUMERO DE IDENTIFICACION DE NACIONES UNIDAS.- El número de identificación de Naciones Unidas (UN) es una clave de cuatro cifras, precedidas por las iniciales UN. Esta clave es utilizada por los organismos internacionales para una identificación única en todo el mundo (6).

- NUMERO DE IDENTIFICACION DOT.- Los números de identificación del Departamento de Transporte de los Estados Unidos (U.S. Department Of Transportation) tienen cuatro dígitos, precedidos de las siglas UN (Naciones Unidas) o NA (Norteamericana), y a su derecha cuenta con un número de dos dígitos llamado número de guía, el cual se refiere a las actividades que deben tomar en caso de una emergencia en el transporte (8).

- NUMERO DE REGISTRO CAS.- Número asignado que se utiliza para identificar un material. CAS que significa Servicio de Resúmenes de Sustancias (Chemical Abstracts Service), es una organización que confecciona un índice de información publicado en Chemical Abstracts (Resúmenes de Sustancias Químicas) por la Sociedad Química Americana y que proporciona guías de índices mediante las cuales se puede localizar información en los resúmenes. Las se-

cuencias de números asignados por CAS identifican sustancias químicas específicas. Los números no tienen significado químico. El número CAS es un medio conciso y único de identificar un material (9).

- NUMERO DE IDENTIFICACION CANUTEC.- El número de identificación del Centro Canadiense de Emergencias en el Transporte (Canadian Transport Emergency Centre) tiene las siguientes características: primero cuenta con las siglas NU (Naciones Unidas) o NA (norteamérica), posteriormente de un número de cuatro dígitos y finalmente de un número de dos dígitos, que es el número de guía referente a las actividades que se deben tomar en el caso de una emergencia en el transporte (10).

- NUMERO RTECS.- El registro de efectos tóxicos de sustancias químicas (Registry of Toxic Effects of Chemical), publicado por NIOSH. Presenta datos básicos de toxicidad para miles de materiales. Su objetivo es identificar todas las sustancias tóxicas conocidas y referenciar los estudios originales (9).

- LISTA DE SUSTANCIAS QUIMICAS NIOSH.- El Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (National Institute for Occupational Safety and Health) cuenta con un listado de sustancias tóxicas en el cual se puede encontrar: nombre y fórmula química, números de identificación (CAS, RTECS y DOT), sinónimos y nombres comerciales, propiedades físicas, químicas y toxicológicas (9). A nivel nacional, se cuenta sólo con clasificaciones basadas en las características que representan ciertos grupos de sustancias, tal es el caso de los siguientes listados:

- PRIMER LISTADO DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS, (SEDUE).-

Aparece en el Diario Oficial de la Federación el día 28 de marzo de 1990 y tiene aplicación a partir del día 29 de marzo del mismo año (3).

El listado corresponde a las actividades que manejan sustancias tóxicas. Estas actividades son la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento uso o disposición final de las sustancias, citadas en el listado que nos ocupa, cuando se manejan volúmenes iguales o superiores a los allí señalados.

Consta de 233 sustancias clasificadas de acuerdo a su estado físico y de la cantidad de reporte, a saber: 1, 10, 100, 1000, 10000 ó 100000 kilogramos, dependiendo de la sustancia que se trate.

- SEGUNDO LISTADO DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS, (SEDUE).-

Aparece en el Diario Oficial de la Federación el día 4 de mayo de 1992 y tiene aplicación a partir del día 5 de mayo de 1992 (4).

Este listado corresponde a las actividades que manejan sustancias inflamables y explosivas. En donde las actividades señaladas son las siguientes: producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso y disposición final de las sustancias altamente riesgosas.

La clasificación del listado es de la siguiente forma:

- CANTIDAD REPORTADA: A PARTIR DE 500 KILOGRAMOS.

- A) En el caso de sustancias gaseosas.
- B) En el caso de las sustancias, en estado gaseoso no previstas en el inciso anterior y que tengan las

siguientes características:

Temperatura de inflamación	37.8°C.
Temperatura de ebullición	21.1°C.
Presión de vapor	760 mmHg.

C) En el caso de sustancias en estado líquido.

- CANTIDAD REPORTADA: A PARTIR DE 3000 KILOGRAMOS.

A) En el caso de sustancias en estado líquido.

- CANTIDAD REPORTADA: A PARTIR DE 10000 KILOGRAMOS.

A) En el caso de sustancias en estado líquido.

- CANTIDAD REPORTADA: A PARTIR DE 20000 KILOGRAMOS.

A) En el caso de sustancias en estado líquido.

- Para el gas licuado de petróleo (L.P.) a partir de 50000 kilogramos.

- CANTIDAD REPORTADA: A PARTIR DE 100000 KILOGRAMOS.

A) En el caso de sustancias en estado líquido.

- CANTIDAD REPORTADA: A PARTIR DE 200000 KILOGRAMOS.

A) En el caso de sustancia en estado líquido.

- CANTIDAD REPORTADA: A PARTIR DE 10000 KILOGRAMOS.

A) En el caso de las sustancias en estado líquido, no previstas en las fracciones anteriores y que tengan las siguientes características:

Temperatura de inflamación	37.8°C.
Temperatura de ebullición	21.1°C.
Presión de vapor	760 mmHg.

- CANTIDAD REPORTADA: A PARTIR DE 10000 BARRILES.

A) En el caso de las siguientes sustancias en estado

líquido: - Gasolinas.

- Kerosenas incluyendo naftas y diafano.

- TABLA I Y II, DEL INSTRUCTIVO No. 10 (REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO). -La TABLA I, es una clasificación de acuerdo a los niveles máximos permisibles de concentración de los contaminantes (sólidos, líquidos y gaseosos), en el ambiente de los centros de trabajo, para jornadas de 8 horas, presentados en partes por millón (PPM) y miligramos sobre metro cuadrado ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

Cuenta también, con la siguiente clasificación, para las sustancias que así lo requieren:

- A           Cancerígenicos.
- A.1        Contaminantes potencialmente cancerigénicos.
- A.2        Cancerígenicos potenciales para el hombre, basados en evidencias epidemiológicas limitadas.
- A.3        Cancerígenicos en el hombre. Sustancias o sustancias asociadas con procesos industriales, reconocidos como cancerígenicos potenciales sin asignarles un valor máximo permisible. No se permite la exposición del trabajador por ninguna vía, para lo cual se deben utilizar los métodos de control específicos.
- B           Polvos minerales.
- B.1        Partículas molestas:
- C           Asfixiantes puros.

La TABLA II, es una referencia para la clasificación de las sustancias de elevada peligrosidad por su toxicidad (11).

3.- CAPITULO II.

### 3.- C A P I T U L O II.

#### ASPECTOS LEGALES REFERENTES A POLITICAS AMBIENTALES Y EN ESPECIAL A LA TRANSPORTACION DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.

En las últimas décadas ha ocurrido simultáneamente al desarrollo industrial, el crecimiento acelerado de la población.

Durante este período, se consideró que con la urbanización y la industrialización, mejoraría automáticamente la calidad de vida de la población, sin considerar el impacto que tendrían aquéllos. Actualmente el país enfrenta, en forma paralela al reto de proseguir su modernización, adoptando los cambios estructurales que garanticen su crecimiento industrial y económico, también el prever los impactos que tendrá ese crecimiento sobre los recursos naturales y el ambiente.

Paralelamente se enfrenta el problema de la no planificación urbana, de las décadas pasadas, en el cual las zonas habitacionales y las industriales no se definieron en su totalidad. Esta situación a provocado que las industrias instaladas en las áreas urbanas sean un peligro potencial para sus moradores, ya sea por un posible accidente dentro de las instalaciones de la planta, como por el tránsito de unidades de carga que transportan materias primas, productos, subproductos y residuos, para las plantas que se encuentran en esas zonas y que en muchos de los casos se trata de sustancias peligrosas.

El problema se esta resolviendo con la definición de zonas habitacionales y de zonas industriales, creándose así los parques

industriales los cuales cuentan con toda una infraestructura perfectamente planeada, lejos de áreas urbanas. Con lo que respecta al transporte, la creación de los parques industriales hace posible, que en muchas de las ocasiones, la materia prima, el producto e incluso el residuo producido por la industria, no tengan que salir de esta zona, puesto que las mismas industrias, del parque industrial, las consumen. Con lo anterior se evita que el transporte de sustancias se lleve a cabo por zonas de alta densidad de población, evitando así altos índices de circulación vehicular, congestión de vías de comunicación y el peligro potencial que causa el transporte de una sustancia peligrosa. Las acciones emprendidas son el principio de un balance entre la industria, las zonas urbanas y el medio ambiente, pero estas acciones no son solo obligaciones de los poderes públicos, sino que de toda la sociedad por lo que todos debemos de participar en ese cambio, aportando todo lo que este a nuestro alcance.

### **3.1.- REGULACIONES NACIONALES QUE SE INVOLUCRAN EN EL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.**

#### **3.1.1.- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.**

- Ley de vías generales de comunicación:

Marca los principales lineamiento en lo relativo a las comunicación, en sus distintas formas, y en especial para el transporte de carga en general en los siguientes títulos: LIBRO SEGUNDO, relativo a comunicaciones terrestres; LIBRO TERCERO, relativo a comunicaciones por agua; y LIBRO CUARTO, relativo a las comunica-

ciones aeronáuticas (12).

- Reglamento para el autotransporte federal de carga:

Este reglamento describe la normatividad a que se tiene que sujetar el autotransporte federal de carga. En especial en sus capítulos III, V y VI, en lo relativo a los servicios de carga, permisos y responsabilidad en el transporte de carga, respectivamente (13).

- Reglamento de tránsito de carreteras federales:

Marca las condiciones a que se debe apegar cualquier usuario de una carretera federal. En lo que respecta al transporte de sustancias peligrosas se pueden aplicar su título primero relativo a las definiciones principales utilizadas en el reglamento; su título segundo, de los vehículos, en su capítulo I relativo a clasificación; su título tercero, conductores de vehículos de servicio público federal; en su capítulo II, relativo a las obligaciones de los concesionarios y permisionarios de servicio público federal de autotransporte; y finalmente el título cuarto, reglas de circulación, en sus capítulos I y II relativos a generalidades y condición de vehículos de motor (14).

- Instructivo para la obtención de permisos de transporte federal de carga y servicios de carga particular:

Este instructivo marca los lineamientos que deben reunirse para la obtención de permisos de transporte federal de carga (15).

-Acuerdo por el que las delegaciones de transporte terrestre dependerá práctica y administrativamente de los centros de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del estado en que se

ubiquen (16).

- Reglamento para el transporte multimodal internacional:  
Aplicable a lo relativo al movimiento de mercancías en el transporte multimodal internacional (17).

- Aviso del día 6 de junio de 1992:

Aviso dirigido a los autotransportistas del servicio federal y empresas privadas que transporten materiales y residuos peligrosos en caminos de jurisdicción federal, en lo relativo al registro nacional de transportistas, licencia federal del conductor para el transporte de materiales y residuos peligrosos, identificación de unidades y hoja de emergencia en transportación (18).

- Proyecto del Reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos:

Consta de nueve títulos divididos en 226 artículos y nueve artículos transitorios. En términos generales se refiere a la clasificación, envase/embalaje, características y/o especificaciones, equipamiento y clasificación de los vehículos motrices y condiciones de seguridad, para el transporte de sustancias peligrosas. Así como del tránsito en las vías de jurisdicción federal, los residuos peligrosos y la responsabilidad en el caso de un accidente, en el transporte de sustancias peligrosas (19).

- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-001/92.- Relativa a los grupos y claves de compatibilidad para el transporte de materiales peligrosos de la clase 1, explosivos (20).

- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales pe-

ligrosos NTTMP.-SCT.-002/92.- Relativa a los materiales peligrosos más usualmente transportados (21).

- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-004/92.- Relativa a las especificaciones para la fabricación y reconstrucción de envases/embalajes (22).

- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-006/92.- Relativa a las disposiciones especiales adicionales para el envase/embalaje de los materiales peligrosos de la división 5.2, peróxidos orgánicos (23).

- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-008/92.- Relativa a los sistemas de identificación para materiales y residuos peligrosos: especificaciones y características de los carteles y etiquetas de los envases/embalajes y unidades que se empleen en el transporte terrestre (24).

- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-009/92.- Relativa a las disposiciones y características adicionales de las unidades motrices de autotransporte destinados al transporte de materiales peligrosos (25).

- Proyecto de norma Técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-011/92.- Relativa a establecer los datos de la placa que deberán portar las unidades destinadas al transporte de materiales peligrosos (26):

- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-013/92.- Relativa a las especificaciones para la fabricación de recipientes intermedios para granel (27).

- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligroso NTTMP.-SCT.-014/92.- Relativa a las especificaciones para la fabricación de contenedores cisterna destinados al transporte multimodal de materiales de las clases 3, 4, 5, 6, 8 y 9 (28).
- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-015/92.- Relativa a las características y especificaciones que deberán cumplir para la fabricación y reconstrucción de los contenedores cisterna destinados al transporte multimodal de gases líquidos refrigerados (29).
- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-016/92.- Relativa al establecimiento de las características y especificaciones que deberán cumplir para la fabricación y reconstrucción de los contenedores cisterna destinados al transporte multimodal de gases licuados a presión no refrigerados (30).
- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-017/92.- Relativa a las disposiciones para el transporte de materiales peligrosos en cantidades limitadas (31).
- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-018/92.- Relativa a las especificaciones para el formato de la hoja de emergencia en transportación (32).
- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-019/92.- Relativa a las disposiciones para la verificación diaria de unidades motrices y de arrastre destinadas al autotransporte de materiales peligrosos (33).

- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-020/92.- Relativa a las disposiciones para efectuar la inspección de equipo de arrastre antes de su carga (34).

- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos NTTMP.-SCT.-021/92.- Relativa a las disposiciones para la carga, acondicionamiento y descarga de materiales peligrosos en unidades de arrastre ferroviario (35).

### 3.1.2.- SECRETARIA DE RELACIONES EXTERIORES.

- Decreto de promulgación del convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores (CSC) adoptado en la ciudad de Ginebra Suiza, el día 2 de diciembre de 1972.

- Decreto de promulgación del acuerdo entre el gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y el gobierno de los Estados Unidos de América, que modifica y prórroga el "convenio sobre Transportes Aéreos" del día 15 de agosto de 1960 (36).

### 3.1.3.- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA.

- Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente:

Establece los principales lineamientos a que se deben sujetar cualquier persona física o moral, en lo relativo al equilibrio, la protección y la recuperación del medio ambiente y en especial, en lo relativo a sustancias peligrosas, en su TITULO CUARTO, CAPITULO V: Sobre materiales y residuos peligrosos (37).

- Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de residuos peligrosos:

El reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de residuos peligrosos, marca los lineamientos a los que se tienen que apegar los generadores de materiales peligrosos, especialmente en sus siguientes títulos: CAPITULO III: Del manejo de residuos peligrosos. CAPITULO IV: Sobre la importación y exportación de residuos peligrosos (38).

- Norma Técnica Ecológica NTE-001/88.- Que establece los criterios para la determinación de residuos peligrosos y listado de los mismos (39).

- Norma Técnica Ecológica NTE-002/88.- Procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción, para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad en el ambiente (40).

- Acuerdo por el que se dan a conocer los formatos en los que la industria nacional debe declarar el volumen y tipo de generación de residuos peligrosos, señalado en el reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

### 3.1.4.- SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL.

- Reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo, mediante sus siguientes instructivos:

NUMERO 5: Relativo a las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles.- Sección IV (41).

NUMERO 9: Relativo a las condiciones de seguridad e higiene para el almacenamiento, transporte y manejo de

sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas en los centros de trabajo. Sección III (42).

NUMERO 12: Relativo a las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo donde se manejen, almacenen o transporten fuentes generadoras o emisoras de radiaciones ionizantes capaces de producir contaminación en el ambiente laboral.- Control (43).

3.1.5.- SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL.

- Ley general de armas de fuego y explosión:

Esta ley marca los lineamientos a los cuales se debe sujetar cualquier persona que tenga que ver con las actividades relacionadas con las armas de fuego y explosivos. En particular, sobre materiales peligrosos, en su Título tercero, fabricación, comercio, importación, exportación y actividades conexas, en su capítulo cuarto, relativo al transporte. Así como en el Reglamento de la ley federal de armas de fuego y explosión en su Capítulo IX, relativo al transporte de armas, objetivos y materiales autorizados por la propia Secretaría (44).

3.1.6.- SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS RELACIONADAS A LA TRANSPORTACION DE MATERIALES PELIGROSOS.

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE 52-1979.- Terminología de contenedores tipo I.- Establece los términos relacionados a contenedores, sus características y elementos constitutivos (45).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE 53-1979.- Marcado de contenedores serie 1.- Establece la localización y tamaño de las marcas de có-

digo de los contenedores, serie 1 empleados en el almacenaje y transporte de mercancías (46).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE 54-1979.- Dimensiones externas y resistencia de contenedores serie 1, 2 y 3.- Establece las dimensiones para el manejo y transporte de mercancías (47).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE 55-1979.- Terminología de tarimas.- Establece los términos relacionados a tarimas, sus características y elementos constitutivos (48).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE 56-1979.- Embalaje-Madera-Tarimas-Dimensiones.- Menciona las características para usarse en el almacenaje y transporte de carga (49).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE 59-1979.- Símbolos para manejo, transporte y almacenamiento.- Establece los símbolos que representan instrucciones de manejo, transporte y almacenamiento aplicable a los envases y embalajes de productos (50).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE 63-1979.- Dimensiones internas de contenedores de carga serie 1.- Establece el mínimo de dimensiones que deben tener los contenedores serie 1 empleado en el manejo de carga (51).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE -1979.- Especificacione.- Establece las dimensiones básicas y los requisitos funcionales y de resistencia de los esquineros para los contenedores (52).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-87-1980.- Tarimas - Pruebas.- Establece un programa para las tarimas que soportan una cierta carga durante el transporte y el almacenaje de mercancías (53).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-90-1980.- Contenedores. Código de

marcado para identificación en su manejo.- Establece un código de marcado que permite la identificación internacional única a través de un código de propietario, número de serie y código del país, así como un sistema para verificar la exactitud de registro del código de propietario y número y serie, además de información sobre características de tamaño y tipo de contenedor (54).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-104-1980.- Determinación de la resistencia básica. Método del tambor rotatorio.- Determina la resistencia a impactos repetitivos al azar de los embalajes durante su almacenamiento, manejo y transportación (55).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-106-1980.- Contenedores. Métodos de prueba. Series 1, 2 y 3.- Establece los métodos de prueba para medir la resistencia que deben cumplir los contenedores de las series 1, 2 y 3, para su manejo y transporte terrestre, ferroviario y marítimo y la combinación entre ellos (56).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-107-1980.- Contenedores, carga unitaria modelo aéreo. Marcado.- Establece el marcado de contenedores de carga unitaria, utilizada en el manejo de carga y transporte aéreo (57).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-110-1981.- Contenedores modelo aéreo, especificación. Métodos de prueba.- Establece los métodos de prueba a que deben someterse los contenedores modelo aéreo para determinar su resistencia al manejo durante la transportación, (58).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-111-1981.- Contenedores modelo aéreo. Especificaciones.- Se establecen las especificaciones dimensiona-

les y de carga que deben cumplir los contenedores de transporte aéreo (59).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-128-1981.- Madera.- Determinación de la resistencia a la extracción de clavos (60).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-129-1981.- Contenedores térmicos de carga unitaria para control de la temperatura interna. Especificaciones.- Establece lo que deben cumplir los contenedores térmicos de carga unitaria, empleados para mantener temperaturas constantes durante la transportación y manejo de productos perecederos, así como productos que requieren de control de temperatura durante su transporte (61).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-151-1/5-1983.- Transporte y manejo de carga. Terminología general.- Establece la terminología general para el transporte y manejo de carga de envases y embalajes (62).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-151-2/5-1983.- Transporte y manejo de carga. Terminología por vía aérea (63).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-151-3/5-1983.- Transporte y manejo de carga. Terminología por vía marítima (64).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-151-4/5-1983.- Transporte y manejo de carga. Terminología por vía terrestre, (carretera) (65).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-156-1982.- Productos peligrosos. Clasificación.- Establece la clasificación de los productos peligrosos de acuerdo al tipo de riesgo que representa (66).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-191-CT-1986.- Productos peligrosos definiciones y características generales de los embalajes.- Tiene por objeto definir los envases y embalajes utilizados para el

transporte y almacenamiento de productos peligrosos de las diferentes clases (67).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-193-CT-1986.- Metales. Tambores y otros envases metálicos para contener productos peligrosos. Métodos de prueba.- Establece los métodos de pruebas recomendados internacionalmente aplicables a los tambores y otros envases metálicos destinados para envasar, manejar, transportar y almacenar productos peligrosos (68).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-194-CT-1986.- Tambores de acero para contener productos peligrosos.- Especificaciones generales, y métodos de prueba que deben cumplir los tambores de acero y transportar productos peligrosos (69).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-195-CT-1986.- Tambores de acero de tapa fija de 208 litros para contener productos peligrosos de la clase 3 (líquidos inflamables). Especificaciones.- Establece las especificaciones de calidad y métodos de prueba que deben cumplir los tambores de acero de tipo fijo (70).

- NORMA OFICIAL MEXICANA EE-196-1986.- Tarimas aéreas. Especificaciones.- Establece las especificaciones mínimas de las tarimas para el transporte de carga aérea, utilizando redes para asegurar la misma (71).

### 3.1.7.- CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE CARGA.

- Oficio por el que se autoriza la constitución y funcionamiento de la Cámara Nacional del Autotransporte de Carga. El objeto de esta Cámara, es el de representar los intereses de la industria del autotransporte de carga en la República Mexicana (72).

- Convenio de modernización y reestructuración del transporte federal de carga. El cual establece lo siguiente:

A) Libera al monopolio del transporte anterior y autoriza al transporte de carga especializado a transportar todo tipo de mercancías con excepción de productos explosivos, tóxicos y químicos.

B) Se intensificaran programas de seguridad en carreteras, que faciliten la prestación de los servicios.

C) Ampliación de la operación y el equipamiento de la Policía Federal de Caminos y se coordinará con otras dependencias y autoridades estatales y municipales para el fortalecimiento de estas acciones.

D) La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, desarrollará los programas de capacitación necesarios para que el personal de autotransporte esté en condiciones de elevar la eficiencia de sus actividades, considerando avances tecnológicos y de métodos que redunden en un mejor servicio (73).

### 3.1.8.- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

- Reglamento de Tránsito del Distrito Federal:

Consta de 13 capítulos, 158 artículos y 8 transitorios, dentro de este reglamento en el capítulo VIII sección segunda, se encuentra lo referente al transporte de carga, de donde lo más sobresaliente se puede señalar el artículo 121 donde se mencionan las restricciones para el transporte de carga. En las partes III que dice "se prohibirá la circulación a aquello que ponga en peligro a personas o bien sea arrastrada sobre la vía pública. VIII.-

Derrame o esparza cualquier tipo de carga en la vía pública.

Dentro el artículo 123, se encuentran las indicaciones de PELIGRO e instalación de dispositivos preventivos para cuando la carga de un vehículo sobresalga longitudinalmente.

En el artículo 124 sobre "transporte de materiales peligrosos", el cual menciona que el transporte de materias peligrosas, deberá efectuarse con vehículos adaptados especialmente para el caso, debiendo contarse con la autorización del Departamento del Distrito Federal, el cual fijará rutas, horarios y demás condiciones a que habrá de sujetarse el acarreo. Dichos vehículos deberán llevar banderas rojas en su parte delantera posterior, y en forma ostensible rótulos que contengan la leyenda "PELIGRO INFLAMABLE, PELIGRO EXPLOSIVO" o cualquiera que sea el caso (74).

### 3.1.9.- ENTIDADES FEDERATIVAS.

- Reglamentos de Tránsito de otras entidades federativas.- En los artículos relacionados con el manejo de materiales peligrosos.

### 3.1.10.- SISTEMA DE EMERGENCIA EN TRANSPORTE PARA LA INDUSTRIA QUIMICA (SETIQ).

- El SETIQ, tiene como objetivo el proporcionar información de emergencias sobre materiales, peligrosos, involucrados en accidentes en vía terrestre (75).

## 3.2.- REGULACIONES INTERNACIONALES SOBRE TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.

### 3.2.1.- ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

- E.P.A. La Agencia de Protección Ambiental, (Environmental Pro-

teccion Agency), es un organismo de carácter federal con autoridad reguladora de protección ambiental y ejecución de leyes. La cual entre sus regulaciones se encuentran las de transporte de sustancias peligrosas.

- C.F.R. 49. El Código Federal de Regulación 49, (49 Code of Federal Regulation), se refiere a la reglamentación federal en materia de transporte de materiales peligrosos, de acuerdo a lo establecido por la E.P.A. (76).

- D.O.T. El Departamento de Transportación de los Estados Unidos (U.S. Department of Transportation), es el encargado de regular las actividades propias del transporte, en especial de materiales peligrosos. La reglamentación del Departamento de Transporte no se contrapone con lo establecido en el Código Federal de Regulación 49, de la E.P.A. (6).

- D.O.T. (P5800.4). La Guía de Respuesta de Emergencia, (Emergency Response Guidebook), es una publicación del Departamento de Transporte, la cual tiene como finalidad, primordial, informar sobre las respuestas primarias que se deben de dar en caso de un accidente en el transporte de un material peligroso (6).

- CHEMTREC. El Centro de Emergencias para Transportación de Químicos, (Chemical Transportation Emergency Center), esta encargado de dar asesoramiento a los transportistas, cuando estos se encuentran en una situación de emergencia ocasionada por un material peligroso. Este sistema funciona por comunicación vía telefónica, con una central de emergencias conectada a un sistema de cómputo, el cual da las acciones a tomar para mitigar la contin-

gencia de que se trate (8).

### 3.2.2.- CANADA.

- E.P.A. Canadá. Legislación federal administrada por la Agencia de Protección Ambiental de Canadá, (Environmental Protection Agency, Canadá), la cual cuenta con una reglamentación específica para el manejo, oferta de transporte y transporte de materiales peligrosos (8).

- CANUTEC. Es el Centro Canadiense de Emergencias en el Transporte, (Canadian Transport Emergency Centre). El cual proporciona asesoría inmediata y datos científicos a aquellos que responden a emergencias que involucran mercancías peligrosas tales como fuego, derrames, fugas, o exposición humana (10).

### 3.2.3.- AMERICA LATINA.

- Cuba. Ley Número 33. Está ley esta referida a la protección del medio ambiente y del uso racional de los recursos naturales, publicada el día 12 de febrero de 1981. En particular, en lo relativo a sustancias peligrosas, cuenta con el Capítulo I, artículo 17, relativo a la producción, almacenamiento, transportación, utilización y disposición final, de sustancias peligrosas (77).

- Colombia. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En lo relativo a normatividad, en materia de sustancias peligrosas, se menciona en la Parte IV, de las normas de preservación ambiental relativas a elementos ajenos a los recursos naturales, Título I, productos químicos, sustancias tóxicas y radioactivas, y en especial en el artículo 32 relativo a la fabricación, el transporte, el almacenamiento, la co-

mercialización, el manejo, el empleo o la disposición de sustancias y productos tóxicos y peligrosos (77).

- Brasil. Compendio Legislativo "VADEMECO". En lo relativo al manejo de sustancias peligrosas, cuenta con un apartado en el cual se cita la reglamentación para el manejo, transporte, almacenamiento, comercialización y disposición final de sustancias, productos y residuos, peligrosos (77).

- Haití. Reglamento de Vialidad. En lo que respecta al transporte de sustancias peligrosas, este reglamento cuenta con la normatividad primordial para un transporte eficiente y seguro de este tipo de sustancias (78).

#### 3.2.4.- INTERNACIONALES.

- I.A.T.A. La Asociación de Transporte Aéreo Internacional, (International Air Transportation Association), cuenta con una clasificación de las sustancias que se pueden transportar por vía aérea, en la cual se señala la cantidad máxima, de una sustancia peligrosa, que puede ser transportada, por este medio, así como los tipos de envases-embalajes a que se debe sujetar, las sustancias a transportar (79).

- IMO. La Organización Marítima Internacional, (International Maritime Organization), cuenta con el Código IMDG (Mercancías Peligrosas Marítimas Internacionales) la cual asigna divisiones, clases y códigos a los materiales en embarque. Estas clasificaciones son las que recomienda Naciones Unidas (80).

4.- CAPITULO III.

#### **4.- C A P I T U L O    I I I**

##### **ENVASES/EMBALAJES**

Las sustancias peligrosas se deben envasar y/o embalar en envases y/o embalajes construidos con materiales de buena calidad, cerrados y perfectamente etiquetados de tal forma, que las sustancias durante el transporte, manejo y almacenamiento, no puedan sufrir ninguna pérdida o escape. Estas disposiciones se deben aplicar tanto a los envases nuevos como a los reutilizables, debiendo adoptar todas las medidas necesarias para impedir alguna emergencia.

Las disposiciones, que se deben de seguir para la fabricación o reutilización de los envases y/o embalajes, están basadas en las recomendaciones hechas por asociaciones y organismos privados y gubernamentales, especializados en el transporte de sustancias peligrosas. Adicionalmente, de acuerdo a su experiencia, recomiendan las pruebas de resistencia, tensión y otras a las que se deberá someter un envase y/o embalaje, para que se pueda considerar como seguro.

##### **4.1.- TERMINOS Y DEFINICIONES.**

**A) BIDON.-** Es un cilindro de fondo plano o de fondo convexo, hecho de metal, cartón, plástico, madera contrachapada o otro material apropiado. Se incluyen a los envases/embalajes que tengan otras formas, por ejemplo los envases/embalajes redondos de cuello cónico o en forma de cubo.

B) BULTO.- Es el producto final de la operación de envasado/embalaje, constituido por el envase/embalaje y su contenido preparados para el transporte.

C) CAJA.- Es un envase/embalaje de caras rectangulares o poligonales llenas, hecho de metal, madera contrachapada, madera reconstruida, cartón, plástico u otro material apropiado.

D) CAPACIDAD MAXIMA.- Se entiende por capacidad máxima a el volumen interior máximo de los recipientes o de los envases/embalajes, expresados en litros.

E) CIERRE.- Dispositivo que sirve para cerrar la abertura de un recipiente.

F) ENVASE/EMBALAJE.- Es un recipiente y todos los demás elementos o materiales necesarios para que el recipiente pueda desempeñar su función de retención.

G) ENVASE/EMBALAJE COMBINADO.- Es una combinación de envase/embalaje para el transporte, constituida por uno o varios envases/embalajes interiores sujetos dentro de un envase/embalaje exterior.

H) ENVASE/EMBALAJE COMPUESTO.- Es un envase/embalaje constituido por un envase/embalaje exterior y un recipiente interior constituidos de tal manera que juntos constituyen un envase/embalaje integrado; una vez montado, tal envase/embalaje es un todo indivisible que se llena, se almacena, se transporta y se vacía como tal.

I) ENVASE/EMBALAJE EXTERIOR.- Es la protección exterior de un envase/embalaje combinado, junto con los materiales absorbentes, los materiales amortiguadores y todos los demás elementos necesari-

rios para retener y proteger los recipientes interiores o los envases/embalajes interiores.

J) ENVASE/EMBALAJE INTERIOR.- Es el que tiene que estar provisto de un envase/embalaje exterior para su transporte.

K) ENVASE/EMBALAJE REACONDICIONADO.- Se consideran, entre otros, todo bidón de metal que:

- que se haya limpiado hasta poner al descubierto el metal de que esté construido originalmente, de manera que se hayan eliminado los restos de cualquier sustancia que haya ido en su interior, la corrosión interna y externa, y los revestimientos y etiquetas exteriores;
- restaurado en su forma y contorno originales, con rebordes (si los contiene) rectificadas y estancos, y cuyas empaquetaduras separables se hayan sustituido por otras nuevas;
- inspeccionado tras su limpieza pero antes de pintarlo, y que no presente picaduras por corrosión, una notable disminución del espesor del metal, fatiga del metal, roscas o cierres deteriorados, u otros defectos de importancia (cualquiera de tales anomalías supondría el rechazo del bidón).

L) ENVASE/EMBALAJE REUTILIZADO.- Se considera, entre otros a todo bidón de metal que se llene de nuevo con el mismo producto, o con otro similar que sea compatible, y cuyo transporte se efectúe dentro de los límites de una cadena de distribución controlada por el propio expedidor del producto.

M) JAULA.- Es un embalaje exterior en forma de armazón, con espacios abiertos entre sus elementos constructivos.

N) JERRICAN.- Es un envase/embalaje de sección rectangular o poligonal, hecho de metal o de plástico.

Ñ) MASA NETA MAXIMA.- La masa neta máxima del contenido de un envase/embalaje único o la masa combinada de los envases/embalajes interiores y de su contenido, expresada en kilogramos.

O) RECIPIENTE.- Es un receptáculo destinado a contener sustancias u objetos, incluyendo cualquier dispositivo de cierre.

P) RECIPIENTE INTERIOR.- Es un receptáculo que tiene que estar provisto de un envase/embalaje exterior para poder desempeñar su función de retención.

Q) SACO.- Es un envase/embalaje flexible hecho de papel, de película de plástico, de tela, de material tejido o de otro material apropiado.

R) TONEL DE MADERA.- Es un envase/embalaje hecho de madera natural, de sección circular, con paredes bombeadas, constituido por duelas y fondos, y provisto de aros.

#### 4.2.- CLASIFICACION DE LOS ENVASES/EMBALAJES.

La clasificación de los envases/embalajes es de acuerdo al grado de peligrosidad, que representa el transporte de una sustancia peligrosa determinada, de donde se tiene la siguiente división:

- Mercancías muy peligrosas: grupo de envase/embalaje I.
- Mercancías medianamente peligrosas: grupo de envase/embalaje II.
- Mercancías poco peligrosas: grupo de envase/embalaje III.

Es aplicable a todas las clases de sustancias, de acuerdo a la

clasificación de Naciones Unidas, en términos generales (88). Las excepciones son la clase 7, la cual para determinar los tipos de envases/embalajes, a utilizar, se debe basar en las recomendaciones realizadas por la Organización Internacional de Energía Atómica (O.I.E.A.). La clase 6.2 debe contar con: a) un envase/embalaje interno que comprenda, un recipiente primario estanco, un envase/embalaje secundario estanco y un material absorbente colocado entre ellos; y b) un envase/embalaje exterior suficientemente sólido en relación con su capacidad y masa, y con el uso a que esté destinado. Con relación a la clase 2, esta se tratara en el capítulo relativo al transporte multimodal.

#### 4.3.- CLAVE DE DESIGNACION DE LOS TIPOS DE ENVASE/EMBALAJE.

De acuerdo a las disposiciones de las Naciones Unidas, la clave de designación debe de constar de una cifra arábica que indique el tipo de envase/embalaje, seguida de una o varias mayúsculas en caracteres latinos que indiquen el material y finalmente, cuando sea necesario, una cifra arábica que indique la categoría del envase/embalaje dentro del tipo a que pertenezca éste (TABLA IV.1).

Para el caso de los envases/embalajes compuestos, en el segundo lugar de la clave deben figurar dos letras mayúsculas en caracteres latinos. La primera indica el material del recipiente interior, y la segunda, el del envase/embalaje. En el caso de los envases/embalajes combinados, sólo se debe utilizar la clave correspondiente al envase/embalaje exterior (80)(84).

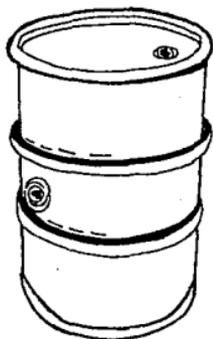


FIG. 4.1.- BIDON DE ACERO (1A).

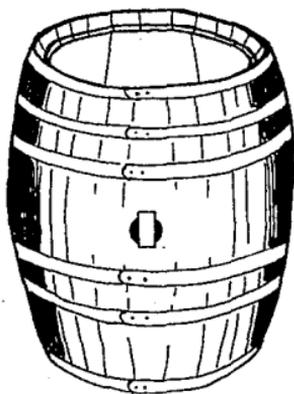


FIG. 4.2.- TONEL DE MADERA NATURAL (2C).

U. N. A. M	ENVASES/EMBALAJES	ESCALA : NO
FAC. QUIMICA		ACOT. : NO

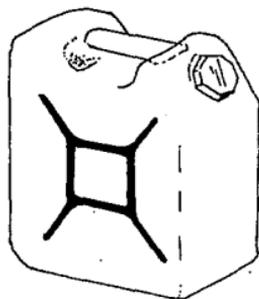


FIG. 4.3.- JERRICAN DE PLASTICO (3H).



FIG. 4.4.- CAJA DE MADERA (4C).

U. N. A. M	ENVASES/EMBALAJES.	ESCALA : NO
FAC. QUIMICA		ACOT. : NO

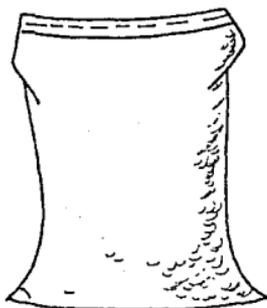


FIG. 4.5.- SACO TEXTIL SIN FORRO (5L).

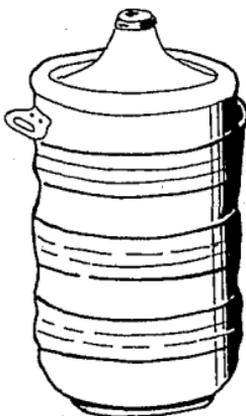


FIG. 4.6.- ENVASE/EMBALAJE COMPUESTO (6PH).

U. N. A. M

FAC. QUIMICA

ENVASES/EMBALAJES.

ESCALA : NO

ACOT. : NO

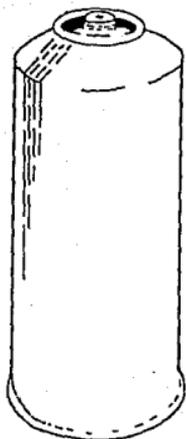


FIG. 4.7.- RECIPIENTE A PRESION.  
CILINDRO DE ALUMINIO

U. N. A. M	ENVASES/EMBALAJES.	ESCALA : NO
FAC. QUIMICA		ACOT. : NO

**TABLA IV.1, CLAVES DE ENVASES/EMBALAJES.**

<b>TIPO</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>CLAVE</b>
1.-BIDONES	A.- Acero	1.- de tapa no amovible	1A1, 1A2
	B.- Aluminio		1B1, 1B2
	H.- Plástico	2.- de tapa amovible	1H1, 1H2
	D.- Madera contrachapada		1D
	G.- Cartón		1G
2.-TONELES	C.- Madera	1.- de bitoque 2.- de tapa amovible	2C1, 2C2
3.- JERRICANES	A.- Acero	1.- de tapa no amovible	3A1, 3A2
	H.- Plástico	2.- de tapa amovible	3H1, 3H2
4.- CAJAS	A.- Acero	1.- _____	4A1, 4A2
	B.- Aluminio	2.- con forro interno	4B1, 4B2
	C.- Madera natural	1.- ordinaria 2.- de paredes no tamizada	4C1, 4C2
	D.- Madera contrachapada		4D
	F.- Madera reconstruida		4F
	G.- Cartón		4G
	H.- Plástico	1.- expandido 2.- rígido	4H1, 4H2
5.- SACOS	H.- Tejido plástico	1.- sin forro ni revestimiento interno 2.- no tamizantes 3.- resistentes al agua	5H1, 5L1
	L.-Materiales textiles		5H2, 5L2
			5H3, 5L3
	H.- Película de plástico		5H4
	M.- Papel	1.- de varias hojas 2.- de varias hojas resistente al agua	5M1, 5M2

TIPO	MATERIAL	CATEGORIA	CLAVE
6.-ENVASES EMBALAJES COMPUESTOS	H.-Recipiente de plástico	1.- con un bidón exterior de: A.-Acero, B.-Aluminio D.-madera contrachapada, G.-Cartón, H.- Plástico	6HA1, 6HA1 6HB1, 6HB2 6HD1, 6HD2 6HG1, 6HG2 6HH1, 6HH2
	P.-Recipiente de vidrio, porcelana o de gres.	2.- con una jaula o una caja exterior de: A.-Acero, B.-Aluminio, D.-madera contrachapada, G.- Cartón, H.-Plástico	6PA1, 6PA2 6PB1, 6PB2 6PD1, 6PD2 6PG1, 6PG2 6PH1, 6PH2

Las cifras siguientes indican el tipo de envase/embalaje:

- 1.- Bidón.
- 2.- Tonel de madera.
- 3.- Jerricán.
- 4.- Caja.
- 5.- Saco.
- 6.- Envase/embalaje compuesto.
- 7.- Recipiente a presión.

Las letras mayúsculas siguientes indican el tipo de material:

- A.- Acero (de todos los tipos).
- B.- Aluminio.
- C.- Madera natural.
- D.- Madera contrachapada.
- F.- Madera reconstruida.
- G.- Cartón.
- H.- Plástico.
- L.- Tela.

M.- Papel de varias hojas.

N.- Metal (excepto el acero y el aluminio).

P.- Vidrio, porcelana o gres.

#### 4.4.- MARCAS.

Las recomendaciones de las Naciones Unidas para el mercado de los envases/embalajes tienen las siguientes características:

A) El símbolo de las Naciones Unidas.

En el caso de los envases/embalajes de metal con marcas en relieve o embutidas, se pueden utilizar como símbolo las letras "UN".

B) La clave que designa el tipo de envase/embalaje.

C) Una clave compuesta de dos partes:

- una letra que indica el grupo o los grupos de envases/embalajes para los que el modelo de que se trate ha superado las pruebas:

X, para los grupos de envase/embalaje I, II, y III;

Y, para los grupos de envase/embalaje II y III; y

Z, para los grupos de envase/embalaje III solamente.

- en el caso de los envases/embalajes sin envase/embalaje interior destinados al transporte de líquidos, la densidad relativa, redondeadas al primer decimal (se puede omitir si la densidad relativa no excede de 1.2); en el caso de los envases/embalajes destinado al transporte de sustancias sólidas o de envases/embalajes interiores, la masa bruta máxima en kilogramos.

D) La letra "S", que indica que el envase/embalaje está destinado al transporte de sustancias sólidas o de envases/embalajes interiores, cuando el envase/embalaje ha superado una prueba de pre-

sión hidráulica, expresando la presión de prueba en kPa.

E) Los dos últimos dígitos del año de fabricación del envase/embalaje. Para los tipos 1H y 3H deben también llevar una indicación del mes de fabricación.

F) El signo distintivo del Estado que autorice la atribución de la marca. Se debe utilizar el signo distintivo de los vehículos motorizados en el tráfico internacional.

G) El nombre del fabricante u otra marca de identificación del envase/embalaje prescrita por las autoridades competentes.

Las marcas deben figurar en el orden indicado en los incisos anteriores, además que las marcas deben ser permanentes, en especial cuando son reacondicionados los envases/embalajes.

Para los envases/embalajes reacondicionados, se debe poner una marca indeleble que contenga:

H) El signo distintivo del Estado en que se haya hecho el reacondicionamiento.

I) El nombre o el símbolo autorizado del reacondicionador.

J) El año del reacondicionamiento, la letra "R" y, en el caso de los envases/embalajes que hayan superado las pruebas de estanquidad la letra adicional "L", (84) (85).

Un ejemplo de marcas de envases/embalajes, se puede dar para una caja nueva de cartón donde se obtiene: 4G/Y145/S/83 NL/VL823.

#### **4.5.- PRUEBAS DE ENVASES/EMBALAJES.**

Cada modelo de envase/embalaje, antes de ser utilizado, debe haber superado las pruebas correspondientes para una total seguridad.

dad en el transporte. Estas deben repetirse con muestras fabricadas en serie, con la periodicidad que determinen las autoridades competentes, además que deben repetirse después de cada modificación que altere el diseño, el material o el modo de construcción de un envase/embalaje.

**4.5.1.- PREPARACION DE LOS ENVASES/EMBALAJES.** Las pruebas deben realizarse con envases/embalajes preparados para el transporte, incluyendo a los envases/embalajes interiores de los envases/embalajes combinados. Los recipientes interiores o únicos deben estar llenos hasta al menos un 95% de su capacidad en el caso de los sólidos y un 98% de su capacidad en el caso de los líquidos. Las sustancias que haya que transportar en los bultos pueden ser sustituidas por otras sustancias, a menos que ello invalide los resultados de las pruebas. En el caso de los sólidos, si se utiliza otra sustancia, ésta debe tener las mismas características físicas que la sustancia que haya que transportar.

En las pruebas de caída relativa a líquidos, cuando se utilice otra sustancia, ésta debe tener una densidad relativa y una viscosidad similares a las de las sustancias que haya que transportar.

Los envases/embalajes de papel o cartón deben ser acondicionados durante al menos 24 horas, en condiciones de temperatura y humedad relativa controlada. A este respecto se tienen tres posibilidades. entre las que se tiene que elegir una de las siguientes opciones:

OPCIONES	U N O	D O S	T R E S
TEMPERATURA	23°C ± 2°C	20°C ± 2°C	27°C ± 2°C
HUMEDAD RELATIVA	50% ± 2%	65% ± 2%	65% ± 2%

En el caso de los toneles de madera natural del tipo bitoque deben haber estado llenos de agua durante al menos 24 horas antes de las pruebas.

En el caso del plástico utilizado para la fabricación de bidones, jerricas y envases/embalajes combinados, estos no deben ser afectados por la acción química o de otra índole de las sustancias peligrosas a transportar, así como no contener componentes que puedan reaccionar peligrosamente con el contenido de manera que se formen productos peligrosos o que debiliten considerablemente el envase/embalaje. Estos deben ser de un plástico apropiado, tener una resistencia adecuada a su capacidad y el uso que esté destinado, así como suficientemente resistente al envejecimiento y al deterioro causado, sea por la sustancia contenida o causado por radiación ultravioleta. Para determinar este tipo de efectos se pueden realizar pruebas preliminares, que se extiendan por un período largo de tiempo, por ejemplo de seis meses, durante el cual esas muestras permanecerán llenas de las sustancias que están destinadas a contener y después del cual se deben someter las muestras a las pruebas correspondientes (84) (86).

4.5.2.- PRUEBAS DE CAIDA. Para esta prueba, los bidones, jerricas y cajas de plástico de los envases/embalajes compuestos y combinados con interiores de plástico se deben hacer una vez que la

temperatura de la muestra y de su contenido ha bajado a  $-18^{\circ}\text{C}$  o menos. Los líquidos utilizados en esta prueba deben mantenerse en estado líquido, añadiendo anticongelante de ser necesario.

La caída debe hacerse sobre una superficie rígida, no elástica, plana y horizontal.

El número de muestras, (por tipo de construcción y fabricación), para cada prueba de caída se describe en la TABLA IV.2.

Para determinar la altura de la caída se deben considerar los siguientes casos:

Caso 1 : Para sólidos y líquidos. Si la prueba se realiza con el sólido o el líquido que hay que transportar o con otra sustancia que tenga esencialmente las mismas características físicas.

Caso 2A: Para los líquidos si la prueba se hace con agua, cuando la densidad relativa, de la sustancia a transportar, no es superior a 1.2.

Caso 2B: Para los líquidos, cuando la prueba se hace con agua, si la sustancia que hay que transportar tiene una densidad relativa superior a 1.2.

En la TABLA IV.3 se definen las alturas para cada caso.

Se consideran los siguientes criterios para determinar superada la prueba de caída:

- 1.- Cada envase/embalaje que contenga líquido debe ser estanco una vez que se haya alcanzado el equilibrio entre la presión interna y la presión externa.
- 2.- En el caso de un envase/embalaje para sólido que ha sido so-

metido a una prueba de caída y ha chocado contra la superfi-

TABLA IV.2, PRUEBAS DE CAIDA.

ENVASES/EMBALAJES	No. DE MUESTRA PARA LA PRUEBA	ORIENTACION DE LA MUESTRA PARA LA CAIDA
<p>Bidones de acero                      Bidones de aluminio                      Jerricanes de acero                      Bidones de madera contrachapada                      Toneles de madera                      Bidones de cartón                      Bidones y jerricanes de plástico                      Envases/embalajes compuestos en forma de bidón</p>	<p>Seis                      (tres para cada caída)</p>	<p>Primera caída (tres muestras): el envase/embalaje debe golpear la superficie de caída diagonalmente con el reborde o, si no tiene, con una costura de la periferia o con un borde.                      Segunda caída (tres muestras): el envase/embalaje debe golpear la superficie de caída con la parte más débil no probada en la primera caída.</p>
<p>Cajas de madera natural                      Cajas de madera contrachapada                      Cajas de madera reconstruida                      Cajas de cartón                      Cajas de plástico                      Cajas de acero o de aluminio                      Envases/embalajes compuestos en forma de caja</p>	<p>Tres                      (una para cada caída)</p>	<p>Primera caída: de plano sobre el fondo.                      Segunda caída: de plano sobre la parte superior.                      Tercera caída: de plano sobre una de las paredes laterales más largas.                      Cuarta caída: de plano sobre una de las paredes laterales más cortas.                      Quinta caída: sobre una esquina.</p>
<p>Sacos de una sola hoja, con costura lateral.</p>	<p>Tres                      (tres caídas por saco)</p>	<p>Primera caída: de plano sobre una cara ancha.                      Segunda caída: de plano sobre una cara estrecha.                      Tercera caída: sobre un extremo del saco.</p>
<p>Sacos de una sola hoja, sin costura lateral, o de varias hojas.</p>	<p>Tres                      (dos caídas por saco)</p>	<p>Primera caída: de plano sobre una cara ancha.                      Segunda caída: sobre un extremo del saco.</p>

**TABLA IV.3, ALTURAS PARA LA PRUEBA DE CAIDA.**

<b>C A S O</b>	<b>GRUPO DE ENVASE- EMBALAJE I.</b>	<b>GRUPO DE ENVASE- EMBALAJE II.</b>	<b>GRUPO DE ENVASE- EMBALAJE III.</b>
1	1.8 metros	1.2 metros	0.8 metros
2A	1.8 metros	1.2 metros	0.8 metros
2B	d*1.5 metros	d*1.0 metros	d*0.67 metros

Donde: d = Densidad relativa.

cie de caída con su cara superior, cuando la totalidad del contenido queda retenido por un envase/embalaje interior o por un recipiente interior.

- 3.- El envase/embalaje no debe presentar ningún deterioro que pueda afectar a la seguridad durante el transporte.
- 4.- Ni la hoja exterior de un saco ni un envase/embalaje exterior deben presentar ningún deterioro que pueda afectar a la seguridad durante el transporte.
- 5.- En el caso de los envases/embalajes de mercancías de la clase I no debe producirse ninguna rotura que ocasione el derrame de sustancia u objetos explosivos sueltos a través del envase/embalaje exterior (84) (87).

**4.5.3.- PRUEBA DE ESTANQUIDAD.** Se deben someter a la prueba de estanquidad todos los modelos de envase/embalaje destinados al transporte de líquidos, tomando un número de tres muestras por modelo y por fabricante.

Como preparación especial se tiene que considerar, que si los cierres están provistos de orificios de aireación, es necesario, sean sustituidos por cierres similares sin orificio de aireación.

El método de prueba, consiste en que el envase/embalaje, incluidos sus cierres; deben estar sujetos bajo el agua mientras se les aplica una presión de aire interna. La presión de aire (manométrica) que ha de aplicarse debe ser la siguiente:

GRUPO DE ENVASE EMBALAJE I	GRUPO DE ENVASE EMBALAJE II	GRUPO DE ENVASE EMBALAJE III
Al menos 30 kPa.	Al menos 20 kPa.	Al menos 20 kPa.

Considerándose superada la prueba si no hay ningún escape,  
(80) (84) (88)

4.5.4.- PRUEBA DE PRESION INTERNA (HIDRAULICA). Se deben someter a esta prueba todos los envases/embalajes de metal o de plástico, así como los compuestos destinados al transporte de líquidos. Para realizar la prueba se deben tomar tres muestras por modelo y por fabricante.

Como preparación especial se deben considerar si los cierres están provistos de orificios de ventilación, es necesario, sustituirlos por cierres similares sin orificio de ventilación, que cierren herméticamente.

Los envases/embalajes de metal y los compuestos. (de vidrio, porcelana o gres), incluidos sus cierres, deben ser sometidos a la presión de prueba durante cinco minutos. Para los envases/embalajes de plástico y los compuestos, (de plástico), incluidos sus cierres, deben ser sometidos a la presión de prueba durante 30 minutos. La presión debe aplicarse de manera continua y regular, manteniéndose constante durante la prueba. La presión hidráulica

que ha de aplicarse, está determinada por cualquiera de los métodos que se indican a continuación:

- 1.- Al menos la presión manométrica total medida en el envase/embalaje a 55°C, multiplicada por el coeficiente de seguridad de 1.5.
- 2.- Al menos 1.75 veces la presión de vapor a 50°C de la sustancia que haya que transportar, menos 100 kPa.
- 3.- Al menos 1.5 veces la presión de vapor a 50°C de la sustancia que haya que transportar, menos 100 kPa.

Los envase/embalajes destinados a contener sustancias del grupo de envase/embalajes I deben ser sometidos a una presión mínima manométrica de prueba de 250 kPa, durante un período de prueba de 5 ó 30 minutos, según el material de construcción del envase/embalaje.

Se considera superada la prueba si el envase/embalaje no presenta escape (84)(88).

**4.5.5.- PRUEBA DE APILAMIENTO.** Todos los tipos de envases/embalajes deben ser sometidos a esta prueba, excepto los sacos, tomando tres muestras por modelo y por fabricante.

La muestra debe ser sometida a una fuerza, aplicada en su parte superior, equivalente al peso total de los bultos idénticos que podrían apilarse sobre ella durante el transporte: la altura mínima de la pila, incluyendo la muestra debe ser de tres metros. La duración de la prueba debe ser de 24 horas, excepto en el caso de los bidones y jerricas de plástico y de los envases/embalajes compuestos de plástico, (6HH1 y 6HH2), destinados al transporte

de líquidos, que deben someterse a la prueba de apilamiento durante 28 días a una temperatura de al menos 40°C.

Criterios de superación de la prueba: Ninguna de las muestras debe presentar escape. En el caso de los envases/embalajes compuestos o combinados, no debe haber ningún escape de la sustancia contenida en el recipiente interior. Ninguna muestra debe presentar deterioros que puedan comprometer la seguridad en el curso del transporte, ni deformación alguna que pueda reducir su resistencia o provocar una inestabilidad de la pila de bultos (84)-(88) (89).

4.5.6.- PRUEBA DE TONELERIA PARA LOS TONELES DE MADERA DE BITOQUE. Se toma como muestra un tonel, al cual como método de prueba se le quitan todos los aros situados por encima de la panza de un tonel que tenga por lo menos dos días de ser vaciado. El diámetro de la parte superior del tonel no debe aumentar en más de un 10%, para considerar satisfactoria la prueba, (84).

4.5.7.- PRUEBA DE ESTANQUIDAD PARA LOS AEROSOL Y RECIPIENTES PEQUEÑOS DE GAS. Debe someterse a esta prueba a todos y cada uno de los recipientes, introduciéndolos en un baño de agua caliente. La temperatura de ésta y la duración de la prueba deberán ser tales que el contenido ejerza una presión igual a la que se alcanzaría a 50°C. Si el contenido es sensible al calor, o si el recipiente es de un plástico que reblandezca a la temperatura de prueba, deberá ponerse el agua a una temperatura de entre 20 y 30°C; y en tal caso, además por cada 2000 recipientes se ensayará uno a la mayor de esas dos temperaturas.

No debe producirse ninguna fuga de contenido ni deformación permanente de recipiente, si éste es de plástico, se admitirá que se deforme por reblandecimiento, a condiciones de que no tenga fugas

4.5.8.- PRUEBAS PARA LA CLASE 6.2. Los envases/embalajes de la clase 6.2, se deberán preparar como para el transporte, muestras de cada uno de ellos. Si se trata de una sustancia infecciosa líquida o sólida, esta se deberá sustituir por agua.

Las pruebas que se deben realizar a los envases/embalajes de la clase 6.2 se describen en la TABLA IV.4.

Las pruebas a realizar, tienen el siguiente procedimiento:

I.- CAIDA LIBRE:

- 1) La prueba de caída libre se realizara desde una altura de 9 metros, sobre la superficie horizontal rígida, no elastica y plana. Si tiene forma de caja se dejara caer 5 veces de diferentes formas. Si tiene forma de bidón se dejara caer tres veces sucesivamente, en diferentes posiciones:
- 2) Se sumerge la muestra en agua por un tiempo mínimo de 5 minutos, posteriormente se escurre por un tiempo máximo de 30 minutos a 23°C y 50% de humedad relativa. Seguidamente se realiza la prueba de caída, de acuerdo al inciso (1).
- 3) Se acondiciona la muestra por 24 horas, como mínimo, a una temperatura de -18°C o menos, y, antes de 15 minutos después de haber terminado el acondicionamiento se deberá realizar la prueba de caída, inciso (1). Si la muestra contenía hielo seco la muestra tendrá un acondicionamiento de tan solo 4 horas.
- 4) Si esta previsto que el envase/embalaje lleve hielo seco, se

deber almacenar una muestra durante tiempo suficiente como para que se disipe el hielo seco, y , seguidamente se realiza la prueba de caída (1).

**II.- PERFORACION:**

- Para envases/embalajes de hasta 7 kilogramos de masa bruta.- Se colocan las muestras sobre una superficie dura y lisa. Se dejan caer, en posición vertical y desde un metro de altura, una barra cilíndrica de acero de por lo menos 7 kilogramos de peso.

- Para los envases/embalajes de mas de 7 kilogramos de masa bruta.- Se deja caer la muestra sobre un cilindro de acero fijo en el piso, desde una altura de un metro.

Los embalajes para animales vivos deben probarse de manera que quede constancia de que ofrece condiciones de seguridad, para lo cual se deberán realizar las pruebas de caída libre y perforación, de la forma arriba descrita (82).

**TABLA IV.4, PRUEBAS PARA LA CLASE 6.2**

MATERIAL DE					PRUEBAS PRESCRITAS				
ENVASE/EMBALAJE EXTERIOR			ENVASE/EMBALAJE INTERIOR		CAIDA LIBRE				PERFORACION
G	H	OTROS	H	OTROS	1	2	3	4	
*			*			*	*	CUANDO SE UTILIZA HIELO SECO	*
*				*		*	*		*
	*		*				*		*
	*		*	*			*		*
		*		*	*				*
		*		*					*

En donde: G = Cartón; H = Plástico;

5.- CAPITULO IV.

## 5.- C A P I T U L O I V

### TRANSPORTE MULTIMODAL

En los últimos años, a nivel mundial y particularmente en los países de alto grado de desarrollo se la ha dado especial reconocimiento a los riesgos inherentes surgidos de la transportación de productos químicos peligrosos, mismos que pueden llegar a repercutir desfavorablemente en el ambiente, la salud y los recursos materiales propios o de terceros.

Lo anteriormente expuesto ha provocado que la seguridad en el transporte de sustancias peligrosas, en especial el transporte multimodal, sea visto como un elemento indispensable en la conformación de los programas de comercialización de este tipo de productos.

Es por lo cual los equipos para el transporte multimodal deben de cubrir ciertos requisitos, para poderse considerarse seguros, desde los materiales de construcción, la forma de su construcción, hasta las pruebas que se le realizan para considerarlos con un alto grado de seguridad.

#### 5.1.- DEFINICIONES UTILIZADAS EN EL TRANSPORTE MULTIMODAL.

A) Contenedor cisterna.- Se entiende por cisterna a un depósito que esté provisto de los elementos de servicio y estructurales que sean necesarios para el transporte de líquidos peligrosos. Este podrá ser transportado por mar o tierra, y ser cargado y descargado sin necesidad de desmontar sus elementos estructurales

tener elementos estabilizadores exteriores al depósito. Sus capacidades deben ser menores de 450 litros para las clases 3 a la 9 y mayores de 1000 litros para la clase 2.

B) Depósito.- Es la cisterna, propiamente dicha, incluidas las aberturas y sus cierres.

C) Elementos de servicio.- Son los dispositivos de llenado y vaciado, aireación, seguridad, calefacción y aislamiento térmico, así como los instrumentos de medida, para el depósito.

D) Elementos estructurales.- Son los elementos de refuerzo, sujeción, protección o estabilización exteriores al depósito.

E) Presión de servicio máxima autorizada.- Para las sustancias de las clase 3 a la 9, se entiende por presión de servicio máxima a cualquiera de las dos presiones siguientes:

1) la presión efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o

2) la presión manométrica efectiva máxima para la que deben estar diseñadas las cisternas destinadas al transporte de líquidos.

Para las sustancias de la clase 2, se considera la presión de servicio máxima a la presión manométrica máxima. Para todos los casos la presión se mide en la parte superior de la cisterna cuando se encuentra en posición normal.

F) Presión de prueba.- Es la presión máxima existente en el depósito durante las pruebas de presión hidráulica.

G) Presión de vaciado.- Es la presión máxima efectiva existente en el depósito cuando se vacía éste a presión.

H) Masa total.- Es la masa del depósito, de sus elementos de ser-

vicio, estructurales y de la carga máxima cuyo transporte este autorizado.

I) Temperatura de referencia.- Es únicamente para las sustancias de la clase 2, y es la temperatura a la que se determina la presión de vapor del contenido. Este valor para los diferentes tipos de cisternas es el siguiente:

- cisternas de un diámetro de 1.5 metros como máximo: 65°C.

- cisternas de un diámetro de más de 1.5 metros:

i) sin aislamiento ni cubierta protectora contra el sol: 60°C

ii) con cubierta protectora contra el sol: 55°C.

iii) con aislamiento: 50°C.

J) Tasa de llenado.- Es la masa media de sustancia por litro de capacidad de la cisterna (kg/l).

Las siguientes definiciones aplican a los gases licuados refrigerados de la clase 2:

K) Cisterna.- Es una construcción que normalmente consta de una camisa exterior y uno o varios depósitos internos, existiendo entre aquéllos y éstos un espacio intermedio que está termoaislado y del que se ha extraído el aire; una camisa exterior y un depósito interior con una capa intermedia de material termoaislante compacto; y un depósito exterior con una capa interior de material termoaislante compacto.

L) Tiempo de retención.- Es el tiempo que transcurre entre el momento en que el líquido empieza a hervir, a la presión atmosférica, y el momento en que la presión del contenedor de la cisterna alcanza la presión de servicio máxima autorizada en condi-

ciones de equilibrio.

LL) Temperatura mínima de proyecto. - Es la temperatura mínima del contenedor a la que se puede utilizar el contenedor cisterna.

## 5.2.- DISPOSICIONES GENERALES RELATIVAS A LA CONSTRUCCION Y UTILIZACION DE CISTERNAS.

Los depósitos de los contenedores cisterna deben ser de materiales metálicos capaces de recibir la forma deseada, así como apropiados para el medio ambiente en el que éstas puedan ser transportadas. Para los depósitos soldados sólo de debe utilizar un material cuya soldabilidad esté plenamente demostrada. Adicionalmente en el caso de los gases licuables a presión de la clase 2, si el procedimiento de fabricación o los materiales utilizados lo exigen, se deberán someter las cisternas a un tratamiento térmico adecuado después de las operaciones de soldadura, además que el acero deberá ser resistente a la rotura por fragilidad a la corrosión fisurante bajo un esfuerzo de tracción a la temperatura comprendida entre los  $-30^{\circ}\text{C}$  y una temperatura de referencia. Las soldaduras deben estar bien hechas y ofrecer completa seguridad. Los contenedores cisterna, sus accesorios y tuberías deben estar fabricados con un material, que sea prácticamente inalterable por la sustancia transportada, o que sea eficazmente pasivo o neutralizado por la reacción química con esa sustancia o que esté revestido de otro material resistente a la corrosión. Además se debe tomar en cuenta que el material de fabricación no afecte negativamente al contenido de la cisterna.

El revestimiento de todas las cisternas, de sus accesorios y sus

tuberías debe ser continuo y cubrir completamente la cara de cualquier brida. El material del revestimiento debe ser prácticamente inalterable por las sustancias transportadas, homogéneo, no poroso y al menos tan elástico como el material de que estén hechos el depósito y las tuberías.

Los contenedores cisterna que no estén provistos de válvulas de depresión deben ser diseñados de tal forma que resistan, sin deformación permanente, una presión externa de al menos 0.4 bares por encima de la presión interna, en el caso de contener válvulas de depresión se deben diseñar de tal forma que resistan, sin deformación permanente, una sobrepresión externa efectiva igual o mayor a 0.21 bares y sus válvulas de depresión deben estar reguladas para que abran a menos 0.21 bares.

Los contenedores cisterna destinados al transporte multimodal deben ser diseñados y construidos de forma que resistan una presión de prueba de al menos 1.5 veces la presión de servicio máxima autorizada.

Al elegir el material y al determinar el espesor de las paredes se deben tener en consideración las temperaturas máximas y mínimas de llenado o de servicio, habida cuenta del riesgo de fractura por fragilidad.

Para los contenedores cisterna, destinados al transporte de líquidos inflamables cuyo punto de inflamación no sea superior a 55°C, deben poder ser eléctricamente puestos a tierra.

**5.2.1.- DISPOSICIONES ADICIONALES PARA LA CONSTRUCCION Y UTILIZACION DE CISTERNAS DE CONTENEDORES DESTINADOS AL TRANSPORTE MUL-**

TIMODAL DE GASES LICUABLES A PRESION NO REFRIGERADOS. Además de las disposiciones antes descritas, los contenedores cisterna para gases licuados a presión de la clase 2, que vayan a ser sometidos a un vacío considerable antes del llenado o durante el vaciado deben proyectarse de forma que resistan una presión externa de al menos 0.9 bares y deben ser probados a esa presión.

Si el depósito de los contenedores cisterna destinados al transporte de gases tiene un aislamiento térmico, éste debe consistir en:

- i) bien una cubierta que proteja como mínimo el tercio superior y como máximo la mitad superior de la superficie del contenedor cisterna y que esté separada del depósito por una capa de aire de alrededor de 4 centímetros de espesor.
- ii) bien en un revestimiento completo, de espesor suficiente, hecho de materiales aislantes protegidos de manera que el revestimiento no pueda humedecerse ni deteriorarse en las condiciones normales de transporte.

Los contenedores cisternas de este tipo deben ser proyectados y construidos de forma que resistan una presión de prueba de al menos 1.3 veces la presión de servicio máxima autorizada.

5.2.2.- DISPOSICIONES ADICIONALES PARA LA CONSTRUCCION Y UTILIZACION DE CISTERNAS DE CONTENEDORES DESTINADOS AL TRANSPORTE MULTIMODAL DE GASES LICUADOS REFRIGERADOS. Para los gases licuados refrigerados, de la clase 2, los depósitos de los contenedores cisterna deben ser de un acero, aluminio o aleaciones de aluminio aptas para la embutición, y que tengan ductilidad y resistencia

suficiente a la temperatura mínima proyectada y, si lo exige el procedimiento de fabricación de los materiales, se le aplicará al depósito un tratamiento térmico apropiado que garantice una resistencia suficiente en las juntas soldadas y en las zonas afectadas por el calor.

El aislamiento térmico consistirá en un revestimiento completo, exterior o interior, del depósito o depósitos de la cisterna, constituidos por materiales aislantes eficientes. El aislamiento exterior debe ir protegido por una camisa u otro revestimiento apropiado, a fin de que, en las condiciones normales de transporte, no penetre la humedad o se produzcan otros daños. Este, si es destinado para el transporte de gases licuados refrigerados cuyo punto de ebullición sea inferior a  $-182^{\circ}\text{C}$ , a la presión atmosférica, no debe contener ningún material que pueda reaccionar peligrosamente con el oxígeno.

Para el cálculo del tiempo de retención se tendrá en cuenta lo siguiente:

- A) la eficiencia del sistema de aislamiento previsto;
- B) la presión de servicio máxima autorizada;
- C) el grado de llenado;
- D) una temperatura ambiente teórica de  $50^{\circ}\text{C}$ ;
- E) las propiedades físicas de las sustancias a transportar.

### 5.3.- ESPESOR MINIMO DE LA CHAPA DEL DEPOSITO.

En los contenedores cisterna cuyo diámetro no sea superior a 1.80 metros, las partes cilíndricas y las extremidades de los depósi-

tos deben tener al menos 5 milímetros de espesor si son de acero dulce, o un espesor equivalente si son de otro metal. En los contenedores cisterna cuyo diámetro exceda de 1.80 metros, deben tener al menos 6 milímetros de espesor si son de acero dulce, o un espesor equivalente si son de otro metal. Las partes cilíndricas y las extremidades de todos los contenedores cisterna deben tener al menos 3 milímetros de espesor, sea cual fuere el material empleado para su construcción.

Para el caso de los depósitos aislados por vacío, de los gases licuados refrigerados, cuyo diámetro sea igual o inferior a 1.80 metros deben tener paredes de al menos 3 milímetros de espesor, si son de un acero dulce, o de un espesor equivalente si son de otro material. Si el diámetro es mayor de 1.80 metros se deben tener paredes de al menos 4 milímetros de espesor, si es acero dulce o el equivalente si son otros materiales. Hay que tomar en cuenta, que para este caso, el acero dulce no es un material adecuado, pero se toma únicamente como referencia.

En el caso de un metal distinto del acero dulce que tenga una resistencia a la tracción mínima garantizada de 37 decanewtons/mm<sup>2</sup> y un alargamiento porcentual mínimo garantizado de 27, el espesor equivalente se determinará mediante la ecuación siguiente:

$$e_1 = (C \cdot e_0) / (R_m \cdot A)^{1/3}.$$

donde  $e_1$  = espesor equivalente requerido del metal que se utilice

$e_0$  = espesor mínimo prescrito para el acero dulce,

$R_m$  = resistencia a la tracción mínima garantizada del

metal que se utilice,

$A_1$  = alargamiento porcentual mínimo garantizado en la rotura por tracción del metal que se utilice.

C = constante, 10 para todas las clases y 21.4 para los líquidos refrigerados de la clase 2.

#### 5.4.- ELEMENTOS DE SERVICIO.

Los elementos de servicio (válvulas, accesorios, dispositivos de seguridad, indicadores, etc.) deben estar dispuestos de forma que no corran el riesgo de ser arrancados o dañados durante el transporte y la manipulación. La protección de los elementos de servicio deben ofrecer un grado de seguridad comparable a la del depósito.

El contenedor cisterna o cada uno de sus componentes deben estar provistos de una abertura suficientemente grande para permitir su inspección interna y todas las conexiones de la cisterna deben llevar inscripciones que indiquen claramente la función de cada una.

Las válvulas de cierre con vástago roscado deben cerrarse por rotación en el sentido de las manecillas de un reloj.

5.4.1.- ELEMENTOS DE SERVICIO ADICIONALES PARA LOS GASES LICUADOS A PRESION DE LA CLASE 2. En este caso, todas las aberturas del depósito que tengan un diámetro superior a 1.5 centímetros, excepto los destinados a recibir las válvulas de seguridad, las aberturas de inspección o los orificios de purga cerrados, deben estar provistos de tres dispositivos de cierre independientes

entre sí colocados en serie, de los cuales el primero será una válvula interna de cierre, una válvula limitadora de flujo o un dispositivo equivalente, la segunda una válvula externa de cierre y la tercera una brida ciega o un dispositivo equivalente.

En el caso de las aberturas de llenado y vaciado, de las cisternas destinadas al transporte de gases inflamables y/o tóxicos, las válvulas internas de cierre deben ser un dispositivo de seguridad instantáneo que se cierre automáticamente si la cisterna experimenta un movimiento anormal o está envuelta en llamas, también puede estar provista de aberturas en las que se puedan montar indicadores, termómetros y manómetros. Las conexiones deben ser mediante boquillas o cámaras soldadas adecuadamente. Los contenedores cisterna, destinados al transporte de gases inflamables, deben poder ser puestos a tierra eléctrica.

5.4.2.- ELEMENTOS DE SERVICIO PARA LOS GASES LICUADOS REFRIGERADOS, DE LA CLASE 2. Todas las aberturas de llenado y descarga de un contenedor cisterna que se utilice para el transporte de gases inflamables, deben estar previstos de tres dispositivos de cierre independiente, dispuestos en serie: el primero será una válvula de cierre, situada lo más cerca posible de la cama; el segundo, una válvula de cierre, y; el tercero, una brida ciega o un dispositivo equivalente. Para el caso de los gases no inflamables, deberán estar provistas de al menos dos dispositivos de cierre independientes, dispuestos en serie: el primero será una válvula de cierre, situada lo más cerca posible de la camisa exterior y; el segundo, una brida ciega o un dispositivo equivalente.

Las aberturas de inspección no son necesarias en el caso de las cisternas aisladas por vacío.

Todas las tuberías y sus accesorios deben tener una resistencia a la reventazón que sea equivalente, cuatro veces, a la resistencia correspondiente a la presión de servicio máxima autorizadas de la cisterna y también cuatro veces de la resistencia correspondiente a la presión que aquélla pueda experimentar en condiciones de servicio por efecto del funcionamiento de una bomba o de algún otro dispositivo.

#### 5.5.- ABERTURAS DEL FONDO.

Sin el perjuicio de las disposiciones aplicables a las cisternas destinadas al transporte de ciertas sustancias cristalizables o muy viscosas, todo contenedor cisterna de vaciado por el fondo debe estar provisto de dos dispositivos de cierre, montados en serie e independientes entre sí, consistentes en:

- A) Una válvula interna de cierre, montada dentro de la cisterna o dentro de una brida soldada o su brida de acoplamiento, o dentro de un acoplamiento que forme parte integral de la cisterna.
- B) En la extremidad de cada tubería de vaciado:
  - i) una válvula de compuerta;
  - ii) una brida ciega empernada, o
  - iii) un tapón roscado aprobado especialmente.

En algunos casos especiales, se coloca un tercer dispositivo de seguridad el cual es una válvula externa, entre los dos disposi-

tivos descritos.

Para el caso de los gases licuables a presión, los contenedores cisterna de ciertos gases no está permitido que el depósito tenga aberturas por debajo del nivel del líquido, cualquiera que sea su finalidad.

#### **5.6.- DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.**

Uno de los principales dispositivos de seguridad es el de la reducción de presión, para los cuales si la capacidad del depósito es igual o superior a 1900 litros o para todo componente independiente de un depósito de capacidad similar deben estar provistos de una o varias válvulas de reducción de presión y pueden tener un disco frangible o un elemento fusible montados en paralelo con estas. La válvula de reducción de presión debe ser ajustada de modo que empiece a abrirse a una presión nominal de  $\frac{5}{6}$  de la presión de prueba, en el caso de las cisternas cuya presión de prueba sea inferior a 4.5 bares y de  $\frac{2}{3}$  de la presión de prueba, en el caso de las cisternas cuya presión de prueba sea igual o superior a 4.5 bares. Después de la descarga, la válvula debe cerrarse a una presión que no sea inferior en más del 10% a la presión a la que empiece a abrirse y debe permanecer cerrada a todas las presiones más bajas.

Los elementos fusibles deben fundirse a una temperatura comprendida entre 110 y 149°C, a condición de que la presión producida en la cisterna a la temperatura de fusión del elemento no exceda de la presión de prueba de la cisterna y no se debe usar para

presiones manométricas de prueba superiores a 2.65 bares.

En el caso de utilizar discos frangibles, éstos se deben romper a una presión nominal igual a la presión de prueba. Este tipo de reductor de presión se puede utilizar para los contenedores de cisterna con capacidad inferior a los 1900 litros.

Para el caso de los contenedores de cisternas sin dispositivos de reducción de la presión, sólo podrán ser utilizados si la cisterna es capaz de resistir la presión de vapor producida por su contenido después de 30 minutos de estar envuelta en llamas. La capacidad total de salida de los dispositivos de reducción de la presión en condiciones en que la cisterna esté completamente envuelta en llamas debe ser suficiente para que la presión en la cisterna no sea superior en más de un 20% a la presión a la que empiece a abrirse la válvula de reducción de la presión. Para alcanzar la capacidad total de salida prescrita, se pueden utilizar también dispositivos de emergencia para la reducción de la presión, como los arriba descritos.

Todo dispositivo de reducción de presión debe tener marcados, con caracteres claramente legibles e indelebles, la presión o la temperatura a la que está previsto que funcione y el régimen de salida de aire del dispositivo.

No se deben utilizar indicadores de nivel hechos de cristal ni de otro material fácilmente destructible que estén en comunicación directa con el contenido de la cisterna.

5.6.1.- PARA EL CASO DE LOS GASES LICUABLES A PRESION. En este caso, no están permitidos los discos frangibles que no estén mon-

tados en serie con un dispositivo de reducción de presión del tipo muelle. Las válvulas deben abrirse automáticamente a una presión no inferior a una vez la presión de servicio máxima autorizada y deben estar completamente abierta a una presión igual a 1.1 veces la presión de servicio máxima autorizada.

Se debe observar que el dispositivos de seguridad no debe funcionar más que si se produce una elevación excesiva de la temperatura.

5.6.2.- PARA EL CASO DE LOS GASES LICUADOS REFRIGERADOS. En este caso, todo depósito debe ir provisto de al menos dos válvulas de reducción de presión independientes, accionadas por resorte, en el caso de que se trate de un gas no inflamable podrán ir provistos de un disco frangible montados en paralelo con las válvulas accionadas por resorte.

Los dispositivos de reducción de presión deben estar proyectados de manera que impidan, la acumulación de humedad y materiales extraños en la parte exterior de su asiento y los escapes de gas y todo aumento peligroso de presión.

La capacidad de cada válvula de reducción de presión debe ser suficiente como para impedir que la presión sobrepase el 110% de la presión de servicio máxima autorizada.

Si la cisterna se encuentra completamente envuelta en llamas, la capacidad conjunta de todos los dispositivos de reducción de presión instalados, debe ser suficiente como para impedir que ésta sobrepase la presión de prueba. Los discos frangibles, si se utilizan, deben romperse a una presión nominal igual a la presión

de prueba.

En los contenedores cisterna aislado por vacío, la camisa debe ir provista de un dispositivo de conexión para un indicador de vacío.

#### **5.7.- APROBACION DE PRUEBAS DE LAS CISTERNAS.**

Para cada nuevo modelo de contenedores cisterna las autoridades competentes deben probarlo y en su caso certificarlo, indicando las mercancías o grupos de mercancías que se permite transportar en el contenedor cisterna.

Se debe aprobar un contenedor cisterna, por lo menos, de cada diseño y de cada tamaño, entendiéndose, que una serie de pruebas efectuadas sobre un contenedor cisterna de determinado tamaño puede servir para la aprobación de contenedores cisterna más pequeños hechos del material de la misma clase y del mismo espesor, con la misma técnica de fabricación, con soportes idénticos y sistemas de cierre y otros accesorios equivalentes.

El depósito y los distintos componentes del equipo de cada contenedor cisterna deben ser inspeccionados y probados juntos o por separado, antes de ser puestos en servicio y después cada 5 años. Entre las pruebas que se deben realizar están las de inspección interna, comprobación de las características de diseño, la presión hidráulica y, cuando las pruebas son hechas por separado, la de estanquidad.

Antes de ser puestas en servicio y posteriormente en la mitad de los intervalos entre las inspecciones, los contenedores cisterna

deben someterse a las pruebas y las inspecciones siguientes:

- A) Una prueba de estanquidad, cuando sea necesario;
- B) una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio ,y
- C) una inspección interna y externa de las cisternas y de sus accesorios.
- D) Comprobación del vacío, cuando proceda.

#### 5.8.- MARCADO DE LOS CONTENEDORES CISTERNA.

Todos los contenedores cisterna deben tener una placa de metal inoxidable, en lugar de fácil acceso para la inspección, en la que, por cualquier método se grabarán como mínimo los datos que se indican a continuación:

País de fabricación, contemplando el país, número y modo de aprobación; número de registro o serie; año de fabricación; presión de prueba y presión de servicio máxima autorizada en bares; capacidad de agua a 20°C ó capacidad de agua a 20°C en cada compartimiento (para los gases licuados refrigerados en litros); fecha de la prueba hidrostática inicial e identidad del testigo; reglamento al que se ajusta el proyecto de la cisterna; mes, año y presión de prueba de las pruebas periódicas más recientes; y sello del técnico que realizó la prueba más reciente.

Adicionalmente se tiene que especificar la siguiente información:

- A) Para las clases 3 a la 9:

Temperatura de cálculo para la resistencia del metal, solamente si es superior a 50°C o inferior a -25°C; presión máxima de ser-

vicio autorizada para los serpentines de calentamiento (si los hubiera), en bares efectivos; material de la cisterna; espesor equivalente en acero dulce; material del recubrimiento (si lo hubiese); y capacidad de cada compartimiento (en los contenedores que los tenga).

B) Para los gases licuables a presión, no refrigerados: Temperatura de referencia para el cálculo; temperatura de cálculo para la resistencia del metal, solamente si es inferior a  $-30^{\circ}\text{C}$ ; material de la cisterna; y espesor equivalente en acero dulce.

C) Para los gases licuados a presión de la clase 2: Temperatura mínima del proyecto en grados centígrados; masa total máxima y masa sin carga (tara) en kilogramos; material del depósito; denominación completa de los gases para cuyo transporte se aprueba la cisterna; y aislamiento (indique: térmico o por vacío).

En el contenedor cisterna mismo o en una placa, sólidamente fijada al contenedor cisterna, se deben marcar, además:

nombre del propietario y de la empresa explotadora; nombre de la sustancia transportada, y temperatura media de la carga, si es distinta de  $50^{\circ}\text{C}$ ; fecha de la última inspección ocular; masa bruta máxima autorizada; y tara.

#### 5.9.- DISPOSICIONES RELATIVAS AL TRANSPORTE.

Durante el transporte, los contenedores cisterna deben estar adecuadamente protegidos contra los choques laterales y longitudinales y contra las volcaduras. Esta protección no es necesaria

si los depósitos y los elementos de servicio están contruidos para resistir los choques o las volcaduras.

Algunos ejemplos de protección de los depósitos contra las colisiones, son las siguientes:

- A) La protección contra los choques laterales pueden consistir en unas barras longitudinales que protejan el depósito por ambos lados a la altura de la línea media;
- B) La protección contra las volcaduras, puede consistir, en unos aros de refuerzo o unas barras fijadas transversalmente sobre el bastidor;
- C) La protección contra choques por la parte posterior puede consistir en un parachoques o un bastidor;
- D) Los accesorios externos deben ser diseñados o protegidos de modo que impidan que se escape el contenido en caso de choque o de voltearse la cisterna sobre sus accesorios.

Deben contener una protección adicional, que puede consistir, bien en un aumento del espesor de la chapa del depósito o de una elevación de la presión de prueba, aumento o elevación que se determinarán teniendo en cuenta el peligro que presenten las sustancias transportadas.

No se deben presentar para su transporte contenedores cisterna que, por no estar suficientemente llenos, hagan posible un movimiento del líquido, en su interior, que pueda producir fuerzas hidráulicas inaceptables, que tengan residuos de la carga adheridos al exterior del depósito o de los elementos de servicio, que tengan escapes o daños de tal magnitud que puedan afectar a

la integridad de la cisterna y cuyos elementos de servicio no hayan sido examinados y considerados en buen estado de funcionamiento.

5.9.1.- TASA DE LLENADO. La tasa de llenado se determina en general mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Tasa de llenado} = [97/(1 + \alpha(\text{Tr} - \text{tf}))] \dots\dots(2)$$

Cuando se trate de líquidos de la división 6.1 o de la clase 8 pertenecientes a los grupos de envases/embalajes I o II, así como de los que tengan una presión absoluta de vapor saturado de más de 175 kPa a 65°C, se sustituye el valor de 97 por el de 95, de la ecuación 2.

En esta fórmula, alfa es el coeficiente medio de dilatación cúbica del líquido entre su temperatura media durante el llenado (tf) y la temperatura media máxima de la carga (Tr = 50°C), coeficiente que se calcula mediante la fórmula:

$$\alpha = [(d_{15} - d_{50})/(35 - d_{50})] \dots\dots\dots(3)$$

en donde  $d_{15}$  y  $d_{50}$  representan la densidad del líquido a 15°C y 50°C, respectivamente.

Lo anterior, no aplica a los contenedores cisterna provistos de un dispositivo de calentamiento que mantenga el contenido a una temperatura superior a 50°C durante el transporte. En ese caso, la tasa de llenado inicial debe ser tal que, por la acción de un regulador de temperatura, el contenedor cisterna no esté lleno a más del 95% de su capacidad en ningún momento durante el transporte.

En el caso de los gases licuados a presión, la presión máxima por

litro de capacidad de la cisterna (kilogramos por litro) no debe exceder de la densidad del gas licuado a 50°C multiplicada por 0.95. Además, la cisterna no debe estar enteramente llena de líquido a 60°C.

Para el caso de gases licuados refrigerados, al determinarse el grado inicial de llenado debe tenerse en cuenta el tiempo de retención necesario para el viaje previsto y cualquier posible retraso. El grado inicial de llenado de un depósito debe ser tal que, si se eleva la temperatura del contenedor, excepto el helio, a un grado en que la presión de vapor sea igual a la presión de servicio máxima autorizada, el volumen ocupado por el líquido no exceda:

- A) del 95%, en el caso de los gases inflamables;
- B) del 98%, en el caso de los gases no inflamables.

Los depósitos que se destinen al transporte de helio pueden cargarse, como máximo, hasta la altura del orificio de admisión de la válvula de reducción de presión.

6.- CAPITULO V.

## **6.- C A P I T U L O V**

### **RECIPIENTES INTERMEDIOS PARA GRANELES (RIG).**

Los "recipientes intermedios para graneles" (RIG) son envases/embalajes portátiles rígidos, semirrígidos o flexibles que tienen una capacidad no superior a 3 metros cúbicos (3000 litros), además, están proyectados para la manipulación mecánica y están diseñados para poder resistir los esfuerzos que se producen durante las operaciones de manipulación y transporte.

#### **6.1.- CLASIFICACION Y CLAVES DE DESIGNACION.**

Los RIG se clasifican en tres tipos diferentes:

- Rígidos
- Semirrígidos
- Flexibles.

La clave de designación esta constituida por dos cifras arábicas, como se indica en el CUADRO VI.1, seguidos de una o más letras mayúsculas, descritas en la TABLA VI.1; seguidas están, cuando se especifica, otra cifra arábica representativa de la categoría del RIG.

#### **TABLA VI.1, MATERIAL DEL RIG.**

- A.- Acero, de todos los tipos y tratamientos superficiales.
- B.- Aluminio.
- C.- Madera natural.
- D.- Madera contrachapada.
- F.- Madera reconstruida.

G.- Cartón.

H.- Plástico.

L.- Materiales textiles.

M.- Papel de varias hojas.

N.- Metal, excepto el acero y el aluminio.

Para los RIG compuestos se utilizan dos letras mayúsculas en caracteres latinos, que se colocan consecutivamente en el segundo lugar de la clave. La primera indica el material de que esté construido el receptáculo interior del RIG, y la segunda, el del envase/embalaje exterior de éste, (84).

CUADRO VI.1, CLAVES DE LOS RIG.

T I P O	Sustancias sólidas descargadas.		Líquidos
	Por gravedad.	A una presión de más de 10 kPa.	
Rígido.	11	21	31
Semirrígido.	12	22	32
Flexible.	13	--	--

#### 6.2.- DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CONSTRUCCION.

En la construcción de los RIG se deben de tomar en cuenta varias disposiciones, de las cuales las más importantes son:

- Resistentes al deterioro que puede causar el medio ambiente exterior, o estar adecuadamente protegido de éste.
- La construcción y los cierres no deben producir ninguna fuga o pérdida del contenido en condiciones normales de transporte. Deben ser fabricados con materiales que sean compatibles con el contenido, o estar protegido interiormente, de modo

- que estos materiales no puedan producir efectos peligrosos.
- Todos los elementos de servicio estarán colocados o protegidos de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de escape del contenido en el caso de que se produzca algún deterioro durante las operaciones de manipulación y transporte.
  - Sus dispositivos de sujeción y sus elementos de servicio y estructurales serán proyectados para que resistan, sin pérdidas de contenido, la presión interna de este y los esfuerzos resultantes de las operaciones normales de manipulación y transporte.

#### 6.3.- PRUEBAS.

Antes de que se comience a utilizar un RIG, el modelo correspondiente tendrá que haber superado diversas pruebas. Un modelo de RIG queda definido por su diseño, dimensiones, material y espesor, forma de construcción y medios de llenado y descarga.

Las pruebas se realizarán con RIG ya preparados para el transporte. Las sustancias que hayan de transportarse en ellos podrán sustituirse por otros, en general. En el caso de sustancias sólidas, si se emplea una sustancia de sustitución, ésta deberá tener las mismas características físicas, que la sustancia que se ha de transportar.

En las pruebas de caída para líquidos, la sustancia de prueba deberá ser de densidad relativa y viscosidad similar a las de la sustancia que se ha de transportar. En tales pruebas también se podrá emplearse el agua, con las consideraciones siguientes:

- A) cuando la densidad relativa de las sustancias que se han de transportar, no sea superior a 1.2, la altura de caída será la correspondiente a los diversos tipos de RIG;
- B) cuando la densidad relativa de las sustancias que se han de transportar sea superior a 1.2, la altura de caída será la correspondiente a los diversos tipos de RIG de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$\text{ALTURA DE CAIDA} = (\text{densidad relativa}/1.2) * H.$$

Donde H = altura de caída específica.

Todos los RIG que se destinen a contener líquidos serán sometidos a la prueba de estanquidad, correspondientes a los diversos tipos de RIG, antes de utilizarlos por primera vez para el transporte o después de cualquier reacondicionamiento.

En el caso de los RIG de cartón o con componentes de cartón, se debe efectuar el acondicionamiento del mismo, previo al desarrollo de las pruebas correspondientes, durante un tiempo mínimo de 24 horas, en una atmósfera y temperatura regulada. Para tal efecto existen tres opciones:

- A) 23°C ± 2°C y 50% ± 2% de humedad relativa.
- B) 20°C ± 2°C y 65% ± 2% de humedad relativa.
- C) 27°C ± 2°C y 65% ± 2% de humedad relativa.

Las pruebas, a que debe ser sometido cada tipo de RIG se sintetizan en la TABLA VI.2.

**6.3.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS.** Las pruebas que se señalan en la TABLA VI.2 se deben de realizar de la siguiente forma:

- A) ELEVACION POR LA PARTE INFERIOR.- Esta prueba es aplicable a

todos los tipos de RIG que vayan provistos de elementos para poderlos elevar por la base, como prueba de modelo.

TABLA VI.2, TIPOS DE PRUEBAS.

TIPO DE PRUEBA	TIPO DE RIG					
	META- LICO	FLEXI- BLE	PLAS- TICO	COM- PUESTO	CAR- TON	MA- DERA
ELEVACION POR LA PARTE INFERIOR.	1		1	1	1	1
ELEVACION POR LA PARTE SUPERIOR.	2	1	2	2		
APILAMIENTO.	3	3	3	3	2	2
ESTANQUIDAD.	4		4	4		
PRESION HIDRAULICA.	5		5	5		
CAIDA.	6	4	6	6	3	3
DESGARRAMIENTO		2				
DERRIBO.		5				
ENDEREZAMIENTO		6				

Donde: los números significan el orden en que se deben de realizar las pruebas de modelo.

En esta prueba el RIG se carga hasta el 125% de su masa bruta máxima admisible, distribuyendose la carga de manera uniforme. Consistiendo el método de prueba en elevar y bajar el RIG dos veces, mediante una carretilla elevadora, centrando las horquillas y colocando los brazos de ésta de manera que la separación entre ambas sea equivalente al 75% de la dimensión de la cara del RIG a la que se aplique la horquilla. La penetración de los brazos de la horquilla debe ser del 75% de la longitud de dichas

entradas. Debe repetirse la prueba en todas las direcciones en que sea posible aplicar las horquillas.

Se considera que la prueba ha sido superada si no se produce ninguna deformación permanente que haga al RIG inseguro para el transporte y que no haya ninguna pérdida del contenido.

B) ELEVACION POR LA PARTE SUPERIOR.- Esta prueba es aplicable a todos los RIG que vayan provistos de elementos para poder elevarlos por la parte superior, como prueba de modelo.

Como preparación de esta prueba, el RIG se carga al doble de su carga bruta máxima admisible. En el caso de los RIG flexibles, éstos se llenarán hasta el séxtuplo de su carga máxima admisible. El método de prueba consiste en elevar el RIG en la forma para que se ha proyectado, hasta que deje de tocar el suelo, manteniéndolo así por espacio de cinco minutos. En el caso de los RIG de plástico rígido y los compuestos el método de prueba se divide en dos:

- Se elevará el RIG sujetándolo por cada par de accesorios de izar opuestos en diagonal, de manera que las fuerzas de tracción se apliquen verticalmente, y se mantendrá suspendido por espacio de cinco minutos; y

- Se elevará el RIG sujetándolo por cada par de accesorios de izar opuestos en diagonal, de manera que las fuerzas de tracción se apliquen hacia el centro en ángulo de 45° con la vertical, y se mantendrá suspendido por espacio de cinco minutos.

Se considera que la prueba ha sido superada si no se produce ninguna deformación permanente que haga al RIG inseguro para el

transporte y que no haya ninguna pérdida del contenido.

C) APILAMIENTO.- Esta prueba es aplicable a todos los RIG que se hayan proyectado para apilarse los unos sobre los otros, como prueba de modelo.

El RIG se carga hasta alcanzar la masa bruta máxima admisible, como preparación de la prueba. En el caso de los RIG flexibles, la preparación consiste en llenarlo hasta por lo menos el 95% de su capacidad y hasta la carga máxima admisible.

El método de prueba consiste en colocar el RIG sobre su base en un suelo duro y plano, y se someterá a una carga de prueba uniformemente distribuida por espacio de cinco minutos como mínimo. Para los RIG flexibles, de cartón o madera el tiempo de prueba será de 24 horas. Para el caso de los RIG de plástico rígido y los compuestos, el tiempo de prueba varía de acuerdo al tipo de RIG: para los RIG de los tipos 11H1, 21H1 Y 31H1 de plástico rígido y los tipo 11HZ1, 21HZ1 y 31HZ1 compuestos, el tiempo de prueba será de 24 horas; y para los RIG del tipo 11H2, 21H2 Y 31H2, de plástico rígido y los tipo 11HZ2, 21HZ2 Y 31HZ2 compuestos, el tiempo de prueba será de 28 días a 40°C.

Se considera que la prueba ha sido superada si no se produce ninguna deformación permanente que haga al RIG inseguro para el transporte y que no haya ninguna pérdida del contenido.

D) ESTANQUIDAD.- Esta prueba es aplicable a los tipos de RIG destinados al transporte de líquidos o sólidos que se carguen o descarguen a presión, como prueba de modelo y como prueba inicial y periódica.

La prueba inicial se efectuará antes de que se instalen componentes termoaislantes. Los cierres con orificio de aireación deben sustituirse por otros similares sin tal orificio.

Esta prueba tendrá una duración de diez minutos como mínimo, utilizándose aire a una presión manométrica de al menos 20 kPa. La hermeticidad del RIG se verifica mediante procedimientos adecuados, por ejemplo: cubrir las costuras y uniones con una solución jabonosa, o mediante una prueba de presión diferencial.

Para poder considerar superada la prueba, el RIG no debe presentar ninguna fuga de aire.

E) PRESION HIDRAULICA.- La prueba se efectúa antes de que se instalen componentes termoaislantes. Se quitarán los dispositivos de reducción de presión y se obturarán sus orificios. Esta debe tener por lo menos una duración de diez minutos aplicándose una presión hidráulica no inferior a:

- 200 kPa, para los RIG metálicos de los tipos 21A, 21B, 21N, 31A, 31B Y 31N. Además una presión de 65 kPa para los RIG metálicos de los tipos 31A, 31B Y 31N, para líquidos;

- 75 kPa para los RIG de plástico rígido de los tipos 21H1 y 21H2, y los compuestos de los tipos 21HZ1 Y 21HZ2, destinados al transporte de líquidos o sólidos; y

- para los RIG de plástico rígido de los tipos 31H1 y 31H2, y los compuestos de los tipos 31HZ1 y 31HZ2, en donde se tomará en cuenta la presión que resulte mayor de las siguientes:

- i) la presión manométrica total medida en el RIG a 55°C, multiplicada por un coeficiente de seguridad de 1.5;

- ii) 1.75 veces la presión de vapor, a 50°C, de la sustancia que se haya de transportar, menos 100 kPa, este valor no debe ser inferior a 100 kPa.
- iii) 1.5 veces la presión de vapor, a 55°C, de la sustancia que se haya de transportar, menos 100 kPa, este valor no debe ser inferior a 100 kPa.
- iv) el doble de la presión estática de la sustancia que se haya de transportar, este valor no debe ser inferior al doble de la presión estática del agua.

El RIG no se sujetará por medio mecánico durante la prueba.

Se considera superada la prueba, en general, si no se produce ninguna deformación permanente que haga al RIG inseguro para el transporte.

F) CAIDA.- Esta prueba es aplicable a todos los RIG, como prueba de modelo.

Como preparación, los RIG se cargan hasta por lo menos el 95% de su capacidad en el caso de sustancias sólidas, o el 98% en el caso de líquidos. Se deben retirar los dispositivos de reducción de presión y se obturan sus orificios.

El método de prueba consiste en dejar caer el RIG, sobre una superficie horizontal rígida, no elástica, lisa y plana, de tal modo que el punto de impacto sea la parte de la base del recipiente que se considere más vulnerable, en donde la altura de la caída es de 1.2 y 0.8 metros para el grupo de envase/embalaje II y el grupo de envase/embalaje III, respectivamente.

No debe producirse ninguna pérdida de contenido, para poder

considerar a la prueba superada.

En el caso de los RIG de plástico rígido y los compuestos, la prueba se debe realizar después de que se haya hecho descender a  $-18^{\circ}\text{C}$  o menos la temperatura del RIG y su contenido. Las sustancias líquidas que se utilicen deben mantenerse en ese estado, si es necesario añadir un anticongelante.

G) DESGARRAMIENTO.- Aplicable a todos los RIG, como prueba de modelo.

Como preparación, el RIG se llena hasta por lo menos el 95% de su capacidad y hasta la carga máxima admisible.

La prueba consiste en colocar el RIG en el suelo, perforar con un cuchillo la pared de una de sus caras anchas, con un corte de 100 milímetros de longitud que forme un ángulo DE  $45^{\circ}$  con el eje principal del RIG, a una altura media del mismo. En seguida se somete, el RIG, a una carga superpuesta, uniformemente distribuida, equivalente al doble de la carga máxima admisible, aplicada por un tiempo de cinco minutos.

A continuación, si se trata de un RIG diseñado para ser izado por la parte superior o por uno de sus costados, y una vez que se haya retirado la carga superpuesta, se izará hasta que deje de tocar el suelo, manteniendo ésta posición por espacio de cinco minutos.

El corte no debe de aumentar del 25% de su longitud original, para poder considerar superada la prueba.

H) DERRIBO.- Es aplicable a todos los tipos de RIG, como prueba de modelo.

Como preparación se debe llenar el RIG hasta por lo menos el 95% de su capacidad y hasta su carga máxima admisible.

El método de prueba consiste en derribar el RIG de manera que choque con cualquier parte de su extremo superior contra una superficie horizontal rígida, no elástica, lisa y plana. En donde la altura del derribo es de 1.2 metros para el grupo de envase/embalaje II y de 0.8 metros para el grupo de envase/embalaje III.

No debe producirse ninguna pérdida de contenido, para considerar la prueba superada.

I) ENDEREZAMIENTO.- Esta prueba aplica a todos los RIG diseñados para izarse por la parte superior o por un costado, como prueba de modelo.

El RIG se llena por lo menos al 95% de su capacidad y hasta la carga máxima admisible.

El método de prueba consiste en colocar el RIG sobre uno de sus costados, donde se izará a una velocidad de más de 0.1 metros sobre segundo, por uno de sus dispositivos de izado, o por dos de ellos si tiene cuatro, hasta dejarlo en posición vertical sin que toque el suelo. En éste caso no deben producirse deterioros en el RIG, ni en sus dispositivos de izado que hagan que el recipiente no ofrezca seguridad para el transporte o la manipulación, para poder considerar superada la prueba, (84).

#### 6.4.- MARCADO.

Todos los RIG deberán llevar un marcado principal, que sea dura-

dero y fácilmente legible, en el cual se indique:

A) El símbolo de envase/embalaje de las Naciones Unidas . En caso de los RIG metálicos con marcas en relieve, podrán utilizarse las letras mayúsculas "UN", en lugar del símbolo.

B) El número clave que designa el tipo de RIG.

C) La letra Y, para los grupos II y III; o la letra Z únicamente para el grupo III, según sea el caso.

D) El mes y año, las dos últimas cifras, de fabricación.

E) El estado que autorizó la asignación de la marca.

F) El nombre o símbolo del fabricante y otra identificación del RIG.

G) La carga de la prueba de apilamiento, en kilogramos. En el caso de los RIG no proyectados para el apilamiento deberá figurar la cifra "0".

H) La masa bruta máxima admisible o, en el caso de los RIG flexibles, la carga máxima admisible, en kilogramos.

El marcado principal se deberá aplicar en el orden descrito en los apartados A) al H), para mayor claridad se muestra el ejemplo siguiente:

 11A/Y/02 89

NL/Mulder 007

5500/1500

que dice que se trata de un RIG metálico para sustancias solidas que se descarguen, por ejemplo, por gravedad, y construido en acero; para los grupos de envase/embalaje II y III; fabricado en febrero de 1989; autorizado por los Países Bajos; fabricado por

Mulder y de un modelo al que le han asignado las autoridades el número de serie 007; la carga de la prueba de apilamiento en kilogramos; y la masa bruta máxima admisible, en kilogramos.

6.4.1.- **MARCADO ADICIONAL.** Todos los RIG metálicos, de plástico rígido y compuestos, deben llevar una placa resistente a la corrosión, fijada permanentemente en el cuerpo o en los elementos estructurales, y en un lugar de fácil acceso para la inspección. Anexo al marcado principal debe llevar los indicado en la TABLA VI.3.

En el caso de los RIG flexibles, pueden llevar, adicionales al marcado principal un pictograma donde se indique los métodos de elevación recomendados y para el caso de los RIG de cartón o de madera, además del marcado principal debe indicarse la tara en Kilogramos, (84).

#### 6.5.- **DISPOSICION.**

Antes de cargar, un RIG, y de utilizarlo para el transporte, debe ser inspeccionado para verificar que no presenta deterioros de corrosión, de contaminación o de otro tipo, así como para comprobar el correcto funcionamiento de cualquier elemento de servicio.

Para el caso de que un RIG se cargue con líquidos, habrá que dejar un espacio vacío suficiente para que, a la temperatura media de 50°C de la masa líquida a granel, no se llene el recipiente en más del 98% de su capacidad en agua. Cuando el líquido tiene un punto de inflamación igual o inferior a 60.5°C (en vaso abierto),

o cuando se trata de un polvo que pueda provocar explosiones de polvo, se tomarán las medidas apropiadas para evitar una descarga electrostática peligrosa.

TABLA VI.3, MARCADO ADICIONAL

MARCADO ADICIONAL	TIPO DE RIG		
	METALICO	PLASTICO	COMPUESTO
CAPACIDAD EN LITROS DE AGUA A 20°C.	*	*	*
TARA EN KILOGRAMOS.	*	*	*
FECHA ULTIMA PRUEBA DE ESTANQUIDAD, MES Y AÑO.	*	*	*
FECHA ULTIMA INSPECCION, MES Y AÑO.	*	*	*
PRESION MAXIMA DE CARGA DESCARGA, EN kPa O EN BAR.	*	*	*
MATERIAL DE FABRICACION.	*		
NUMERO DE SERIE, ASIGNADO POR EL FABRICANTE.	*		
PRESION DE PRUEBA EN kPa O BAR		*	*

Durante el transporte, el RIG no deberá llevar adheridos en su exterior ningún residuo peligroso. Así mismo, los RIG, deberán ir perfectamente sujetos a la unidad de transporte, o alojados de manera segura en el interior de ésta, para evitar los movimientos laterales o longitudinales y los golpes, y de manera que se les proporcione una adecuada sustentación externa.

A todo RIG vacío que haya contenido una sustancia peligrosa se le aplicará lo dispuesto para los RIG llenos hasta que se hayan eliminado por completo los residuos de esa sustancia peligrosa.

6.5.1.- DISPOSICIONES RELATIVAS A LOS RIG METALICOS. Los RIG metálicos están destinados al transporte de líquidos y sustancias sólidas, siendo de tres tipos principales:

- i) para sustancias sólidas que se carguen y descarguen por gravedad (11A, 11B y 11N);
- ii) para sustancias sólidas que se carguen y descarguen a una presión manométrica superior a 10 kPa, (21A, 21B y 21N);
- iii) para líquidos (31A, 31B y 31N), que no deben utilizarse para el transporte de sustancias cuya presión de vapor sea superior a 110 kPa a 50°C o a 130 kPa a 55°C.

Los RIG metálicos se fabrican con metales que reúnen la condiciones siguientes:

En el caso de acero, el porcentaje de alargamiento de rotura no será inferior a  $10000/R_m$ , con un mínimo absoluto del 20%, y para el aluminio será de  $10000/(6 \cdot R_m)$  con un mínimo absoluto del 8%. Donde  $R_m$  es la resistencia mínima garantizada a la tracción, en  $N/mm^2$ .

En lo que respecta al espesor de las paredes, hay que tomar en cuenta el desgaste y la corrosión galvánica de éstos. Tomando en cuenta éstas observaciones, el espesor mínimo de la pared, se puede obtener tomando en cuenta:

A) para un acero de referencia en el que el producto  $R_m \cdot A_o = 10000$ , el espesor de la pared será como mínimo de acuerdo a la TABLA VI.4.

B) para el caso de los metales distintos del acero de referencia el espesor mínimo de la pared se determina con arreglo a la

ecuación:

$$e_1 = (10 \cdot e_0) / (R_m \cdot A)^{1/3} \dots \dots \dots (1)$$

donde:  $e_1$  = espesor equivalente en las paredes, en milímetros, del metal a utilizar.

$e_0$  = espesor mínimo, del acero de referencia en milímetros.

$R_m$  = resistencia mínima garantizada en N/mm<sup>2</sup>.

$A$  = porcentaje mínimo de alargamiento de rotura del metal a utilizarse.

**TABLA VI.4**

CAPACIDAD EN METROS CUBICOS.	ESPESOR DE LA PARED EN mm			
	TIPOS: 11A, 11B, 11N		TIPOS: 21A, 21B, 21N, 31A, 31B, 31N.	
	SIN PROTECCION	PROTEGIDO	SIN PROTECCION	PROTEGIDO
≥ 0.25 - ≤ 1.0	2.0	1.5	2.5	2.0
> 1.0 - ≤ 2.0	2.5	2.0	3.0	2.5
> 2.0 - ≤ 3.0	3.0	2.5	4.0	3.0

Para los dispositivos de reducción de presión, los RIG para líquidos tendrán los medios necesarios para dar salida a una cantidad suficiente de vapor en el caso que quedara envuelto en llamas, a fin de que no se produzca una rotura del cuerpo.

Para la presión de descarga esta no será mayor de 65 kPa, ni inferior a la presión manométrica total que se produzca en el RIG, a 55°C.

**6.5.2.- DISPOSICIONES RELATIVAS A LOS RIG FLEXIBLES.** Los RIG

flexibles son destinados únicamente al transporte de sustancias sólidas, los cuales son de los siguientes tipos:

- Tejido de plástico, sin revestimiento ni forro (13H1), revestido (13H2), con forro (13H3), revestido y con forro (13H4) y película de plástico (13H5).
- materias textiles, sin revestimiento ni forro (13L1), revestidos (13L2), con forro (13L3) y revestidos y con forro (13L4).
- papel de varias hojas (13M1) y papel de varias hojas resistente al agua (13M2).

Todos los materiales que se utilicen en la construcción de RIG flexibles de los tipos 13M1 y 13M2 conservarán, tras haber estado totalmente sumergidos en agua durante un período mínimo de 24 horas, al menos el 85% de la resistencia a la tracción determinada inicialmente con el material previamente acondicionado para su estabilización a una humedad relativa de 67% o menos.

Los RIG deben ser resistentes al envejecimiento y descomposición que puedan derivarse de los rayos ultravioleta, las condiciones climáticas o las propias sustancias que contengan, para ser adecuados al uso a que serán destinados.

**6.5.3.- DISPOSICIONES RELATIVAS A LOS RIG DE PLASTICO RIGIDO.** Los RIG de plástico rígido están destinados al transporte de sustancias sólidas o líquidas, de los que se distinguen los tipos:

- 11H1, 21H1 y 31H3, que están provistos de elementos estructurales proyectados para resistir las cargas resultantes del apilamiento de los RIG; los RIG de los tipos 11H1 y 21H1 son para sus-

tancias sólidas que se carguen o descarguen por gravedad ó presión respectivamente, el tipo 31H1 es para sustancias líquidas. - 11H2, 21H2 y 31H2, son RIG resistentes, de las mismas características de los antes señalados.

El material de construcción debe ser suficientemente resistente al envejecimiento y descomposición que puedan derivarse de las sustancias alojadas en el RIG o, en su caso, de los rayos ultravioleta. Si procede, debe preverse también su resistencia a temperaturas bajas. Para que cumplan con estas disposiciones, se deben someter a pruebas preliminares de larga duración, por ejemplo, durante 6 meses en cuyo transcurso se mantendrán, los RIG muestra, llenos de la sustancia para la cual es diseñado, o de otra con características similares, al termino de este tiempo, los RIG muestra se someten a las pruebas descritas en la TABLA VI.2.

Los RIG de plástico rígido que transportan líquidos peligrosos, deben tener una vida máxima de 5 años, como medida de seguridad.

6.5.4.- DISPOSICIONES RELATIVAS A LOS RIG COMPUESTOS CON RECIPIENTE INTERIOR DE PLASTICO. Los RIG compuestos, con recipiente interior de plástico están destinados al transporte de sustancias sólidas y líquidas. Los tipos mas usuales son:

- RIG compuestos con un recipiente interior de plástico rígido, para sustancias sólidas que se carguen o descarguen por gravedad (11HZ1), para sustancias sólidas que se carguen o descarguen a presión (21HZ1) y para sustancias líquidas

(31HZ1).

- RIG compuestos con un recipiente interior de plástico flexible, para sustancias sólidas que se carguen o descarguen por gravedad (11HZ2), para sustancias sólidas que se carguen o descarguen a presión (21HZ2) y para sustancias líquidas (31HZ2).

Normalmente, el receptáculo exterior consiste en un material rígido, diseñado para que proteja al recipiente interior de posibles daños durante las operaciones de manipulación y transporte, pero no está pensado para cumplir la función de contención.

Recipiente interior.- Este debe estar construido con un material plástico adecuado, de características conocidas, ha de tener una resistencia acorde con su capacidad y con el uso a que se destino. Dicho material debe ser resistente al envejecimiento y descomposición que puedan derivarse de la sustancia alojada en el RIG o, en su caso, de los rayos ultravioleta. Si procede debe preverse también su resistencia a temperaturas bajas.

Recipiente exterior.- La resistencia del material y la construcción del receptáculo exterior deben ser adecuadas a la capacidad del RIG compuesto y al uso a que se destino. Los materiales de construcción pueden ser de:

- Acero o aluminio.- Debe ser de un tipo y espesor adecuado.
- Madera natural.- Debe estar bien curada, comercialmente seca y libre de defectos que puedan reducir sensiblemente la resistencia del receptáculo en cualquiera de sus partes.

- Madera contrachapada.- Debe estar hecha de hojas bien curadas obtenidas mediante corte por movimiento circular, y ha de estar comercialmente seca y carecer de defectos. Todas las chapas contiguas deben estar unidas con un adhesivo resistente al agua.

- Madera reconstruida.- Debe ser resistente al agua.

- Cartón.- Debe ser fuerte y de buena calidad, compacto u ondulado por ambas caras, de una o varias hojas y adecuado a la capacidad del receptáculo y al uso a que esté destinado.

6.5.4.- DISPOSICIONES RELATIVAS A LOS RIG DE CARTON. Los RIG de cartón están destinados al transporte de sustancias sólidas que se carguen o descarguen por gravedad.

Para la construcción del cuerpo debe emplearse un cartón fuerte y de buena calidad, compuesto u ondulado por ambas caras, de una o varias hojas. Las juntas deben estar traslapadas y afianzadas con cinta adhesiva, cola o grapas metálicas.

El forro debe ser de un material adecuado. La resistencia de éste y la construcción del forro deben ser apropiadas a la capacidad del RIG y al uso a que se va a destinar.

6.5.5.- DISPOSICIONES RELATIVAS A LOS RIG DE MADERA. Los RIG de madera están destinados al transporte de sustancias sólidas que se carguen o descarguen por gravedad. Los RIG de madera son de los tipos:

- 11C madera natural, con forro interior,
- 11D madera contrachapada, con forro interior y
- 11F madera reconstruida, con forro interior.

Para el cuerpo del RIG se puede utilizar:

- Madera natural
- Madera contrachapada
- Madera reconstruida.

Estos tipos de madera deben de cumplir con lo descrito en el inciso 6.5.4, en lo relativo a los tipos de maderas.

El forro interno debe ser de un material adecuado. Las juntas y los cierres deben ser no tamizantes y resistentes a las presiones y golpes que puedan producirse en las condiciones normales de manipulación y transporte, (84).

7.- CAPITULO VI.

## **7.- C A P I T U L O VI**

### **ETIQUETAS Y CARTELES DE IDENTIFICACION.**

Siempre que se tengan mercancías peligrosas para transportarlas, se deben tomar ciertas medidas para señalar debidamente sus posibles riesgos a todos los que puedan estar en contacto con las mercancías durante el transporte. Tradicionalmente, esto se ha hecho poniendo en los bultos marcas y etiquetas especiales indicando los riesgos inherentes al manejo de la mercancía a transportar, consignando la información pertinente en los documentos de transporte y colocando rótulos en las unidades de transporte. En este capítulo se exponen las medidas recomendadas para las partidas de mercancías peligrosas en lo que respecta al marcado, el etiquetado, a la rotulación y la documentación.

#### **7.1.- ETIQUETADO.**

Cualquier material peligroso debe contar con una etiqueta de seguridad durante su manejo, transporte y almacenamiento en tránsito. El sistema de etiquetado se basa en la clasificación de las mercancías peligrosas y tiene las siguientes finalidades:

- A) Hacer que las mercancías peligrosas sean fácilmente reconocidas a distancia por el aspecto general (símbolo, color y forma), de sus etiquetas;
- B) Hacer que la naturaleza del riesgo sea fácilmente reconocible mediante símbolos.
- C) Dar, mediante los colores de las etiquetas, una primera

orientación útil para la manipulación y la estiba.

En general, cada bulto no debe llevar más que una etiqueta indicativa de riesgo. Sin embargo cuando una sustancia, un material o un objeto presentan más de un riesgo importante, el bulto debe llevar, además de la etiqueta correspondiente al riesgo principal, etiquetas suplementarias que indiquen los riesgos secundarios importantes. Siempre que el bulto lleve etiquetas indicativas de riesgo secundarios, sólo la etiqueta en la que se identifique el riesgo principal de las mercancías deberá llevar, en su ángulo inferior, el número de la clase o la división, según proceda, mientras que las etiquetas en las que se identifiquen los riesgos secundarios no deben llevar ningún número de clase o de división.

Se han previsto tres etiquetas para la clase 2, una para los gases no inflamables (verde), otra para los gases inflamables (roja) y otra para gases tóxicos (blanca). Cuando un gas de la clase 2 no presente ningún riesgo secundario, se debe utilizar la etiqueta de un gas no inflamable (verde). Cuando un gas de la clase 2 posee uno o varios riesgos secundarios, se utilizarán las etiquetas que se indican en la TABLA VII.1.

Los bultos también pueden llevar, si procede, otras marcas o símbolos que indiquen las precauciones que se deben tomar al manipular o almacenar un bulto, por ejemplo un símbolo que represente un paraguas para indicar que el bulto debe mantenerse seco. En las FIGURAS 7.1 a 7.8 se muestra algunos símbolos utilizados para tal efecto, (84).

**TABLA VII.1, ETIQUETAS PARA LOS GASES DE LA CLASE 2,  
QUE REPRESENTAN RIESGOS SECUNDARIOS.**

Riesgo secundario.	Etiqueta de riesgo principal.	etiqueta de riesgo secundario.
3	gas inflamable (roja)	ninguna
3, 6.1	gas tóxico (blanca)	gas inflamable
3, 8	gas inflamable (roja)	8
5.1	gas no inflamable (verde)	5.1
5.1, 6.1	gas tóxico (blanca)	5.1
5.1, 6.1, 8	gas tóxico (blanca)	5.1, 8
6.1	gas tóxico (blanca)	ninguna
6.1, 8	gas tóxico (blanca)	8
8	gas no inflamable (verde)	8

7.1.1.- CARACTERISTICAS DE LAS ETIQUETAS.- Todas las etiquetas recomendadas tienen la forma de un rombo, de unas dimensiones mínimas de 100 milímetros por cada lado, salvo en los casos que los bultos, por sus dimensiones sólo puedan llevar etiquetas más pequeñas. En todo su perímetro, tienen una línea del mismo color que el símbolo, trazada a 5 milímetros del borde.

Los carteles de la clase 1, excepto las divisiones 1.4, 1.5 y 1.6, llevarán en su vértice inferior el número de la división y la letra del grupo de compatibilidad del material; los de las divisiones 1.4 y 1.5, llevarán en el vértice superior el número de la división y en su vértice inferior el número de la clase de riesgo. Para la división 1.4, grupo de compatibilidad S, se maneja la etiqueta de riesgo secundario de "explosivo" debiendo utilizarse la de las divisiones 1.1, 1.2 y 1.3, pero sin que figuren en ella el número de la clase o división ni la letra indicativa del grupo de compatibilidad. En general, para las demás

clase, en la parte superior del rombo se coloca el símbolo internacional del material que se transporta de acuerdo a su clasificación de este. En el vértice inferior se colocara el número de la clase de riesgo del material, y en su parte media se coloca el número asignado por la Organización de las Naciones Unidas, en caso de no existir el número se deberá colocar el nombre de la clase de riesgo del material que se transporta.

Las características de las etiquetas son las siguientes:

1) CLASE 1.- Divisiones 1.1, 1.2 Y 1.3. Símbolo (bomba explotando): negro. Fondo: anaranjado, FIGURA 7.9A. Divisiones 1.4, 1.5 y 1.6. Fondo: anaranjado. Cifras: negro, FIGURAS 7.9B, C y D. Los números deben tener, aproximadamente, 30 milímetros de ancho (en las etiquetas de 100 milímetros de lado).

2) CLASE 2.- Gases no inflamables. Símbolo (bombona): negro o blanco. Fondo: verde, FIGURA 7.10A. Gases inflamables. Símbolo (llamas): negro o blanco. Fondo: rojo, FIGURA 7.10B. Gases tóxicos. Símbolo (calavera y tibias cruzadas): negro. Fondo: blanco, FIGURA 7.10C.

3) CLASE 3.- Líquidos inflamables. Símbolo (llama): negro o blanco. Fondo: rojo, FIGURA 7.11.

4) CLASE 4.- División 4.1, sólidos inflamables. Símbolo (llama): negro. Fondo: blanco con siete franjas rojas verticales, FIGURA 7.12A. División 4.2, Sustancias que presentan riesgos de combustión espontánea. Símbolo (llama): negro. Fondo: blanco en la mitad superior, rojo en la mitad inferior, FIGURA 7.12B. División 4.3, sustancias que, en contacto con agua, desprenden gases in-

flamables. Símbolo (llama): negro o blanco. Fondo: azul, FIGURA 7.12C.

5) CLASE 5.- División 5.1, sustancias comburentes. Símbolo (llama sobre un círculo): negro. Fondo: amarillo, FIGURA 7.13A. División 5.2, peróxidos orgánicos. Símbolo (llama sobre un círculo): negro. Fondo: amarillo, FIGURA 7.13B.

6) CLASE 6.- División 6.1, sustancias tóxicas, grupo de envase/embalaje I y II. Símbolo (calavera y tibias cruzadas): negro. Fondo: blanco, FIGURA 7.14A. División 6.1, sustancias tóxicas, grupo de envase/embalaje III. La mitad inferior de la etiqueta podrá llevar las leyendas: "Nocivo" y "Colóquese a distancia de los productos alimenticios. Símbolo (aspa sobre una espiga de trigo) y leyendas: negro. Fondo: blanco, FIGURA 7.14B. División 6.2, sustancias infecciosas. La mitad inferior de la etiqueta podrá llevar las leyendas: "Sustancia infecciosa" y " En caso de daño, derrame o fuga, avísele inmediatamente a las autoridades sanitarias". Símbolo (tres medias lunas sobre un círculo) y leyendas: negro. Fondo: blanco, FIGURA 7.14C.

7) CLASE 7.- Categoría I.- Blanca. Símbolo (trebol esquematizado): negro. Fondo: Blanco. Texto (obligatorio) en negro en la mitad de la etiqueta: "Radiactivo"; "Contenido..."; "Actividad...". La palabra "Radiactivo" debe ir seguido de una raya vertical roja, FIGURA 7.15A. Categoría II.- Amarilla. Símbolo (trebol esquematizado): negro. Fondo: mitad superior amarilla con borde blanco, mitad inferior blanca. Texto (obligatorio) en negro en la mitad inferior de la etiqueta: "Radiactivo"; "Conteni-

do..."; "Actividad..."; en un recuadro de líneas negras: "Índice de transporte". La palabra "radiactivo" debe ir seguida de dos rayas verticales rojas, FIGURA 7.15B. Categoría III.- Amarilla. Símbolo (trebol esquematizado): negro. Fondo:mitad superior amarilla con borde blanco, mitad inferior blanca. Texto (obligatorio) en negro en la mitad inferior de la etiqueta: "Radiactivo"; "Contenido..."; "Actividad..."; en un recuadro de líneas negras: "Índice de transporte". La palabra "Radiactivo" debe ir seguida de tres rayas verticales rojas, FIGURA 7.15C.

8) CLASE 8.- Símbolo (líquido goteando de dos tubos de ensayo sobre una mano y un metal): negro. Fondo:blanco en la mitad superior y negro con borde blanco en la mitad inferior, FIGURA 7.16.

9) CLASE 9.- Símbolo (siete franjas verticales): negro. Fondo:-blanco, FIGURA 7.17.

En las FIGURAS de la 7.9 a 7.17 hay que tomar en cuenta las siguientes indicaciones:

- \* Indicación de la clase o de la división, según proceda.
- \*\* Indicación de la división y del grupo de compatibilidad.
- \*\*\* Indicación del grupo de compatibilidad.

Los espacios en blanco del texto que figura en la mitad inferior de las etiquetas de los materiales de la clase 7 deben llenarse con los datos indicados por el fabricante del producto. En las demás etiquetas, el espacio situado debajo del símbolo no debe llevar, aparte del número de la clase o de la división, más texto que las indicaciones relativas a la naturaleza del riesgo y a las

precauciones que hayan de tomarse para la manipulación.

Los símbolos, los textos y los números deben imprimirse en negro en todas las etiquetas, excepto:

- A) Las etiquetas de la clase 8, en las que el texto y el número de la clase deben figurar en blanco, y
- B) Las etiquetas con fondo verde, rojo o azul, en las que pueden figurar el blanco.

Todas las etiquetas deben poder estar expuestas a la intemperie sin degradación notable y deben colocarse sobre un fondo de color tal que contraste con ellas, (10)(24)(84).

#### 7.2.- DOCUMENTACION PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCIAS PELIGROSAS.

Uno de los principales requisitos que ha de cumplir el documento de transporte de mercancías peligrosas consiste en dar la información fundamental relativa a los riesgos de las mercancías que se presenten para su transporte. Para ello se considera necesario incluir cierta información básica, en el documento de transporte, acerca de toda sustancia, material u objeto peligroso que se presenten para su transporte por cualquier modo, la cual es la siguiente:

- La designación oficial del transporte. Se considera como la parte de la denominación que describe más exactamente las mercancías.

- La clase o división de las mercancías. Si se trata de sustancias de la clase 1, se indicará, inmediatamente después de la división, la letra del grupo de compatibilidad. Si se trata de

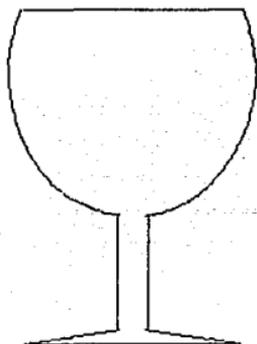


FIG. 7.1.- FRAGIL Y MANEJESF CON CUIDADO.

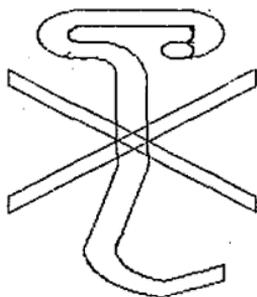


FIG 7.2.- NO USE GANCHOS.

U. N. A. M	INDICACIONES DE PRECAUCIONES.	ESCALA : NO
FAC. QUIMICA		ACOT. : NO

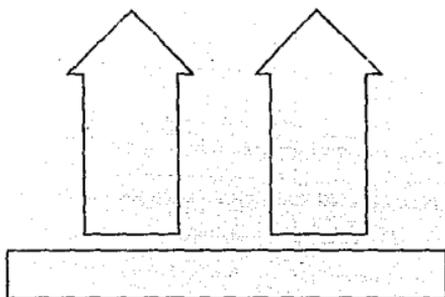


FIG. 7.3.- ESTE LADO ARRIBA

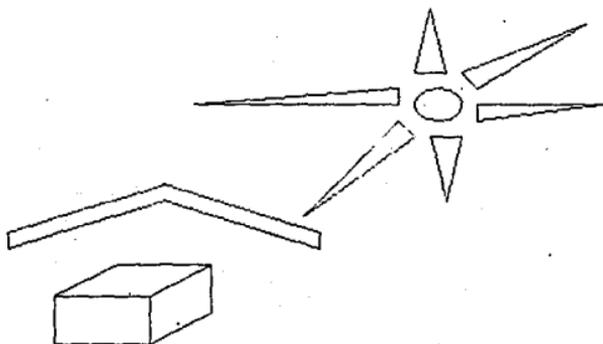


FIG. 7.4.- MANTENGASE FRESCO

U. N. A. M

INDICACIONES DE PRECAUCIONES

ESCALA : NO

FAC. QUIMICA

ACOT. : NO



FIG. 7.5.- USE CADENA AQUI.

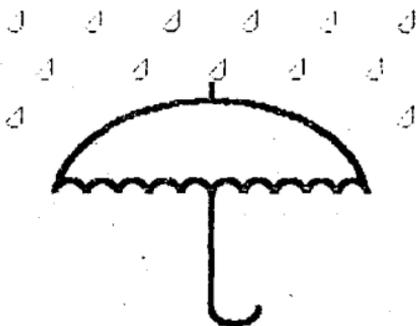


FIG. 7.6.- MANTENGASE SECO

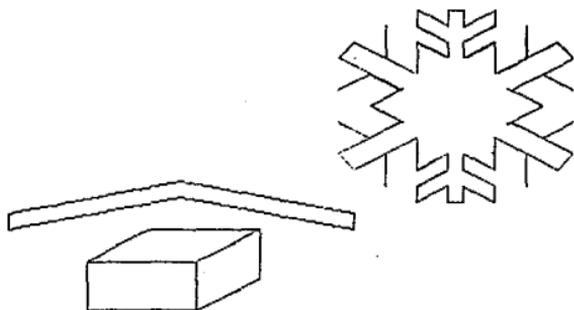
U. N. A. M

FAC. QUIMICA

INDICACIONES DE PRECAUCIONES.

ESCALA : NO

ACOT. : NO



7.7.- MANTENGASE LEJOS DEL FRIO.

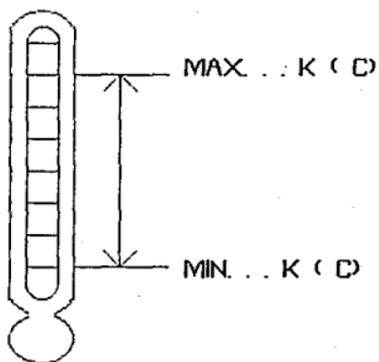


FIG 7.8.- TEMPERATURA DE MANEJO.

U. N. A. M

INDICACIONES DE PRECAUCIONES.

ESCALA : NO

FAC. QUIMICA

ACOT. : NO

C L A S E 1.-

EXPLOSIVOS.



FIG. 7.9.A.

DIVISIONES 11, 12 Y 13.

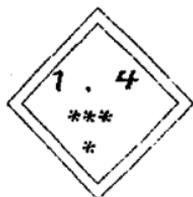


FIG. 7.9.B.  
DIVISION 1.4.

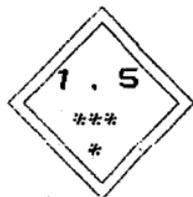


FIG. 7.9.C.  
DIVISION 1.5.



FIG. 7.9.D.  
DIVISION 1.6.

C L A S E 2.- GASES.

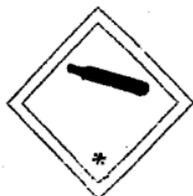


FIG. 7.10.A.  
NO INFLAMABLES



FIG. 7.10.B  
INFLAMABLES.



FIG. 7.10.C.  
TOXICOS.

U. N. A. M

ETIQUETAS DE SEGURIDAD.

ESCALA : NO

FAC. QUIMICA

ACOT. : NO

C L A S E 3.-

LÍQUIDOS INFLAMABLES.



FIG. 7.11.- LÍQUIDO INFLAMABLE.

C L A S E 4.- SÓLIDOS INFLAMABLES.



FIG. 7.12.A  
DIVISION 4.1



FIG. 7.12.B.  
DIVISION 4.2



FIG. 7.12.C.  
DIVISION 4.3.

C L A S E 5.- OXIDANTES Y PEROXIDOS ORGANICOS.

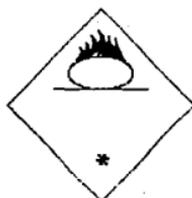


FIG. 7.13.A.  
DIVISION 5.1.

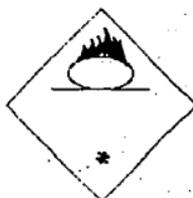


FIG. 7.13.B.  
DIVISION 5.2.

U. N. A. M

FAC. QUÍMICA

ETIQUETAS DE SEGURIDAD

ESCALA - NO

ACOT. - NO

CLASE 6-

VENENOS.



FIG. 7.14.A.- DIVISION 1.  
ENVASE/EMBALAJE I Y II.



FIG. 7.14.B.- DIVISION 6.1.  
ENVASE/EMBALAJE III.



FIG. 7.14.C.- DIVISION 6.2.

U. N. A. M

FAC. QUIMICA

ETIQUETAS DE SEGURIDAD

ESCALA : NO

ACOT. : NO

C L A S E 7.- MATERIALES RADIOACTIVOS.



FIG. 7.15.A. :  
CATEGORIA I :



FIG. 7.15.B.  
CATEGORIA II



FIG. 7.15.C.  
CATEGORIA III.

C L A S E 8.-

CORROSIVOS.

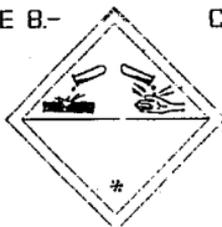


FIG. 7.16.- CORROSIVOS.

C L A S E 9.-

MATERIALES MISCELANEOS.

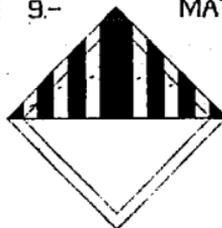


FIG. 7.17.- MISCELANEOS.

U. N. A. M	ETIQUETAS DE SEGURIDAD.	ESCALA : NO
FAC. QUIMICA		ACOT. : NO

sustancias de la clase 2 que tienen propiedades secundarias de inflamabilidad o de toxicidad, la indicación de la clase debe completarse con la palabra "inflamable" o "tóxico", según proceda.

- El número de Naciones Unidas, asignado a la sustancia, material u objeto.

- La cantidad total de las mercancías peligrosas a la que se aplican las indicaciones, (volumen, masa o contenido explosivo neto, según sea el caso).

Si se transporta un desecho peligroso (no radiactivo), la designación oficial de transporte debe ir precedida de la palabra "DESECHO".

Con lo que respecta a las sustancias de reacción espontánea de la división 4.1 y peróxidos orgánicos para los que se prescribe regulación de la temperatura durante el transporte, la temperatura de regulación y la de emergencia deben hacerse constar en el documento de transporte.

### 7.3.- ROTULACION.

Se deben poner rótulos en las paredes externas de las unidades de transporte para advertir que las mercancías transportadas son peligrosas y presentan riesgos. Esta recomendación no es aplicable a las unidades de transporte que lleven explosivos de la división 1.4, grupo de compatibilidad S, o a los que transportan materiales de la clase 7. Una forma muy usual, de colocar los carteles, es la indicada en la FIGURA 7.18.

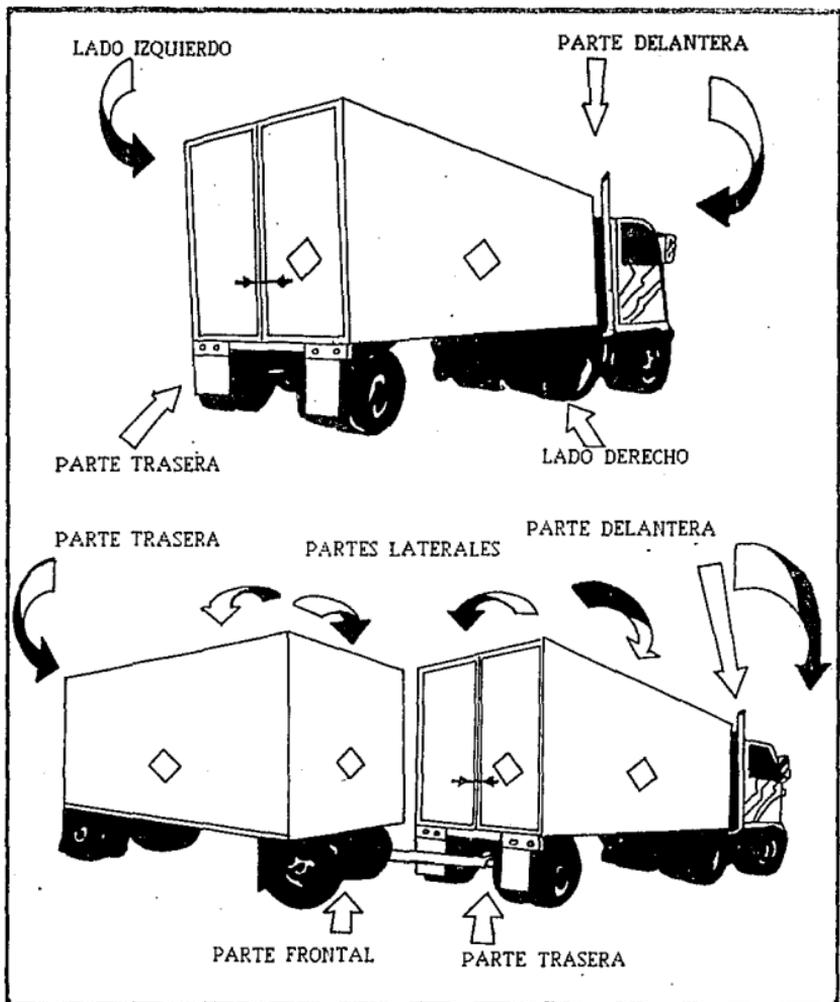
Para todas las clases los rótulos son etiquetas de las Naciones Unidas ampliadas. Para el caso de rótulos de riesgos secundarios estos no son necesarios, en términos generales.

Las unidades de transporte comprenden los vehículos cisterna y los vehículos de transporte de mercancías por carretera, los vagones cisterna y los vagones de mercancías destinados al transporte multimodal. Estos, si no han sido limpiados después de descargar mercancías peligrosas, deben llevar rótulos claramente visibles, con la leyenda "RESIDUO", como se muestra en la FIGURA 7.19.

Los rótulos deben tener las siguientes características:

- dimensiones mínimas de 250 milímetros por lado, con una línea del mismo color que el símbolo, trazada a 12.5 milímetros del borde, en todo el perímetro.
- Corresponder a la etiqueta de la clase de las mercancías peligrosas de que se trate en lo que se refiere al color y al símbolo.
- Llevar el número de la clase o de la división, de la mercancía peligrosa que se trate.

Los rótulos deben llevar el número de las Naciones Unidas correspondiente a las mercancías, en cifras negras de una altura mínima de 65 milímetros, bien sobre fondo blanco en la mitad inferior del rótulo o en una placa rectangular de color anaranjado de 120 milímetros de altura por 300 milímetros de ancho como mínimo, con un borde negro de 10 milímetros, que se debe colocar inmediatamente al lado del rótulo, ver la FIGURA 7.20, (24) (84).



U. N. A. M

FIG. 7.18.- CARTELES DE SEGURIDAD  
EN SEMIRREMOLQUES.

ESCALA : NO

FAC. QUIMICA

ACOT. : NO



U. N. A. M

FIG. 7.19.- CARTEL DE RESIDUO.

ESCALA : NO

FAC. QUIMICA

ACOT. : NO



FIG. 7.20A.

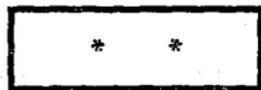


FIG. 7.20B.

\* POSICION DEL NUMERO DE LA CLASE O DE LA DIVISION  
 \*\* POSICION DEL NUMERO DE LAS NACIONES UNIDAS.

U. N. A. M	POSICION DEL NUMERO DE LAS NACIONES UNIDAS EN LOS ROTULOS.	ESCALA : NO
FAC. QUIMICA		ACOT. : NO

#### 7.4.- HOJA DE EMERGENCIA.

El objetivo de la hoja de emergencia es informar de forma concisa acerca de los peligros que conllevan los materiales con los que se trabaja para poderse proteger contra los mismos y responder ante situaciones de emergencia.

La finalidad de una hoja de seguridad es indicar:

- Las propiedades físicas de los materiales o las rápidas influencias que pueden ejercer sobre la salud que hacen que su manipulación sea peligrosa.
- El nivel de los equipos protectores necesarios.
- El tratamiento de primeros auxilios que debe proporcionarse cuando esté expuesto al peligro.
- Los preparativos preliminares necesarios para manipular de forma segura los derrames, incendios y las operaciones diarias.
- Cómo responder en caso de accidentes.

7.4.1.- FORMATO DE LA HOJA DE SEGURIDAD.- La hoja de seguridad de varios proveedores pueden ser diferentes, pero deben de incluir los siguiente:

- La identidad del material, incluyendo su nombre químico y común.
- Ingredientes peligrosos, incluso a concentraciones del 1%.
- Ingredientes que producen cáncer, incluso a concentraciones del 0.1%.
- Lista de peligro y características físicas y químicas, inflamable, explosivo, corrosivo, etc.

- Lista de peligros contra la salud, incluyendo:
  - \* Efectos agudos, tales como quemaduras o pérdida del conocimiento, que ocurren de forma inmediata y
  - \* Efectos crónicos, tales como sensibilización alérgica, problemas cutáneos, o enfermedades respiratorias, que se acumulan tras cierto tiempo.
- Límites a los que puede ser expuesto el trabajador, rutas principales de entrada en el cuerpo, órganos específicos que es probable que sufran daños y problemas médicos que dicha exposición puede agravar.
- Precauciones y equipos de seguridad.
- Procedimientos de emergencia y primeros auxilios.
- Identidad de la organización responsable de crear la hoja y la fecha de su publicación, (24)(84).

8- CAPITULO VII.

## 8.- C A P I T U L O VII

### EMERGENCIAS EN EL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Hoy en día uno de las principales preocupaciones de la industria que esta relacionada con el manejo de sustancias peligrosas, es el de como minimizar los eventos de emergencia en el manejo, almacenamiento y transporte de las mismas, con el fin fundamental de no causar afectaciones a sus empleados y a terceros.

En el caso del almacenamiento y el manejo de sustancias peligrosas dentro de la planta, se han instaurado procedimientos, medidas de seguridad, normas y varias actividades más que lleven a evitar cualquier contingencia que provoque afectaciones a la planta y al exterior, y en el caso que esta ocurra, la planta cuenta con el equipo y los procedimientos adecuados para poderla mitigar en el menor tiempo posible y así evitar que la emergencia sea de consecuencias más serias, o que el problema traspase los límites de propiedad de la planta.

Para el caso del transporte de sustancias peligrosas es más difícil implementar cierto tipos de medidas preventivas o correctivas, ya que en muchas ocasiones no se sabe con precisión cuales son los imprevistos a los que esta expuesto el conductor de la unidad que transporta sustancias peligrosas, por lo cual se hace necesario contar con procedimientos adecuados para poder atacar una emergencia con la mayor eficiencia posible y así no causar afectaciones a seres humanos, o a otros seres vivos y en general al medio ambiente que estarían expuestos a la contingen-

cia.

Es por lo anterior que este capítulo está destinado a describir medidas preventivas y en el caso de un accidente algunos procedimientos generales para poder atacar la emergencia.

#### 7.1.- CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Para el caso del transporte de sustancias peligrosas mediante, envases/embalajes, recipientes internos para granel (RIG), contenedores y contenedores cisterna, estos deben de sujetarse a las disposiciones descritas en los capítulos correspondiente para cada tipo de sistema de transporte.

En el caso del transporte de sustancias peligrosas que se realice por medio de autotankers debe ser apropiado para el manejo de sustancias peligrosas a transportar. Los materiales y sistemas de construcción deben de ser los adecuados para lograr la máxima seguridad. En lo que corresponde al equipo y sistemas de seguridad con que debe contar un autotanker, El Departamento de Transporte de Estados Unidos (U.S. Department of Transportation), cuenta con un sistema de clasificación de autotankers en el cual señala las características de cada tipo diferente de autotanker, entre los principales tipos de autotanker que señala, se encuentran los siguientes:

##### A) AUTOTANQUE MC-306, (FIGURA 8.1).

Características principales:

- Material de construcción: Aluminio y acero inoxidable.
- Presión de trabajo: atmosférica.

- Equipos y sistemas de seguridad: Protección contra volcaduras, defensa reforzada, válvula de seguridad, tapón de fusión calibrado a 250°F, válvula interna con actuador hidráulico y con control remoto, eslabón de fusión calibrado a 250°F conectado a la válvula interna, válvula externa mecánica y sección de corte en la válvula externa de descarga.

- Capacidad: de 7500 a 9500 galones.

- Varios compartimientos (opcional).

- Usos: Líquidos inflamables y combustibles tales como gasolina, alcoholes y solventes.

B) AUTOTANQUE MC-307, (Figura B.2).

Características principales:

- Material de construcción: Acero inoxidable, aluminio, titanio, otras aleaciones.

- Presión de trabajo: 25 a 30 psig.

- Máxima temperatura de operación: 250°F.

- Equipos y sistemas de seguridad: Aislamiento de corcho entre los anillos de soporte y la chaqueta, protección contra volcaduras, defensas reforzadas, válvulas de seguridad, tapón de sobrepresión/fusión, válvula interna con actuador hidráulico y con control remoto, 2, 3 y 5 compartimientos, eslabón de fusión calibrado a 250°F conectado a la válvula interna y válvula externa mecánica.

- Equipo opcional: Aislamiento de 4 pulgadas de espesor, serpentín de vapor y de calentamiento en tránsito y rompedor

de vacío.

- Usos: Gran versatilidad, transporta líquidos inflamables, tóxicos y combustibles además de ácidos débiles tales como acético y fosfórico.

C) AUTOTANQUE MC-312, (Figura 8.3).

Características principales:

- Material de construcción: Acero inoxidable y con recubrimiento interno de hule, fenólico o de polipropileno.

- Presión de trabajo: 35 a 50 psig, (mas frecuente).

- Sistemas y equipos de protección: Protección contra volcaduras, defensa reforzada, válvula de seguridad, tapón de sobrepresión/fusión, descarga por arriba y abajo, válvula interna con actuador hidráulico y control remoto, eslabón de fusión calibrado a 250°F conectado a la válvula interna y sección de corte en la válvula externa de descarga.

- Equipo opcional: Aislamiento, serpentín de vapor y medidor de nivel (flotador).

- Capacidad: 3300 a 6300 galones.

- Usos: Líquidos corrosivos y oxidantes, tales como ácidos y bases.

D) AUTOTANQUE MC-331, (Figura 8.4).

Características principales:

- Material de construcción: Acero de alta tensión.

- Presión de trabajo: 100 a 500 psig, (mas común 250 a 265 psig.).

- Sistemas y equipos de protección: Protección contra

volcaduras, defensa reforzada, válvula de seguridad (2), medidor de nivel, termómetro, manómetro, válvula interna con actuador hidráulico y con control remoto, eslabón de fusión calibrado a 250°F conectada la válvula interna, válvula externa mecánica y sección de corte en la válvula externa de descarga.

- Usos: Gases comprimidos, tales como amoníaco anhidro y gas propano.

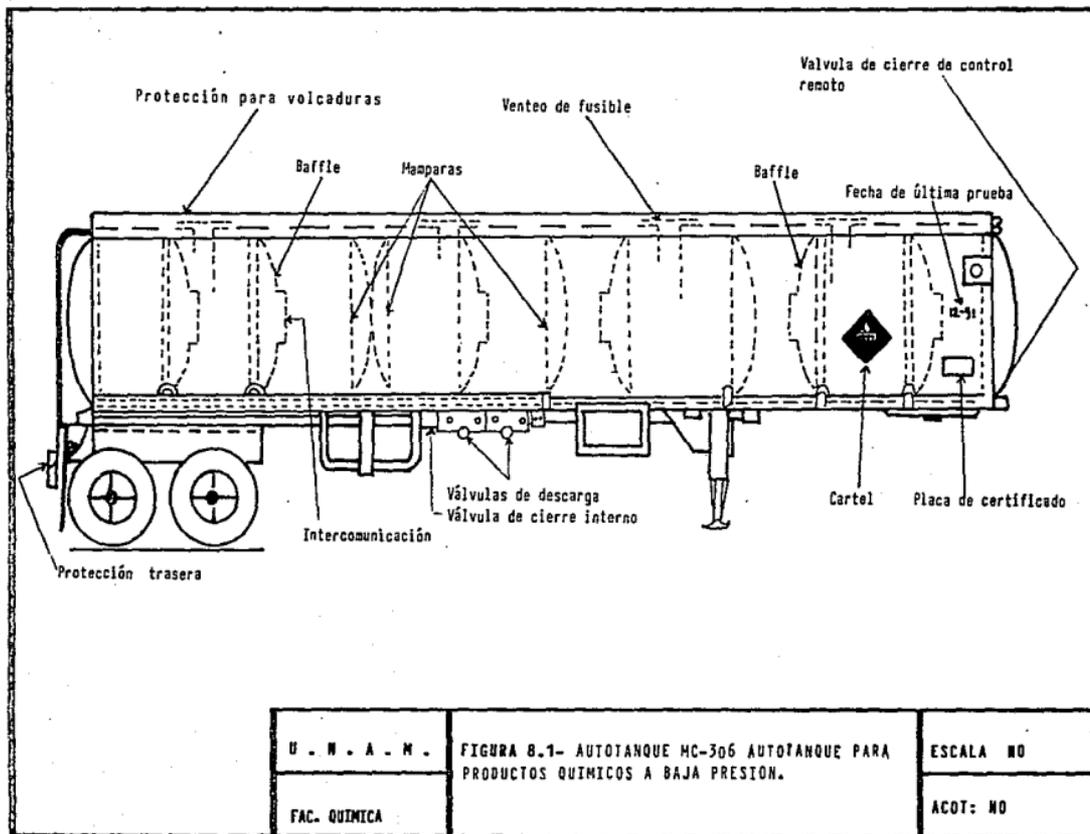
## 8.2.- INSPECCIONES DE LOS AUTOTRANSPORTES.

### 8.2.1.- INSPECCION DE LOS AUTOTRANSPORTES POR LAS AUTORIDADES.-

De acuerdo a las recomendaciones de instituciones internacionales, las unidades que transportan sustancias peligrosas deben ser sometidas a inspecciones técnicas y de operación, realizadas por las autoridades competentes, para verificar que cumplan con las especificaciones y disposiciones de seguridad establecidas para tal efecto, por las autoridades del país de que se trate.

A) INSPECCION TECNICA.- Esta inspección consiste en verificar las condiciones en que se encuentran los materiales de fabricación, elementos estructurales, componentes y accesorios de la unidad de autotransporte, verificando que conserven rangos de seguridad adecuados. Esta inspección es periódica.

B) INSPECCION EN OPERACION.- En este tipo de inspección se supervisan las condiciones mecánicas y de mantenimiento de las unidades, las cuales se realizaran cuando la autoridad lo considere pertinente.



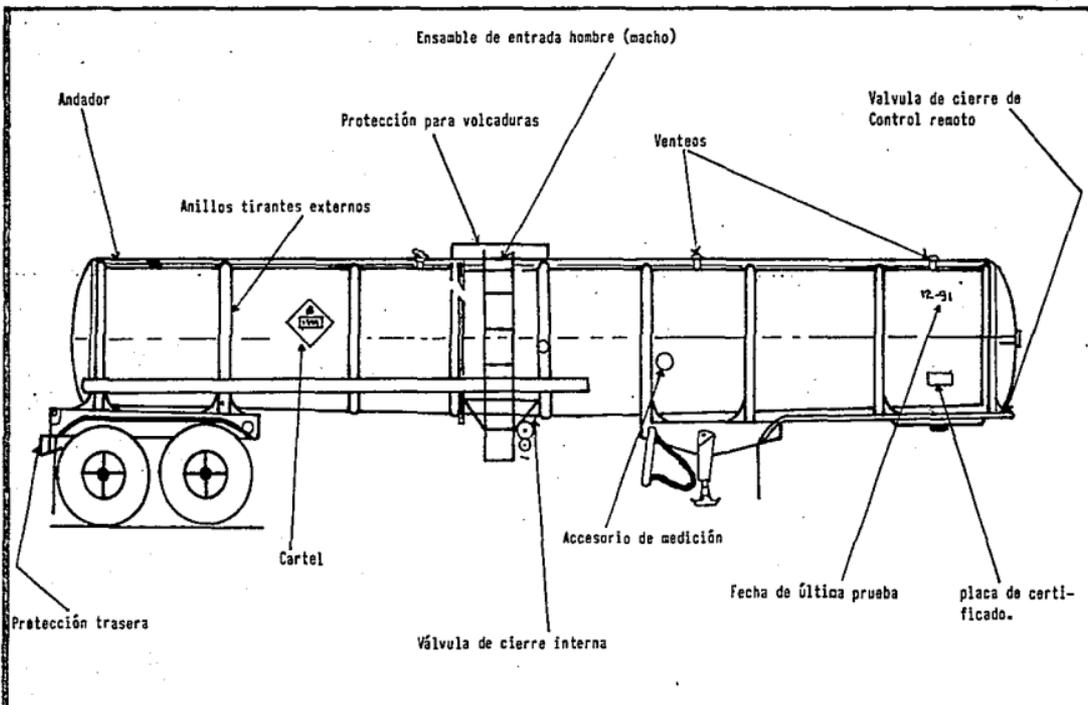
U . N . A . M .

FIGURA 8.1- AUTOTANQUE MC-306 AUTOTANQUE PARA PRODUCTOS QUIMICOS A BAJA PRESION.

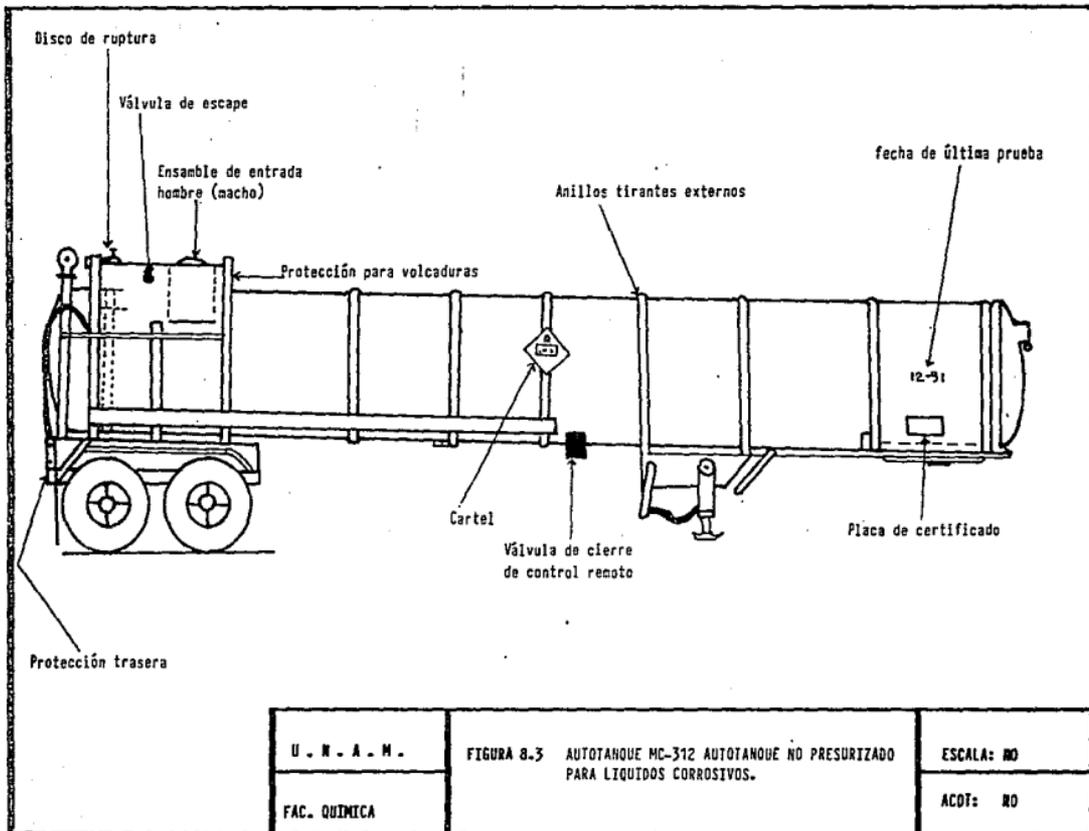
ESCALA NO

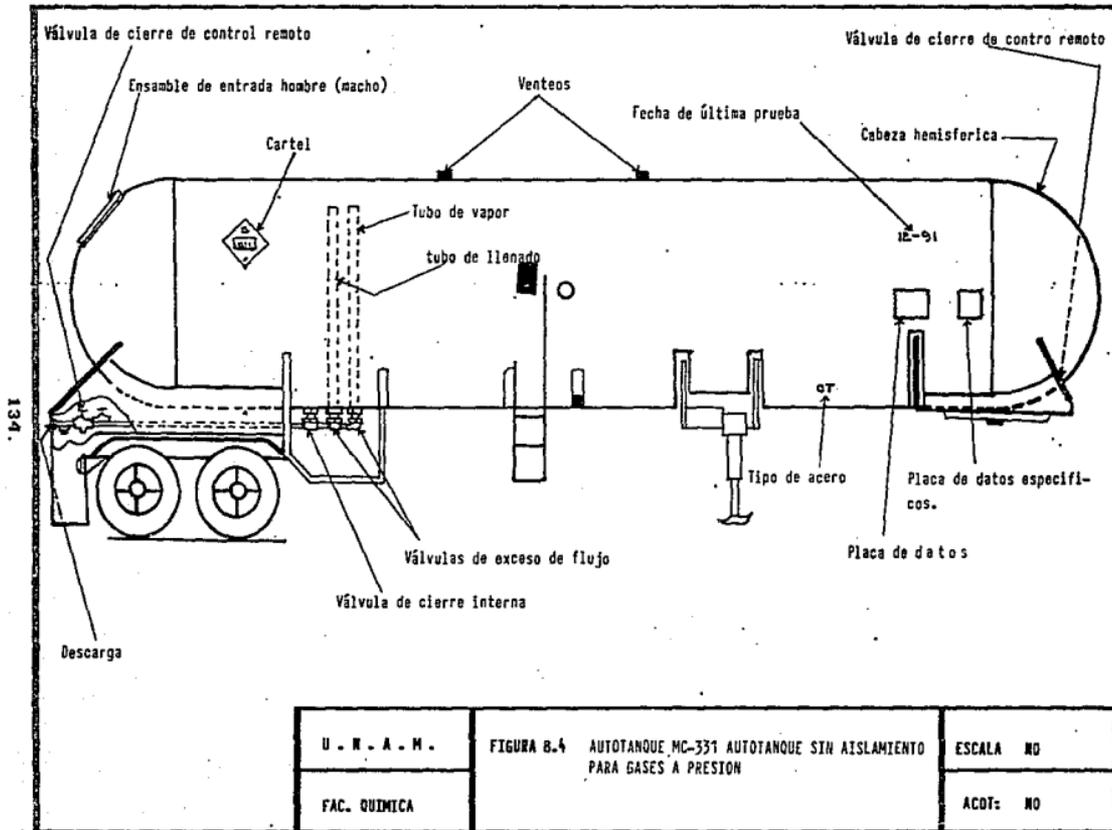
FAC. QUIMICA

ACOT: NO



U. N. A. M.	FIGURA B.2 AUTOTANQUE MC-307 AUTOTANQUE DE USO GENERAL PARA LIQUIDOS SIN PRESURIZAR.	ESCALA NO
FAC. QUIMICA		ACOT: NO





**8.2.2.- AUTOINSPECCION BASICA DE LA UNIDAD.-** Una de las más eficientes medidas de seguridad en el transporte de sustancias peligrosas son las medidas preventivas, entre las más importantes se encuentra la inspección del vehículo antes de que este sea cargado y puesto en circulación.

En la TABLA VIII.1 se muestra una lista de verificación básica de un autotanque y trailer para efectos de inspección.

Al estar realizando la inspección es muy importante en caso que la respuesta a alguna de las preguntas de la lista de verificación demuestre anomalías o mal estado del vehículo, se deben realizar las medidas correctivas a estos puntos, ya que de lo contrario no es recomendable efectuar el transporte del material en ese vehículo, pues no está cumpliendo con las medidas de seguridad adecuadas.

### **8.3.- ACONDICIONAMIENTO DE LA CARGA.**

Al manejar un vehículo mal cubierto, construido y cargado de tal manera que cualquier parte de su contenido o de su carga se derrame, caiga, escape o vuele del vehículo, no se cumple con las medidas adecuadas de seguridad para realizar el transporte de ningún material, por lo que además de las recomendaciones descritas en los capítulos anteriores acerca de la correcta identificación de los productos y la verificación del vehículo que los transportará, es fundamental que la mercancía esté bien estabilizada, antes de ser enviada.

Para que el transporte del material sea seguro, este debe ser

TABLA VIII.1.

FORMATO PARA LA INSPECCION DE PIPAS.

DATOS DE EMBARQUE

Area de operación \_\_\_\_\_ Lote No. \_\_\_\_\_ Orden No. \_\_\_\_\_  
 Nombre del embarque/producto \_\_\_\_\_  
 Clasificación de riesgo (UN) \_\_\_\_\_  
 Señalamiento requerido \_\_\_\_\_  
 Pipa No. \_\_\_\_\_ Transportista \_\_\_\_\_  
 Especificación requerida de UN \_\_\_\_\_  
 Capacidad del tanque/litros \_\_\_\_\_  
 Nombre del cliente \_\_\_\_\_  
 Fecha \_\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_ Preparado por \_\_\_\_\_

REVISION DE LA ESPECIFICACION.

	NO APLICA	SI	NO	COMENTARIOS
¿Es la pipa que ordenó?(Revisar el no. de pipa y la especificación).	( )	( )	( )	_____
¿La especificación de la pipa y los materiales de construcción del tanque están de acuerdo con los datos de embarque arriba mencionados?	( )	( )	( )	_____
<b>CONDICIONES FISICAS.</b>				
- Identificación de la placa de ser- tificación legar.	( )	( )	( )	_____
- Luces de la pipa y el tractor fun- cionando.	( )	( )	( )	_____
- Fechas de prueba: inspección no - vencidas.	( )	( )	( )	_____
- Piernas de soporte - no desaline- das, no dobladas, sin fisuras en la soldadura.	( )	( )	( )	_____
- Suficiente claro sobre el pavimen- to, (mínimo 12 pulgadas).	( )	( )	( )	_____
- Llantas y muelles en buenas condi- ciones.	( )	( )	( )	_____
- Tuberías y conexiones en buenas - condiciones.	( )	( )	( )	_____
- Tuberías y conexiones posteriores protegidas por la defensa.	( )	( )	( )	_____
- Tapón en la descarga (brida ciega o tapón).	( )	( )	( )	_____
- Guarda fangos.	( )	( )	( )	_____
- Exterior del tanque en buenas con- diciones, (sin aboyaduras, etc.).	( )	( )	( )	_____
- El tanque no muestra fugas o co- rrósión.	( )	( )	( )	_____
- Cierre de emergencia remoto y fu- sibles de relevo suministrados.	( )	( )	( )	_____

CONTINUACION TABLA VIII.1

	NO APLICA	SI	NO	COMENTARIOS
- Buenas condiciones en escaleras, barandales y andadores de seguridad.	( )	( )	( )	_____
- Tiene dispositivos de relevo de seguridad.	( )	( )	( )	_____
- Dispositivos de relevo de seguridad están limpios (no corroidos o dañados).	( )	( )	( )	_____
<b>TANQUE VACIOS NO PRESURIZADOS.</b>				
- Cubierta del macho operable y empaque en buenas condiciones.	( )	( )	( )	_____
- Interior del tanque limpio.	( )	( )	( )	_____
- Válvulas de descarga y tuberías - limpias.	( )	( )	( )	_____
- Cierre de emergencia remoto operable ( en caso que aplique).	( )	( )	( )	_____
<b>REVISION DE PRECARGA.</b>				
- Cable de tierra colocación adecuada	( )	( )	( )	_____
- Calzas en las ruedas, soportes de seguridad.	( )	( )	( )	_____
- Producto muestreado.	( )	( )	( )	_____
- Entradas y salidas del líquido y vapor identificadas adecuadamente.	( )	( )	( )	_____
- Válvula interna operable, cerrada y a prueba de fuga.	( )	( )	( )	_____
- Válvulas de descarga externas cerradas y tapones quitados.	( )	( )	( )	_____
- Todas las bridas, empaques y tornillos en su lugar y conexiones apretadas.	( )	( )	( )	_____
- Tapones quitados del serpentín para calentamiento de vapor.	( )	( )	( )	_____
<b>REVISION DESPUES DE LA CARGA.</b>				
- Carga del material correcto.	( )	( )	( )	_____
- Tanque o válvulas sin fuga.	( )	( )	( )	_____
- Tanque limpio de salpicaduras.	( )	( )	( )	_____
- Líneas de descarga desconectadas.	( )	( )	( )	_____
- Válvulas del tanque y serpentín - de calentamiento taponeadas.	( )	( )	( )	_____
- Mangueras limpias, drenadas y terminales cubiertas.	( )	( )	( )	_____
- Entrada hombre cerrada.	( )	( )	( )	_____
- Limpieza de derrames en el tanque y piso.	( )	( )	( )	_____
- Colocación de carteles de seguridad apropiados al producto.	( )	( )	( )	_____
- Almacenamiento de calzas soportes y señalamientos de seguridad.	( )	( )	( )	_____
- Cable de tierra quitado.	( )	( )	( )	_____

cargado, distribuido y sujeto en el vehículo de tal manera que no ocasione ningún daño por efectos de la vibración originada por la circulación del vehículo durante el traslado.

**8.3.1.- MATERIALES QUE NO SE TRANSPORTAN A GRANEL.-** Antes de realizar cualquier envío es recomendable tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Distribuir uniformemente la carga en el vehículo, (FIGURA 8.5).
- Balancear el peso de la carga, (FIGURA 8.6).
- Afianzar correctamente la carga.- De acuerdo al tipo de envase, existen entre otros, los siguientes métodos para asegurar la carga:

- A) Aseguramiento con bandas para tambores, (FIGURA 8.7).
- B) Método de huecos para cargado de tambores, (FIGURA 8.8).
- C) Cargado de cama de sacos, (FIGURA 8.9).
- D) Cubrir la carga.

Con lo que respecta a las operaciones de descarga, antes de realizarla se debe revisar la documentación y datos de seguridad del material a descargar, posterior a esta operación se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Debe hacerse una inspección física de la parte externa del transporte, para verificar si hay escurrimientos, fugas, señales de impacto, desgaste, sobrecalentamiento del motor, etc.
- El personal que efectúe la descarga debe tener el equipo de protección personal adecuado a lo indicado en las hojas de seguridad de materiales del producto.
- Si los materiales han sido transportados en cajas cerradas o

tambores y cubiertos con lonas, se debe dejar que la carga se ventile 15 minutos antes de efectuar las maniobras de descarga.

- Durante las maniobras de descarga, se debe evitar que el material caiga directamente al piso, así como evitar cualquier roce que pueda ocasionar un derrame o incendio.

- Los lugares de descarga deben estar libres de fuentes de energía o calor.

- Se debe revisar las etiquetas, que estén en el idioma del país correspondiente.

**8.3.2.- MATERIALES QUE SE TRANSPORTAN A GRANEL.-** Las recomendaciones generales de carga y descarga de autotanques y carrotanques son:

- Los trabajadores que ejecuten estas maniobras deben tener adiestramiento previo y conocimiento sobre los materiales a manejar y deben utilizar equipo de protección personal correspondiente adecuado para el material que se va a manejar.

- Se debe hacer una inspección general del estado del vehículo, así como de las conexiones que se usan para efectuar la carga y descarga. En caso necesario realizar un análisis del material.

- El vehículo debe ubicarse de tal forma que quede aislado de cualquier objeto que pueda obstruir la maniobra, en posición de freno y calzado de sus ruedas o llantas, y conectado a tierra.

- Deben colocarse letreros laterales de advertencia para la carga y descarga.

- Los puntos de carga y descarga deben estar alejados de fuentes de eléctricas o de ignición.

**8.3.3.- ESTABILIDAD DE LOS AUTOTANQUES.-** Una de las principales características de un autotanque es su estabilidad, donde se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones durante el transporte:

- El semirremolque se apoya sobre la parte posterior del vehículo sobre la llamada "quinta rueda". En la parte posterior del remolque hay dos o tres ejes, (FIGURA 8.10A).

- Para esta clase de vehículos el centro de gravedad es relativamente alto, lo cual significa que los movimientos del líquido dentro de la cisterna tienen un efecto enorme sobre la estabilidad, (FIGURA 8.10B).

- El líquido de la cisterna se mueve de acuerdo con los movimientos del vehículo. El líquido se desplaza lateralmente cuando el autotanque pasa por una curva cerrada, (FIGURA 8.10C).

- Es importante llenar el autotanque de acuerdo a las recomendaciones hechas para cada tipo de material, para evitar posibles accidentes por efectos de estabilidad.

Para el caso de los vehículos que transportan materiales no a granel, la estabilidad del mismo depende de:

a) la altura del centro de gravedad; y

b) la distancia entre las ruedas.

Por ejemplo, un vehículo cargado con troncos tiene un centro de gravedad muy alto, (FIGURAS 8.11A y 8.11B). Varios factores podrían ocasionar que se volque, por ejemplo:

- Inclinación lateral o

- Velocidad elevada en una curva.

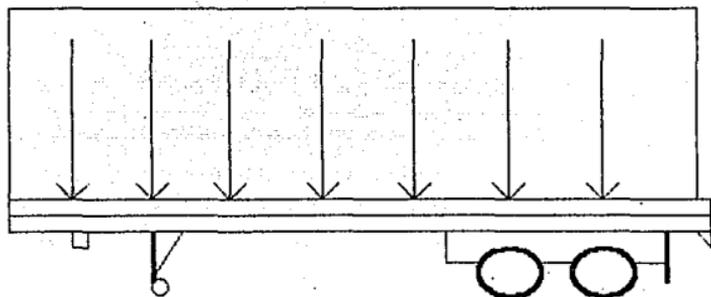
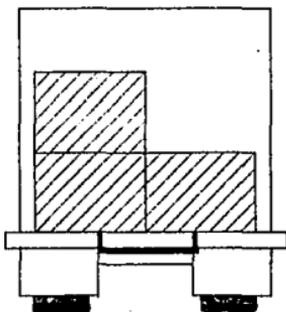


FIG. 8.5.- DISTRIBUCION UNIFORME DE LA CARGA EN EL VEHICULO.

INCORRECTO.



CORRECTO.

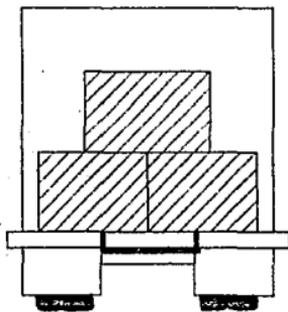
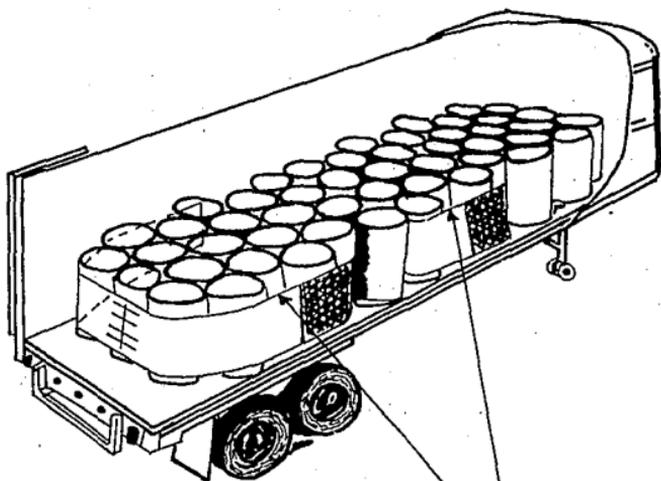


FIG. 8.6.- BALANCE DEL PESO DE CARGA.

U. N. A. M	RECOMENDACIONES DE CARGA DE VEHICULOS.	ESCALA : NO
FAC. QUIMICA		ACOT. : NO

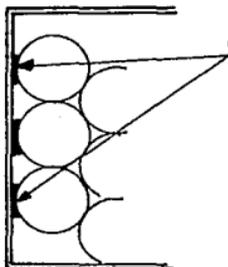


ALTO ADHESIVO, RESISTENTE  
A LA FUERZA CORTANTE.

FIG. B.7.- CARGA CON ASEGURAMIENTO CON BANDAS

U. N. A. M	RECOMENDACIONES DE CARGA DE VEHICULOS.	ESCALA : NO
FAC. QUIMICA		ACOT. : NO

PIEZAS VERTICALES Y CLAVADAS CON  
JUNTAS, PARA UN EMPALME AJUSTADO.



PUERTA ENTARIMADA.



TRAVEZAÑOS.

TAMBORES LOCALIZADOS  
DE TAL FORMA QUE SE  
PROVEAN DOS PUNTOS -  
DE CONTACTO.

FIG. 8.8.- METODO DE HUECOS PARA  
CARGADO DE TAMBORES.

U. N. A. M

RECOMENDACIONES DE CARGA  
DE VEHICULOS.

ESCALA : NO

FAC. QUIMICA

ACOT. : NO

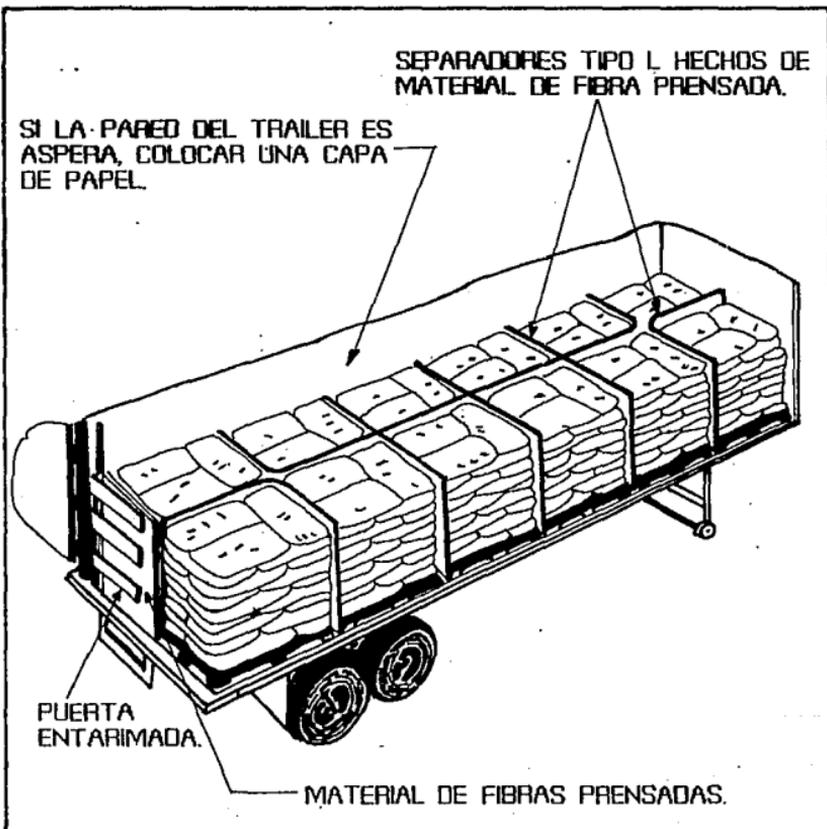


FIG. B.9.- CARGADO DE CAMAS DE SACOS.

U. N. A. M	RECOMENDACIONES DE CARGA DE VEHICULOS.	ESCALA : NO
FAC. QUIMICA		ACOT. : NO

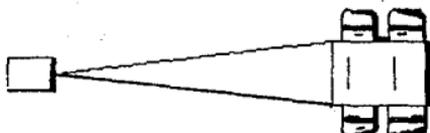
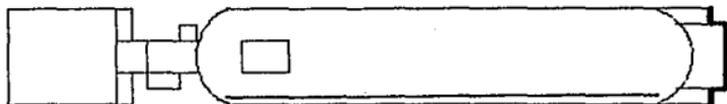


FIG. 8.10.A.

CENTRO DE  
GRAVEDAD.

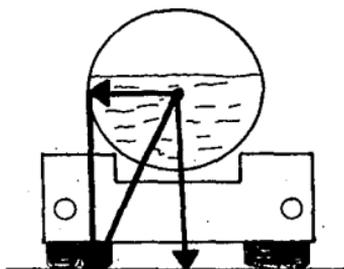


FIG. 8.10.B.

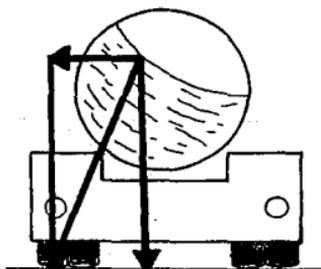
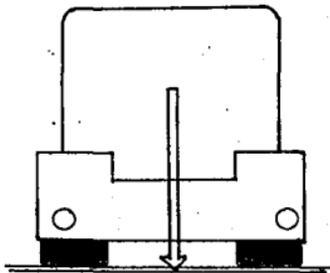


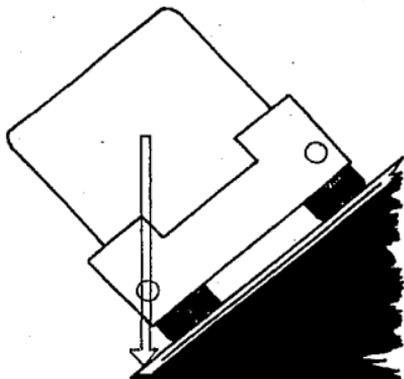
FIG. 8.10.C.

U. N. A. M	ESTABILIDAD DE PIPAS.	ESCALA : NO
FAC. QUIMICA		ACOT. : NO



EL VEHICULO ES ESTABLE MIENTRAS LA LINEA VERTICAL PASE POR LOS PUNTOS DE APOYO, (EN ESTE CASO LAS RUEDAS).

FIG. B.11.A.



EL VEHICULO SE VUELCA CUANDO LA LINEA VERTICAL PASA - POR FUERA DE LOS APOYOS (RUEDAS). SIN EMBARGO, EL CENTRO DE GRAVEDAD SIGUE ESTANDO EN EL MISMO LUGAR.

FIG. B.11.B.

U. N. A. M

MOVIMIENTO DE LA CARGA.

ESCALA : NO

FAC. QUIMICA

ACOT. : NO

#### **8.4.- FORMULACION DE PLANES PARA EL CONTROL DE INCIDENTE CON MATERIALES PELIGROSOS.**

Los planes para el control de incidentes con materiales peligrosos debe contemplar las pautas de planificación local, estatal y federal y debe ser elaborado por un equipo o grupo multidisciplinario. Dichos planes deben ser revisados y actualizados por lo menos una vez al año, así como también realizar un ejercicio de entrenamiento, por lo menos una vez al año, para determinar las adecuaciones y efectividad del mismo.

Las etapas que debe contener un plan de control de emergencias son:

A) La etapa de preparación, que involucra a los sectores públicos y privados para realizar el inventario de peligros, es decir, conocer los sitios donde pueden presentarse accidentes, así como la identificación de los recursos humanos y materiales. En esta etapa se requiere de la información y recursos suficientes para:

- Identificación de la sustancia que ocasiona el incidente.
- Características fisicoquímicas y toxicológicas.
- Predecir sus posibles efectos a la salud.
- Definir la terapéutica por seguir y los recursos necesarios para ello.
- Conocimiento de los materiales que se deben emplearse para neutralizar o contener las sustancias liberadas.
- La estimación de la dispersión en el ambiente de dichas sustancias.

- Pronósticos meteorológicos.
- Trabajos de limpieza de los sitios contaminados.
- Disposición final de los materiales contaminados y empleados en la limpieza.

B) La etapa de atención a la emergencia empieza minutos después que ésta ocurra y para ello se requiere de: la concurrencia y enlace entre los organismos públicos y la comunidad a fin de coordinar las acciones de:

- Servicios de auxilio: policía, bomberos, ejército.
- Servicios médicos: centros hospitalarios, antidotos.

C) La etapa posterior a la emergencia incluye varios aspectos, entre los que pueden señalarse: rehabilitación de las zonas afectadas, atención a personas afectadas, acciones legales y administrativas, pago de indemnizaciones y otras (11).

En estos planes es necesario determinar el nivel de la emergencia que se presenta, para lo cual la CUADRO VIII.1 se puede considerar como una guía de planeación para determinar dicho nivel (91).

#### 8.5.- OPERACIONES PARA EL CONTROL DE EMERGENCIAS.

Para poder controlar una emergencia, en el transporte de sustancias peligrosas se deben de seguir los siguientes pasos principales:

8.5.1.- NOTIFICACION.- Este primer paso tiene como objetivo el obtener la mayor información necesaria, por la persona que notifica del incidente, para poder proporcionar atención lo más rápidamente posible. La información que se debe solicitar cuando

**CUADRO VIII.1. GUIA DE PLANEACION PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE INCIDENTE, RESPUESTA Y ENTRENAMIENTO.**

NIVEL DEL INCIDENTE.	U N O	D O S	T R E S
Condiciones del incidente			
Identificación del producto.	No requiere placas, todas las categorías NFPA 0 o 1.	Rotulados, NFPA 2 para cualquier categoría.	Veneno, explosivos, péroxidos orgánicos, sólidos inflamables, materiales peligrosos al humedecerse, cloro, fluor, amoniaco, materiales radiactivos.
Tamaño del recipiente.	Pequeños (ej. balde, tambores, etc.).	Medianos (ej. cilindro de una tonelada).	Grandes (ej. carro tanques)
Potencial de incendio explosión.	Bajo.	Mediano.	Alto.
Gravedad del escape.	Ningún escape o pequeño escape contenido con recursos disponibles.	El escape puede no ser controlable sin recursos especiales.	El escape puede no ser controlable aún con recursos especiales.
Seguridad de la vida.	No hay condiciones de amenaza contra la vida.	Area localizada, área de evacuación limitada.	Area grande, área de evacuación masiva.
Impacto Ambiental.	Mínimo.	Moderado.	Grave.
Integridad del recipiente.	Sin daño.	Dañado pero capaz de contener el producto para permitir el manejo o traslado del producto.	Daños a tal grado que es posible una rotura catastrófica.

se da la notificación de un incidente, es en esencia la siguiente:

A) Ubicación correcta del incidente.

B) Información sobre el material.- Para poder determinar el tipo de ayuda que se debe proporcionar y cuales son las acciones que se deben realizar para el ataque de la emergencia es necesario conocer el nombre del producto, del transportista y del fabricante del material peligroso, así como el tipo de contenedor y/o vehículo, el destinatario y los números de identificación del material peligroso.

C) Condiciones climatológicas prevaletientes en el lugar de los hechos.

D) Cantidad de personas o instalaciones amenazadas o involucradas en la emergencia.

E) Si es posible obtener una descripción breve de los hechos.

8.5.2.- CONTROL DEL MANDO PARA ATENDER EMERGENCIAS.- El control del mando de las operaciones para atender emergencias lo asumirán los primeros en llegar al lugar de la emergencia. Las autoridades y por consiguiente las responsabilidades se deben transferir hasta que llegue el oficial de seguridad o jefe de acuerdo al plan de atención de incidentes con materiales peligrosos.

Los participantes en atender la emergencia solo recibirán órdenes de un solo JEFE. Así mismo deben conocer como implantar la estructura de control, además que deben utilizar una misma terminología o lenguaje para las comunicaciones.

Las operaciones de control deben ser de acuerdo a las necesidades de la emergencia: recursos humanos, supervisión, apoyo, etc. Se debe contar con una estructura modular, que permita integrar a los participantes a la atención de la emergencia de acuerdo al plan pre-establecido y aprobado en común, sobre todo por las autoridades, (7).

**8.5.3.- BITACORA DEL LUGAR DEL INCIDENTE.-** Uno de los principales documentos que se deben tener durante una emergencia con materiales peligrosos, es la "Bitácora del Lugar del Incidente", la cual tiene como fin fundamental el registro del incidente para futuras referencias, y como mínimo deberá contener lo siguiente:

A) localización; B) fecha; C) nombre, descripción, origen, cantidad, y causa del incidente; D) información sobre el estado del tiempo; E) nombres y asignaciones de trabajo de todo el personal participante; F) lesiones al personal y al público; G) acciones correctivas tomadas; H) registro cronológico de los eventos; I) horas de entrada y salida del personal de ingreso; J) método para registrar la exposición del personal a los materiales peligrosos y; K) información sobre recursos de personal (91).

**8.5.4.- CONTROL GENERAL SOBRE EL AREA DEL INCIDENTE.-** Durante una emergencia en el transporte de una sustancia peligrosa es necesario determinar zonas de control, para poder restringir la entrada de personal a la zona de riesgo y así exponer al mínimo a personas que se encuentren en las cercanías del incidente. Para tal efectos las zonas de control se dividen en:

A) Zona Caliente.- Es el área inmediata alrededor del incidente

de materiales peligrosos, que se extiende lo suficiente para prevenir los efectos adversos del escape de material peligroso al personal fuera de la zona. Esta zona también se conoce como zona de exclusión o zona restringida. El acceso a esta zona es limitado a aquellas personas que son necesarias para el control de incidente. Deberá llevarse una bitácora en el punto de entrada para registrar las horas de entrada y salida de todo el personal en la zona caliente.

B) Zona Tibia.- Es el área donde se tiene lugar la descontaminación del personal y equipo, y el apoyo a la zona caliente. Incluye los puntos de control del corredor de acceso y por lo tanto ayuda a reducir la expansión de la contaminación. También se conoce como zona de descontaminación, o zona de acceso limitado.

C) Zona Fría.- Esta área contiene el puesto de comando y las otras funciones de apoyo que se estimen necesarias para controlar el incidente. También se conoce como zona limpia o zona de apoyo. La FIGURA 8.12, muestra esquemáticamente la definición de las zonas de control.

Adicionalmente, algunas organizaciones cuentan con una zona extra de seguridad, la cual llaman "Zona de peligro externa", esta es la zona de riesgo en sí, fuga, escape, incendio, también conocida como "zona negra", (7) (91).

8.5.5.- TOMA DE DECISIONES.- Una vez que se ha obtenido la información técnica, que se conocen los factores que afectan la situación y se ha revisado la documentación para la planeación de

### ZONA FRIA

CIUDADANOS, MEDIOS DE COMUNICACION. AREA DE ESCENA MISCELANEAS  
TIERRA, SALVAMENTO, COMIDA, ECT.

### ZONA TIBIA

MONITOREO CON DETECTOR  
DE GAS/VAPOR

EVACUE EL AREA  
RELOCALICE PERSONAS INNECESARIAS

PUESTO DE COMANDO Y  
AREA DE ESCENIFICACION INMEDIATA.

ELIMINACION DE FUENTES  
DE IGNICION.

ES NECESARIO EL DEPTO.  
DE BOMBEROS, POLICIA, ETC.

### ZONA CALIENTE

EVACUE EL AREA RELOCALICE  
AL PERSONAL INNECESARIO

ES NECESARIO EL DEPTO. DE  
BOMBEROS Y SOLO PERSONAL  
AUTORIZADO.

ELIMINACION DE FUENTES  
DE IGNICION.



PRESA/DIQUE DE DERRAME.

MONITOREO CON DETECTORES  
DE GAS/VAPOR.

FIG. 8.12.

U. N. A. M	ZONAS DE CONTROL.	ESCALA : NO
FAC. QUIMICA		ACOT. : NO

la emergencias se pueden establecer objetivos estratégicos como son:

- 1.- Rescate de personal.
- 2.- Protección contra la exposición.
- 3.- Extinción de incendios.
- 4.- Confinamiento de los materiales peligrosos liberados.
- 5.- Contención de fugas en contenedores.
- 6.- Recuperación de materiales peligrosos.

El método sistemático para la toma de decisiones, se adopta externamente al grupo o grupos que intervienen o desde el puesto de mando de dichos grupos de una forma u otra, los primeros en llegar al lugar de la emergencia deben:

- Determinar los materiales involucrados en la emergencia.
- Evaluar los efectos inmediatos por explosión, incendio, exposición, etc.
- Fijar y lograr metas inmediatas.
- Estimar los recursos necesarios para el control.
- Iniciar el control administrativo sobre el personal, el equipo y demás recursos para resolver la situación.

Los pasos siguientes proporcionarán una guía para la toma de decisiones para el control de emergencias.

- DETECTAR.- La presencia de materiales peligrosos.
- ESTIMAR.- La extensión del problema que pueda causar daños a las personas, al ambiente y a la propiedad. En este paso se deben determinar las áreas de seguridad y de peligro para su control.
- CONSIDERAR.- Lo que se ha ya perdido, lo que se puede salvar y

el riesgo que presenta, y lo que no está en peligro para que se puedan determinar las estrategias convenientes.

- IDENTIFICAR.- Entre varias opciones o tácticas la mas viable para el logro de las estrategias comparando ventajas y desventajas.

- DESARROLLAR.- Aplicar la táctica que se escogió.

- EVALUAR.- Evaluar continuamente los resultados de la decisión y si estos no son los previstos, se deberá revirar el plan y corregir en caso necesario.

8.5.6.- IMPLICACION INMEDIATA Y OBJETIVOS PRIORITARIOS.- Las implicaciones inmediatas, es algo que debe ser hecho:

- Rápido, inmediatamente al llegar al lugar de la emergencia.

- Fácilmente, que no requiere de equipo especial.

- Que reducirá o mitigará el riesgo.

- Que estabilice la emergencia.

La implicación inmediata debe identificar lo que se debe hacer con el mínimo riesgo y muchas veces se sacrifica la duración de la emergencia para no arriesgar la seguridad. La implicación inmediata puede ser: la ignición; la extensión de la emergencia; la explosión; el daño a la persona.

La implicación inmediata incluye actividades como: instalar diques; desviar el líquido derramado hacia un lugar donde sea menos dañino; anular o remover fuentes posibles de ignición; enfriar tanques para reducir el riesgo de explosión; evacuar un área específica para eliminar el riesgo de exposición.

Los objetivos prioritarios, es algo que generalmente requiere de

ayuda para realizarse y se debe identificar para emergencias específicas como el terminar con la amenaza principal de la emergencia, disminuir el potencial de riesgo o terminar definitivamente con la emergencia.

Cumplir con el objetivo prioritario dependerá de:

- la gravedad del incidente;
- de la naturaleza y peligros de los materiales involucrados;
- del tamaño o extensión del incidente;
- del daño de los recipientes;
- de la disponibilidad de recursos;
- de las limitaciones de acción de los grupos que intervienen y;
- de las tácticas aplicadas.

Lo antes descrito se muestra en la TABLA VIII.2, (11).

**TABLA VIII.2, IMPLICACIONES INMEDIATAS Y OBJETIVOS PRIORITARIOS PARA EMERGENCIAS EN TRANSPORTE.**

MATERIAL.	EMERGENCIA.	IMPLICACION INMEDIATA.	OBJETIVO PRIMARIO.
EXPLOSIVOS. DOT CLASE 1. A, B Y C.	1.- Incendio exterior.	Proteger el transporte.	Extinguir-Estabilizar.
	2.- Incendio interior.	Proteger la vida.	Aislar el área y evacuar.
GASES COMPRI- MIDOS. DOT CLASE 2. NO INFLAMABLES	1.- Fuga sin incendio.	Proteger la vida.	Detener la fuga.
	2.- Fuga con incendio.	Enfriar los recipientes.	Detener la fuga.
DOT CLASE 2 INFLAMABLES.	1.- Fuga sin incendio.	Prevenir la ignición.	Detener la fuga.
	2.- Fuga con incendio.	Enfriar los recipientes.	Detener la fuga.
DOT CLASE 2 VENENOSOS.	1.- Fuga sin incendio.	Proteger la vida.	Detener la fuga.
	2.- Fuga con incendio.	Enfriar los recipientes.	Detener la fuga.
LIQUIDOS COM- BUSTIBLES. DOT CLASE 3.	1.- Fuga sin incendio.	Prevenir la ignición.	Detener la fuga.
	2.- Fuga con incendio.	Enfriar los recipientes.	Detener la fuga para poder extinguir.
SOLIDOS. DOT CLASE 4. INFLAMABLES.	1.- Fuga sin incendio.	Prevenir la ignición.	Aislar y contener hasta remover.
	2.- Fuga con incendio.	Enfriar.	Control por extinción o dejar quemar.
DOT CLASE 4. REACTIVOS AL AGUA.	1.- Fuga sin incendio.	Mantener seco.	Aislar y contener hasta remover.
	2.- Fuga con incendio.	Proteger exposición de materiales NO involucrados.	Dejar quemar.

MATERIAL.	EMERGENCIA.	IMPLICACION IMEDIATA.	OBJETIVO PRIMARIO.
DOT CLASE 4. DE COMBUSTION ESPONTAMEA.	1.- Fuga sin incendio.	Mantener humeado.	Aislar y contener.
	2.- Fuga con incendio.	Proteger exposición de materiales NO involucrados.	Dejar quemar.
OXIDANTES. DOT CLASE 5.	1.- Fuga/derrame sin incendio.	Prevenir ignición.	Aislar y contener hasta remover.
	2.- Fuga/derrame con incendio.	Proteger material no expuesto.	Control por extinción o dejar quemar.
LIQUIDOS POLVOS VENENOSOS (B). DOT CLASE 6.	1.- Fuga/derrame sin incendio.	Detener la propagación.	Detener la fuga aislar hasta remover.
	2.- Fuga/derrame con incendio.	Detener la propagación.	Detener la fuga. Dejar quemar y aislar.
AGENTES EPILOGICOS. DOT CLASE 6.	1.- Fuga/derrame sin incendio.	Prevenir la propagación y proteger la vida.	Aislar la sustancia hasta remover.
	2.- Fuga/derrame con incendio.	Prevenir la propagación y proteger la vida.	Dejar quemar y aislar.
RADIOLOGICOS. DOT CLASE 7.	1.- Fuga/derrame sin incendio.	Contener la propagación.	Aislar el área hasta remover.
	2.- Fuga/derrame con incendio.	Contener la propagación.	Extinguir si no hay peligro o dejar quemar.
CORROSIVOS. DOT CLASE 8.	1.- Fuga/derrame sin incendio.	Contener y no diluir.	Detener la fuga y aislar.
	2.- Fuga/derrame con incendio.	Contener la propagación proteger materiales NO expuestos.	Detener la fuga y aislar.

9.- C A P I T U L O VIII.

## 9.- C A P I T U L O VIII

### EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL Y DESCONTAMINACION.

#### 9.1.- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.

El equipo de protección personal debe cumplir con las normas apropiadas como son las de la NFPA y la OSHA, y al ser seleccionados se deben basarse en los materiales peligrosos y/o condiciones presentes y ser apropiados para los riesgos que se encuentren. Se debe establecer un programa para el equipo de protección el cual debe cubrir la selección del equipo de protección personal y su uso, almacenamiento, mantenimiento, procedimientos de inspección, y condiciones sobre entrenamiento, (91).

9.1.1.- EQUIPOS DE PROTECCION RESPIRATORIA.- Los equipos de protección respiratoria son de los tipos:

A) Mascarilla con cartucho químico de baja capacidad.- Este tipo de mascarillas se pueden considerar como máscaras de tamaño reducido, para protección respiratoria contra gases en concentraciones muy ligeras. Constan básicamente de una careta facial, con tirantes de sujeción, entrada de aire con rosca para cartuchos intercambiables y válvula de exhalación. Los cartuchos contienen determinados productos químicos que reaccionan selectivamente; absorben los materiales contaminantes o actúan como filtros mecánicos que detienen ciertas partículas.

B) Respiradores de filtro mecánico.- Hay muchos tipos de respiradores de filtro mecánico que se usan de acuerdo con las diversas clases de partículas sólidas contaminantes del aire. Básicamente

son iguales a los respiradores de cartucho químico de baja capacidad, pero en lugar de un cartucho químico llevan un filtro mecánico. Este tipo de filtro si se selecciona y se usa en forma adecuada, proporciona una eficaz protección de las vías respiratorias. Los principales filtros se seleccionan de acuerdo con los siguientes usos:

- Polvos.- Sólidos en suspensión.
- Neblina.- Líquidos en suspensión.

C) Máscaras contra gases, con bote o cartucho químico.- Este tipo de máscaras es un medio protector que purifica el aire contaminado haciéndolo pasar por un recipiente que contiene productos químicos que reaccionan con, o absorben las sustancias contaminadoras en forma similar a las mascarillas o respiradores, pero protegiendo los ojos, y con una mayor capacidad de producto purificante.

D) Aparatos de respiración autónomo.- Existen varios aparatos de este tipo; unos cuya fuente de alimentación es un tanque que contiene oxígeno o aire comprimido y, otros que suministran su propio oxígeno por medio de una reacción química. Entre los equipos más usuales de este tipo se encuentran:

- Máscaras con regeneración de aire por reacción química.
- Aparatos respiratorios con cilindro de oxígeno o de aire comprimido.

E) Máscaras de aire forzado mecánicamente.- Estos aparatos son medios de suministro de aire de una fuente no contaminada, forzando aire por medio de un soplador manual o eléctrico a

través de una manguera reforzada a una pieza facial del tipo que cubre completamente la cara.

F) Red de aire para suministro, de capuchones, máscaras o respiradores.- Este tipo de instalación requiere de una fuente de suministro de aire alejada de cualquier lugar de posible contaminación, con objeto de que el aire que debe llegar a la red sea siempre lo más puro posible.

Entre los distintos aditamentos faciales que se usan en trabajos especializados están los siguientes:

- Respirador o media máscara.
- Máscara de cara completa.
- Capuchón ligero de plástico con arnés de suspensión y pantalla panorámica.
- Capuchón para tareas ligeras con abrasivos.
- Yelmo para tareas pesadas con abrasivos.
- Traje completo. (92).

Las FIGURAS 9.1 Y 9.2 muestran algunos ejemplos de los equipos de respiración.

9.1.2.- TRAJES DE PROTECCION QUIMICA.- Los trajes de protección química están hechos de materiales especiales y diseñados para evitar el contacto de los químicos con el cuerpo. Los trajes de protección química son de dos tipos: totalmente encapsulados y no encapsulados.

Para la construcción de los trajes, se usa una variedad de materiales para hacer las telas para la fabricación de los trajes. Cada material proporciona protección contra ciertos

químicos o mezclas de químicos específicos. Es importante tener en cuenta que no hay ningún material que ofrezca protección satisfactoria contra todos los químicos.

Deben considerarse los requisitos de desempeño para seleccionar el material de protección química adecuado. Estos incluirán permeabilidad, resistencia química, penetración, flexibilidad, abrasión, resistencia a la temperatura, duración en almacenamiento, y tamaños.

9.1.3.- PROTECCION TERMICA.- El equipo de protección térmica, se puede dividir en:

A) Trajes de aproximación.- Estos trajes proporcionan protección de corta duración para aproximación a temperaturas de calor radiante hasta 1093°C (2000°F) y pueden resistir alguna exposición al agua y el vapor. Estos tipos de trajes deben contar con un equipo de respiración adecuado.

B) Trajes de ingreso al incendio.- Este tipo de trajes proporciona protección para el ingreso breve en un ambiente total de llamas a temperaturas hasta de 1093°C (2000°F). Este traje no es eficaz ni está hecho para operaciones de rescate. Este tipo de traje debe contar con un equipo de protección respiratorio adecuado.

C) Prendas de sobreprotección.- Estas prendas se llevan en conjunto con los trajes encapsulados de protección química.

C.1) Traje de protección contra llamarada.- Los trajes de protección contra llamarada no son trajes de aproximación ni de ingreso. Proporcionan sobreprotección limitada contra llamaradas



FIG. 9.1.A.

RESPIRADORES CON CARTUCHO  
QUIMICO.



FIG. 9.1.B.

RESPIRADORES DE FILTRO  
MECANICO.



FIG 9.1.C.

MASCARILLA CONTRA GASES.



FIG. 9.1.D.

MASCARILLA CON REGENERACION  
DE AIRE POR REACCION QUIMICA

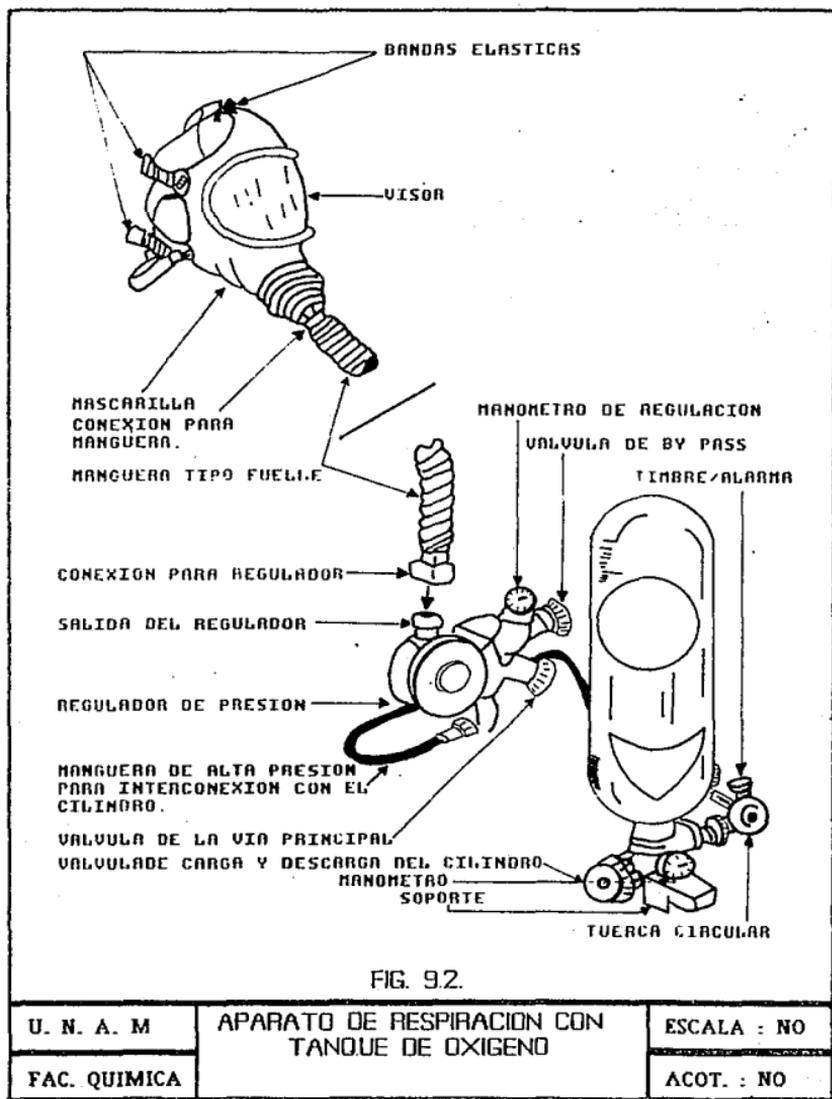
U. N. A. M

EQUIPOS DE  
RESPIRACION.

ESCALA : NO

FAC. QUIMICA

ACOT. : NO



solamente. Se llevan por fuera de otros trajes protectores y se usan solamente cuando los riesgos los requieren.

C.2) Trajes para baja temperatura.- Los trajes de baja temperatura proporcionan cierto grado de protección a vestidos encapsulados de protección química del contacto con gases y líquidos de baja temperatura. Se llevan por fuera de los trajes encapsulados de protección química y se usan solamente cuando el riesgo los requiere, (91).

#### 9.2.- NIVELES DE PROTECCION.

Los equipos de protección personal están divididos en cuatro categorías basadas en el grado de protección que proporcionan.

A) Nivel A.- A escoger cuando se requiere el mayor grado de protección de la piel, respiración y los ojos. El siguiente constituye equipo nivel A:

1) Aparato de respiración autónomo; 2) Traje de protección química totalmente encapsulado, significa un traje de cuerpo entero construido de materiales para trajes de protección; 3) Monos (trajes de una sola pieza) \*; 4) Ropa interior larga \*; 5) Guantes, exteriores, de resistencia química; 6) Guantes, interiores, de resistencia química; 7) Botas de resistencia química, punta de acero y caña; 8) Casco (debajo del traje) \*; 9) Traje, guantes y botas protectoras, desechables \*, y ; 10) Radio de dos vías (llevados dentro del traje).

Este tipo de traje se debe utilizar cuando: Se tienen concentraciones desconocidas de gases; altas concentraciones de gases

contaminantes; ambientes con gases extremadamente tóxicos o; posibilidad de sufrir exposición cutánea de sustancias venenosas o tóxicas.

B) Nivel B.- Se necesita el mayor nivel de protección respiratoria pero un menor nivel de protección de la piel. El siguiente constituye el equipo nivel b:

1) Equipo de respiración autónomo, de pieza facial completa; 2) Trajes de resistencia química con capucha (mono y chaqueta de manga larga, traje de protección química contra salpicaduras, de una o dos piezas, monos desechables); 3) Monos \*; 4) Guantes, exteriores, de resistencia química; 5) Guantes, interiores, de resistencia química; 6) Botas, exteriores, de resistencia química, punta de acero y caña; 7) Cubiertas de botas, exteriores, de resistencia química (desechables) \*; 8) Casco; 9) Radio de dos vías (llevado dentro del traje aislante) \*, y; 10) Careta. Las condiciones para aplicar este el nivel b son: niveles altos de contaminación identificados que exceden los límites; los dispositivos con filtros químicos; atmósferas con menos de 19.5% en volumen, de oxígeno; atmósferas con concentraciones de materiales sobre el nivel inmediatamente peligroso para la vida y la salud.

C) Nivel C.- La concentración y tipos de sustancias del aire se conocen y se cumplen los criterios para el uso de respiradores purificadores de aire. El siguiente constituye equipo nivel c:

1) Respiradores purificadores de aire de cara completa; 2) Prendas de resistencia química con capucha; 3) Monos \*; 4)

Guantes, exteriores, de resistencia química; 5) Guantes, interiores, de resistencia química; 6) Botas, exteriores, de resistencia química, con puntas de acero y caña; 7) Cubiertas de botas, exteriores, de resistencia química (desechables) \*; 8) Casco; 9) Máscara de escape y careta \*, y; 10) Radios de dos vías (llevado debajo de los trajes exteriores de protección).

Las condiciones para aplicar el nivel C, son: ambiente con atmósfera con no menos de 19.5% de oxígeno; ambientes con contaminantes químicos abajo de los límites; contaminantes con grado de riesgo moderado, y; riesgo de contacto con la piel mínimo o nulo.

D) Nivel D.- Un uniforme de trabajo que ofrezca la protección mínima, utilizando para contaminación leve solamente. El siguiente constituye el equipo nivel d:

1) Monos; 2) Guantes \*; 3) Botas o zapatos, de resistencia química, puntera de acero y caña; 4) Botas, exteriores, resistencia química (desechables) \*; 5) Anteojos de seguridad o gafas protectoras contra salpicaduras químicas; 6) Casco, y; 7) Máscara de escape y careta \*.

Las condiciones para aplicar el nivel d son: sin posibilidad de exposición respiratoria o; sin posibilidad de contaminación de la piel, (91).

### 9.3.- MITIGACION DE INCIDENTES.

La mitigación de incidentes es realizar acciones necesarias para asegurar el confinamiento y contención de manera que reduzca al

mínimo el riesgo para la vida y el ambiente en las primeras etapas críticas, de un derrame o filtración. Pueden emplearse tanto los métodos naturales como sintéticos para limitar los escapes de materiales peligrosos de manera que se pueda obtener la recuperación y tratamiento efectivo con un riesgo adicional mínimo para el ambiente o la vida.

Hay dos métodos básicos para la mitigación de incidentes de materiales peligrosos: físicos y químicos.

A) Métodos físicos.- Los métodos físicos de control comprenden cualquiera de varios procesos o procedimientos para reducir el área de derrame, filtración o cualquier mecanismo de escape. Los métodos físicos son:

- Absorción.- La absorción es el proceso en el cual los materiales retienen líquidos por el proceso de humedecimiento. Algunos de los materiales usados típicamente como absorbentes son: aserrín, arcillas, carbón vegetal, y fibras de tipo "polyolefin". Cuando los absorbentes se contaminan, éstos retienen la propiedad del líquido peligroso absorbido, y por lo tanto son considerados como materiales peligrosos y deben ser tratados y dispuestos como tales.

- Cobertura.- Se refiere a una forma temporal de mitigación para sustancias radiactivas, biológicas y algunas sustancias químicas como el magnesio.

- Dilución.- Se refiere a la aplicación de agua a materiales peligrosos misibles con agua. El objeto es reducir el riesgo a niveles seguros.

- Diques, represas, desviaciones y retención.- Estos se refieren al uso de barreras físicas para prevenir o reducir la cantidad de líquido que fluye hacia el ambiente, en general hechos de concreto o tierra. La desviación se refiere a los métodos usados para cambiar físicamente la dirección de la corriente del líquido.

- Dispersión del vapor.- Los vapores de ciertos materiales pueden dispersarse o moverse usando rocío de agua.

- Sobreempaque.- La forma más común de sobreempaque es con el uso de recipientes extra grandes. Los recipientes o contenedores de sobreempaque deben ser compatibles con los riesgos de los materiales que contiene.

- Tapones y parches.- Se refiere al uso de tapones y remiendos compatibles para reducir o detener temporalmente el flujo de materiales por pequeños huecos, rasgaduras, incisiones o endiduras en los recipientes.

- Transferencia.- Es el proceso de trasladar un líquido, gas o algunas formas de sólidos, ya sea manualmente, con bomba o transferencia a presión, de un recipiente dañado.

- Supresión de vapores (aislamiento).- Es la eliminación o la reducción de los vapores que emanan del material derramado.

- Venteo.- Es el proceso que se utiliza para manejar líquidos o gases comprimidos licuados cuando existe la probabilidad de riesgo, tal como la explosión o rotura mecánica del contenedor.

La TABLA IX.1, describe la aplicación de cada método, (95).

**TABLA IX.1, METODOS FISICOS DE MITIGACION.**

M E T O D O .	SUSTANCIAS QUIMICAS			
	GASES		LIQUIDOS	SOLIDOS
	A	B		
Absorción.	SI	SI	SI	NO
Cobertura.	NO	NO	SI	SI
Diques, represas, desviaciones	SI	SI	SI	SI
Dilución.	SI	SI	SI	SI
Sobreempaque.	SI	NO	SI	SI
Tapones/parches.	SI	SI	SI	SI
Transferencia.	SI	NO	SI	SI
Eliminación de vapores.	NO	NO	SI	SI
Venteo.	SI	SI	SI	NO
M E T O D O .	SUSTANCIAS BIOLÓGICAS			
Absorción.	NO	NO	SI	NO
Cobertura.	NO	NO	SI	SI
Diques, represas, desviaciones	NO	NO	SI	SI
Dilución.	NO	NO	NO	NO
Sobreempaque.	SI	NO	SI	SI
Tapones/parches.	SI	SI	SI	SI
Transferencia.	SI	NO	SI	SI
Eliminación de vapores .	NO	NO	SI	SI
Venteos	SI	NO	NO	NO
M E T O D O	SUSTANCIAS RADIOLÓGICAS			
Absorción.	NO	NO	SI	NO
Cobertura.	NO	NO	SI	SI
Diques, represas, desviaciones	NO	NO	SI	SI
Dilución.	SI	NO	SI	SI
Sobreempaque.	SI	NO	SI	SI
Tapones/parches.	SI	SI	SI	SI
Transferencia.	SI	NO	SI	SI
Eliminación de vapores.	NO	NO	NO	NO

B) Métodos químicos.- Los métodos químicos de control comprenden la aplicación de químicos para tratar derramamientos de materiales peligrosos. Los métodos químicos son:

- Adsorción.- Es el proceso en el cual el líquido a adsorber interactúa con la superficie sorbente sólida. Las características principales de esta interacción son: La superficie adsorbente es rígida y no hay aumento de volumen; el proceso está acompañado por calor de adsorción y; la adsorción ocurre solamente con superficies activadas, por ejemplo el carbón activado, alúmina, etc.

- Quema controlada.- Para los efectos de esta práctica, la combustión controlada se considera un método químico de control.

- Dispersión, agentes de superficie activos, y aditivos biológicos.- El dispersante descompone el derramamiento líquido en muchas gotitas finas, diluyendo por lo tanto el material a grados aceptables, para lo cual se pueden utilizar ciertos agentes químicos y biológicos.

- Llamada.- Es un proceso que se usa con líquidos de alta presión de vapor o gases comprimidos licuados. La llamada es la quema controlada del material para reducir o controlar la presión y/o disponer de un producto.

- Gelatinación.- Es el proceso de formación de una gelatina, formando así un sistema coloidal.

- Neutralización.- Es el proceso de aplicar ácidos o bases a un derramamiento para formar una sal neutra.

- Polimerización.- Es el proceso en el cual un material peligroso

reacciona en la presencia de un catalizador, del calor o la luz, o consigo mismo u otro material para formar un sistema polimérico.

- Solidificación.- Es el proceso donde un líquido peligroso es tratado químicamente para convertirlo en material sólido.

- Supresión de vapor.- El uso de materiales activados sólidos para tratar materiales peligrosos y así efectuar la supresión del vapor producido por la gasificación de los materiales.

- Venteo y quema.- Esto comprende el uso de cargas conformadas para desahogar la presión alta de vapor en la parte superior del recipiente y después con cargas adicionales para liberar y quemar el líquido que queda en el recipiente de forma controlada.

La TABLA IX.2, muestra la aplicación de cada método, (91).

#### 9.4.- DESCONTAMINACION.

Se describen seis niveles de descontaminación. El jefe de operación debe decidir de cual de los niveles es el apropiado en función de las sustancias de que se trate.

Los niveles de descontaminación son:

A.- Para productos ligeramente tóxicos.

B.- Para productos de toxicidad media.

C.- Para productos de alta toxicidad.

D.- Descontaminación en seco para productos que reaccionan con el agua y con ciertas sustancias secas.

E.- Para agentes causantes de enfermedades y ciertos plaguicidas y venenos secos.

R.- Para materiales radiactivos.

**IX.2, METODOS QUIMICOS DE MITIGACION.**

M E T O D O .	SUSTANCIAS QUIMICAS			
	GASES		LIQUIDOS	SOLIDOS
	A	B		
Adsorción.	SI	SI	SI	NO
Quema.	SI	SI	SI	SI
Disperción/emulsificación.	NO	NO	SI	SI
Llamarada.	SI	SI	SI	NO
Gelatinización.	SI	NO	SI	SI
Neutralización.	SI	SI	SI	SI
Polimerización.	SI	NO	SI	SI
Solidificación.	NO	NO	SI	SI
Supresión de vapor.	SI	SI	SI	SI
Venteeo/quema.	SI	SI	SI	NO
M E T O D O .	SUSTANCIAS BIOLÓGICAS			
Adsorción:	SI	SI	SI	NO
Quema.	SI	SI	SI	SI
Dispersión/emulsificación.	NO	NO	SI	NO
Llamarada.	SI	SI	SI	no
Gelatinización.	SI	NO	SI	SI
Neutralización.	NO	NO	NO	NO
Polimerización.	NO	NO	NO	NO
Solidificación.	NO	NO	SI	NO
Supresión de vapor.	SI	SI	SI	SI
Venteeo/quema.	SI	SI	SI	NO
M E T O D O .	SUSTANCIAS RADIOLÓGICAS			
Solidificación.	NO	NO	SI	NO
Supresión de vapor.	SI	SI	SI	SI

NOTAS: A.- Presión de vapor baja; B.- Presión de vapor alta.  
 Para las sustancias radiológicas, las demás pruebas no aplican.

El nivel de descontaminación que se usa con mayor frecuencia es el A y es necesario hacerlo solamente en las instalaciones de seguridad o las estaciones de bomberos. Sin embargo, para los otros niveles es necesario que el proceso se empiece en el sitio del incidente y que se continúe al regresar a la estación y en el caso de sustancias altamente tóxicas, puede requerirse la destrucción de las ropas utilizadas.

Es de mucha importancia saber determinar cuándo es necesario llevar a cabo una descontaminación a fin de tomar medidas rápidamente e instalar una zona para la descontaminación en el sitio del incidente y contar con el personal y el equipo necesario.

#### 9.4.1.- PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACION: NIVEL A.

Para productos ligeramente tóxicos.

Al regresar a la estación de bomberos.

1.- Lavar toda la ropa del bombero con una solución ligera de fosfato trisódico (de 1 al 2%) y enjuagar con agua.

2.- Lavar los cilindros de los aparatos de respiración, las mascarillas y los arneses con una solución ligera de fosfato trisódico, teniendo cuidado de enjuagar sin restregar alrededor de los reguladores, volver a enjuagar con agua limpia.

3.- Tallar manos y cara con agua y jabón.

Algunos ejemplos de emergencias con sustancias químicas, en los que se debe utilizar la descontaminación nivel A son: aceite de hígado de bacalao, aceite lubricante, aceite pesado, acetona, amoníaco, benceno, algunos alcoholes, y muchas más.

**9.4.2.- PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACION: NIVEL B.**

Para productos de toxicidad media.

En el sitio del incidente.

1.- No se quite la mascarilla del aparato de respiración.

2.- Se debe ayudar a los bomberos a que se enjuague de la cabeza a los pies con abundante agua a baja presión con la manguera de incendios. En este enjuague es necesario incluir el interior y el exterior del casco, botas de arriba a abajo, así como el interior de los abrigos de la muñeca a los puños.

3.- No fumar, comer, beber, ni tocarse la cara.

Al regresar a la estación de bomberos.

4.- Poner los aparatos fuera de servicio temporalmente.

5.- Quitarse toda la ropa usada (abrigo, cinturón, botas, casco y demás). Si es posible quite el forro del casco. Lave frotando por dentro y por fuera, incluso el forro del casco, con una solución ligera de fosfato trisódico y enjuague con agua muy abundante.

6.- Lavar el aparato de respiración. Si este fue guardado en su estuche al regresar del lugar del incidente, lave cuidadosamente el estuche también.

7.- Quitar toda la ropa usada durante el incidente, incluyendo la ropa interior y colóquese en una bolsa impermeable para su lavado y/o limpieza en seco (preferentemente este último). Lleve todas las bolsas con ropa contaminada a un lugar donde sea posible asear esta ropa por separado.

8.- Ducharse frotando todo el cuerpo con agua y jabón, con

especial énfasis en las áreas alrededor de la boca, las fosas nasales y debajo de las uñas.

9.- No fumar, beber, comer, tocarse la cara ni orinar antes de haber completado el paso 8.

10.- No volver a usar los aparatos hasta que estén perfectamente limpios.

Las siguientes sustancias químicas, son algunos ejemplos de productos para los cuales es normalmente adecuada la descontaminación de nivel b: ácido clorhídrico, anilina, bromo, acetaldehído, cloro y muchos más.

#### 9.4.3.- PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACION: NIVEL C.

Para productos de alta toxicidad.

En el sitio del incidente.

1.- Dejarse la mascarilla del aparato de respiración puesta sobre la cara y colocarse el casco sobre la parte posterior del cuello.

2.- Cada bombero deberá ser lavado de cabeza a los pies con agua muy abundante y a baja presión, incluyendo en el lavado interior y el exterior del casco, la mascarilla, los arneses del aparato de respiración, las botas de arriba a abajo y el interior de los protectores de los brazos.

3.- Colocarse los cilindros de los aparatos de respiración que se hayan usado, y todo el equipo (incluyendo mangueras y lonas) del que se sepa o se sospeche que haya sido contaminado, en bolsas impermeables. Sellense las bolsas y envíense a la estación de bomberos.

Al regresar a la estación de bomberos.

4.- Colocar al aire libre las bolsas que se trajeron del lugar del incidente y acordonar el área para impedir el acceso de personal no autorizado y poner el equipo fuera de servicio.

5.- Los bomberos deberán desnudarse completamente y poner tanto la ropa para combatir incidentes como sus prendas personales, en bolsas de plástico. Los radios portátiles de deberán poner en una bolsa aparte. Sellar todas las bolsas y colocarlas en el área acordonada al aire libre.

6.- Obtener barriles metálicos y tan pronto se tengan a disposición, meter las bolsas de plástico en ellos, sellar, marcar y colocar en el área acordonada al aire libre. El área deberá tener un radio de cinco metros como mínimo.

7.- Los barriles deben recogerse y analizar su contenido. Es posible que ciertos objetos puedan ser descontaminados y regresados a sus usos, mientras otros se deberán destruir.

8.- Ducharse frotando todo el cuerpo con agua y jabón, con especial énfasis en las áreas alrededor de la boca, las fosas nasales y debajo de las uñas.

9.- No fumar, beber, comer, tocarse la cara ni orinar antes de completar el paso 8.

10.- Acudir al hospital para un examen e informar al médico sobre los materiales peligrosos involucrados en el incidente.

Las siguientes sustancias químicas son ejemplos de los productos para los cuales es normalmente adecuada la descontaminación a nivel C: acrilonitrilo, cianuro de hidrógeno, fósforo, fosgeno y muchos más.

#### 9.4.4.- PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACION: NIVEL D.

Para sustancias que reaccionan con el agua.

En el sitio del incidente.

1.- Conseguir una aspiradora con suministro de poder. Tener a mano cepillos secos y un contenedor para recoger los materiales que vayan desprendiéndose del personal contaminado. Los encargados de la descontaminación deberán usar ropa apropiada, aparato de respiración, si es posible, un sobretodo desechable de protección contra sustancias químicas.

2.- Si se trata un incidente con sustancias radiactivas: todos el personal, así como sus ropas y equipo, que pudieran estar contaminados deberán ser revisados cuidadosamente con un monitor de radiación para detectar contaminación superficial. Si no se encuentra radiación, el personal ya revisado podrá abandonar el área de descontaminación.

3.- Si no se trata de un incidente con radiación o si los bomberos han sido contaminados con radiación: poner a cada bombero de pie en el centro del área aislada, limpiar el casco y ponérselos en la parte posterior del cuello y limpiar el interior del casco.

4.- Comenzar la limpieza de la cabeza hacia abajo, incluyendo todas las áreas externas. Afloje las correas del arnés del aparato de respiración a fin de poder limpiar debajo de las mismas y de la placa posterior.

5.- Cuando el bombero haya sido sometido a la limpieza de la aspiradora o de los cepillos saldrá del área de descontaminación.

Al momento de salir se deberá limpiar sus botas, incluyendo las suelas, para que cualquier contaminante quede dentro del área de contención.

6.- Los procedimientos continuarán como sigue:

- Si se trata de un incidente con sustancias radiactivas, referirse a la rutina del nivel R.
- Si se trata de incidente con agentes etiológica o con plaguicidas en polvo, referirse al nivel E.
- Para otros tipos de incidente, referirse al nivel B o al C.

7.- Todos los filtros usados y el material de desecho que se colecte se deberán poner en bolsas de plástico, es importante sellar y etiquetar las bolsas y se deben eliminar de una forma aceptable.

Las siguientes sustancias químicas son ejemplos de productos para los cuales es normalmente adecuada la descontaminación a nivel D: aleaciones de calcio, aluminio en polvo no recubierto, bario metálico, calcio metálico y muchos más.

#### 9.4.5.- PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACION: NIVEL E.

Para agentes causantes de enfermedades.

A) Equipo especial requerido:

- Bomba para producir rocío (como las usadas para atomizar plaguicidas).
- Concentrado de cloro. .
- Bolsas plásticas para basura de color naranja.
- Bolsas plásticas para basura de color negro.
- Bolsas para esterilización como las que se usan en las

lavanderías de los hospitales.

- Caja de mascarillas quirúrgicas.

B) En el sitio del incidente.

1.- Preparar una solución de cloro del 5 al 6% y colocarla en la bomba rociadora.

2.- Limpiar a los bomberos de la cabeza a los pies (hacia abajo) con agua a baja presión. Posteriormente, se pueden quitar las mascarillas del aparato de respiración. Poner los cascos en las bolsas negras y sellarlas. Colocar las mascarillas quirúrgicas a los bomberos.

3.- Rociar con la solución de cloro de la bomba las botas de los bomberos, las herramientas, mangueras y todo el equipo que se haya usado, excepto los radios portátiles. Dejar que la solución actúe durante 10 minutos y enjuagar con agua.

4.- Qúitese los aparatos de respiración y colocarlos en bolsas de plástico negras y sellar. Colocar los abrigos de incidente de los bomberos y sus guantes en bolsas de plástico anaranjadas y sellar. Tirar las mascarillas quirúrgicas.

5.- Antes de abandonar el sitio del incidente, un bombero usando un aparato de respiración, deberá tratar de rociar con la solución de cloro lo más que pueda del suelo que haya estado expuesto al material y del agua de limpieza que se hubiera derramado.

6.- Antes de abandonar el sitio del incidente, es necesario sellar las bolsas anaranjadas dentro de las bolsas de esterilización.

C) Al regresar a la estación de bomberos.

7.-Poner los aparatos fuera de servicio temporalmente.

8.- Uno de los bomberos se debe vestir con ropa para apagar incendios y usar un aparato de respiración y en un área al aire libre deberá llevar a cabo las siguientes tareas:

- Abrir las bolsas de plástico negras y con un trapo ligeramente humedecido con la solución de cloro al 6% limpiar todos los cascos, radios portátiles, aparatos de respiración y cilindros usados. Después de 10 minutos limpiar todo con un trapo humedecido con agua limpia.

- Sellar todas las bolsas negras que se hayan usado y los trapos en otras bolsas y ponerlos en un lugar seguro, para su disposición final.

9.- Despojarse de toda la ropa usada en el incidente, incluyendo la interior, colocarla en bolsas de plástico para ser enviadas a lavar y limpiar en seco.

10.- Ducharse frotando todo el cuerpo con agua y jabón, con especial énfasis en las áreas alrededor de la boca, las fosas nasales y debajo de las uñas.

11.- No fumar, comer, beber, tocarse la cara, ni orinar hasta haber completado el paso 10.

12.- Hacer que los expertos revisen tanto las mangueras de incendio como los aparatos de respiración antes de que se pongan nuevamente en servicio.

13.- Hacer los arreglos correspondientes para que las bolsas de esterilización sean llevadas a una lavandería de hospitales para

la limpieza y esterilización de los abrigos contra incendio, guantes y cualquier otra prenda que se haya enviado.

#### 9.4.6.- PROCEDIMIENTO DE DESCONTAMINACION: NIVEL R.

Para materiales radiactivos.

En el sitio del incidente.

##### 1.- Preparación

- Delimitar una zona de descontaminación dividida en dos partes.
- Hacer una solución de detergente en agua y tener a mano cepillos para limpiar frotando.
- Disponer de un suministro de aire de reserva.
- En la primera parte del área de descontaminación establecer un sistema para retener los escurrimientos.
- A fin de evitar que las sustancias radiactivas contaminen el suelo, si es posible, hacer un camino de polietileno, desde la salida de la zona contaminada a la entrada del área de descontaminación.

2.- El personal a cargo de la descontaminación deberá usar aparatos de respiración y trajes desechables de protección.

3.- Si se sospecha que algunos bomberos han sido contaminados, se deberán revisar cuidadosamente con monitores para detectar radiación superficial. Se revisarán todas sus ropas y equipos personales, incluso las suelas de sus botas. Si no se recibe radiación, el personal ya revisado podrá abandonar el área de descontaminación.

4.- El personal que se encuentre contaminado tendrá que lavarse cuidadosamente con la solución de detergente. Posteriormente se

deberá enjuagar con agua a baja presión y se deberá procurar retener el agua derramada.

5.- Una vez completado el paso anterior, los bomberos pararán a la segunda parte del área de descontaminación, donde serán nuevamente revisados con el monitor de radiación. Si se encuentra contaminación regresar a la primera parte del área de descontaminación y repite el paso 4.

6.- Una vez que todo el personal haya sido limpiado de contaminación, los miembros del equipo de descontaminación enjuagarán todo el cuerpo con el agua de las mangueras. Se dispondrá de las aguas de descontaminación de la mejor forma.

7.- En el caso que los bomberos no tengan aire para respirar al estar siendo descontaminados, se les proporcionara la reserva de aire, con que se cuenta.

8.- En caso de que a pesar de frotar repetidamente, algunos bomberos no puedan ser descontaminados, estos se quitarán toda la ropa que puedan en la segunda parte del área de descontaminación y se pondrán ropa limpia. La ropa que se quitan se deposita en bolsas, selladas que serán enviadas a la estación.

9.- Cualquier equipo contaminado, o que se sospeche que está, deberá ser colocado en bolsas de plástico, sellar y enviar a la estación.

Al regresar a la estación de bomberos, seguir los procedimientos del 4 al 10 del nivel C con los bomberos que se encuentran contaminados, según el paso 3 anterior, así como con todo el equipo correspondiente, (93). Ver FIGURA 9.3 como ejemplo.

# ZONA FRIA

SALIDA ↗

ZONA DE ACCESO LIMITADO

UTILIZAR EL EQUIPO DE RESPIRACION  
HASTA SALIR DE ESTA ZONA.



BOTAS LIMPIAS



AYUDANTE

CONTENEDORES PARA  
LAVADO Y ENJUAGADO



TANQUES DE AIRE  
EXTRA.



CONTENEDORES PARA  
LAVADO Y ENJUAGADO



REMOVER  
BOTAS

DISPOSICION  
DE EQUIPO

AYUDANTE

QUITARSE EL EQUIPO  
DE RESPIRACION DE  
LA ESPALDA.

DESCARGA DE GUANTES

DESCARGA DE HERRAMIENTA

U. N. A. M

FIG. 9.3 - PROCEDIMIENTO DE  
DESCONTAMINACION, ZONA TIBIA.

ESCALA : NO

FAC. QUIMICA

ACOT. : NO

10.- CONCLUSIONES

## 10.- CONCLUSIONES.

Las necesidades de contar con productos duraderos y de alta calidad los cuales puedan competir con los productos de origen natural a llevado a la industria al empleo de nuevas formas de producción, en las que se emplean tecnologías modernas y materias primas o reactivos de nueva creación, considerados muchos de ellos catalogados como peligrosos.

Este desarrollo no se ve desligado a la creciente preocupación de las políticas ambientales, que tienen como su objetivo principal el de preservar y proteger al medio ambiente y a sus pobladores, así como el lograr la armonía entre las zonas industriales y las zonas habitacionales.

Los lineamientos de estas políticas hacen que las industrias sean mas conscientes de los problemas que ocasionan al medio ambiente sus medios de producción, y así los traten de minimizar. En este aspecto uno de los grandes retos , al que se enfrenta la industria y el gobierno, es el de crear los mecanismos adecuados para lograr que el transporte de sustancias peligrosas sea eficiente y seguro. Con base a lo anterior se propone que los aspectos que se deben tomar en cuenta para la instauración de un sistema eficiente de transporte de sustancias peligrosas, sean:

- I .- SEGURIDAD Y EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE.
- II .- IDENTIFICACION RAPIDA DE SUSTANCIAS PELIGROSAS DURANTE EL TRANSPORTE.

- III .- PROCEDIMIENTOS PREVENTIVOS.
- IV .- MEDIDAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA MITIGACION DE RIESGOS, RELATIVOS AL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.
- V .- MITIGACION DE RIESGOS E IMPACTOS AMBIENTALES, EN EL CASO DE INCIDENTES EN EL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.

I.- SEGURIDAD Y EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE.

I.1.- Construcción.- Para el caso del transporte de sustancias peligrosas mediante, envases-embalajes, recipientes intermedios para granel, contenedores y autotanques en todas sus formas y cualquier medio de transporte de sustancias peligrosas, deben de cumplir con lo marcado en las normas y recomendaciones de carácter universal aplicables a los materiales de construcción, procedimientos de construcción, sistemas de seguridad y otros puntos que lleven a la obtención de un equipo de transporte seguro y eficiente.

I.2.- Pruebas de seguridad.- Las pruebas de seguridad se deben realizar a todos los equipos antes de ponerlos en servicio. Dichas pruebas se deben basar en las recomendaciones hechas por los organismos nacionales o internacionales expertos en seguridad. En este caso los equipos que pasen dichas pruebas deberán contar con un certificado, que compruebe la confiabilidad de las pruebas. Las pruebas de seguridad se deberán realizar periódicamente y además cuando un equipo sea sometido a alguna reparación, para lo cual también debe ser obligatoria la presentación de un certificado que compruebe la confiabilidad de las pruebas realizadas.

I.3.- Sistemas de seguridad.- Los sistemas de seguridad con que debe contar un equipo para el transporte de sustancias peligrosas deben de ser tales que proporcionen la más alta confiabilidad al equipo y al personal que los manejan. Estos sistemas pueden ser por ejemplo, válvulas, medidores de temperatura, presión sistemas de desfogue, entre otros.

II.- IDENTIFICACION RAPIDA DE SUSTANCIAS PELIGROSAS DURANTE EL TRANSPORTE.- La principal prioridad cuando se tiene un incidente con sustancias peligrosas, es la identificar rápida y correcta de la sustancia que esta ocasionando la emergencia, esto tiene como finalidad el poder atacar en una forma rápida y eficiente a cualquier contingencia en la que se involucren sustancias peligrosas. Por lo cual todos los equipos destinados al transporte de sustancias peligrosas debe contar con un sistema de identificación de las mismas. Para el caso de contenedores para cantidades restringidas, como es el caso de los envases-embalajes, se cuenta con las etiquetas de seguridad. Estas etiquetas tienen como características principales: un rombo de identificación, el cual indica la clase de sustancia de que se trata, así como el tipo de riesgo que representa; las características principales de las sustancias que se manejan y; las principales acciones que se deben realizar en caso de alguna emergencia. Las etiquetas deben de ser de un material resistente a la sustancia a transportar y a la intemperie. Las dimensiones de las etiquetas deben ser adecuadas al tamaño de sus contenedores.

Para el caso del transporte a granel, como son los autotanques,

estos deben contar con carteles de seguridad. Los carteles son rombos de dimensiones de 273 milímetros por lado, en el cual se indica el símbolo del riesgo que representa y el número de identificación de las Naciones Unidas, o si no se cuenta con éste se debe indicar el tipo de riesgo que representa. Los carteles se colocan en los cuatro lados del autotransporte, de manera visible. Para todos los equipos de transporte, el operador de la unidad de debe contar con una hoja de emergencia la cual indique el nombre, sinónimos, nombre químico, número de Naciones Unidas, propiedades y peligros de la sustancia que se transporte, así como los teléfonos donde debe comunicarse en caso de un incidente y además los procedimientos que se deben realizar en caso de una emergencia.

### III.- PROCEDIMIENTOS PREVENTIVOS.

III.1.- Capacitación.- Todas las personas que estén relacionadas con el manejo de sustancias peligrosas, como son los transportista, los equipos de control de emergencias, etc., deben ser capacitados en lo que respecta al manejo adecuado de las sustancias peligrosas, primeros auxilios y procedimientos de atención a emergencias, así como también se deben realizar simulacros para perfeccionar y adecuar los procedimientos de emergencia con que se cuenten.

Un punto muy importante, en la capacitación, es hacer ver al encargado del transporte de sustancias peligrosas la responsabilidad que esto implica y cuales son los patrones que debe observar durante el traslado de las sustancias.

La capacitación debe ser periódica y además lo más actualizada

posible con la finalidad de tener procedimientos efectivos para el caso de una emergencia. Este tipo de capacitación debe ser impartida por el productor de la sustancia peligrosa de que se trate.

Con lo que respecta a los cuerpos gubernamentales, como lo son los bomberos, policía, etc. también deben estar capacitados para poder atacar una emergencia con sustancias peligrosas en lo que respecta a los procedimientos de planeación, ataque y apoyo a los grupos de expertos.

Finalmente el personal que realice el transporte de sustancias peligrosas debe reunir ciertas características tanto físicas como emocionales, para que desarrolle su actividad lo más eficazmente posible y así evitar posibles emergencias.

III.2.- Verificación de unidades de transporte.- Se deben contar con procedimientos de verificación de las unidades de transporte de sustancias peligrosas, los cuales deben contemplar los aspectos mecánicos, los aspectos físicos y las condiciones generales de los equipos a transportar y de sus sistemas, tanto el tractocamión como el remolque.

III.3.- Procedimientos de carga y descarga.- Los procedimientos de carga y descarga deben de ser adecuados con el tipo de equipo que transporta a la sustancia peligrosa de que se trate. Para lo cual el procedimiento debe de describir los pasos que se deben seguir para esta actividad, de forma clara y específica para cada sustancia o grupo de sustancias que se estén manejando.

IV.- MEDIDAS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA MITIGACION DE RIESGOS EN EL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS.

IV.1.- Grupos interdisciplinarios.- Con la finalidad de poder atacar y mitigar un incidente con sustancias peligrosas es necesario contar con grupos interdisciplinarios que estén capacitados para este tipo de emergencias. Este tipo de grupos deben ser formados con recursos humanos proporcionados por el fabricante, el transportista, el comprador y con grupos gubernamentales de apoyo como lo son los bomberos, la policía, etc. Los procedimientos que estos grupos de trabajo desarrollen deben quedar incluidos en los procedimientos de Protección Civil, locales, municipales, estatales o nacionales.

En estos grupos se deben de asignar actividades específicas a los participantes del mismo, para asegurarse que la atención a alguna emergencia de este tipo será atacada en forma eficiente.

IV.2.- Centros de atención a emergencias.- Contar con un Centro de atención a emergencias a nivel nacional, que sea capaz de ayudar eficientemente a la mitigación de una emergencia, ya sea proporcionando información referente a como atacar un incidente o proporcionando personal especializado para que coopere en las tareas de ataque a las emergencias.

Los centros de atención a emergencias se pueden basar por ejemplo en el CANUTEC de Canadá, el CHEMTREC de los Estados Unidos de América, o el SETIQ de México, (este último esta restringido únicamente a socios), los cuales estén distribuidos en las zonas de más alto potencial de accidentes del país.

IV.3.- Sistemas de comunicación.- Debido a que cualquier centro de información funcionan por vía telefónica, y en nuestro país el servicio de telefonía pública es muy deficiente, es necesario contar con un sistema de comunicación eficiente, el cual permita realizar la comunicación no importando el lugar donde se encuentre el incidente.

IV.4.- Rutas críticas.- Las rutas críticas de traslado deben ser los lugares por donde va a circular el vehículo que transporta sustancias peligrosas, trazadas de acuerdo a los niveles de tráfico, las concentraciones urbanas y las facilidades de circulación. El objetivo principal de las rutas críticas, es hacer circular al vehículo por zonas en las que no presente grandes peligros de afectaciones a terceros. Saber precisamente la ruta que sigue y estimar los tiempos de traslado de un punto a otro, tiene como finalidad poder localizar rápidamente al transporte en caso de alguna emergencia.

Oro punto fundamental en la creación de rutas críticas es el informar a los integrantes del grupo interdisciplinario de atención a emergencias, (como son bomberos, policía, plantas integradas al grupo y otros), sobre la ruta para que estén al pendiente sobre la circulación del vehículo y en caso de algún accidente lo puedan socorrer rápidamente.

#### V.- PROCEDIMIENTO GENERAL DE EMERGENCIA.

Los procedimientos de emergencia deben tener en cuenta las prioridades siguientes:

- Vida humana.
- Protección ambiental.
- Control de la emergencia.
- Recuperación del sitio de emergencia.

Para lo cual se desarrolla la siguiente propuesta de atención a emergencias:

- 1.- Cuando el operador se percate que tiene una emergencia en su unidad debe de buscar un lugar en donde ocasione las mínimas afectaciones a terceros, si es posible.
- 2.- Comunicar al centro de atención de emergencias sobre la emergencia, para lo cual la unidad de transporte debe contar con carteles que indiquen los teléfonos de emergencia, así como los de identificación de la sustancia que se este transportando.
- 3.- La primer cuadrilla de emergencia, en llegar deberá instaurar una zona de emergencia, para lo cual deberá tener la ayuda de la policía y si es necesario la del ejército.
- 4.- El personal encargado de la atención a la emergencia deberá determinar el procedimiento de ataque al incidente de acuerdo a las características del mismo. Si es necesario, solicitar el apoyo de personal y equipo de refuerzo especializado.
- 5.- Se deben de determinar zonas de protección de acuerdo a las características del incidente.
- 6.- El ataque al incidente debe ser de tal forma que exponga lo menos posible al personal de emergencia.
- 7.- Después de mitigar el incidente, o cuando el personal de

atención al mismo salga de la zona de emergencia, debe ser sometido a procedimientos de descontaminación.

8.- Cuando la emergencia haya sido controlada y mitigada se debe de establecer un procedimiento para la recuperación de la zona de desastre.

9.- Se debe de descontaminar totalmente la zona afectada por el incidente, así como llevarla a las condiciones que prevalecían antes del incidente, este procedimiento terminara cuando dicha zona llegue a la normalidad total.

10.- El último paso, es la disposición final de todos los desechos generados durante la emergencia, incluso el equipo utilizado durante la emergencia, de ser necesario.

Finalmente hay que recordar que la mejor forma de evitar alguna emergencia durante el transporte de sustancias peligrosas es el mantenimiento preventivo de los equipos de transporte y el estar consientes de la responsabilidad que significa esta actividad.

11.- BIBLIOGRAFIA.

## 11.- BIBLIOGRAFIA

- 1) William W.Hay.- Ingeniería del transporte. Editorial LIMUSA, México, 1983.
- 2) Ortiz M. F. .- Manejo de los desechos industriales peligrosos en México. Editorial Universo Veintiuno, México, 1987.
- 3) Diario Oficial.- Acuerdo por el que se expide el Primer listado de actividades altamente riesgosas. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Tomo CDXXXVIII, número 19, págs. 2-6, 28 de marzo de 1990.
- 4) Diario Oficial.- Acuerdo por el que se expide el Segundo listado de actividades altamente riesgosas. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Tomo CDLXIV, número 1, págs. 3-6, 4 de mayo de 1992.
- 5) Gonzalez G. R.- Guía metodologica para la evaluación del riesgo derivado del uso antagonico del suelo. Editado por SEDUE, México, 1986.
- 6) DOT P5800.4.- Emergency response guidebook. U.S. Department of Transportation, U.S.A., 1991.
- 7) Zagal Jesús.- Materiales riesgosos. Unidad de Protección Civil de Mexicali, B.C., México, 1990.
- 8) Joseph O. .- El diccionario de bolsillo de las MSDS. Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C., México, 1992.
- 9) NIOSH .- Pocket guide to Chemical Hazards. U.S. Department of Health and Human Services, U.S.A 1990.
- 10) CANUTEK .- Guía 1986 sobre respuestas iniciales en caso de emergencias. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, México, 1987.
- 11) S.T.P.S.- Instructivo número 10 del reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo. Publicaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social, México, 1989.
- 12) S.C.T. .- Ley de Vías Generales de Comunicación. 21ª edición. Editorial Porrúa, S.A., México, 1991.

- 13) Diario Oficial.- Reglamento para el Autotransporte Federal de Carga. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Tomo CDXXX, número 5, págs. 2-8, 7 de julio de 1989.
- 14) S.C.T. .- Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales. Bringas Hnos. Editores, México, 1992.
- 15) Diario Oficial.- Instructivo para la obtención de permisos de transporte federal de carga y servicios de carga particular. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Tomo CDXXX, número 21, págs. 8-9, 31 de julio de 1989.
- 16) Diario Oficial.- Acuerdo por el que las Delegaciones de Transporte Terrestre dependerán jerárquica y administrativamente de los Centros S.C.T., del Estado en que se ubiquen. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Tomo CDXXX, número 21, págs. 6-7, 31 de julio de 1989.
- 17) Diario Oficial.- Reglamento para el transporte multimodal internacional. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Tomo CDXXX, número 5, págs. 8-11, 7 de julio de 1989.
- 18) S.C.T. .- AVISO de la Subsecretaría de Transporte, dirigido a los autotransportistas de materiales peligrosos. DIARIO OVACIONES. México, D.F. 6 de junio de 1992.
- 19) S.C.T. .- Proyecto de reglamento para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. S.C.T., México, 1992.
- 20) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-001/92. S.C.T., México, 1992.
- 21) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-002/92. S.C.T., México, 1992.
- 22) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-004/92. S.C.T., México, 1992.
- 23) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-006/92. S.C.T., México, 1992.

- 24) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-008/92. S.C.T., México, 1992.
- 25) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-009/92. S.C.T., México, 1992.
- 26) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-011/92. S.C.T., México, 1992.
- 27) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-013/92. S.C.T., México, 1992.
- 28) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-014/92. S.C.T., México, 1992.
- 29) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-015/92. S.C.T., México, 1992.
- 30) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-016/92. S.C.T., México, 1992.
- 31) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-017/92. S.C.T., México, 1992.
- 32) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-018/92. S.C.T., México, 1992.
- 33) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-019/92. S.C.T., México, 1992.
- 34) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-020/92. S.C.T., México, 1992.
- 35) S.C.T. .- Proyecto de norma técnica para el transporte de materiales peligrosos, NTTMP.-SCT.-021/92. S.C.T., México, 1992.
- 36) Diario Oficial.- Decreto por el que se aprueba el Acuerdo entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América, que modifica el

- convenio sobre Transportes Aéreos del 15 de agosto de 1960. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Tomo CDLXVI, número 2, pág. 4, 2 de julio de 1992.
- 37) S.E.D.U.E.- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. GACETA ECOLOGICA. Volumen I, número 1, págs. 2-32, junio de 1989.
- 38) S.E.D.U.E.- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos. GACETA ECOLOGICA. Volumen I, número 1, págs. 51-59, junio de 1989.
- 39) S.E.D.U.E.- Norma Técnica Ecológica NTE-001/88. GACETA ECOLOGICA. Volumen II, número 11, págs. 2-7, noviembre de 1990.
- 40) S.E.D.U.E.- Norma Técnica Ecológica NTE-002/88. GACETA ECOLOGICA. Volumen II, número 11, págs. 7-15, noviembre de 1990.
- 41) S.T.P.S.- Instructivo número 5 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Publicaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social, México, 1989.
- 42) S.T.P.S.- Instructivo número 9 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Publicaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social, México, 1989.
- 43) S.T.P.S.- Instructivo número 12 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Publicaciones del Instituto Mexicano del Seguro Social, México, 1989.
- 44) SEDENA.- Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos y su Reglamento. Secretaría de la Defensa Nacional, México, 1989.
- 45) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-52-1979, Terminología de Contenedores Tipo 1. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1979.
- 46) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-53-1979, Mercado de Contenedores Serie 1. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1979.

- 47) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-54-1979, Dimensiones Externas y Resistencia de Contenedores Series 1,2 y 3. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1979.
- 48) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-55-1979, Terminología de Tarimas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1979.
- 49) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-56-1984, Embalaje-Madera-Tarimas-Dimensiones. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1984.
- 50) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-59-1979, Simbolos para Manejo, Transporte y Almacenamiento. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1979.
- 51) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-63-1979, Dimensiones Internas de Contenedores de Carga Serie 1. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1979.
- 52) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-85-1979, Esquineros-Especificaciones. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1979.
- 53) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-87-1980, Tarimas-Pruebas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1980.
- 54) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-90-1980, Contenedores. Código de Marcado para Identificación en su Manejo. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1980.
- 55) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-104-1980, Determinación de la Resistencia al Manejo Brusco.- Método del Tambor Rotatorio. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1980.
- 56) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-106-1980, Contenedores.- Métodos de prueba, series 1, 2 y 3. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1980.
- 57) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-107-1980, Carga unitaria, modelo aéreo.- Marcado. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1980.

- 58) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-110-1981, Contenedores modelo aéreo.- Métodos de prueba. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1981.
- 59) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-111-1981, Contenedores-modelo aéreo.- Especificaciones. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1981.
- 60) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-128-1981, Madera.- Determinación de la resistencia a la extracción de clavos. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1981.
- 61) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-129-1981, Contenedores termicos de carga unitaria para control de la temperatura interna.- Especificaciones. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1981.
- 62) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-151-1/5-1983, Transporte y manejo de carga.- Terminología general. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1983.
- 63) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-151-2/5-1983, Transporte y manejo de carga.- Terminología por vía aérea. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1983.
- 64) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-151-3/5-1983, Transporte y manejo de carga.- Terminología por vía marítima. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1983.
- 65) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-151-4/5-1983, Transporte y manejo de carga.- Terminología por vía terrestre (carretera). Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1983.
- 66) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-156-1982, Productos peligrosos.- Clasificación. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1982.
- 67) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-191-CT-1986, Productos peligrosos.- Definiciones y características generales de los embalajes. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1986.

- 68) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-193-CT-1986, Metales-Tambores y otros envases metalicos para contener productos peligrosos. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1986.
- 69) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-194-CT-1986, Tambores de acero para contener productos peligrosos.- Especificaciones generales. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1986.
- 70) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-195-CT-1986, Tambores de acero de tapa fija de 208 litros para contener productos peligrosos de la clase 3.- Especificaciones. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1986.
- 71) SECOFI.- Norma Oficial Mexicana EE-196-1986, Tarimas aéreas.- Especificaciones. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, 1986.
- 72) Diario Oficial.- Convenio por el que se autoriza la constitución y funcionamiento de la Camara Nacional del Autotransporte de Carga. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Tomo CDXXXIII, número 21, págs. 9-21, 29 de septiembre de 1989.
- 73) Diario Oficial.- Convenio de modernización y reestructuración del transporte federal de carga. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Tomo CDXXX, número 5, pág. 12, 7 de julio de 1989.
- 74) Diario Oficial.- Reglamento de tránsito del Distrito Federal. DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. Tomo CDXXXII, número 6, pág. 11, 9 de octubre de 1989.
- 75) A.N.I.Q.- Boletin del Sistema de Emergencia en Transporte para la Industria Química S.E.T.I.Q. Publicación de la Asociación Nacional de la Industria Química, A.C. (A.N.I.Q.), México, 1991.
- 76) C.F.R. 49.- Code of Federal Regulation. Vol.49, U.S. Government Printing Office, E.P.A., Washington D.C. U.S.A., July 1, 1991.
- 77) PNUMA.- Legislación ambiental en América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México, 1984.

- 78) A. Cervantes.- Curso "Transporte de materiales peligrosos. Facultad de Química, U.N.A.M., México, julio de 1992.
- 79) I.A.T.A.- Restricted Articles Regulations. 19th edition, I.A.T.A., Genena, Switzerland, 1976.
- 80) I.M.D.G.- International Maritime Dangerous Goods Code. Vol. I. International Maritime Organization, London, 1982.
- 81) I.M.D.G.- International Maritime Dangerous Goods Code. Vol. II. International Maritime Organization, London, 1982.
- 82) I.M.D.G.- International Maritime Dangerous Goods Code. Vol. III. International Maritime Organization, London, 1982.
- 83) I.M.D.G.- International Maritime Dangerous Goods Code. Vol. IV. International Maritime Organization, London, 1982.
- 84) O. N. U.- Recomendaciones Relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas. Organización de Naciones Unidas, sexta edición, Nueva York, 1990.
- 85) ADRIAN AVILA.- Acondicionamiento, Cuaderno Técnico de Envases y Embalajes. Laboratorio Nacional de Fomento Industrial, México, 1986.
- 86) J. SAUCEDO.- Platica personal con el Ing. Jorge Saucedo, del área técnica de envases y embalajes del Laboratorio Nacional de Fomento Industrial, México, Agosto de 1992.
- 87) ADRIAN AVILA.- Caída Libre, Cuadernos Técnicos de Envase y Embalaje. Laboratorio Nacional de Fomento Industrial, México, 1986.
- 88) ADRIAN AVILA.- Apilamiento, Cuadernos Técnicos de Envase y Embalaje. Laboratorio Nacional de Fomento Industrial, México, 1986.
- 89) L.A.N.F.I.- Primer Congreso Internacional de Envases/Embalajes. Laboratorio Nacional de Fomento Industrial, Guadalajara, México, 1991.
- 90) R. H. PERRY.- Biblioteca del Ingeniero Químico. Volumen III, quinta edición, Editorial Mc Graw-Hill, México, 1987.

- 91) N.F.P.A. 471.- Respuesta a Incidentes con Materiales Peligrosos. Edición 1989, National Fire Protection Association, Colombia, 1991.
- 92) PEMEX.- Reglas Básicas Para la Selección y Uso de los Equipos de Protección Respiratoria, Boletín de Seguridad Industrial Número 5. Petróleos Mexicanos, México, 1979.
- 93) C.A.F.C.- Guidelines for Decontamination of Firefighters and Their Equipment Following Hazardous Materials Incidents. Canadian Association of Fire Chiefs Inc., Ottawa, Canada, 1985.
- 94) N.F.P.A. 472.- Professional Competence of Responders to Materials Incidents. Edition 1989, National Fire Protection Association, Tennessee, U.S.A., 1989.
- 95) A. J. SADAR.- Estimating Dispersion During an Emergency Response, (With Emphasis on Complex Terrain). Center for Hazardous Materials Research, University of Pittsburgh, Pittsburgh, U.S.A. 1990.