



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

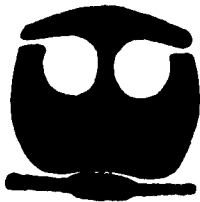
74  
2005

FACULTAD DE QUÍMICA

EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUÍMICA

PREPARACION DE LAS INDUSTRIAS ANTE EL  
NUEVO REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE  
TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS  
PELIGROSOS

TESIS MANCOMUNADA  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A N :  
GENARO JUAREZ VELAZQUEZ  
JAVIER RODRIGUEZ LEDESMA



MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.

**JURADO ASIGNADO:**

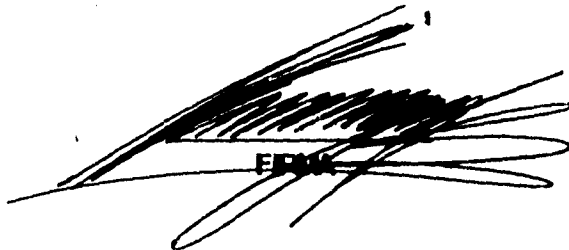
Presidente M. en C. EDUARDO MARAMBIO DENNETT  
Vocal I. Q. RAMÓN EDGAR DOMÍNGUEZ BETANCOURT  
Secretario I. Q. RODOLFO TORRES BARRERA  
1er Suplente M. en C. VÍCTOR MANUEL LUNA PABELLO  
2do Suplente I. Q. URIEL USCANGA GRANADINO

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA C.U.  
INSTITUTO NACIONAL DE CONTROL TOTAL DE PÉRDIDAS

**ASESOR DEL TEMA:**

RAMÓN EDGAR DOMÍNGUEZ BETANCOURT



FIRMA

**SUSTENTANTES:**

GENARO JUÁREZ VELÁZQUEZ



FIRMA

JAVIER RODRÍGUEZ LEDESMA



FIRMA

**AGRADECIMIENTOS:**

*... a mis padres; Macario Juárez y Ana Velázquez  
por darme la vida, una formación,  
así como por su invaluable e incondicional  
apoyo y esfuerzo para lograr este objetivo.*

*... a mis hermanos; Bernardo, Briany, Rogelio y Adolfo  
por ser los mejores hermanos que pude tener.*

*... a la Facultad de Química; por la formación  
que me brindó.*

*... a mis profesores; por los consejos y  
experiencia transmitida.*

*... a Norma Morelos; por los momentos compartidos  
y por todo su apoyo.*

*... a mis amigos y compañeros; por compartir  
esta etapa de la vida conmigo.*

*... y a todas las personas que haya omitido,  
y que creyeron en mí muchas gracias.*

**AGRADECIMIENTOS:**

*... a mis padres; Macario Juárez y Ana Velázquez  
por darme la vida, una formación,  
así como por su invaluable e incondicional  
apoyo y esfuerzo para lograr este objetivo.*

*... a mis hermanos; Bernardo, Briany, Rogelio y Adolfo  
por ser los mejores hermanos que pude tener.*

*... a la Facultad de Química; por la formación  
que me brindó.*

*... a mis profesores; por los consejos y  
experiencia transmitida.*

*... a Norma Morelos; por los momentos compartidos  
y por todo su apoyo.*

*... a mis amigos y compañeros; por compartir  
esta etapa de la vida conmigo.*

*... y a todas las personas que haya omitido,  
y que creyeron en mí muchas gracias.*

## AGRADECIMIENTOS:

*... en primer lugar, gracias a Dios, por la vida que me da y por permitirme llegar.*

*... a mis padres, Javier y Teresa, por haber sabido guiarme, por su cariño y por su apoyo incondicional de siempre, el cual es invaluable.*

*... a mis hermanos: Jaime, Chuy, Martha, Paty, Lupe, Eddy y Dalia, con quienes he pasado buenas y malas, pero que a pesar de ello, siempre hemos estado cada vez más unidos.*

*... a mi linda esposa, Cristina Vega, por toda su paciencia y comprensión.*

*... a Katia mi hija, por quien tengo un compromiso de superación día tras día.*

*... a la Universidad, que me abrió sus puertas y en la cual concluyo esta etapa.*

*... a mis profesores de todos los tiempos, por dedicar parte de su vida a la profesión más noble, que es la enseñanza.*

*... a todos los familiares, amigos y amigas con quienes he tenido experiencias dulces y amargas, pero que me han dado gran enseñanza, en especial a Genaro mi compañero de tesis, a Isabel Saucedo, Liz, Vero, Paty, Balbina, Claudia, Roberto, Guillermo, Abraham, José Luis, Lalo, Rubén, Reynaldo, Raúl, Toño, Marco (el flaco), a los Javieres, Bravo, Daniel y a todos aquellos que se me escapan en este momento.*

*... gracias por permitirme entrar en su vida.*

GRACIAS A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE ALGUNA MANERA  
CONTRIBUYERON EN LA REALIZACION DE ESTA TESIS.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A LA FAMILIA **FERNANDEZ HEFTYE** POR  
LAS FACILIDADES PRESTADAS PARA LA REALIZACION DE ESTE  
TRABAJO

## INDICE

CAPITULO	PAGINA
<i>1. INTRODUCCION</i>	1
<i>2. LOS MATERIALES PELIGROSOS</i>	4
2.1 Definiciones	5
2.2 Clasificación y designación de las sustancias y materiales peligrosos	5
2.3 Identificación de los riesgos de fuego de los materiales	15
2.4 Identificación de los materiales por un sistema de señalización de peligros	26
<i>3. PRINCIPIOS DE TOXICOLOGIA</i>	29
3.1 Conceptos básicos de toxicología	30
3.2 Fases toxicológicas	32
3.3 Niveles máximos permisibles (NMP)	64
<i>4. LEGISLACION PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS</i>	70
4.1 Envases y embalajes	71
4.2 Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos	86



4.3 Condiciones de seguridad (inspección de las unidades)	89
4.4 Documentación	104
<i>5. RESPONSABILIDAD DE LAS INDUSTRIAS ANTE LA COMUNIDAD</i>	124
5.1 Responsabilidad moral	125
5.2 Responsabilidad legal	126
<i>6. PLANES DE EMERGENCIA</i>	128
6.1 Introducción	129
6.2 Planes de respuesta para emergencias en el transporte de materiales peligrosos	130
6.3 Plan de evacuación	133
6.4 Funciones del plan de emergencia	134
<i>7. IMPLEMENTACION DE LA RESPUESTA EN EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES PELIGROSOS</i>	141
7.1 Introducción	142
7.2 Organización de la respuesta	142
7.3 Recepción de la llamada	147
7.4 Respuesta del grupo de ataque	151
7.5 Comité directivo para el plan de emergencia (organización en condiciones normales)	152

7.6 Grupo de respuesta (organización en condiciones normales)	153
7.7 Comité directivo de plan de emergencia (funciones durante la emergencia)	154
7.8 Grupo de respuesta (funciones durante la emergencia)	155
7.9 Grupos de respuesta no involucrados en la llamada inicial	156
7.10 Recursos para la respuesta	156
7.11 Procedimientos de acción	162
7.12 Descontaminación del área del incidente	170
8. CONCLUSIONES	172
9. BIBLIOGRAFIA	177

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<i>NOMBRE</i>	<i>PAGINA</i>
- Identificación de los materiales por un sistema de señalización de peligros	26
- Sitios de mayor exposición, metabolismo y almacenaje, rutas de distribución y eliminación de sustancias tóxicas en el cuerpo	37
- Coeficientes de partición de una serie homóloga de ácidos	39
- Penetración y eliminación de agentes tóxicos de interés industrial, por vía respiratoria	43
- Retención de partículas en el aparato respiratorio	44
- Rutas de los agentes tóxicos en el sistema respiratorio	46
- Absorción de una sustancia tóxica a través de la piel	48
- Representación de la circulación enterohepática	52
- Vías de absorción, distribución y eliminación de agentes tóxicos en el organismo humano	53
- Curva teórica dosis-respuesta para un agente químico administrado a una población normal	61
- Relación frecuencia-respuesta para un agente químico administrado a una población normal	62
- Efecto y respuesta a sustancias tóxicas	63
- Etiquetas de riesgo secundario	84

- Etiquetas para los gases de la clase 2 que tienen riesgos secundarios	86
- Información de emergencia en transportación	108
- Formato para hojas de datos de seguridad	109
- Carteles de identificación para la transportación terrestre de materiales peligrosos	113
- Dimensiones de los carteles y ejemplo de cartel para un residuo	122
- Ubicación de carteles en unidades de transporte terrestre de materiales peligrosos	123
- Tabla a observar para la evaluación de un plan de contingencia	133
- Listado de pasos a seguir en la respuesta a incidentes por derrames de materiales peligrosos	144
- Diagrama de flujo de incidentes	149
- Diagrama de distribución en la carrocería	157
- Zonas de control	164
- Ubicación del corredor de acceso con relación al viento	166
- Diagrama de máxima descontaminación nivel "A" de protección	167
- Diagrama de decisiones para evaluar aspectos de seguridad y salud	169

**CAPITULO 1**  
**INTRODUCCION**

## INTRODUCCION

El creciente desarrollo de los procesos utilizados por la industria química así como el avance tecnológico a nivel mundial, requieren de el manejo de una gran cantidad de sustancias que cada vez son más peligrosas. Estas sustancias deben ser transportadas, tanto para exportación, importación, consumo nacional o disposición final, en forma de materias primas, productos o residuos. Por lo que el transporte terrestre juega un papel fundamental para el buen desempeño operacional de una industria, siendo el más requerido para este fin debido a su gran capacidad y bajo costo. Debido a esto y ante la apertura de un mercado común norteamericano y la escasa legislación que existía en cuanto al transporte terrestre de este tipo de materiales, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes creó un Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, que rige las responsabilidades y obligaciones tanto de los transportistas como de las empresas que envían o reciben sustancias peligrosas.

La industria química nacional, como consecuencia de dicho reglamento, debe estar preparada convenientemente para tener un estricto control en el manejo, transporte y embarque de sus materiales o residuos peligrosos, de tal manera, que es necesario desarrollar planes de emergencia y crear sistemas de respuesta, dado que existe la posibilidad de que se presente algún incidente durante el transporte, con la finalidad de minimizar los daños que se pudieran ocasionar al ocurrir un accidente.

Además un hecho básico al presentarse una emergencia por materiales o residuos peligrosos es que no importa donde ocurre, quién responde o que tan

rápida es la respuesta, pero hay un hecho simple y es que el incidente ocurre en alguna localidad, por lo tanto los planes de respuesta deben ser pensados como métodos para controlar daños y estar diseñados para prevenir daños al ambiente y reducir pérdidas tanto humanas como materiales, pero mucho antes de que un plan de respuesta pueda ser implementado por parte de una industria se debe trabajar bastante para definir los posibles problemas, esto implica que los materiales que tienen gran potencial de riesgo deben ser identificados.

Es de suma importancia para la empresa conocer la clasificación de las sustancias peligrosas (dentro de las clases que se consideran en el Reglamento) de acuerdo con sus características fisicoquímicas y aspectos toxicológicos, para conocer los riesgos que representa el manejo de los materiales, tanto para su transporte como para la salud.

Al cumplir las industrias involucradas en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, ya sean expedidoras, transportistas o receptoras con la legislación, pueden evitar las sanciones económicas ocasionadas por el incumplimiento de las disposiciones establecidas en el Reglamento, que además implicarían el verse con la obligación de cubrir el monto de los daños ocasionados.

Es por esto que el objetivo del presente trabajo pretende dar una idea a las industrias en lo concerniente a los aspectos básicos que se deben considerar para un transporte adecuado de materiales y residuos peligrosos así como para la elaboración de Planes de Emergencia y Sistemas de Respuesta.

**CAPITULO 2**  
**LOS MATERIALES**  
**PELIGROSOS**



## LOS MATERIALES PELIGROSOS

### 2.1 DEFINICIONES.

2.1.1 SUSTANCIA PELIGROSA. Todo aquel elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros; también se consideran bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades.

2.1.2 MATERIAL PELIGROSO. Aquellas sustancias peligrosas, sus remanentes, sus envases, embalajes y demás componentes que conformen la carga que será transportada por las unidades.

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

2.1.4 EXPEDIDOR. Persona física o moral que a nombre propio o de un tercero, contrata el servicio de transporte de materiales o residuos peligrosos.

2.1.5 TRANSPORTISTA. Autotransportista y empresa ferroviaria.

2.1.6 DESTINATARIO. Persona física o moral receptora de materiales y residuos peligrosos.

### 2.2 CLASIFICACION Y DESIGNACION DE LAS SUSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS.

Para la identificación de las sustancias y materiales peligrosos por su clase o división, número de naciones unidas riesgos secundarios que estos pueden causar, las disposiciones especiales a las que debe sujetarse su transporte, el grupo

y método que deben utilizar para su envase y embalaje se realizará conforme a lo que se establece en las tablas 1 y 2 de la NOM-002-SCT2/1994.

En el caso de que una sustancia o material peligroso no esté considerado en las tablas de la norma anterior, el expedidor hará la clasificación de conformidad con los métodos de prueba correspondientes y posteriormente lo hará del conocimiento de la SCT para efectos de ser incluido.

**2.2.1 CLASIFICACION DE LAS DISOLUCIONES Y MEZCLAS.** Una mezcla o disolución que contenga una sustancia o material identificado por su nombre en la NOM-002-SCT2/1994 y una o más sustancias o materiales no identificados en esta norma, deberá ser tratado conforme a los requerimientos dados para las sustancias o materiales peligrosos, indicándose que envase o embalaje es apropiado para el estado físico de la mezcla o disolución, a menos que:

- a) La mezcla o disolución esté específicamente identificada por su nombre de embarque en la norma.
- b) En el rubro consignado en la norma específicamente se indique que esta se aplica únicamente a la sustancia o material puro.
- c) La clase de riesgo, el estado físico o el grupo de envase y embalaje de la disolución o mezcla, son distintos a los de la sustancia o material peligroso.
- d) Exista un cambio significativo en las medidas a ser tomadas en situaciones de emergencia.

Para una disolución o mezcla, cuando la clase de riesgo, su estado físico o grupo de envase y embalaje es cambiado en comparación con el listado de sustancias y materiales, el rubro de N.E.O.M. (no especificado de otro modo), deberá ser usado incluyendo lo estipulado para su envase, embalaje y etiquetado.

## 2.2.2 CLASIFICACION DE LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS.

Esta clasificación se realiza considerando las características de dichas sustancias.

CLASE	DENOMINACION
1	Explosivos.
2	Gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión,
3	Líquidos inflamables.
4	Sólidos inflamables.
5	Oxidantes y peróxidos orgánicos.
6	Tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos.
7	Radiactivos.
8	Corrosivos.
9	Varios.

La Clase 1 comprende:

**I. SUSTANCIAS EXPLOSIVAS:** Son sustancias o mezclas de sustancias sólidas o líquidas que de manera espontánea o por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que causen daños en los alrededores (nota <sup>1</sup>).

---

<sup>1</sup> La combustión es un proceso de oxidación que ocurre con una relación de rapidez, suficiente para producir calor y usualmente luz. En el caso de combustión incandescente, la reacción es un fenómeno en la superficie y puede ocurrir solamente en combustibles sólidos. En el caso de combustión con flama, la reacción es usualmente un fenómeno en fase gaseosa, aunque puede incluir combustible que se encuentra inicialmente en estado sólido, líquido o gaseoso. Los líquidos deben ser vaporizados antes de que se quemen. Algunos sólidos tales como el Ti, Si y B tienen puntos de ebullición mayores que sus óxidos y en tales casos la zona de combustión está localizada casi o próxima a la superficie.

II. SUSTANCIAS PIROTECNICAS: Son sustancias o mezcla de sustancias destinadas a producir un efecto calorífico, luminoso, sonoro, gaseoso o fumígeno o una combinación de los mismos, como consecuencia de reacciones químicas exotérmicas autosostenidas no detonantes.

III. OBJETOS EXPLOSIVOS: Son objetos que contienen una o varias sustancias explosivas.

DIVISION                      DESCRIPCION DE LAS SUSTANCIAS

- 1.1                      Sustancias y objetos que representan un riesgo de explosión de la totalidad de la masa, es decir que la explosión se extiende de manera prácticamente instantánea a casi toda la carga.
- 1.2                      Sustancias y objetos que representan un riesgo de proyección pero no un riesgo de explosión de la totalidad de la masa.
- 1.3                      Sustancias y objetos que representan un riesgo de incendio y de que se produzcan pequeños efectos de onda expansiva, de proyección o ambos, pero no riesgo de explosión de la totalidad de la masa. Se

---

Cuando una nube de combustible gaseoso o vapor es quemada, la combustión procede no tan rápidamente y puede producir un efecto significativo de presión. Tal ocurrencia es llamada explosión de combustión y puede ser definida también como deflagración o detonación. En la deflagración, la flama procede a través del combustible no quemado de la mezcla con una velocidad menor que la velocidad del sonido. En una detonación el frente de la flama procede a través de combustible no quemado a una velocidad igual o mayor que la del sonido. Los efectos asociados de la presión en una deflagración son empuje, rasgado y efectos de extensión, en contraste con los efectos de presión asociados con una detonación.

incluyen en esta división las sustancias y objetos siguientes:

- a) Aquellos cuya combustión da lugar a una radiación térmica considerable.
  - b) Aquellos que arden sucesivamente con pequeños efectos de onda expansiva, de proyección, o ambos.
- 1.4 Sustancias y objetos que no representan un riesgo considerable.
- 1.5 Sustancias muy poco sensibles que presentan un riesgo de explosión de la totalidad de la masa, pero que es muy improbable su iniciación o transición de incendio o detonación bajo condiciones normales de transporte.
- 1.6 Objetos extremadamente insensibles que no presentan un riesgo de explosión a toda la masa, que contienen solo sustancias extremadamente insensibles a la detonación y muestran una probabilidad muy escasa de iniciación y propagación accidental.

La Clase 2 comprende gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión, son sustancias que:

- I. A 50 °C tienen una presión de vapor mayor de 300 kPa.
- II. Son completamente gaseosas a 20 °C a una presión normal de 101.3 kPa.

Para las condiciones de transporte las sustancias de Clase 2 se clasifican de acuerdo a su estado físico como:

- Gas comprimido, aquel que bajo presión es totalmente gaseoso a 20 °C.

- Gas licuado, el que es parcialmente líquido a 20 °C.
- Gas licuado refrigerado, el que es parcialmente líquido a causa de su baja temperatura.
- Gas en disolución, aquel que esté comprimido y disuelto en un disolvente.

De acuerdo con el tipo de riesgo la Clase 2 se divide de la siguiente manera:

<u>DIVISION</u>	<u>DESCRIPCION DE LAS SUSTANCIAS</u>
2.1	Gases inflamables: Sustancias que a 20 °C y una presión normal de 101.3 kPa.: Arden cuando se encuentran en una mezcla de 13% o menos por volumen de aire o tienen un rango de inflamabilidad con aire de cuando menos 12% sin importar el límite inferior de inflamabilidad.
2.2	Gases no inflamables, no tóxicos. Gases que son transportados a una presión no menor de 280 kPa. a 20 °C, o como líquidos refrigerados y que: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Son asfixiantes. Gases que diluyen o reemplazan al oxígeno presente normalmente en la atmósfera; o</li> <li>b) Son oxidantes. Gases que pueden, generalmente por ceder oxígeno, causar o contribuir, más que el aire, a la combustión de otro material.</li> <li>c) No caben en los anteriores.</li> </ul>
2.3	Gases tóxicos. Gases que:

- a) Se conoce que son tóxicos o corrosivos para los seres humanos por lo que constituyen un riesgo para la salud; o
- b) Se supone que son tóxicos o corrosivos para los seres humanos porque tienen una CL igual o menor que 5000 mg/m<sup>3</sup> (ppm).

Clase 3 o líquidos inflamables. Son mezclas de líquidos que contienen sustancias sólidas en suspensión o disolución, que despiden vapores inflamables a una temperatura no superior a 60.5 °C en los ensayos en copa cerrada o no superiores a 65.6 °C en copa abierta. Las sustancias de esta clase son:

Líquidos que presentan un punto de ebullición inicial menor o igual a 35 °C.

Líquidos que presentan un punto de inflamación (en copa cerrada) menor de 23 °C, menor o igual de 60.5 °C y un punto inicial de ebullición mayor de 35 °C (Nota <sup>2</sup>)

Clase 4, sólidos inflamables, son sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea, así como aquellos que en contacto con el agua desprenden gases inflamables (Notas <sup>3</sup> y <sup>4</sup>).

---

<sup>2</sup> Punto de inflamación es la temperatura mínima a la cual un líquido proporciona vapor suficiente para formar una mezcla combustible con aire, próxima a la superficie del líquido. Por mezcla combustible se conoce a una mezcla que está en el rango de inflamación y es capaz de propagar la flama hasta el punto de inflamación.

<sup>3</sup> La temperatura de autoignición es la temperatura mínima requerida para iniciar una combustión autosostenida sin una fuente de ignición aparente.

<sup>4</sup> Los sólidos inflamables son un grupo especial de materiales combustibles que arden rápida y fácilmente.

De acuerdo con el tipo de riesgo se dividen de la siguiente manera:

<u>DIVISION</u>	<u>DESCRIPCION DE LAS SUSTANCIAS</u>
4.1	<p>Sólidos inflamables.</p> <p>Sustancias sólidas que no están comprendidas entre las clasificadas como explosivas pero que, en virtud de las condiciones que se dan durante el transporte, se inflaman con facilidad o pueden provocar o activar incendios por fricción.</p>
4.2	<p>Sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea.</p> <p>Sustancias que pueden calentarse espontáneamente en las condiciones normales de transporte o al entrar en contacto el aire y que entonces pueden inflamarse.</p>
4.3	<p>Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.</p> <p>Sustancias que por reacción con el agua pueden hacerse espontáneamente inflamables o desprender gases inflamables en cantidades peligrosas.</p>

Clase 5, oxidantes y peróxidos orgánicos, son sustancias que, de acuerdo al tipo de riesgo se dividen en:



<u>DIVISION</u>	<u>DESCRIPCION DE LAS SUSTANCIAS</u>
5.1	<p>Sustancias oxidantes.</p> <p>Sustancias que sin ser necesariamente combustibles, pueden, generalmente liberando oxígeno, causar o facilitar la combustión de otras.</p>
5.2	<p>Peróxidos orgánicos.</p> <p>Sustancias orgánicas que contienen la estructura bivalente -O-O- y pueden considerarse derivados del peróxido de hidrógeno, en el que uno de los átomos de hidrógeno, o ambos, han sido sustituidos por radicales orgánicos. Los peróxidos son sustancias térmicamente inestables que pueden sufrir una descomposición exotérmica autoacelerada. Además, pueden tener una o varias de las propiedades siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Ser susceptibles de una descomposición explosiva;</li><li>b) Arder rápidamente;</li><li>c) Ser sensibles a los impactos o a la fricción;</li><li>d) Reaccionar peligrosamente al entrar en contacto con otras sustancias;</li><li>e) Causar daños a la vista.</li></ul>

Clase 6, tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos, son sustancias que se definen y dividen, tomando en consideración su riesgo en:

<u>DIVISION</u>	<u>DESCRIPCION DE LAS SUSTANCIAS</u>
6.1	Tóxicos agudos: son aquellas sustancias que pueden causar la muerte, lesiones graves o ser nocivas para la salud humana si se ingieren, inhalan o entran en contacto con la piel. Los gases tóxicos (venenos) pueden incluirse en la clase "Gases".
6.2	Agentes infecciosos: Son los que contienen microorganismos viables incluyendo bacterias, virus, parásitos, hongos, o una combinación híbrida o mutante; que son conocidos o se cree que pueden provocar enfermedades en el hombre o los animales.

Clase 7 radiactivos, para los efectos de transporte, son todos los materiales cuya actividad específica es superior a 70 kBq/kg.

Clase 8 corrosivos, son sustancias líquidas o sólidas que por su acción química causan lesiones graves a los tejidos vivos con los que entra en contacto, o que si se produce un escape pueden causar daños e incluso destrucción de otras mercancías o de las unidades en que son transportadas.

Clase 9 varios, son aquellas sustancias que durante el transporte presentan un riesgo distinto de los correspondientes a las demás clases y que también requieren un manejo especial para su transporte, por presentar un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad a los usuarios y la propiedad a terceros.

La identificación de las sustancias peligrosas se deberá ajustar a la norma que contenga las listas de las sustancias y residuos peligrosos más usualmente transportadas de acuerdo a su clase, división de riesgo, riesgo secundario, el número asignado por la Organización de las Naciones Unidas, así como las disposiciones especiales a que deberá sujetarse el traslado y el método de envase y embalaje.

### **2.3 IDENTIFICACION DE LOS RIESGOS DE FUEGO DE LOS MATERIALES**

Esta identificación se realiza de acuerdo con el estándar NFPA 704.

Este estándar indica los riesgos a la salud, inflamabilidad, así como riesgos relacionados que se pueden presentar por términos cortos, exposición aguda al material bajo condiciones de fuego, derrame, o emergencias similares.

Este estándar proporciona un sistema de acciones, fáciles de entender y reconocer, que proveen una idea general de los peligros de un material así como la severidad de estos peligros relacionados con su manejo, prevención de fuego, exposición, y control.

#### **2.3.1 OBJETIVOS DEL ESTANDAR NFPA-704.**

Los objetivos de este sistema son:

- a) proveer una señal apropiada o alerta y el emblema de información para salvaguardar la vida de la población y del personal privado de emergencia;
- b) asistir en la planeación para operaciones de control efectivo de fuego y emergencias, incluyendo la limpieza;
- c) asistir al personal designado, ingenieros, personal de planta y de evaluación de peligros;

### 2.3.2 APLICABILIDAD.

Este estándar es aplicable a la industria comercio e instituciones, facilita la manufactura, proceso, uso o almacenaje de materiales peligrosos. **NO SE APLICA A LA TRANSPORTACION**, o al uso público en general, a exposiciones crónicas o exposiciones ocupacionales.

### 2.3.3 DESCRIPCION.

El sistema identifica los peligros de un material en términos de tres categorías principales: salud, inflamabilidad y reactividad. Indica el grado de severidad por una relación numérica en un rango de 4 (peligro severo) a 0 (ausencia de peligro).

En la información se presenta por una regla especial de relaciones numéricas con la relación de salud siempre en la posición de las 9 en punto; la relación de inflamabilidad siempre en la posición de las 12 en punto; y la relación de reactividad siempre en la posición de las 3 en punto. Cada relación está localizada en un cuadro, a los cuales se les asigna un color: azul para peligro a la salud, rojo para peligro de inflamabilidad y amarillo para peligro de reactividad. Alternativamente los números en los cuadros deben estar en un color contrastante.

El cuarto espacio en la posición, se reserva para indicar alguna reacción inusual con agua. El símbolo estándar para indicar la reactividad inusual con el agua es la letra "W" con una línea que atraviesa su centro  $\mathbb{W}$ . No se asocia ningún color especial a este símbolo, además el espacio puede también ser usado para indicar algún otro peligro inusual, pero solo si no se necesita indicar reactividad con agua.

### 2.3.2 APLICABILIDAD.

Este estándar es aplicable a la industria comercio e instituciones, facilita la manufactura, proceso, uso o almacenaje de materiales peligrosos. **NO SE APLICA A LA TRANSPORTACION**, o al uso público en general, a exposiciones crónicas o exposiciones ocupacionales.

### 2.3.3 DESCRIPCION.

El sistema identifica los peligros de un material en términos de tres categorías principales: salud, inflamabilidad y reactividad. Indica el grado de severidad por una relación numérica en un rango de 4 (peligro severo) a 0 (ausencia de peligro).

En la información se presenta por una regla especial de relaciones numéricas con la relación de salud siempre en la posición de las 9 en punto; la relación de inflamabilidad siempre en la posición de las 12 en punto; y la relación de reactividad siempre en la posición de las 3 en punto. Cada relación está localizada en un cuadro, a los cuales se les asigna un color: azul para peligro a la salud, rojo para peligro de inflamabilidad y amarillo para peligro de reactividad. Alternativamente los números en los cuadros deben estar en un color contrastante.

El cuarto espacio en la posición, se reserva para indicar alguna reacción inusual con agua. El símbolo estándar para indicar la reactividad inusual con el agua es la letra "W" con una línea que atraviesa su centro **W**. No se asocia ningún color especial a este símbolo, además el espacio puede también ser usado para indicar algún otro peligro inusual, pero solo si no se necesita indicar reactividad con agua.

#### 2.3.4 PELIGROS A LA SALUD.

Es la posibilidad de que un material cause tanto directa o indirectamente, daño temporal o permanente o incapacitación debida a una exposición aguda por contacto, inhalación o ingestión.

##### 2.3.4.1. GRADOS DE PELIGRO.

Los grados de peligro a la salud pueden ser colocados de acuerdo a la severidad probable de los efectos de una exposición personal de acuerdo a lo siguiente:

**4** Materiales que en exposición muy corta, podrían causar muerte o daño residual mayor, incluyendo los que son demasiado peligrosos que requieren de equipo de protección especializado. Este grado incluye:

Materiales que bajo condiciones normales o condiciones de fuego, son extremadamente peligrosos, (p. ej. tóxicos o corrosivos) mediante inhalación o a través de contacto con o absorción por la piel.

Materiales cuya  $LD_{50}$  por toxicidad oral aguda es menor o igual a 5 mg/kg.

Materiales cuya  $LD_{50}$  por toxicidad dérmica aguda es menor o igual a 40 mg/kg.

Polvos y nieblas cuyo  $LC_{50}$  por toxicidad por inhalación aguda es menor o igual a 0.5 mg/L.

Algún líquido cuya concentración de vapor saturado a 20 °C es igual o mayor que 10 veces su  $LC_{50}$  para toxicidad por inhalación aguda, si su  $LC_{50}$  es menor o igual a 1000 ppm.

Gases cuyo  $LC_{50}$  para toxicidad por inhalación aguda es menor o igual a 1000 ppm.

**3** Materiales que en exposiciones cortas, pueden causar serio daño temporal o residual, incluyendo las que requieren protección por contacto total del cuerpo.

Este grado usualmente incluye:

**Materiales que proporcionan productos de combustión altamente tóxicos.**

**Materiales cuyo LD<sub>50</sub> por toxicidad oral aguda es mayor que 5 mg/kg, pero menor o igual a 50 mg/kg.**

**Materiales cuya LD<sub>50</sub> por toxicidad dérmica aguda es mayor que 40 mg/kg, pero menor o igual a 200 mg/kg.**

**Polvos y neblinas cuya LC<sub>50</sub> por toxicidad por inhalación aguda es mayor que 0.5 mg/L, pero menor o igual a 2 mg/L.**

**Algún líquido cuya concentración de vapor saturado a 20 °C, es mayor o igual a su LC<sub>50</sub> por toxicidad por inhalación aguda, si su LC<sub>50</sub> es menor o igual a 3000 ppm, y que no encuentra criterio para clasificarla de grado 4.**

**Materiales que son severamente corrosivos particularmente a la piel en exposiciones cortas o que causen daños irreversibles a los ojos.**

**2** Materiales que en una exposición intensa o corta, podrían causar incapacitación temporal o posible daño residual, incluye los que requieren equipo de protección respiratoria, que tienen fuente independiente de aire. Este grado incluye:

**Materiales que proporcionan productos de combustión altamente irritantes o tóxicos.**

**Materiales que bajo condiciones normales o condiciones de fuego, desprenden vapores tóxicos cuyas propiedades no requieren precaución.**

Materiales cuya  $LD_{50}$  , por toxicidad oral aguda es mayor que 50 mg/kg, pero menor o igual que 500 mg/kg.

Materiales cuya  $LD_{50}$ , por toxicidad dérmica aguda es mayor que 200 mg/kg, pero menor o igual a 1000 mg/kg.

Polvos y nieblas cuya  $LC_{50}$  por toxicidad por inhalación aguda es mayor que 2 mg/L, pero menor o igual a 10 mg/L.

Algún líquido cuya concentración de vapor saturado a 20 °C es mayor o igual que  $1/5$  de su  $LC_{50}$  por toxicidad por inhalación aguda, si su  $LC_{50}$ , es menor o igual a 5000 ppm y no contiene criterios de los grados de peligro 3 o 4.

Gases cuyo  $LC_{50}$  por toxicidad por inhalación aguda es mayor que 3000 ppm, pero menor o igual a 5000 ppm.

Materiales que puedan causar irritación severa pero reversible en el sistema respiratorio a la piel o a los ojos.

**1** Materiales que en exposición corta pueden causar irritación, pero solo daños residuales menores, incluyendo los que requieren el uso de un respirador purificador de aire aprobado. Este grado incluye:

Materiales que bajo condiciones de fuego desprenden productos de combustión irritante.

Materiales que bajo condiciones de fuego causan irritación a la piel pero no destrucción del tejido.

Materiales cuya  $LD_{50}$ , por toxicidad oral aguda es mayor que 500 mg/kg pero menor o igual a 2000 mg/kg.

Materiales cuya  $LD_{50}$  por toxicidad dérmica aguda es mayor que 1000 mg/kg, pero menor o igual a 2000 mg/kg.



Polvos y nieblas cuya  $LC_{50}$  por toxicidad por inhalación aguda es mayor que 10 mg/L, pero menor o igual a 200 mg/L.

Gases y vapores cuya  $LC_{50}$  por toxicidad por inhalación aguda es mayor que 5000 ppm, pero menor o igual a 10000 ppm.

Materiales que son moderadamente irritantes al respirarlos o que causan irritación desde ligera a moderada a los ojos.

**O** Materiales que en exposición corta, bajo condiciones de fuego, no ofrezcan peligro más allá de los materiales combustibles ordinarios. Este grado incluye:

Materiales cuya  $LD_{50}$  por toxicidad oral aguda es mayor que 2000 mg/kg.

Materiales cuya  $LD_{50}$  por toxicidad dérmica aguda es mayor que 2000 mg/kg.

Polvos y nieblas cuya  $LC_{50}$  por toxicidad por inhalación aguda es mayor que 2000 mg/L.

Gases y vapores cuya  $LC_{50}$  por toxicidad por inhalación aguda es mayor que 10000 ppm.

### 2.3.5 PELIGROS DE INFLAMABILIDAD.

Es el grado de susceptibilidad de los materiales a la combustión, donde algunos materiales pueden quemarse bajo un grupo de condiciones pero no bajo otras diferentes.

#### 2.3.5.1 GRADOS DE PELIGRO.

Los grados de peligro deben ser colocados de acuerdo a la susceptibilidad a quemarse, de la siguiente manera:

**4** Materiales que vaporicen rápida o completamente a presión atmosférica y temperatura ambiente normal, o que son rápidamente dispersables en el aire, y que se pueden quemar rápidamente. Este grado usualmente incluye:

Gases flamables.

Materiales criogénicos flamables.

Algún material líquido o gaseoso que sea líquido bajo presión y que tenga un punto de inflamación bajo ( $22.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y punto de ebullición bajo ( $37.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) por ejemplo, líquidos flamables de la clase I A.

Materiales de ignición espontánea cuando se exponen al aire.

**3** Líquidos y sólidos que puedan sufrir ignición bajo casi todas las condiciones de temperatura ambiente. Los materiales en este grado producen atmósferas peligrosas con el aire bajo casi todas las temperaturas ambiente o que no se piensen afectados por temperatura ambiente, son rápidamente quemados bajo casi todas las condiciones. Este grado incluye:

Líquidos que tengan punto de inflamación bajo ( $22.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y punto de ebullición igual o mayor a  $37.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y líquidos cuya temperatura de inflamación está por arriba de los  $22.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  y por abajo de los  $37.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por ejemplo, líquidos flamables de las clases IB y IC.

Materiales que en consideración de su forma física o condiciones ambientales pueden formar mezclas explosivas con aire y que son rápidamente dispersadas en el aire, tales como polvos de combustibles sólidos y nieblas de líquidos combustibles o flamables.

Materiales que se queman con extrema rapidez, usualmente por la razón de autocontención de oxígeno, por ejemplo, nitrocelulosa seca y algunos peróxidos orgánicos.

**2** Materiales que deben ser moderadamente calentados o expuestos a temperaturas relativamente moderadas antes de que la ignición pueda ocurrir. Materiales en este grado no deben formar atmósferas peligrosas en condiciones normales, pero bajo temperaturas altas o bajo calentamiento moderado pueden liberar vapor en cantidades suficientes para producir atmósferas peligrosas con aire. Este grado incluye:

Líquidos cuyo punto de inflamación sea mayor que 37.8 °C pero no excede los 93.4 °C, por ejemplo, clase II A y III A de combustibles líquidos.

Materiales sólidos en la forma de polvos burdos que pueden quemarse rápidamente, pero que generalmente no forman atmósferas explosivas con el aire.

Materiales sólidos en forma fibrosa que puedan quemarse rápidamente y crear peligro de fuego por flash, tales como algodón y cáñamo.

Sólidos y semisólidos que desprendan rápidamente vapores inflamables.

**1** Materiales que deben ser precalentados antes que la ignición pueda ocurrir. Los materiales en este grado requieren precalentamiento considerable, bajo todas las condiciones de temperatura ambiente, antes que la ignición y combustión pueda ocurrir. Este grado incluye:

Materiales que se enciendan en el aire cuando sean expuestos a una temperatura de 815.5 °C por un período de 5 minutos o menos.

Líquidos sólidos y semisólidos que tengan un punto de inflamación por arriba de 93.4 °C por ejemplo los combustibles líquidos de la clase III B.

La mayoría de los materiales combustibles ordinarios.

**0** Materiales que no se quemen. Este grado incluye usualmente algunos materiales que no se quemen en el aire cuando se expongan a temperaturas de 815.5 °C por un espacio de 5 minutos.

#### 2.3.6 PELIGROS DE REACTIVIDAD.

Un material reactivo es aquel que puede entrar en una reacción química violenta con agua. Las reacciones con estos materiales pueden también resultar en reacción violenta que está más allá del alcance de este estándar.

Un material inestable es aquel que, en el estado puro o como producto comercial puede polimerizar vigorosamente, descomponerse o condensarse, autorreaccionar o de otra manera sufrir un cambio químico bajo condiciones de golpeo, presión o temperatura.

Los materiales estables son aquellos que normalmente tienen la capacidad de resistir cambios en su composición química, además de la exposición al aire, agua y calor que es lo que se encuentra en las emergencias.

##### 2.3.6.1 GRADOS DE PELIGRO.

Deben ser colocados de acuerdo a la facilidad, rapidez y cantidad de energía liberada, de la siguiente manera:

**4** Materiales que por sí mismo son capaces de detonar fácilmente o de sufrir reacciones o descomposiciones a temperatura y presión normales. Este grado

incluye usualmente materiales que son sensibles a choques mecánicos o térmicos localizados a temperaturas y presiones normales.

**3** Materiales que por sí mismos son capaces de detonación o descompresión explosiva o reacción explosiva, pero que requieren una fuente de iniciación fuerte o que debe ser calentada bajo confinamiento antes de la iniciación. Este grado incluye usualmente:

Materiales que son sensibles a choques térmicos o mecánicos y elevadas temperaturas y presiones normales.

Materiales que reaccionan explosivamente con agua sin requerir calor o confinamiento.

**2** Materiales que sufren cambios químicos violentos a temperaturas y presiones elevadas. Este grado incluye:

Materiales que exhiben una isoterma a temperaturas menores o iguales a 150 °C cuando se prueben por calorimetría de exploración diferencial.

Materiales que puedan reaccionar violentamente con agua o con mezclas potencialmente explosivas con agua.

**1** Materiales que por sí mismos son normalmente estables, pero que se pueden hacer inestables a temperatura y presión elevadas. Este grado incluye usualmente:

Materiales que cambian o se descomponen al exponerse con aire, luz, o mezclados.

Materiales que exhiben una isoterma a temperaturas mayores de 150 °C, pero menores o iguales a 300 °C, cuando son probados por calorimetría de exploración diferencial.

**O** Materiales que por sí mismos son normalmente estables bajo condiciones de fuego. Este grado incluye usualmente:

Materiales que no reaccionan con agua.

Materiales que exhiben una isoterma a temperaturas mayores de 300 °C pero menores o iguales a 500 °C, cuando son probados por calorimetría de exploración diferencial.

Materiales que no exhiben una isoterma a temperatura menor o igual a 500 °C, cuando es examinado por calorimetría de exploración diferencial.

### 2.3.7 PELIGROS ESPECIALES.

Se deben mostrar símbolos para peligros especiales en el cuarto espacio del diagrama o inmediatamente arriba o abajo del símbolo entero.

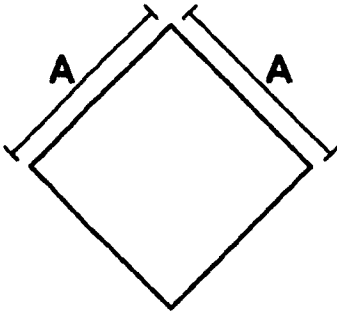
Los materiales que demuestran actividad inusual con el agua deben ser identificados con una "W", con una línea horizontal a través del centro.

Los materiales que poseen propiedades oxidantes deben ser identificados por las letras "OX".

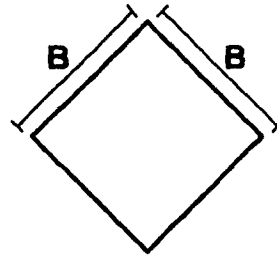
#### 2.4 IDENTIFICACION DE LOS MATERIALES POR UN SISTEMA DE SEÑALIZACION DE PELIGROS

Uno de los sistemas delineados en la siguiente ilustración debe ser utilizado para la implementación de este estándar.

<b>DISTANCIA A LA CUAL LAS SEÑALES DEBEN SER LEGIBLES (pies)</b>	<b>TAMAÑO MINIMO REQUERIDO DE LAS SEÑALES (pulgadas)</b>
50	1
75	2
100	3
200	4
300	6



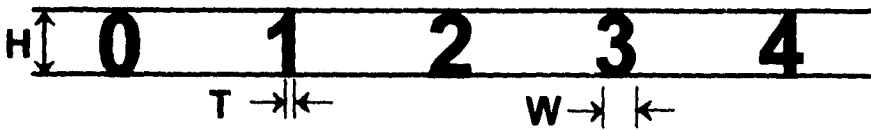
CUANDO SE PINTE USE LAS MISMAS DIMENSIONES PARA SIGNOS O PLACA



CUANDO ESTA HECHO DE PLASTICO Y ADHESIVO EN EL REVERSO (UNO PARA CADA NUMERO), SE NECESITAN TRES PARA CADA SEÑAL COMPLETA

TAMAÑO DE LA SEÑAL H	W	T	A	B
1	0.7	0.156	2.5	1.25
2	1.4	0.312	5.0	2.50
3	2.1	0.469	7.5	3.75
4	2.8	0.625	10.0	5.00
6	4.2	0.938	15.0	7.50

DIMENSIONES MINIMAS DEL FONDO BLANCO PARA SEÑALES (EL FONDO BLANCO ES OPCIONAL). LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN PULGADAS



DIMENSIONES DE LOS NUMEROS EN LAS PLACAS (EL ESTILO DE LOS NUMEROS ES OPCIONAL)



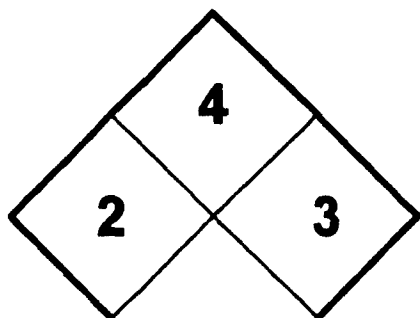


FIG. 2 PARA USO DONDE EL FONDO BLANCO SE USA CON LOS NUMEROS PINTADOS. PARA USO CUANDO LAS SEÑALES ESTEN EN FORMA DE SIGNO.

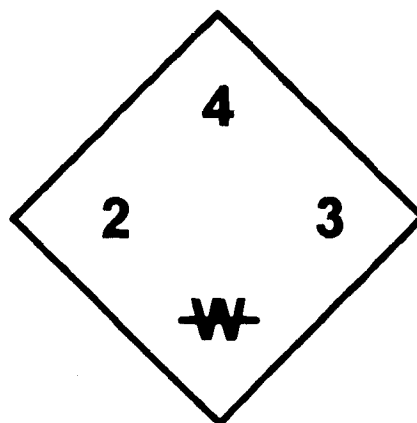


FIG. 1 PARA USO DONDE SEA ESPECIFICO CON EL FONDO DE MANERA QUE LOS COLORES DE LOS NUMEROS SEAN CONTRASTANTES

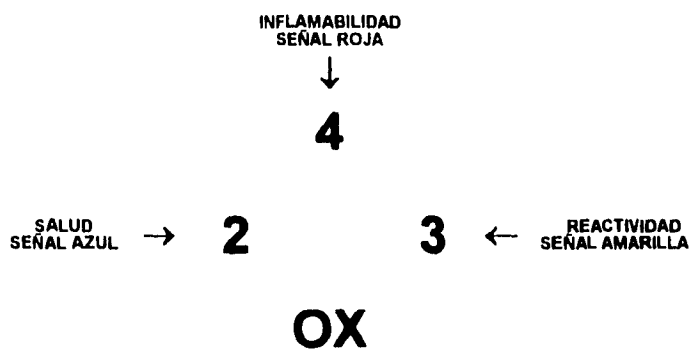


FIG. 3 PARA USO DONDE SE REQUIERE FONDO BLANCO

**CAPITULO 3**  
**PRINCIPIOS DE**  
**TOXICOLOGIA**

## PRINCIPIOS DE TOXICOLOGIA

### 3.1 CONCEPTOS BASICOS DE TOXICOLOGIA.

Dada la importancia de la toxicología para el presente estudio, a continuación se hará referencia a algunos conceptos básicos.

3.1.1 TOXICOLOGIA. Es el estudio de la naturaleza y los efectos dañinos de un agente químico, biológico o droga en un tejido vivo, así como los medios de absorción, distribución y biotransformación de igual manera que los efectos bioquímicos, fisiológicos y sus mecanismos de acción (Ref 2).

3.1.2 TOXICIDAD. La toxicidad es la facultad de un agente (ya sea químico, biológico o droga) de causar algún daño a un organismo. La toxicidad es un término cualitativo, ya sea que el daño ocurra o no, dependiendo de la cantidad o concentración de agente químico absorbido (severidad de la dosis de exposición). Por otra parte, si consideramos que un peligro es la posibilidad de que un daño pueda ocurrir en una situación dada; las condiciones de uso y exposición, son las consideraciones primarias a tomar en cuenta. Para evaluar peligros, se necesita tener conocimiento acerca de la toxicidad inherente de las sustancias (aspecto cualitativo) y de las cantidades a las cuales los individuos pueden estar expuestos. Los seres humanos pueden usar, de manera segura, sustancias potencialmente tóxicas cuando se han establecido y respetado las condiciones necesarias para minimizar la absorción. Adicionalmente debemos tener en cuenta que la presencia de sustancias potencialmente tóxicas en el lugar de trabajo o en el ambiente, no necesariamente significa que exista una situación peligrosa (Ref 7).

Cuando se habla de que una sustancia química es tóxica, la mayoría de la gente cree que esto significa que puede causar un daño o efecto indeseado en las personas. Esto puede no ser cierto cuando se habla de "tóxico" y "toxicidad" porque es evidente que lo que puede ser considerado dañino para una especie biológica puede no serlo para otra, de hecho, puede ser una propiedad deseable de un agente químico para el interés humano.

**3.1.3 SUSTANCIA TOXICA.** Es la que puede causar trastornos estructurales o funcionales que provoquen daños o la muerte, si se absorbe en cantidades relativamente pequeñas por seres humanos, plantas o animales y que de acuerdo con las dosis letales orales y dérmicas ( $LD_{50}$ , de sus siglas en inglés "lethal dose") y concentraciones letales ( $LC_{50}$ , "lethal concentration" por vía respiratoria) se clasifican en algunas de las siguientes categorías (se incluyen las sustancias químicas carcinogénicas, mutagénicas, teratogénicas, las que disminuyen la capacidad mental y las que afectan la coordinación motriz):

A) Sustancia química que tiene una dosis letal media  $LD_{50}$  de más de 50 mg/kg y menos de 500 mg/kg de peso corporal, cuando se administra oralmente a ratas blancas de laboratorio.

B) Sustancia química que tiene una dosis letal media  $LD_{50}$  de más de 200 mg/kg, pero no más de 1000 mg/kg de peso corporal administrada por contacto continuo por 24 horas en piel descubierta de conejos albinos.

C) Sustancia química que tiene una concentración letal media  $LC_{50}$  en el aire de más de 200 ppm y no más de 2000 ppm por volumen de gases o vapor, entre 2 y 20 mg/L de niebla, humo o polvo, cuando se administra por inhalación continua por una hora a ratas albinas (Ref 19).

La toxicidad es un término relativo comúnmente usado en la comparación de una sustancia química con otra, aunque estrictamente hablando no se puede hacer una comparación entre una sustancia química y otra, a menos que al compararlas se tenga información que permita observar el mecanismo biológico en consideración así como las condiciones en que es dañina la sustancia química en cuestión.

El método para la evaluación de efectos de toxicidad aguda es otro parámetro de considerable complejidad. Este tipo de toxicidad se mide, usualmente, como mortalidad y es expresada como  $LD_{50}$  que es la dosis requerida para matar el 50% de individuos normales de una población en cuestión bajo condiciones específicas (sexo, edad, especie, tiempo de observación y ruta de administración) y es probablemente la medición más simple de toxicidad. Aunque la reproductibilidad de  $LD_{50}$  en cuanto a valores es altamente dependiente de las variables que estén controladas.

### 3.2 FASES TOXICOLÓGICAS

Existen numerosas variables relacionadas a la forma en la cual los organismos están expuestos a sustancias tóxicas. Una de las más cruciales es la dosis. Otro factor importante es la concentración del tóxico, la cual puede variar desde sustancia pura hasta una solución muy diluida de un veneno altamente potente. Tanto la duración como la frecuencia de la exposición son importantes en un incidente, además debe considerarse que la rapidez de la exposición está inversamente relacionada con la duración y tiempo total al cual el organismo es expuesto. Estas variables situacionales son importantes, de igual manera que la ruta y el sitio de exposición.

Por otra parte el término toxicocinética está relacionado con el movimiento de los agentes químicos en el interior de un sistema biológico. Su meta es cuantificar el curso del tiempo dinámico de la absorción, distribución, biotransformación y el proceso de eliminación en organismos vivientes.

La toxicodinámica se relaciona con los efectos bioquímicos y fisiológicos de los agentes químicos y sus mecanismos de acción. Aquí, el tóxico reacciona con el órgano receptor u objetivo en la reacción primaria y ocurren manifestaciones fisiológicas o de comportamiento como efecto del tóxico. Así, mientras la toxicocinética está principalmente relacionada con movimiento, la toxicodinámica es, generalmente, más interesada en las fuerzas que los fundamentan y su relación al movimiento.

### 3.2.1 FASE DE EXPOSICION.

Es posible clasificar las exposiciones en base de aguda vs. crónica y local vs. exposición sistémica, dando cuatro categorías generales: a) exposición local aguda; ocurre en un lugar específico y en un período de algunos segundos a pocas horas y puede afectar el sitio de exposición, particularmente la piel, ojos o membranas mucosas, b) exposición crónica local las partes del cuerpo afectadas pueden ser las mismas, pero el tiempo podría ser tan largo como de varios años, c) exposición sistémica aguda, es una exposición breve o exposición a una dosis simple y ocurre con tóxicos que pueden entrar al cuerpo, ya sea por inhalación o ingestión y afecta órganos lejanos del punto de entrada tales como el hígado, d) en la exposición sistémica crónica la exposición ocurre en un período prolongado, afectando los mismos órganos que en la exposición sistémica aguda.

### 3.2.1.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESPUESTA TOXICOLOGICA

#### >Factores del huésped:

Factores genéticos. Especie, variaciones interindividuales.

Estado nutricional. Ingestión de agentes químicos que pueden alterar la respuesta toxicológica.

Ej. Baja actividad proteínica de enzimas microsomales.

Dietas ricas en grasa han sido implicadas como factores que aumentan la susceptibilidad a cáncer de colon y pecho.

Sexo Ej. La gasolina induce nefrotoxicidad en ratas machos, pero no en hembras.

Edad Ej. Especies muy jóvenes pueden ser más o menos susceptibles a los agentes tóxicos.

Estado emocional. Ej. La sobrepoblación aumenta la toxicidad de anfetaminas y otros estimulantes del sistema nervioso central.

#### > Factores ambientales externos:

Temperatura.

Presión.

Humedad.

Composición atmosférica.

Luz.

Ruido.

> *Factores relacionados con el agente tóxico:*

- Composición química.
- Contaminantes.
- Estabilidad del agente químico.
- Naturaleza química.
- Tamaño de partícula.

> *Factores relacionados con la situación de exposición:*

- Volumen y concentración.
- Ruta de administración.

### 3.2.1.2 EXPOSICION A LAS SUSTANCIAS TOXICAS

Quizá la primera consideración en toxicología es la exposición de un organismo a una sustancia tóxica. Al discutir los sitios de exposición a los tóxicos es usual considerar las mayores rutas y sitios de exposición, distribución y eliminación de tóxicos en el cuerpo como se muestra en la figura 1. Las mayores rutas de exposición intencional o accidental a tóxicos por humanos y otros animales son la piel (ruta percutánea), los pulmones (inhalación, respiración, ruta pulmonar) y la boca (ruta oral); rutas menores de exposición son: rectal, vaginal y parenteral (vía intravenosa o intramuscular) que son un medio común para la administración de drogas o sustancias tóxicas en sujetos de prueba. La forma en que una sustancia tóxica se introduce dentro del sistema complejo de un organismo es fuertemente dependiente de las propiedades fisicoquímicas de un agente tóxico. El sistema pulmonar está más propenso a la introducción de gases o partículas sólidas o líquidas respirables muy finas. Los sólidos también se introducen al



> *Factores relacionados con el agente tóxico:*

- Composición química.
- Contaminantes.
- Estabilidad del agente químico.
- Naturaleza química.
- Tamaño de partícula.

> *Factores relacionados con la situación de exposición:*

- Volumen y concentración.
- Ruta de administración.

### 3.2.1.2 EXPOSICION A LAS SUSTANCIAS TOXICAS

Quizá la primera consideración en toxicología es la exposición de un organismo a una sustancia tóxica. Al discutir los sitios de exposición a los tóxicos es usual considerar las mayores rutas y sitios de exposición, distribución y eliminación de tóxicos en el cuerpo como se muestra en la figura 1 Las mayores rutas de exposición intencional o accidental a tóxicos por humanos y otros animales son la piel (ruta percutánea), los pulmones (inhalación, respiración, ruta pulmonar) y la boca (ruta oral); rutas menores de exposición son: rectal, vaginal y parenteral (vía intravenosa o intramuscular) que son un medio común para la administración de drogas o sustancias tóxicas en sujetos de prueba. La forma en que una sustancia tóxica se introduce dentro del sistema complejo de un organismo es fuertemente dependiente de las propiedades fisicoquímicas de un agente tóxico El sistema pulmonar esta más propenso a la introducción de gases o partículas sólidas o líquidas respirables muy finas. Los sólidos también se introducen al

cuerpo oralmente. La absorción a través de la piel es más propicia para líquidos, sustancias en solución y semisólidos.

Las barreras defensivas que un tóxico puede encontrar varían con la ruta de exposición. Por ejemplo, el mercurio elemental es rápidamente absorbido, frecuentemente con efecto devastador, a través de los alvéolos en los pulmones mucho más rápido que la piel o el tracto gastrointestinal. La mayoría de pruebas de exposición a animales son a través de ingestión, la exposición pulmonar es frecuentemente favorecida con sujetos que podrían exhibir comportamiento refractorio cuando agentes químicos nocivos son administrados por medios que requieren un grado de cooperación por parte del sujeto. Una inyección intravenosa puede ser elegida para una exposición deliberada cuando es necesario conocer la concentración y efecto de una sustancia xenobiótica en la sangre.

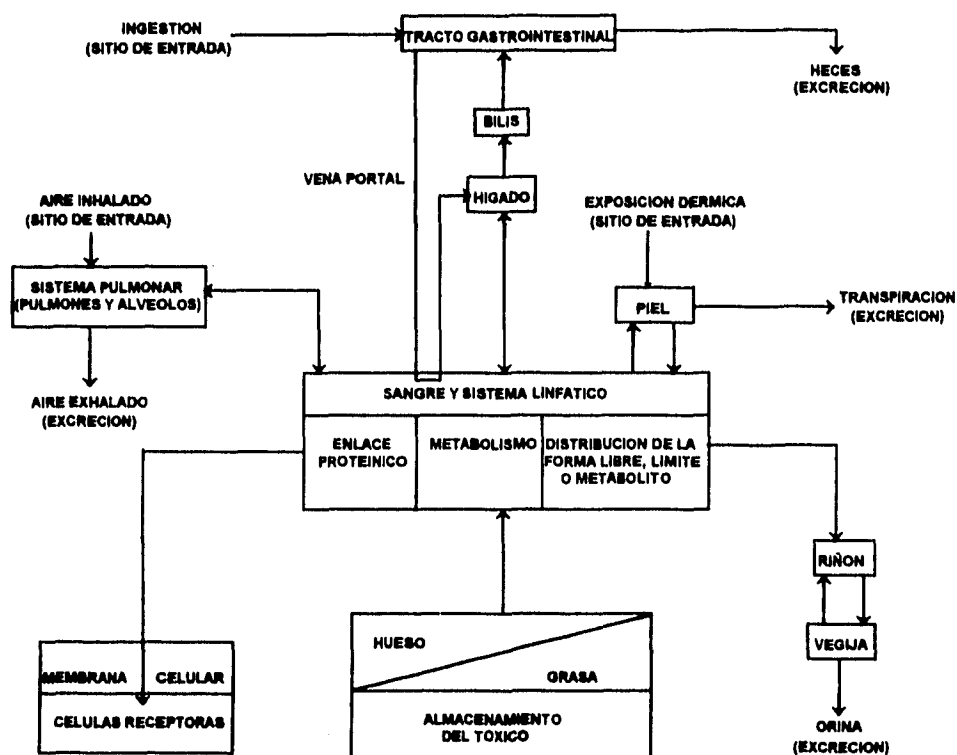


FIGURA 3.1 SITIOS DE MAYOR EXPOSICION, METABOLISMO Y ALMACENAJE, RUTAS DE DISTRIBUCION Y ELIMINACION DE SUSTANCIAS TOXICAS EN EL CUERPO (TOMADO DE "THE TOXICOLOGICAL CHEMISTRY" DE STANLEY E MANAHAN).

### 3.2.2 FASE TOXICOCINETICA

Introducción de agentes químicos en el organismo. Las vías principales de introducción de un agente químico al organismo son la respiratoria, la cutánea y la digestiva. Cualquiera que sea la vía utilizada, el agente químico debe

atravesar membranas de las células para acceder al órgano donde se produce el efecto. El espesor de la membrana celular es de aproximadamente 7 nm. Fundamentalmente, la membrana celular es una doble capa bimolecular de lípidos recubierta a cada lado por una capa de proteínas. Los lípidos están constituidos principalmente por lecitina, cefalina y colesterol. Los ácidos grasos de la membrana no tienen una estructura rígida cristalina, siendo casi fluidos a la temperatura fisiológica, debido esto a la proporción de ácidos grasos no saturados. Cuando la membrana tiene más ácidos grasos no saturados el transporte a través de estas es más rápido.

#### 3.2.2.1 MECANISMOS DE TRANSPORTE

**TRANSPORTE PASIVO:** Es el mecanismo primario para el paso de tóxicos. El tóxico se mueve a través de membranas por simple difusión y los coeficientes de partición agua:lípido apropiados son enormemente responsables para la relación de movimiento.

El coeficiente de partición es la relación de la concentración en la fase acuosa con la concentración en la fase lípida (grasa), cuando una sustancia logra llegar al equilibrio en un sistema de dos fases (las condiciones de medición del coeficiente de partición siempre deben ser especificadas, por ejemplo temperatura, pH, etc.). Cuanto menos polar sea este compuesto; más soluble resulta en las grasas o disolventes de grasas (más lipófilo) y mayor su coeficiente de partición (Ref 5).

En una serie homóloga como la de los ácidos orgánicos, la fuerza de los ácidos (ionización) disminuye al alargarse la cadena, como ejemplo tenemos que el ácido fórmico es más fuerte que el acético, este más que el propiónico, etc. Al disminuir el grado de ionización la solubilidad en grasas aumenta y los ácidos

grasos más largos son más solubles en aceite o disolventes de aceite y muy poco en agua tal como se ve en la tabla 3.1

Tabla 3.1

Coeficientes de partición de una serie homóloga de ácidos. \*

Acido	# de carbonos	Peso molecular	Constante de disociación	Solubilidad en agua (g/100 ml)	Coeficiente de partición benceno:agua
Fórmico	1	46.03	$1.77 \cdot 10^{-4}$	muy alta	-----
Acético	2	60.05	$1.76 \cdot 10^{-5}$	muy alta	0.055
Propiónico	3	70.08	$1.34 \cdot 10^{-5}$	muy alta	0.28
Butírico	4	88.1	$1.48 \cdot 10^{-5}$	5.62 @ -1.1 °C	1.08
Caproico	6	116.16	$1.43 \cdot 10^{-5}$	0.4	3.73
Caprílico	8	144.22	-----	0.25 @ 100 °C	16.1

\* DATOS TOMADOS DEL "HANDBOOK OF CHEMISTRY AND PHYSICS", 1968, 49TH ED., CHEMICAL RUBBER CO., CLEVELAND; Y DE HÖBER, 1946.

Existe una buena correlación entre los coeficientes de partición y la habilidad de penetración; excepto para moléculas muy pequeñas o muy grandes, existe una proporcionalidad totalmente directa, entre la rapidez de penetración (constante de permeabilidad) y el coeficiente de partición. Las moléculas con un radio menor de 15 Å penetran más rápidamente de lo que su coeficiente de partición nos podría indicar o predecir, a su vez, moléculas muy grandes con alto coeficiente de partición penetran más lentamente de lo esperado.

La influencia del coeficiente de partición en la difusión de sustancias químicas dentro de la membrana celular tiene una importante conducta bajo ciertas acciones biológicas. El coeficiente de partición implica:

$$\text{coeficiente de partición} = \frac{\text{concentración en la fase acuosa}}{\text{concentración en la fase lípida}}$$

Un coeficiente de partición alrededor de 1 es frecuentemente tomado como deseable para penetración a través de la piel.

La similitud química, tamaño de las moléculas y similitudes conformacionales en total contribuyen a los rasgos correlativos de un coeficiente de partición.

**FILTRACION:** Vía poros como un canal apto para moléculas relativamente pequeñas (peso molecular aproximado a 100), pero se excluyen moléculas grandes, excepto en tejidos más porosos.

**TRANSPORTE ESPECIAL:** Puede ser efectuado por sistemas que ayudan al transporte de compuestos a través de la membrana. Tal proceso puede requerir energía y conduce al compuesto hacia un gradiente de concentración (transporte pasivo) o puede no requerir energía y ser incapaz de mover compuestos hacia un gradiente de concentración (transporte pasivo) o puede no requerir energía y ser incapaz de mover compuestos hacia un gradiente (transporte facilitado).

Este tipo de transporte es importante por el movimiento de tóxicos al interior del organismo, solo en sustancias relativamente raras, (por ejemplo el s-fluoruro uracilo es transportado por el sistema de transporte de la pirimidina, el talio es transportado por un mecanismo activo, normalmente absorbiendo hierro y el plomo puede ser absorbido por el sistema normalmente transportando calcio) pero tales mecanismos son importantes en la eliminación de algunos tóxicos, después que la absorción ha ocurrido.

**PROCESOS DE TRANSPORTE ADICIONAL.** Como ejemplo de este tipo de transporte puede considerarse a los procesos de fagocitosis y pinocitosis, en los cuales la membrana celular se estira y engloba las partículas.

**ABSORCION.** Se entiende por absorción al proceso por el cual el agente tóxico atraviesa las membranas e ingresa en la circulación sanguínea.

**ABSORCION POR VIA DIGESTIVA.** El tracto gastrointestinal debe ser visto como un tubo que atraviesa al cuerpo. Aunque está dentro de este, su contenido debe ser considerado externo al organismo. Los agentes químicos que se encuentran en el tracto gastrointestinal no producen daño al individuo hasta que son absorbidos, a menos que ese agente sea un compuesto cáustico o irritante.

La absorción se produce a lo largo de todo el tracto gastrointestinal, desde la boca hasta el recto.

Considerando que el jugo gástrico es ácido, y que el contenido del intestino es casi neutro, se puede considerar que la solubilidad de un agente en los lípidos pueda ser diferente en estas dos secciones del tracto gastrointestinal. Adicionalmente debe tomarse en cuenta que el grado de disociación de un agente químico depende del pKa de la sustancia y del pH del medio en el cual está disuelto. Lo anterior puede lograrse a partir de la ecuación de Henderson-Hasselbach la cual determina la cantidad de una sustancia que está en forma no ionizada, el cálculo se realiza como sigue:

$$\text{Para ácidos débiles} \quad \text{pKa} - \text{pH} = \log \frac{(\text{forma no iónica})}{(\text{forma iónica})}$$

$$\text{Para bases débiles } pK_a - pH = \log \frac{\text{(forma iónica)}}{\text{(forma no iónica)}}$$

Donde la forma liposoluble (no ionizada) de un electrolito débil es el constituyente que difunde, los ácidos orgánicos débiles difunden más rápidamente en ambiente ácido y las bases orgánicas en ambiente básico.

Por otra parte, las partículas pueden ser absorbidas por el epitelio gastrointestinal, posiblemente por pinocitosis, siendo más activa en el niño que en el adulto.

**ABSORCION POR VIA RESPIRATORIA.** Es la más importante en la exposición ocupacional, especialmente en el caso de sustancias sólidas o líquidas en suspensión que poseen una presión de vapor apreciable y los riesgos son mayores durante las épocas de calor (figura 3.3).

Las sustancias tóxicas inhaladas pueden presentarse bajo la forma de partículas finas sólidas o líquidas en suspensión estable en el aire (aerosoles, humos, nieblas). Estas partículas, no son retenidas mecánicamente a nivel de las vías respiratorias superiores y pueden penetrar por las ramificaciones finas del árbol respiratorio hasta los alvéolos pulmonares; a este nivel existe gran cantidad de capilares, produciéndose allí una absorción rápida y distribución por la sangre a todos los órganos, y particularmente al sistema nervioso central.



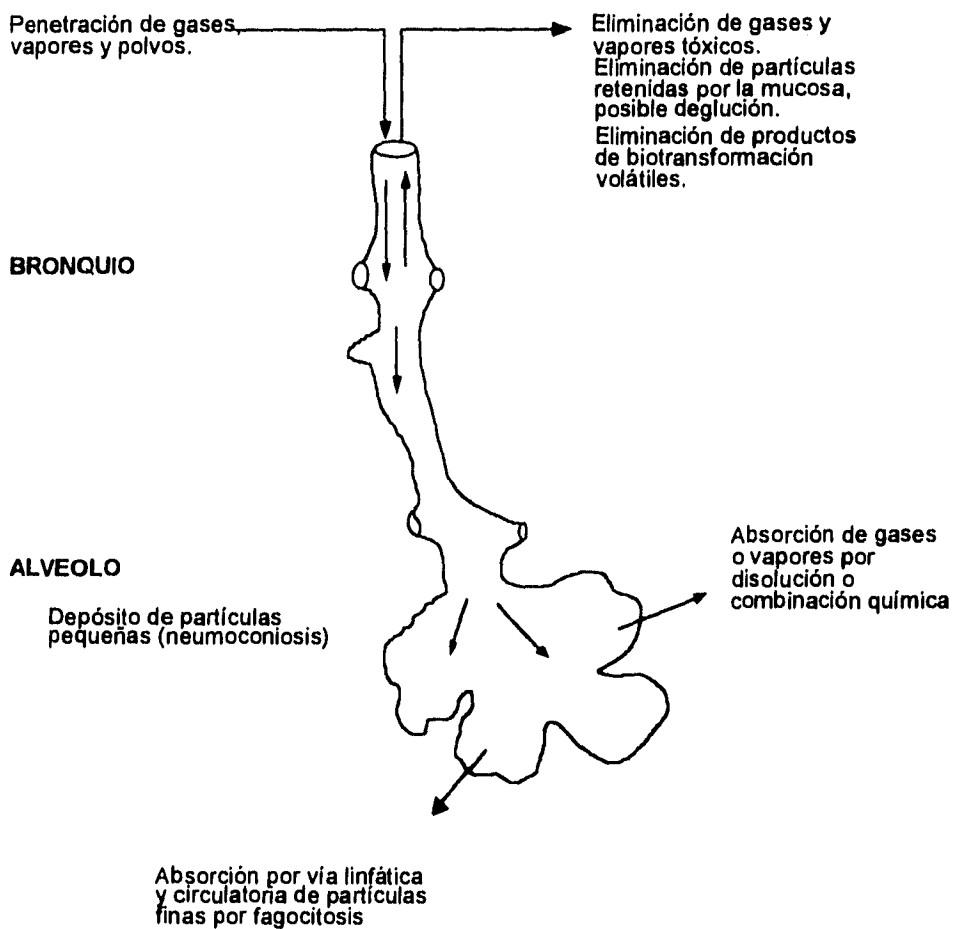


FIGURA 3.2 PENETRACION Y ELIMINACION DE AGENTES TOXICOS DE INTERES INDUSTRIAL, POR VIA RESPIRATORIA ("NOCIONES BASICAS DE TOXICOLOGIA"; DE FERNICOLA, NILDA).

Las vías respiratorias superiores intervienen en la retención y en la absorción de los agentes tóxicos, dependiendo de su estado físico. Las fosas nasales retienen el 50% de las partículas cuyo diámetro es superior a 8  $\mu\text{m}$ ; la respiración por la boca únicamente retiene el 20%. La mucosa nasal, la faringe y la laringe desempeñan un papel accesorio; la retención en la traquea, los bronquios y los bronquiolos, está en relación con el tamaño de la partícula, de acuerdo a lo que se observa en la tabla 3.2.

Tabla 3.2

Retención de partículas en el aparato respiratorio expresada en porcentaje, de acuerdo al tamaño de la partícula.\*

Lugar de retención	Tamaño de la partícula en $\mu\text{m}$ .						
	0.05	0.10	0.30	1.0	3.0	10.0	
				30.0			
Tráquea	0.16	0.08	0.03	0.1	0.8	7.8	67.0
Bronquio	2.17	1.0	0.54	0.67	3.9	16.9	-
Bronquiolo	6.30	4.0	7.7	41.4	10.2	-	-
Alvéolo	51.3	27.7	28.5	81.9	36.8	-	-

- no hay datos.

\* Tomado de "Toxic responses of the immune system" de Jack Dean, Et.Al.

Para gases y vapores, la absorción por la mucosa nasal es tal, que esto constituye un obstáculo para la penetración a niveles más profundos

El pasaje del agente tóxico desde los pulmones a la sangre, se efectúa a través de 400 millones de alvéolos. La superficie de absorción es enorme, aproximadamente 100 m<sup>2</sup>, lo que explica la velocidad de dicha absorción. Esto hace que la acción del compuesto absorbido por esta vía, sea casi tan rápida como cuando se administra por vía intravenosa.

A este nivel, se absorben preferentemente gases y líquidos volátiles. Se acepta que el mecanismo de dicha absorción es un transporte pasivo por simple difusión gaseosa, siguiendo una diferencia de presión entre el aire alveolar y la sangre capilar, a través de la membrana alvéolo-capilar. Cuanto mayor es su presión parcial (Ley de Dalton), más rápidamente es su difusión (Ley de Fick), mayor su solubilidad en la sangre (Ley de Henry) y mayor su absorción.

En los alvéolos se presentan dos fases; una fase gaseosa formada por el aire alveolar, y otra fase líquida constituida por la sangre, ambas fases están separadas por el epitelio alveolar y por el endotelio capilar.

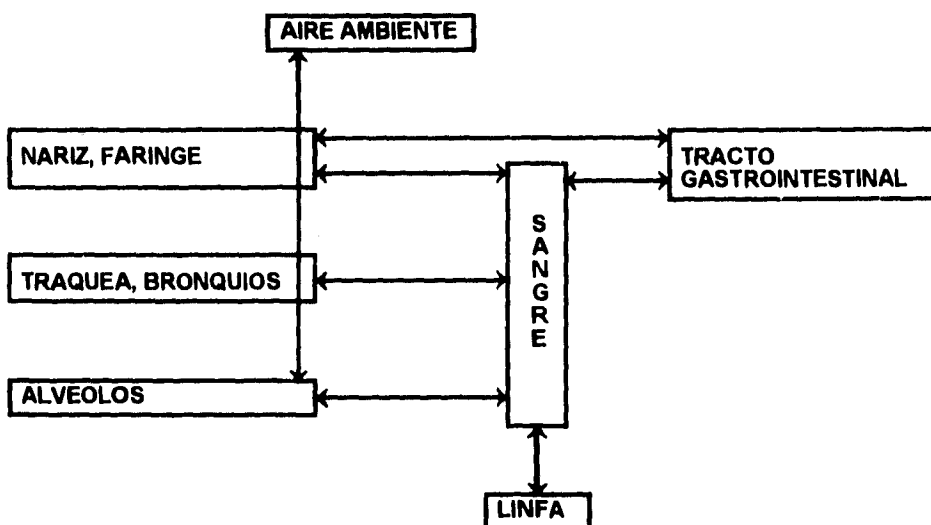
La remoción del agente tóxico del alvéolo se puede llevar a cabo por tres formas:

- a). Remoción física de las partículas retenidas en el alvéolo. En esta forma las partículas depositadas en la fase líquida del alvéolo, son transportadas por el movimiento mucociliar de la región traqueobronquial hacia el tracto gastrointestinal.
- b). Fagocitosis. Esta función es realizada por los macrófagos que se encuentran en grandes cantidades en los pulmones y fagocitan a las partículas de origen exógeno.
- c). Vía linfática. Debido a que normalmente el agua junto con los electrolitos y proteínas solubles pasan de los capilares al espacio intersticial y alveolar y

vuelven al sistema linfático. Las partículas pueden permanecer retenidas en el tejido linfático por mucho tiempo (Ref. 3).

Figura 3.3

Rutas de los agentes tóxicos en el sistema respiratorio.\*



\* TOMADO DE "PRINCIPLES OF DRUG ACTION"; AVRAM GOLDSTEIN, ET. AL.

**ABSORCION POR VIA CUTANEA.** La piel representa casi el 16% del peso del cuerpo humano y tiene la finalidad de proteger al organismo de los diversos agentes físicos, químicos y biológicos. No obstante, la afinidad de ciertas sustancias por los lípidos cutáneos, hace que estas puedan atravesar la epidermis para llegar a la circulación general.

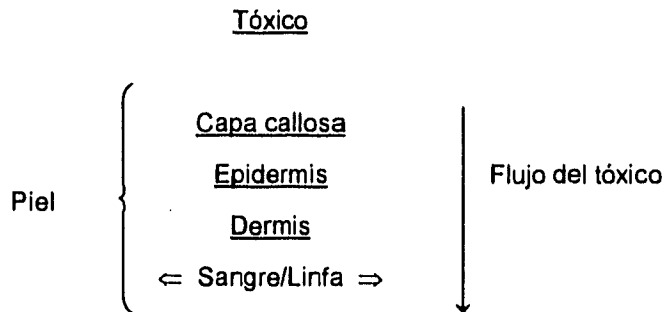
Por otra parte la penetración a través de la piel de los agentes químicos, se ve favorecida por lesiones en la epidermis. Esto es importante, ya que en el caso de los trabajadores es muy difícil que su piel se encuentre completamente intacta. Además, existen sustancias que pueden alterar tanto la epidermis como la dermis, y favorecer así una mayor absorción, como es el caso de las quemaduras.

El contacto con las mucosas, en razón de su vascularización, es todavía más peligroso, ya que algunos agentes tóxicos penetran a través de la conjuntiva y se han observado diversos casos de intoxicaciones después de la aplicación de colirio de atropina.

Las propiedades fisicoquímicas de una sustancia, son los factores principales para la penetración de un compuesto a través de la piel. En general, los gases penetran libremente a través la piel, los líquidos con menor facilidad y los sólidos que son insolubles en agua y en grasa, son incapaces de penetrar en grado significativo. La penetración de un tóxico a través de la piel, es dependiente del tiempo de contacto. No está claro aún, cual grado de solubilidad en grasa es importante, ya que aparentemente la solubilidad agua/grasa influye en la penetración.

En lo que respecta a la polaridad, parece que los compuestos no polares pasan a través de la piel más fácilmente que las sustancias iónicas, pero esto no es absoluto. Los factores locales, tales como temperatura e irrigación sanguínea en el lugar, influyen en el grado de absorción a través de la piel.

Figura 3.4  
Absorción de una sustancia tóxica a través de la piel.\*



\* TOMADA DE "PRINCIPLES OF DRUG ACTION"; AVRAM GOLDSTEIN, ET. AL.

### 3.2.2.2 DISTRIBUCION Y ACUMULACION

Los agentes tóxicos se acumulan preferentemente en ciertos tejidos, no estando esto relacionado con el sitio de acción. Los plaguicidas organoclorados son muy liposolubles, acumulándose en el tejido adiposo, y debido a su estabilidad, persisten durante mucho tiempo. En este tejido, la concentración del agente alcanza un nivel constante que resulta del equilibrio entre la cantidad ingerida, biotransformada y eliminada.

Otros agentes tóxicos pueden ligarse a las proteínas sanguíneas, en esta forma, no les es posible atravesar las membranas biológicas. Esta unión, puede reducir la velocidad de biotransformación, así como la eliminación urinaria. Por otro lado, dos agentes tóxicos pueden competir por el mismo sitio en unión de

proteínas. La unión de proteínas puede realizarse en sitios normalmente ocupados por sustancias endógenas y aumentar así, la fracción libre de estas últimas sustancias. Dicha unión puede ser reversible o irreversible. En la mayoría de los casos, la unión de los agentes tóxicos es con albúmina y es de tipo reversible.

### 3.2.2.3 BIOTRANSFORMACION

El organismo actúa sobre el agente tóxico biotransformándolo, en general, en compuestos más polares, los cuales son eliminados por vía renal más fácilmente.

La biotransformación se realiza principalmente en el hígado pudiéndose llevar a cabo en otros tejidos u órganos como la sangre, riñón, pulmón y la placenta.

Como consecuencias de la biotransformación, se pueden considerar tres situaciones diferentes, y ellas son:

- a) Favorecer la eliminación de los agentes tóxicos, debido a que la reacción de biotransformación produce compuestos más polares, por tanto, se favorece su eliminación principalmente a través de la orina.
- b) Transformar los agentes tóxicos en compuestos de mayor toxicidad.
- c) Reducir la toxicidad inicial del agente tóxico.

### 3.2.2.4 ELIMINACION.

Los agentes tóxicos son eliminados del organismo por diferentes vías. El riñón es muy importante en la eliminación de agentes tóxicos, siendo eliminados por esta vía muchos agentes químicos y sus productos de biotransformación. Otras vías son importantes en la eliminación de compuestos específicos, así el

hígado y la bilis, son importantes en la eliminación de DDT, plomo y nitrocompuestos aromáticos. Los pulmones son importantes en la eliminación de compuestos gaseosos y volátiles.

**-ELIMINACION POR VIA RENAL.** Como se mencionó anteriormente el riñón es un órgano muy eficiente en la eliminación de los agentes tóxicos, ya que los elimina a través de la orina por el mismo mecanismo por el cual normalmente se eliminan los productos del metabolismo. Los agentes tóxicos polares que son solubles en el agua del plasma, son filtrados por el glomérulo, concentrados en los túbulos y eliminados por medio de la orina.

La eliminación renal depende de la filtración glomerular y esta depende de la provisión de sangre al riñón, la cual es relativamente constante en un animal sano y de la concentración de los agentes tóxicos no unidos a las proteínas plasmáticas. La concentración del agente tóxico en el plasma disponible para la filtración glomerular, es dependiente de la dosis, de la absorción, de la unión a proteínas plasmáticas y de la polaridad de los compuestos. Los compuestos lipofílicos atraviesan más rápido las membranas y se distribuyen en los tejidos en mayor cantidad que los compuestos polares.

Todo compuesto lipofílico que es biotransformado a un compuesto más polar, se elimina fácilmente y en este caso el proceso de biotransformación juega un papel muy importante en la eliminación, así como en la conjugación para formar compuestos más solubles y fácilmente eliminados por la orina.

**-ELIMINACION POR VIA RESPIRATORIA.** Existen sustancias que a temperatura normal del cuerpo, se presentan en forma de gases y son eliminadas principalmente por los pulmones. Además debido a que algunos líquidos están en equilibrio con la fase gaseosa, también pueden ser eliminados



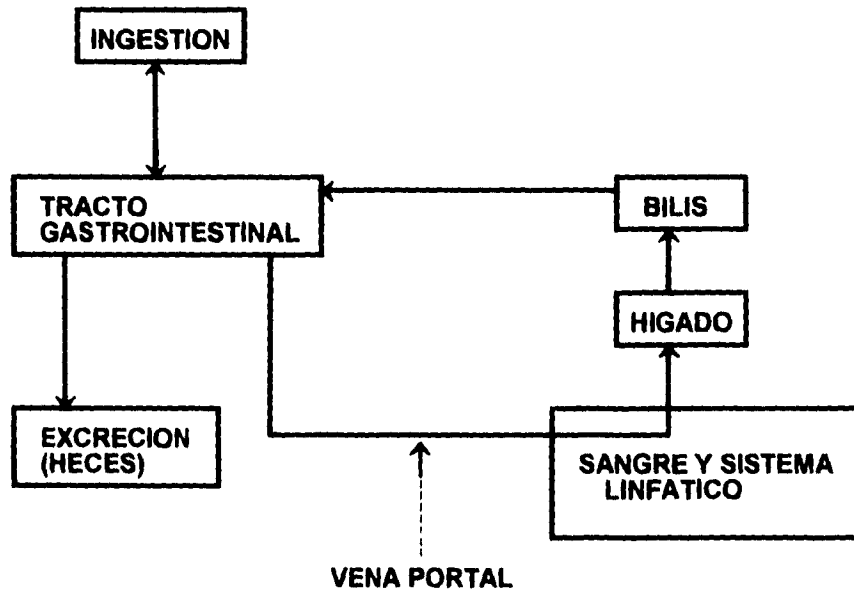
por los pulmones, la cantidad de líquido eliminado por los pulmones, está relacionada con su presión de vapor. Este principio es muy usado para determinar la cantidad de etanol en el organismo. Los líquidos muy volátiles como el éter etílico, son casi exclusivamente eliminados por vía pulmonar. Esta eliminación se realiza por difusión y en proporción inversa al vapor de retención.

Los gases con coeficiente de solubilidad sangre/gas bajo, como el caso del etileno, son fácilmente eliminados, mientras que aquellos con un coeficiente de solubilidad sangre/gas más elevado, se eliminan lentamente.

**-ELIMINACION POR VIA DIGESTIVA.** Muchos agentes tóxicos aparecen en la materia fecal y su presencia puede deberse a muchos factores, entre los cuales se pueden citar los siguientes: el agente químico introducido por vía oral no fue completamente absorbido; entonces el agente químico fue eliminado por la bilis, el agente químico fue eliminado por la saliva, por la secreción gástrica, intestinal o pancreática; el agente químico fue eliminado en la secreción del tracto respiratorio y deglutido.

Después de la administración oral y una vez absorbido, el agente químico pasa al sistema linfático o a la circulación portal. Los agentes químicos que aparecen en la circulación portal son transportados directamente al hígado. Un gran número de agentes tóxicos absorbidos en el intestino, son eliminados a través de la bilis, produciéndose un ciclo del intestino al hígado, a la bilis y nuevamente al intestino. A este ciclo se le denomina circulación enterohepática. El hígado puede biotransformar a un agente químico, conjugarlo con ácido glucorónico o sulfatos y eliminarlo a través de la bilis al intestino y ser nuevamente reabsorbido en la circulación portal.

Figura 3.5  
Representación de la circulación enterohepática.\*



\* TOMADA DE "PRINCIPLES OF DRUG ACTION"; AVRAM GOLDSTEIN, ET. AL.

En la figura 3.6 se ilustran las vías de absorción, distribución y eliminación de agentes tóxicos en el organismo humano.

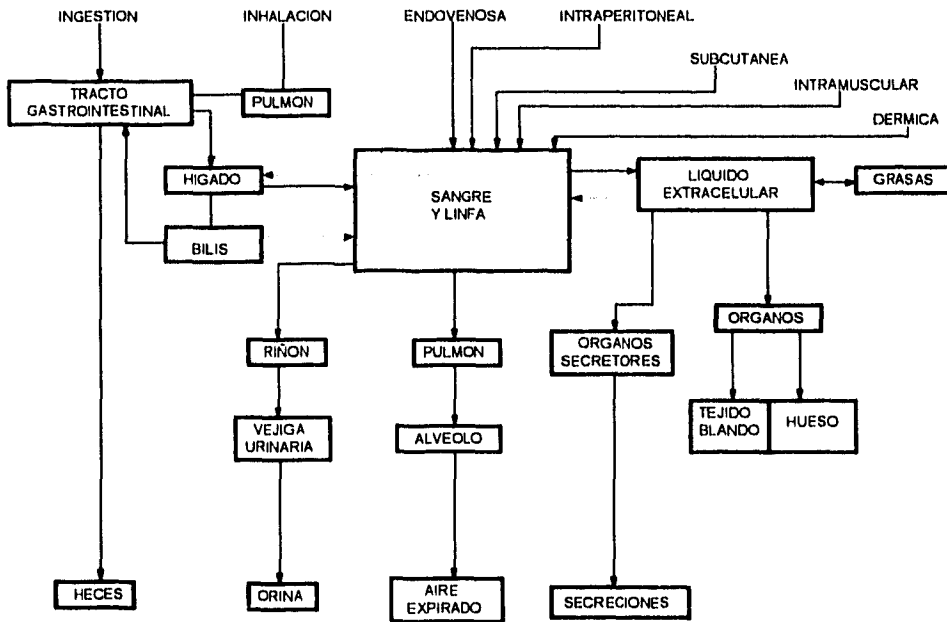


FIGURA 3.6 VIAS DE ABSORCION, DISTRIBUCION Y ELIMINACION DE AGENTES TOXICOS EN EL ORGANISMO HUMANO (NOCIONES BASICAS DE TOXICOLOGIA"; DE FORNICOLA, NILDA).

### 3.2.3 FASE TOXICODINAMICA

3.2.3.1 EFECTO TOXICO La acción de un agente tóxico sobre un organismo se evidencia por un efecto, sea este manifestado por alteraciones fisiológicas, hematológicas, bioquímicas o histológicas.

Tipos de efecto tóxico.

a) Efecto tóxico local. El efecto tóxico local es aquel que ocurre en el lugar del primer contacto entre el organismo vivo y el agente químico.

b) Efecto tóxico sistemático. Para que el efecto tóxico sistemático aparezca, se requiere que el agente tóxico sea absorbido y distribuido a un lugar distante del sitio de ingreso. La mayoría de los agentes químicos producen un efecto tóxico sistemático, pero en algunos casos, además de este, puede haber un efecto local.

El grado de toxicidad para los agentes químicos que presentan toxicidad sistemática, no es igual para todos los órganos, ya que el efecto es mayor para algunos de ellos, considerándose a este como órgano blanco. El órgano blanco no es el órgano donde se acumula el agente químico, sino el que es mayormente afectado.

#### 3.2.3.2 CONCENTRACION CRITICA

Para una célula: se define como "la concentración a la cual ocurren cambios funcionales adversos reversibles o irreversibles en la célula".

La concentración crítica en un órgano se define como "la concentración media en el órgano, en el momento en el cual las células más sensibles de dicho órgano alcanzan la concentración crítica" y puede ser considerablemente más alta o más baja que la concentración crítica de una célula particular.

Órgano crítico se define como "aquel órgano particular que alcanza primero la concentración crítica de la sustancia bajo circunstancias específicas de

exposición". El órgano crítico es aquel cuya lesión produce el máximo daño en el individuo.

#### 3.2.3.3 EFECTO IRREVERSIBLE

Si un agente químico produce daño a un tejido, ese efecto será reversible o irreversible, según la capacidad de regeneración del tejido. En el caso del sistema nervioso central, por el hecho de que las células no pueden ser reemplazadas, el daño es irreversible.

#### 3.2.3.4 EFECTO INDESEABLE O COLATERAL

Un efecto indeseable o colateral es aquel efecto producido por un medicamento que no es el efecto terapéutico.

La alergia química. Es una reacción adversa producida por un agente químico como consecuencia de una sensibilización previa por dicho agente, o uno que tiene estructura similar.

Idiosincrasia química. Es una reactividad genética anormal a determinados agentes químicos.

Mutagénesis, carcinogénesis y teratogénesis. La mutagénesis es la capacidad de los agentes químicos de causar cambios en el material genético contenido en el núcleo de la célula de forma que pueden ser transmitidos durante la división celular.

Una sustancia es considerada carcinogénica si induce la producción de tumores, tanto en exposición aguda como crónica. Un tumor es una masa anormal de tejido que crece en un organismo vivo, la cual aparentemente no cumple con una función definida en el organismo huésped. El cáncer, por ejemplo, es un tumor maligno.

Las sustancias que causan defectos en el desarrollo del feto, después de la concepción hasta su nacimiento se consideran teratogénicas. Los agentes químicos pueden ser simultáneamente carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos.

### 3.2.3.5 INTERACCION DE AGENTES QUIMICOS

En todos los casos en que una sustancia altera el efecto de otra, la interacción puede ocurrir antes de la absorción, es decir, en la fase de exposición, en la fase de distribución del agente tóxico o en la fase toxicodinámica, es decir, cuando se producen los efectos.

Tipos de interacción:

a) Efecto aditivo, el efecto aditivo de los agentes químicos es el producido cuando el efecto final de los dos es igual a la suma de los efectos individuales que aparecen cuando se administran separadamente.

b) Sinergismo. Se presenta un efecto sinérgico cuando el efecto de dos agentes químicos combinados, es mucho mayor que el efecto producido por la suma de los efectos individuales cuando se administran separadamente.

c) Antagonismo. El antagonismo ocurre cuando dos agentes químicos administrados juntos interfieren uno con la acción del otro. Esta es la base del uso de muchos antidotos. Existen varios tipos de antagonismos:

- Antagonismo químico. Se denomina también antagonismo por neutralización y se presenta cuando el antagonista reacciona químicamente con el agonista, inactivando a este último.

- Antagonismo competitivo. El antagonista compite con el agonista por el mismo sitio activo, desplazándolo de su sitio de acción.

- Antagonismo no competitivo. El antagonista interfiere en la producción de un efecto por el agonista, sin reaccionar con este último ni con su receptor específico.

- Antagonismo funcional. Cuando dos agonistas actúan sobre el mismo sistema, pero producen efectos contrarios.

#### 3.2.3.6 INTOXICACION

Es el conjunto de efectos nocivos producidos por un agente químico (Ref 2).

Tipos de intoxicación: esta clasificación se basa en la duración de la exposición al agente químico y pueden considerarse los siguientes tipos de intoxicación:

- Aguda. Se produce cuando hay una exposición de corta duración y el agente químico es absorbido rápidamente en una o varias dosis, en un período no mayor de 24 horas, apareciendo los efectos de inmediato.

- Subaguda. Son necesarias exposiciones frecuentes o repetidas durante un período de varios días o semanas, antes de que aparezcan los efectos.

- Crónica. En la intoxicación crónica se requieren exposiciones repetidas a muy bajas dosis durante períodos largos, los efectos se manifiestan porque el agente tóxico se acumula en el organismo.

#### 3.2.3.7 RELACIONES DOSIS-EFECTO Y DOSIS-RESPUESTA

El término "dosis" es utilizado para especificar la cantidad de una sustancia química que se administra, expresada generalmente en peso de sustancia por unidad de peso corporal. Cuando la dosis es administrada, tanto por vía digestiva, cutánea o respiratoria, el transporte a través de las membranas puede ser incompleto, y como consecuencia, la dosis absorbida puede no ser idéntica a la administrada.

Cuando la acción tóxica se manifiesta en el sitio de ingreso o muy cerca de este, la estimación de la dosis puede ser muy confiable. Sin embargo, cuando la acción tóxica se manifiesta en algún sitio remoto (por ejemplo, una célula hepática), las estimaciones de las dosis tóxicas son mucho menos confiables.

La presencia de una sustancia química en la sangre indica que hay absorción; con todo, la concentración sanguínea de una sustancia química se encuentra en estado dinámico, pues llega a niveles más elevados al aumentar la absorción, pero decrece a medida que aumenta la distribución, acumulación, biotransformación y eliminación.

**Mecanismos de acción de agentes tóxicos;** El estudio del mecanismo por el cual un agente químico produce un efecto tóxico, permite prevenir estos, estudiar el uso de un antídoto, aplicar pruebas para la evaluación de la exposición, establecer límites permisibles de exposición y entender las alteraciones producidas a nivel bioquímico.

**Efecto y respuesta;** Los términos "efecto" y "respuesta" se suelen usar como sinónimos para indicar un cambio biológico en un individuo o en una población, en relación con una exposición o una dosis. En el presente trabajo usaremos el término "efecto" para denotar un cambio biológico y el término "respuesta" para indicar la proporción de una población que manifiesta un efecto definido.

La respuesta es el valor de la incidencia de un efecto, se puede decir que el valor de la  $LD_{50}$  es la dosis que previsiblemente causará una respuesta del 50% en una población en la que se ensaya el efecto letal de una sustancia química.

La acción tóxica de las sustancias químicas afecta generalmente a todo el organismo, si bien el daño primario puede estar localizado en un órgano u órganos



específicos, en los cuales el efecto tóxico se puede revelar en términos de disfunción o de efecto manifiesto.

No todos los efectos son necesariamente adversos o nocivos. En algunos casos la intensidad del efecto puede, o bien estar dentro de la llamada amplitud "normal" de la variación biológica, o ser un efecto "nocivo".

Para afirmar que el uso de una sustancia es seguro, es necesario disponer de un método cuantitativo para medir la toxicidad y una forma precisa para expresarla. El criterio ideal deberá ser uno estrechamente asociado con el efecto molecular de la exposición al agente químico. Existen métodos indicativos y precisos, otros, como la medida de la actividad de algunas enzimas en la sangre pueden indicar daño tisular.

Hay medidas que no están necesariamente relacionadas con el mecanismo con el cual una sustancia produce un daño en el organismo, pero tienen la ventaja de establecer una relación entre el agente químico y su efecto. Lo anterior, supone disponer de información previa acerca del agente tóxico, tales como órgano blanco, sitio de acción o efecto principal producido.

Cuando se trata de una sustancia nueva, el punto de partida para la evaluación toxicológica es la muerte; este índice es preciso e inequívoco y la letalidad sirve como medida de comparación entre sustancias que poseen mecanismos y sitios de acción diferentes.

Para cada efecto habrá por lo general, una curva dosis-respuesta distinta, la relación dosis-respuesta se basará en datos de muchos individuos en una amplitud de dosis, desde una respuesta mínima a una respuesta máxima. Se debe señalar, que la configuración de la curva dosis-respuesta para una misma

sustancia y especie animal, puede variar con los cambios de las condiciones experimentales.

Al evaluar la exposición humana a sustancias químicas ambientales, por lo común se estimará la dosis en función de la concentración y el tiempo. En algunos casos la concentración será relativamente constante y las relaciones tiempo-efecto y tiempo-respuesta serán similares a las relaciones dosis-efecto y dosis-respuesta. Sin embargo, en muchos casos la concentración variará y lo mismo ocurrirá con el tiempo de exposición a concentraciones específicas, y habrá que considerar, tanto las relaciones integradas de dosis-concentración-tiempo, como las relaciones dosis-efecto y tiempo-efecto.

#### 3.2.3.8 CURVAS DE DOSIS-EFECTO Y DE DOSIS-RESPUESTA

Las curvas de dosis-efecto muestran la relación entre la dosis y la magnitud de un efecto, en un individuo, dentro de una amplitud de dosis pueden ser lineales, aunque con mayor frecuencia no lo son. Las curvas dosis-respuesta, muestran la relación entre la dosis y la proporción de individuos que responden con un efecto. En general estas curvas son sigmoideas (crecientes, con asíntotas superiores e inferiores, aunque no siempre de 100% y 0%).

En toxicología la relación cuantitativa dosis-respuesta es extensamente usada, siendo el primer paso, la determinación de la  $LD_{50}$  en ratas por vía oral o intraperitoneal.

La curva sigmoidea (figura 3.7) tiene una parte lineal entre 16% y 84%, que es utilizada para determinar la  $LD_{50}$ . Los valores anteriores, son los límites de un desvío patrón (1 dp) en una población normal verdadera.

**% EFECTO  
OBSERVADO  
(MORTALIDAD)**

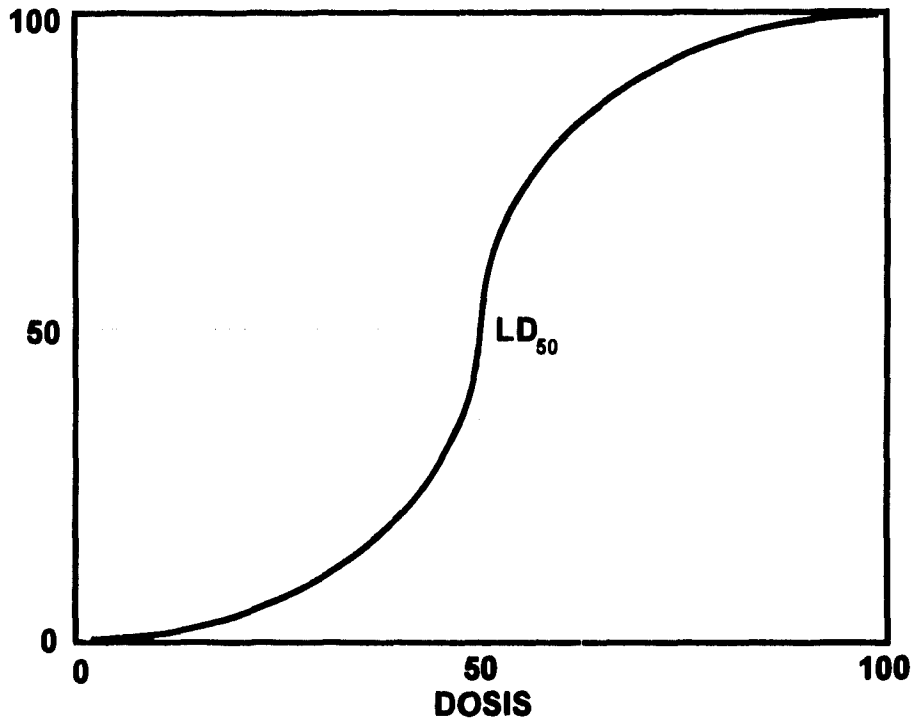


FIGURA 3.7 CURVA TEORICA DOSIS-RESPUESTA PARA UN AGENTE QUIMICO ADMINISTRADO A UNA POBLACION NORMAL (Tomado de: "Principles of drug action"; Avram Goldstein, et. al.).

**% EFECTO  
OBSERVADO**

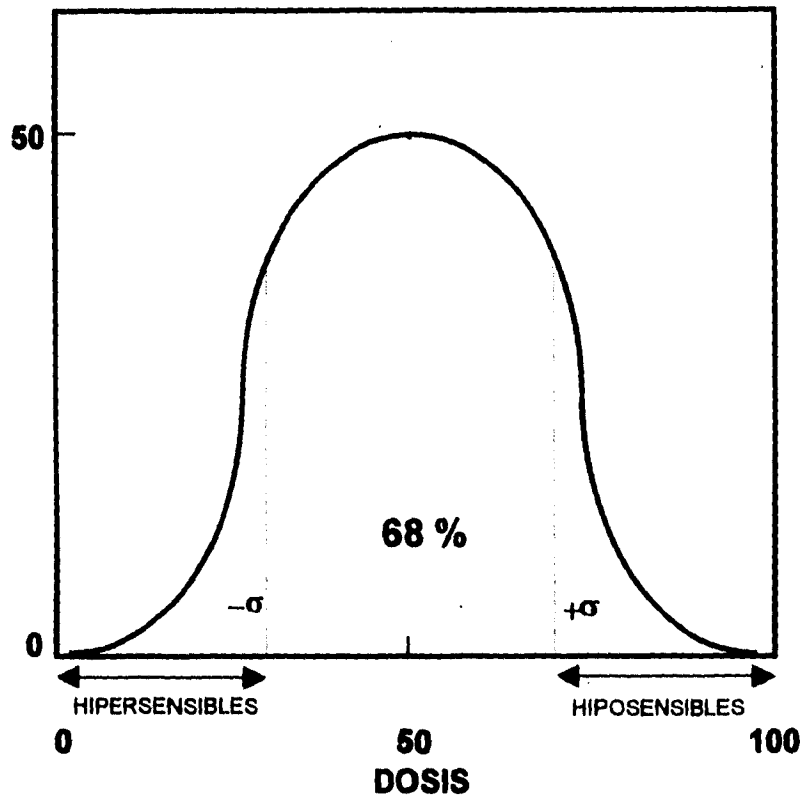
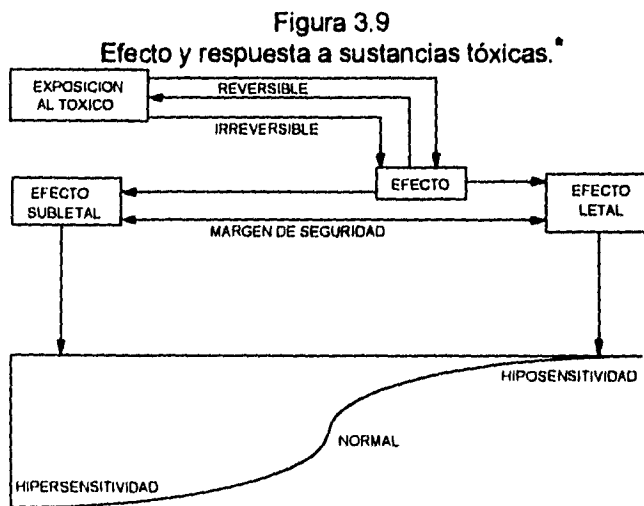


FIGURA 3.8 RELACION FRECUENCIA-RESPUESTA PARA UN AGENTE QUIMICO ADMINISTRADO A UNA POBLACION (Tomado de "Nociones básicas de toxicología", Nilda de Fernícola).

Un gran margen de seguridad se predice cuando la pendiente tiende a ser plana, entonces se tienen cambios pequeños en la frecuencia de respuesta y grandes cambios en la dosis. Es posible que compuestos con una alta  $LD_{50}$  sean más peligrosos que aquellos con una baja  $LD_{50}$ , en consecuencia es necesario conocer en ambos lados de la  $LD_{50}$  y cual será la concentración de exposición probable. La posibilidad de encontrar bajas concentraciones para la mayoría de agentes químicos es mayor que encontrar la  $LD_{50}$ .

Otra curva de relación dosis-respuesta es la distribución normal gaussiana, como se muestra en la figura 3.8. En dicha figura las columnas laterales ( $-\sigma$ ,  $+\sigma$ ) representan el porcentaje de animales que murieron con cada dosis menos el porcentaje que murió con la dosis más baja. Por lo tanto, encontramos la frecuencia máxima en el medio de la gráfica, a la izquierda los individuos hipersensibles ( $-\sigma$ ) y a la derecha los resistentes ( $+\sigma$ ).



\* TOMADA DE "PRINCIPLES OF DRUG ACTION"; AVRAM GOLDSTEIN, ET. AL.

### 3.3 NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES (NMP).

Debido al extenso uso de un gran número de agentes químicos en los ambientes de trabajo industriales, no es sorprendente que la atmósfera en la que la gente trabaja está más o menos contaminada de una variedad de agentes químicos. En este sentido se ha hecho necesario además, establecer estándares que vigilen los límites de contaminación a la atmósfera de tal manera que puedan ser considerados seguros. Los datos necesarios para establecer una concentración máxima segura en la atmósfera para humanos que son expuestos a un día de trabajo de ocho horas son raramente obtenibles. Estos valores están disponibles para compuestos químicos específicos y representan estimaciones basadas en la información obtenida por experiencia en la industria y por experimentos en humanos y animales (Ref 6).

En el acta de 1970 de la OSHA (Occupational Safety and Health Act) se enfatiza la necesidad de desarrollar estándares que puedan definir condiciones aceptables principalmente por exposición por inhalación de individuos a las sustancias químicas en el ambiente de trabajo, de entonces a la fecha se ha continuado el desarrollo y publicación de dichos estándares. Cada estándar representa un consenso de opinión formado por un grupo de personas reconocidas que han dado acceso a una exhaustiva revisión de la información disponible de cada compuesto.

Los NMP de concentración a que pueden estar expuestos los trabajadores, aparecen señalados en la tabla No.1 de la norma NOM-010-STPS-1993 en la que se indican tres diferentes categorías de concentración, además se entiende por NMP, la concentración máxima de un elemento o compuesto químico, que no

debe superarse en la exposición a los trabajadores, considerando sus tres categorías:

A) La Concentración Promedio Ponderada en el Tiempo (CPT) para ocho horas de exposición diaria y a la cual la mayoría de los trabajadores normales expuestos no presenta efectos a la salud.

Para un muestreo el CPT se calcula con la siguiente ecuación;

$$CPT = \frac{C_a T_a + C_b T_b + \dots + C_n T_n}{8}$$

donde C es la concentración de la sustancia en el aire para un tiempo particular T. El 8 en el denominador es para un día de trabajo de 8 horas. En adición a las exposiciones calculadas por esta ecuación, hay exposiciones máximas que no deben ser excedidas nunca, y podría haber un nivel de exposición relativamente alto que podría ser aproximado, pero no exceder por breves períodos tales como 10 minutos al día.

**Concentración Máxima Permisible (CMP) para mezclas de contaminantes.**

**Efecto aditivo:** en el caso de dos o más sustancias, las cuales actúan sobre un mismo sistema de órganos, dando como resultado la suma de sus efectos individuales. Cuando no exista información sobre el efecto de una sustancia debe considerarse aditivo.

En este caso la suma de las concentraciones determinadas para cada sustancia presente, referida a su CMP para 8 horas de exposición, deberá ser menor o igual a la unidad, en caso contrario, se considera excedido el NMP de concentración en la mezcla.

Esto es:

$$\frac{C_1}{CPT_1} + \frac{C_2}{CPT_2} + \dots + \frac{C_n}{CPT_n} \leq 1$$

Donde:

$C_1, C_2, \dots, C_n$  son las concentraciones evaluadas de las sustancias presentes.

$CPT_1, CPT_2, \dots, CPT_n$  son las Concentraciones evaluadas en la tabla 1 de la NOM-010-STPS-1993, para 8 horas de exposición.

**Efecto independiente:** en este caso, si se tiene evidencia de que las sustancias presentes en la mezcla no tienen efectos aditivos, pero si tienen efectos independientes sobre diferentes órganos del cuerpo humano o puramente locales, entonces tendrá un NMP excedido por la mezcla, si uno solo de los miembros de la serie es mayor a la unidad:

Esto es

$$\frac{C_1}{CPT_1} \leq 1, \quad \frac{C_2}{CPT_2} \leq 1, \dots, \quad \frac{C_n}{CPT_n} \leq 1$$

**Caso especial:** cuando la fuente de concentración es una mezcla líquida volátil y se asume que la composición en el aire laboral es similar a la fuente.



En este caso debe conocerse la composición en % de peso de la mezcla líquida y la CPT en mg/m<sup>3</sup>. Así la CPT de la mezcla está dada por:

$$\text{CPT de la mezcla} = \frac{1}{\frac{f_a}{\text{CPT}_a} + \frac{f_b}{\text{CPT}_b} + \frac{f_c}{\text{CPT}_c} + \dots + \frac{f_n}{\text{CPT}_n}}$$

Donde:

$f_a, f_b, f_c, \dots, f_n$  Es la fracción porcentual en peso.

B) La Concentración Para Exposición en Corto Tiempo (CCT), en la cual el tiempo no deberá exceder de 15 minutos, hasta 4 veces por jornada y con períodos de no exposición de al menos una hora entre dos exposiciones sucesivas, en todo caso la concentración promedio ponderada en el tiempo para la exposición total que incluye exposiciones cortas, no deberá exceder a la prevista para ocho horas de exposición diaria.

C) La Concentración Pico, es la concentración que no debe excederse en ningún momento durante la exposición en el trabajo.

Dichas concentraciones pueden expresarse en ppm y/o mg/m<sup>3</sup> y cuya relación sigue en la ecuación siguiente:

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} * \frac{24.45}{\text{PM}} * \frac{760}{\text{P}} * \frac{\text{T} + 273}{298}$$

donde:

P = Presión de la atmósfera laboral en mm Hg.

T = Temperatura de la atmósfera laboral en °C.

PM = Peso molecular de la sustancia en cuestión.

760 = Presión normal en mm Hg.

298 = Temperatura normal en K.

24.25 = Volumen molar (L/mol) a 25 °C y 760 mm Hg.

La Conferencia Americana de Higienistas Industriales y Gubernamentales (ACGIH) ha compilado una lista de valores para NMP, la cual consiste de aproximadamente 400 sustancias basada en la mejor información disponible. Los NMP's se refieren a la concentración de sustancias en el aire del ambiente de trabajo y representa condiciones bajo las cuales se piensa que los humanos pueden ser expuestos repetidamente en el ambiente de trabajo día tras día sin efectos adversos. Hay guías y no intentan asegurar que no haya una persona hipersensitiva ocasional que pueda responder hacia los valores recomendados de NMP de algún agente.

### 3.3.1 CRITERIOS PARA ESTABLECER UN NMP:

Los criterios para establecimiento de un NMP, son: protección hacia la salud, inmunidad razonable de irritación primaria, efectos farmacológicos, o estrés inducido por ruido. Los NMP's para contaminantes en el aire que existen como gases o humos, son expresados como ppm (partes por millón de aire por volumen a 25 °C y 760 mm Hg) o como mg de materia particulada por m<sup>3</sup> de aire. Los compuestos que son sospechosos de tener una acción carcinógena en el hombre, tal como la benzidina, β-naftilamina, o β-propiolactona, no tienen valor

de NMP y la exposición o contacto por humanos para alguna concentración debe ser evitado por cualquier ruta.

Los NMP's tienen como propósito usual aunque representa una gruesa clasificación de la peligrosidad relativa o seguridad entre una gran variedad de compuestos que se hacen contaminantes atmosféricos en la industria. Su uso para algún otro propósito es ampliamente erróneo, si uno acepta el concepto de que todos los efectos dañinos de los agentes químicos son respuestas graduadas que son dependientes de la dosis y que no hay concentración exacta de un determinado agente químico sobre la cual es dañino o bajo la cual es seguro. La única forma por la cual un valor puede ser establecido y que podría representar un valor seguro para la exposición de humanos, es a través de una experiencia suficientemente extensa y entonces tal valor no representará un límite, sino que solo significará un nivel seguro estimado para la exposición (Ref 9).

□

**CAPITULO 4**

**LEGISLACION PARA EL  
TRANSPORTE TERRESTRE DE  
MATERIALES Y RESIDUOS  
PELIGROSOS**

## LEGISLACION PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS

Ante la apertura del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLC), entre México, Estados Unidos de América y Canadá, los tres países se vieron en la necesidad de establecer una legislación homóloga para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos basándose en los trabajos ya realizados por la ONU. Como consecuencia de esto la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en México (SCT), publicó en abril de 1993 el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

Esta determinación ha sido correcta, porque al transportar los productos peligrosos de los centros de producción a los de consumo, los medios de transporte pueden sufrir accidentes que se transforman en daños a la comunidad, a los ecosistemas locales y al planeta mismo.

Algunos de los aspectos de importancia para el transporte de materiales y residuos peligrosos considerados dentro de dicho reglamento son: envase y embalaje, identificación de las unidades de transporte, condiciones de seguridad en las unidades de transporte así como la documentación para el transporte de materiales y residuos peligrosos.

### 4.1 ENVASE Y EMBALAJE.

Las disposiciones contenidas en este punto, son aplicables a los envases y embalajes nuevos y reutilizables empleados para el transporte de materiales o residuos peligrosos, a excepción de:

I Envases y embalajes que contengan sustancias de la clase 7 (radiactivos), o sus residuos, los cuales se sujetarán a las normas que expida la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP), por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias;

II Envases y embalajes que se usen para el transporte de gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión (clase 2), los cuales se regirán por la norma respectiva; y

III Envases y embalajes cuya masa neta exceda de 400 kg o cuya capacidad exceda de 450 L, los cuales se deberán apegar a las normas correspondientes para recipientes intermedios a granel.

Esto implica la observancia de los artículos 18 a 32.

La NOM-007-SCT2-1993, establece las características y especificaciones que se deben cumplir para el mercado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.

#### 4.1.1 DEFINICIONES.

A.A.R.- Siglas representativas de la Asociación de Ferrocarriles, a la cual pertenecen México, Canadá y Estados Unidos, cuya función es estandarizar el uso de tecnología y procedimientos aplicables en las diferentes áreas operativas y administrativas de las empresas ferroviarias.

ACOPLADOR.- Dispositivo mecánico empleado para unir y mantener unidas dos unidades de ferrocarril y que mediante palanca de desacoplar permite también desengancharlas.

**APAREJO DE TRACCION.-** Mecanismo de conexión entre el acoplador y el larguero central, por medio del cual se amortiguan los impactos ocasionados con el acoplamiento de unidades y el movimiento del tren.

**CABEZAL.-** Elemento estructural que forma parte integral del bastidor, cuya función es reforzarlo para soportar el efecto de fuertes impactos.

**CACHUCHA.-** Dispositivo que sirve para proteger el acceso o entrada a un conducto o tubería instalada en un carro tanque.

**CAJAS.-** Envase y embalaje de caras rectangulares o poligonales llenas, hecha de metal, madera, madera contrachapada, madera reconstituída, cartón, plástico u otro material apropiado.

**CARRO PLATAFORMA.-** Unidad ferroviaria de superficie plana, equipada especialmente para transportar remolques, contenedores o cualquier otro tipo de equipo o maquinaria pesada.

**CARTEL.** Rótulo impreso o grabado para identificar el contenido y riesgo del producto transportado.

**CILINDRO DE FRENO.-** Un cilindro metálico en el que el aire comprimido actúa sobre la superficie de un émbolo, para que se transmita la fuerza del aire al aparejo de freno, el que a su vez hace que las zapatas se apliquen sobre la pisada de las ruedas para frenar la unidad.

**CORTE DE LA UNIDAD DEL SERVICIO.-** Quitar del tren una unidad que por defectos o falla represente un peligro para su movimiento.

**DEPOSITO AUXILIAR Y DE EMERGENCIA.-** Recipiente instalado en un carro de ferrocarril, cuya función es almacenar aire comprimido procedente del tubo de freno, el cual es usado para el frenado normal y de emergencia de la unidad.

**ENVASE Y EMBALAJE.**- Reacondicionado entre otros, todo tambo 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.

**ENVASE Y EMBALAJE REACONDICIONADO.**- Entre otros, todo tambo de metal:  
I Que se haya limpiado hasta poner al descubierto el material original de construcción, de manera que se hayan eliminado los restos de cualquier sustancia que haya contenido en su interior, la corrosión interna y externa y los revestimientos y etiquetas exteriores;

II Restaurado en su forma y contorno exteriores, con rebordes (si los tiene) rectificadas y estancos, y cuyas empaquetaduras separables se hayan sustituido por otras nuevas;

III Inspeccionado tras su limpieza, pero antes de pintarlo y que no presente picaduras por corrosión, una notable disminución del espesor del material, fatiga del metal, roscas cierres deteriorados, u otros defectos de importancia (cualquiera de las anomalías descritas ameritará rechazo del tambo).

**ETIQUETA.** Cualquier señal o símbolo escrito, impreso o gráfico visual o fijado, que mediante un código de identificación indica el funcionamiento, contenido, manejo, riesgo y peligrosidad de materiales y residuos peligrosos.

**FRENO DE MANO.**- Es un mecanismo operado manualmente, por medio de un volante o palanca para forzar las zapatas del freno contra la pisada de las ruedas o la superficie del disco.

**FURGON.**- Carro de ferrocarril constituido por una caja que se emplea para transportar carga que requiere protección contra la intemperie o inclemencia del tiempo, equipado con puertas laterales.



**HERRAJE.-** Conjunto de elementos que sirve para asegurar los accesorios de un sistema mecánico instalado en un carro de ferrocarril.

**JAULA.-** Embalaje exterior en forma de armazón, con espacios abiertos entre sus elementos constructivos.

**JERRICAN (porrón).-** Envase y embalaje de sección rectangular o poligonal, hecho de metal, plástico o vidrio.

**LLAVE ANGULAR.-** Una válvula localizada en cada extremo de locomotoras, coches y carros, que impiden o permite el paso del aire del tubo de frenos.

**MANUAL DE OFICINAS.-** Documento de la AAR que regula los asuntos relativos al intercambio de equipo de carga, estableciendo las responsabilidades inherentes a propietarios y empresas ferroviarias cuando el equipo resulta dañado o destruido.

**MANUAL DE TALLER.-** Documento editado por la AAR que norma los trabajos de mantenimiento preventivo y/o correctivo a ejecutar a las unidades de arrastre ferroviario.

**PREPONDERANCIA.** Mayor peligro de una sustancia respecto a otra.

**RECIPIENTE.-** Receptáculo destinado a contener sustancias y objetos incluyendo cualquier dispositivo de cierre.

**ROZADERAS.-** Elementos de apoyo lateral, que según el movimiento se adaptan al cuerpo del carro.

**SACOS.-** Envase o embalaje flexible hecho de papel, de película de plástico, de tela, de materiales tejidos o de otros materiales apropiados.

**SERPENTIN DE CALEFACCION.-** Tubo en forma espiral, el cual sirve para mantener la temperatura requerida del producto contenido en el tonel.

**SIMBOLO.** Imagen simple que muestra en forma gráfica y de fácil interpretación y significado de la clase o riesgo o de la sustancia peligrosa.

**SISTEMA DE IDENTIFICACION PARA MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.** Forma de expresión gráfica, conteniendo símbolos, números, letras o textos, para identificar el material o residuo peligroso que se transporta en su envase y embalaje.

**TAMBO (bidón).**- Envase y embalaje cilíndrico de fondo plano o de fondo convexo, hecho de metal, cartón, plástico, madera contrachapada, o de otro material apropiado. Esta denominación incluye también los envases y embalajes que tengan otras formas por ejemplo los envases y embalajes redondos de cuello cónico, los envase y embalajes en forma de cubo; no se incluyen los toneles de madera ni los jerricanes.

**TONEL DE MADERA.**- Envase y embalaje hecho de madera natural de sección circular, con paredes bombeadas, constituido por duelas y fondos, y provisto de aros.

**TRAVESERO DE CUERPO.**- Pieza de acero que une el larguero central con los largueros laterales, conformando la estructura del bastidor de una unidad de arrastre ferroviario.

**VALVULA DE SEGURIDAD.**- Dispositivo instalado en un carro tanque, que permite regular automáticamente los incrementos de presión registrados en su interior.

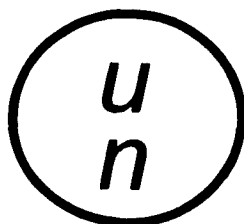
**YUGO.**- Dispositivo mecánico que tiene integrado el cargador, la placa se impacto y aparejo de tracción, cuya función es reducir esfuerzos de compresión y tensión durante el acoplamiento de carros o movimiento de trenes.

**ZAPATA.**- Parte del sistema de frenado de las unidades de arrastre o tractivas ferroviarias, que actúa por fricción contra la pisada de la rueda, para controlar o detener el movimiento de las ruedas.

#### 4.1.2 ESPECIFICACIONES DEL ENVASE Y EMBALAJE.

Todo envase y embalaje destinado a ser utilizado para el transporte de sustancias o residuos peligrosos, deberá llevar marcas bien visibles, indelebles, legibles y su tamaño estará en proporción al envase y embalaje. Las marcas deberán indicar:

A.- El símbolo de la ONU empleado para los envases y embalajes que se muestra a continuación:



Este símbolo no deberá utilizarse mas que para certificar que un envase y embalaje cumple con las especificaciones que establece el Reglamento de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. En caso de los envases y embalajes de metal con marcas en relieve o en bajorrelieve, se podrán utilizar las letras mayúsculas "UN".

B.- La clave de designación del tipo de envase y embalaje consistirá en :

- Una cifra arábica, que indica el tipo de envase/embalaje seguidas de: una o varias mayúsculas que indiquen el tipo de material (acero, madera, plástico, etc.).

- Una cifra arábica que indique la categoría del envase/embalaje dentro del tipo a que este pertenece.

- En caso de los envases y embalajes compuestos, en el segundo lugar de la clave deben figurar dos letras mayúsculas, la primera indica el material del recipiente interior y la segunda, el del envase y embalaje exterior.

- Para la designación de los números y letras a la que se hace referencia en los párrafos anteriores, se hará conforme a la indicado en la tabla 1 de esta norma (nota <sup>1</sup>).

C.- Una clave compuesta de dos partes:

a) Una letra que indicará el grupo o los grupos de envase y embalaje que han superado las pruebas:

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

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

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

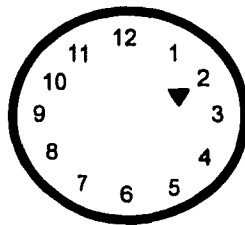
b) En el caso de los envases y embalajes que no cuentan con un envase y embalaje interior, destinados al transporte de líquidos, la densidad relativa redondeada al primer decimal (esta indicación puede omitirse si la densidad relativa no excede de 1.2). En el caso de los envases y embalajes destinados al transporte de sustancias sólidas o de envases y embalajes interiores, la masa bruta máxima deberá señalarse en kg.

D.- La letra "S", que indicará que el envase y embalaje está destinado al transporte de sustancias sólidas o de envases y embalajes interiores y que ha superado una prueba de presión hidráulica, es decir, la presión de prueba en kPa redondeada a decenas.

---

<sup>1</sup> En dicha tabla se especifican las claves asignadas a los diferentes tipos de envase y embalaje.

E.- También deberá incluir los dos últimos dígitos del año de fabricación del envase y embalaje. Los tipos con clave de asignación "1H" y "3H", también deberán llevar el mes de fabricación, esta indicación deberá figurar en un lugar diferente del resto de las marcas. Para el fin se deberá utilizar el siguiente sistema:



F.- El signo distintivo del país de fabricación. En el caso de envases y embalajes fabricados en México, deberán colocarse las siglas "MEX".

G.- El envase y embalaje también deberá tener el nombre u otra marca que identifique al fabricante.

Todo envase y embalaje reutilizable susceptible de ser sometido a un proceso de reacondicionamiento que pudiera borrar las marcas deberá llevar las marcas indicadas en los puntos A al E. En el mismo orden que se indica de forma permanente (en relieve o embutidas) de manera que puedan resistir el proceso de reacondicionamiento.

En el caso de envases y embalajes reacondicionados deberán incluirse marcas adicionales de acuerdo con lo indicado a continuación:

H.- El nombre del país y el símbolo autorizado del reacondicionador.

I.- El año de reacondicionamiento, la letra "R" que indica reacondicionamiento y la letra "L", en caso que los envases y embalajes hayan superado la prueba de estanquidad a que se refiere la norma

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

"Especificaciones y características para la construcción y reconstrucción de envases y embalajes".

Estas marcas deberán colocarse junto a las anteriores y puede sustituir a la marca establecida en los puntos F y G.

La NOM-003-SCT2-1993, establece las dimensiones, símbolos y colores de las etiquetas que deben tener todos los envases y embalajes, que identifican los riesgos que representan durante su transportación de materiales y residuos peligrosos.

#### 4.1.3 CLASIFICACION.

Los símbolos utilizados para la identificación de los riesgos en el transporte de sustancias y residuos peligrosos que se establecen en esta norma, están en función de la clasificación especificada en los artículos 7 a 16, del capítulo I, del título 10 del Reglamento para el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos.

#### 4.1.4 PRINCIPIOS GENERALES.

Cualquier sustancia o residuo peligroso, debe contar con una etiqueta de seguridad durante su manejo, transporte y almacenamiento, con el objeto de identificar rápidamente mediante una apreciación visual los peligros asociados con el material dentro del envase y embalaje.

Las etiquetas deben ser adheribles o estar impresas en envases y embalajes cuya masa neta o capacidad no sea mayor de 400 kg o 450 L.

Las etiquetas tienen las siguientes finalidades:

a) Hacer que los envases que contienen las sustancias peligrosas sean reconocidos a distancia por el aspecto general de sus etiquetas (símbolo, color y forma);

b) Identificar la naturaleza del riesgo potencial mediante el uso de símbolos.

Los 5 símbolos principales de las etiquetas son: la bomba (peligro de explosión), la llama (peligro de incendio), la calavera y las tibias cruzadas (peligro de envenenamiento), el trébol esquematizado (peligro de radiactividad) y los líquidos goteando de 2 tubos de ensayo sobre una mano y una plancha de metal (peligro de corrosión).

Han sido complementados con otras 5 que son: comburentes (una llama sobre un círculo), gases comprimidos no inflamables no tóxicos (cilindro de gas), sustancias infecciosas (tres medias lunas sobre un círculo) y sustancias peligrosas varias (7 franjas verticales).

c) Instruir mediante los colores de las etiquetas una primera orientación útil para la manipulación y la estiba.

**CARACTERISTICAS DE LAS ETIQUETAS.** Todas las etiquetas deben tener la forma de un cuadrado de dimensiones mínimas de 100 mm por 100 mm, con dos vértices opuestos en posición vertical en forma de diamante o rombo, con una línea del mismo color de símbolo a 5 mm de borde exterior y paralela a este.

Las etiquetas están divididas en dos mitades (con excepción de las divisiones 1.4, 1.5 y 1.6). La mitad superior de la etiqueta se reserva para el símbolo y la inferior para el texto, para el número de la clase o de la división y si procede para la letra del grupo de compatibilidad.

Excepto en el caso de las divisiones 1.4, 1.5 y 1.6, las etiquetas de la clase 1 llevan en su mitad inferior el número de la división y la letra del grupo de

compatibilidad de la sustancia u objeto. Las etiquetas de las divisiones 1.4, 1.5 y 1.6 llevan en su mitad inferior el número de la división y en su mitad inferior la letra del grupo de compatibilidad. Para la división 1.4, grupo de compatibilidad "S", no se prescribe etiqueta alguna.

Cuando un envase o embalaje deba llevar una etiqueta de riesgo secundario de "explosivo" dirigirse al anexo 1.

En la parte media de la etiqueta, se coloca el número asignado por la ONU (NOM-002-SCT2-1994), en caso de no existir el número, se deberá colocar el nombre de la clase de riesgo de la sustancia que se transporta en la misma parte media del rombo.

Los espacios en blanco del texto que figuran en la mitad inferior de las etiquetas de las sustancias de la clase 7 deben llenarse con los datos indicados por el fabricante del producto. En las etiquetas que no correspondan a las sustancias de la clase 7, 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 habrán de tomarse para la manipulación.

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

- a) Las etiquetas de las clase 8, en las que el texto (si es que llevan alguno) y el número de la clase debe figurar en blanco;
- b) Las etiquetas con fondo enteramente verde, rojo o azul en las que pueden figurar en blanco.



Todas las etiquetas deberán ser de alta resistencia de tal manera que no sufran decoloración o deformación en su uso normal, para evitar que se deteriore la información contenida en las mismas.

Las etiquetas deben colocarse sobre una superficie de color que contraste con el de ella.

Por lo que se refiere a los cilindros de gas o botellas que contengan gases de la clase 2 y considerando su forma, así como su posición y sus elementos de sujeción durante el transporte, las etiquetas sin dejar de responder a los modelos que se describen en esta norma, podrán ser de tamaño reducido en la proporción que convenga y se fijará en la parte no cilíndrica (en la hombrera) de dichas botellas.

**ETIQUETAS SECUNDARIAS.** En general, cada envase y embalaje no debe llevar más de una etiqueta indicativa de riesgo, sin embargo cuando un material presente más de un riesgo importante (p. ej. riesgo de incendio y riesgo de intoxicación), el envase y embalaje debe llevar la etiqueta correspondiente al riesgo principal y etiquetas secundarias que indiquen los riesgos secundarios importantes.

Cuando se trate de una sustancia (excepto de la clase 2) que figure en la NOM-002-SCT2-1994 debe adherírseles una etiqueta indicativa de riesgo a que se alude en la columna de "clase o división" y una etiqueta de riesgo secundario con la que se indique el riesgo a que pertenece. Con un número de clase o división se hace referencia en la columna de riesgos secundarios, salvo que exista una disposición especial.

Si una sustancia que responde a la definición de más de una clase, no está mencionada expresamente en la NOM-002-SCT2-1994, la clase del riesgo principal

de las sustancias debe determinarse con arreglo al cuadro en que se presenta el orden de preponderancia de las características de riesgo. Además de la etiqueta requerida para esa clase de riesgo principal, el envase y embalaje debe llevar la etiqueta de riesgo secundario que corresponda de acuerdo con el cuadro 1.

CUADRO 1: ETIQUETAS DE RIESGO SECUNDARIO.

Grupo de envase y embalaje	Clase o división						
	3	4.1	4.2	4.3	5.1	6.1	8
I	X	***	***	X	X	X	X
II	X	X	X	X	X	X	X
III			X	X			

X RIESGO SECUNDARIO

\*\*\* INADMISIBLE COMO RIESGO SECUNDARIO

Para las sustancias de la clase 8 no se exige etiqueta de riesgo secundario de la división 6.1, si su toxicidad tiene su origen únicamente en su efecto destructivo sobre los tejidos vivos. Para las sustancias de la división 4.2, no se exige secundario de la división 4.1.

Siempre que el envase y embalaje lleve etiquetas indicativas de riesgo secundario, solo el que identifique el riesgo principal de las sustancias, debe llevar en su vértice inferior el número de la clase o división, según proceda, mientras que los que identifiquen los riesgos no deberán llevar ningún número de clase o división.

Para la clase 2 se han previsto 3 etiquetas distintas: una para los gases inflamables de la división 2.1 (roja), otra para los gases no tóxicos no inflamables de la división 2.2 (verde) y otra para los gases tóxicos de la división 2.3 (blanca). Cuando en la lista de sustancias peligrosas se señale que un gas de la clase 2 ofrece uno o varios riesgos secundarios, se utilizarán las etiquetas que se indican en el cuadro 2. En todos los casos, la etiqueta de riesgo principal que se indica en la tercera columna de dicho cuadro debe ajustarse a los modelos reproducidos en el anexo 1.

**SEÑALAMIENTO PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO.** Las anteriores especificaciones se refieren fundamentalmente a las etiquetas indicativas de riesgos, sin embargo los envases y embalajes podrán llevar adicionalmente etiquetas con las marcas o símbolos que indiquen las precauciones que se deben tomar al manipular o almacenar un envase o embalaje. Por ej.: un símbolo de un paraguas, para indicar que el envase y embalaje deberá mantenerse seco. Estas etiquetas, así como sus símbolos y leyendas, deben apegarse a lo dispuesto por la NOM-EE-59 vigente.

Para la clase 2 se han previsto 3 etiquetas distintas: una para los gases inflamables de la división 2.1 (roja), otra para los gases no tóxicos no inflamables de la división 2.2 (verde) y otra para los gases tóxicos de la división 2.3 (blanca). Cuando en la lista de sustancias peligrosas se señale que un gas de la clase 2 ofrece uno o varios riesgos secundarios, se utilizarán las etiquetas que se indican en el cuadro 2. En todos los casos, la etiqueta de riesgo principal que se indica en la tercera columna de dicho cuadro debe ajustarse a los modelos reproducidos en el anexo 1.

**SEÑALAMIENTO PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO.** Las anteriores especificaciones se refieren fundamentalmente a las etiquetas indicativas de riesgos, sin embargo los envases y embalajes podrán llevar adicionalmente etiquetas con las marcas o símbolos que indiquen las precauciones que se deben tomar al manipular o almacenar un envase o embalaje. Por ej.: un símbolo de un paraguas, para indicar que el envase y embalaje deberá mantenerse seco. Estas etiquetas, así como sus símbolos y leyendas, deben apegarse a lo dispuesto por la NOM-EE-59 vigente.

**CUADRO 2**  
**ETIQUETAS PARA LOS GASES DE LA CLASE 2**  
**QUE TIENEN RIESGOS SECUNDARIOS.**

División	Riesgo(s) secundario(s) indicados en la NOM-001-SCT2-1993	Etiqueta de riesgo principal (con número de la clase 2 en el ángulo inferior)	Etiqueta(s) de riesgo secundario
2.1	Ninguno	2.1	Ninguna
2.2	Ninguno	2.2	Ninguna
	5.1	2.2	5.1
	Ninguno	2.3	Ninguna
2.3	2.1	2.3	2.1
	5.1	2.3	5.1
	5.1, 8	2.3	5.1, 8
	8	2.3	8
	2.1, 8	2.3	2.1, 8

#### 4.2 SISTEMA DE IDENTIFICACION DE UNIDADES DESTINADAS AL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.

La NOM-004-SCT2-1993, establece las dimensiones de los carteles que deberán tener los camiones, las unidades de arrastre, contenedores cisterna y recipientes intermedios para granel, contenedores y demás unidades de autotransporte y ferrocarril que identifiquen las sustancias y residuos peligrosos que se transportan, los cuales indicarán los riesgos que representan durante su traslado como lo especifican los artículos 37, 38, 39 y 40 del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

##### 4.2.1 PRINCIPIOS GENERALES.

Las unidades de arrastre, autotransporte y ferroviarias, empleadas en el transporte de sustancias y residuos peligrosos deben usar carteles de

identificación como señalamientos de seguridad, estos carteles también deberán identificar el riesgo principal asociado a la sustancia, así como el número de Naciones Unidas que lo identifican y deben colocarse en la parte media superior de las vistas laterales y posterior para las unidades de autotransporte, en el caso del tractor o camión, se debe colocar en la parte delantera de la unidad motriz y para combinaciones vehiculares de doble semirremolque, los carteles se colocarán en ambos remolques. En las unidades de arrastre ferroviario, los carteles deberán colocarse en ambos costados y en los extremos en los portacarteles con que están equipados y que son reglamentarios de acuerdo al diseño de la unidad (anexo 1).

Para todas las clases, excepto la clase 7, los carteles son etiquetas amplificadas de acuerdo con la NOM-003-SCT2-1993.

El cartel correspondiente a la clase 7 se reproduce en el anexo 2.

Las unidades que transporte sustancias o residuos peligrosos en cisternas que no hallan sido limpiadas, deben llevar carteles claramente visibles en al menos 2 lados opuestos de la unidad y en la carga o en la descarga. Cuando la unidad de transporte tenga una cisterna con varios compartimientos y transporte más de una sustancia o residuo peligroso, debe llevar los carteles correspondientes en cada lado del compartimiento de que se trate.

#### 4.2.2 ESPECIFICACION DE LOS CARTELES.

Los carteles deben estar elaborados de acuerdo a las siguientes características.

- Ser de material reflejante y resistente a la intemperie para evitar que se deteriore la información contenida en los mismos.
- Ser de tipo móvil, sobrepuesto o de hojas múltiples de acuerdo al uso.

- Deberán tener forma de rombo con dimensiones mínimas de 273 mm por 273 mm por lado, debiendo llevar una línea del mismo color del símbolo trazada a 12.7 mm del borde exterior y paralela a este como se muestra el anexo 3.
- Corresponder a la etiqueta de la clase de sustancia peligrosa de que se trate en lo que se refiere al color y al símbolo.
- Llevar el número de la clase o la división (así como en el caso de las sustancias de la clase 1, la letra del grupo de compatibilidad) de las sustancias peligrosas de que se trate.
- En la parte superior se colocará el símbolo internacional de la sustancia que se transporte de acuerdo a la clasificación de riesgo, en el vértice, inferior el número correspondiente a su clase o división de riesgo, en su parte media, en un rectángulo se colocará el número de identificación de la sustancia asignado por la ONU. Este número se puede consultar en la NOM-001-SCT2-1993 y en el caso de no existir, el número específico del producto deberá ser confrontado con los números genéricos en listados de la NOM-002-SCT2-1993 de la clase de riesgo de la sustancia que se transporta (anexo 3).
- Las letras deben ser de tipo franklin gótica condensada.
- Cada dígito del número de identificación del material, deberá tener las siguientes dimensiones mínimas: 101.1 mm de alto y 54 mm de ancho.
- Cuando se muevan recipientes intermedios a granel, contenedores cisterna y cualquier tipo de unidades de arrastre vacías, tanto de autotransporte y ferrocarril, que hayan transportado sustancias peligrosas, estas deberán llevar en los carteles en la parte inferior asignada al número de Naciones Unidas, la leyenda "residuos" mientras no se haya efectuado su limpieza y descontaminación (anexo 4).

- Las unidades que se asignen al transporte con la misma sustancia peligrosa cuyas características fisicoquímicas, no originen que sus residuos reaccionen peligrosamente al volver a cargar la unidad, podrán prescindir del uso de este tipo de leyenda.

#### 4.2.3 LETRERO.

Las unidades de autotransporte empleadas para el traslado de sustancias peligrosas, deberán portar en su parte posterior, debajo del vértice inferior de los carteles, un letrero con la leyenda "material peligroso", en fondo blanco y letras rojas.

En las unidades de transporte ferroviario, este letrero deberá colocarse en ambos costados de la unidad, arriba del estencillado del nombre del producto.

- Dimensiones. Las dimensiones de las letras serán como mínimo de 17 cm de alto por 8 cm de ancho y deberán distribuirse en forma proporcional al letrero.

#### 4.3 CONDICIONES DE SEGURIDAD (INSPECCION DE LAS UNIDADES).

La NOM-006-SCT2-1993 especifica los aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales o residuos peligrosos por parte del conductor de acuerdo a lo especificado en los artículos 41 a 45 del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

##### 4.3.1 DISPOSICIONES GENERALES.

Para la revisión de las unidades de autotransporte antes y durante el traslado de materiales y residuos peligrosos por parte del conductor, deberán evaluarse los siguientes aspectos técnicos en la hoja de inspección diaria

##### UNIDAD VEHICULAR



<b>REVISAR (INTERIOR)</b>	<b>EVALUAR</b>	<b>CALIFICAR BIEN O MAL</b>
<b>Presión de aceite (luz/manómetro)</b>	<b>Funcionamiento</b>	
<b>Presión de aire/vacío (manómetro)</b>	<b>Funcionamiento</b>	
<b>Dispositivo de advertencia de poco aire o vacío</b>	<b>Funcionamiento</b>	
<b>Tablero de instrumentos (velocímetro, etc)</b>	<b>Funcionamiento</b>	
<b>Claxon o corneta</b>	<b>Funcionamiento</b>	
<b>Cinturón de seguridad</b>	<b>Utilización</b>	
<b>Parabrisas</b>	<b>Astillados, rotos u objetos que obstruyan la visibilidad</b>	
<b>Limpiadores</b>	<b>2 mínimo, gomas, rotos, funcionamiento</b>	
<b>Calentador-desempañador</b>	<b>Funcionamiento</b>	
<b>Espejo retrovisores</b>	<b>2 mínimo, objetos que obstruyan su visibilidad rotos</b>	
<b>Volante (dirección)</b>	<b>Juego</b>	
<b>Freno de pie</b>	<b>Funcionamiento</b>	
<b>Frenos de emergencia</b>	<b>Funcionamiento</b>	
<b>Luces de tablero</b>		

(direccionales incluyendo luces de emergencia)	Funcionamiento
Extintidor	Funcionamiento
Triángulos de seguridad	3 mínimo y en buen estado
Retranca	2 mínimo y en buen estado
<b>FRENTE (EXTERIOR)</b>	
Faros	Color reglamentario rotos o parpadean además funcionando
Luces de altura	Funcionamiento
Luces de identificación (portaplaca)	Funcionamiento
Direccionales y luces de emergencia	Funcionamiento
Llantas	Desgaste (no deben ser renovadas) en el eje delantero
Rines	Fracturados/rotos
Birlos	Flojos/rotos/faltantes
Guardafangos (loderas)	Completos

**LADO IZQUIERDO**

<b>Tanque de combustible y tapón</b>	<b>Fugas visibles</b>
<b>Luces de advertencia laterales</b>	<b>Funcionamiento</b>
<b>Reflejantes</b>	<b>Funcionamiento</b>
<b>Bloqueo llanta de refacción</b>	<b>Completo</b>
<b>Llantas</b>	<b>Desgaste de aire</b>
<b>Rines</b>	<b>Fracturados/rotos</b>
<b>Birlos</b>	<b>Flojos/rotos/faltantes</b>
<b>Dispositivos de aseguramiento</b>	<b>Completos y en buen estado</b>
<b>Quinta rueda</b>	<b>Juego y funcionamiento</b>
<b>Mangueras, conexiones eléctricas, coples, cadena de seguridad</b>	<b>Fugas visibles, sueltas, rotas, cortas o pegadas</b>

**LADO DERECHO**

<b>Tanque de combustible y tapón</b>	<b>Fugas visibles</b>
<b>Luces de advertencia laterales</b>	<b>Funcionamiento</b>
<b>Reflejantes</b>	<b>Funcionamiento</b>
<b>Bloqueo llanta de:</b>	

<b>refacción</b>	<b>Soporte y amarre</b>
<b>Llantas</b>	<b>Desgaste y aire</b>
<b>Rines</b>	<b>Fracturados/rotos</b>
<b>Birlos</b>	<b>Flojos/rotos/faltantes</b>
<b>Dispositivos de aseguramiento</b>	<b>Completos y en buen estado</b>

#### **PARTE POSTERIOR**

<b>Luces y luces de freno</b>	<b>Color reglamentario rotas, parpadean, funcionamiento</b>
<b>Luces de altura</b>	<b>Funcionamiento</b>
<b>Direccionales y luces de emergencia</b>	<b>Funcionamiento</b>
<b>Guardafangos (loderas)</b>	<b>Completos y en buen estado</b>
<b>Dispositivos de aseguramiento</b>	<b>Completos y en buen estado</b>

#### **PROTECCION TRASERA**

<b>Defensa</b>	<b>Completa fijación</b>
<b>Escape</b>	<b>Sin rotura o bloqueado</b>

#### **DEBAJO DE LA UNIDAD**

<b>Frenos</b>	<b>Ajuste, fugas de aire</b>
---------------	------------------------------

	audibles, piezas sueltas o faltantes
<b>Muelles (suspensión)</b>	Hojas sueltas, rotas o desplazadas, perchas fracturadas, tornillos, tuercas, abrazaderas (que falten o estén rotos)
<b>Amortiguadores</b>	Soporte
<b>Chasis</b>	Fracturas visibles
<b>Lineas de aire</b>	Sueltas rotas o con fugas
<b>Lineas eléctricas</b>	Sueltas rotas o con corto
<b>Diferencial</b>	Fugas visibles
<b>Transmisión</b>	Fugas visibles y soporte
<b>Motor</b>	Fugas visibles y soporte

#### **AREA DE COMBUSTION INTERNA**

<b>Radiador</b>	Fugas visibles y soporte
<b>Batería</b>	Fugas visibles, soporte y funcionamiento
<b>Bandas</b>	Tensión/rotas

#### **DEL EQUIPO DE EMERGENCIA**

<b>Información de emergencia en transportación</b>	Verificar que esté en lugar visible
<b>Botiquín</b>	Que contenga lo requerido

	para los primeros auxilios (lo señalado en su información de emergencia en transportación)
<b>Caja de herramientas</b>	Equipo mínimo indispensable para pequeñas fallas mecánicas
<b>Equipo de seguridad</b>	Que sea el recomendado en su información de emergencia en transportación

**CAJA O REMOLQUE**

<b>Freno remolque</b>	Funcionamiento
<b>Líneas eléctricas o pegadas</b>	Sueltas, rotas con cortos
<b>Conexiones de freno</b>	Sueltas, rotas o pegadas
<b>Quinta rueda</b>	Juego y funcionamiento
<b>Patines</b>	Completos, funcionamiento
<b>Cerraduras</b>	Funcionamiento
<b>Carteles</b>	Colocación y que sean los correspondientes
<b>Placa de identificación</b>	La correspondiente
<b>Luces</b>	Color reglamentario, rotas, parpadean, funcionamiento
<b>Reflejantes</b>	Color reglamentario funcionamiento

<b>Llantas</b>	<b>Desgaste</b>
<b>Rines</b>	<b>Fracturados/rotos</b>
<b>Birlos</b>	<b>Flojos/rotos/faltantes</b>
<b>Guardafangos (loderas)</b>	<b>Completos y en buen estado</b>
<b>PROTECCION TRASERA</b>	
<b>Defensa</b>	<b>Completa</b>
<b>Escalerillas</b>	<b>Completas</b>
<b>Carga</b>	<b>Distribución, sujeción y compatibilidad</b>
<b>DEL AUTOTANQUE</b>	
	<b>Dispositivo de elimi- nación de estática pro- ducida por fricción de las mercancías en las operaciones de carga y descarga</b>
<b>Freno remolque</b>	<b>Funcionamiento</b>
<b>Lineas eléctricas</b>	<b>Sueltas, rotas, con cortos o pegadas</b>
<b>Conexiones de freno</b>	<b>Sueltas, rotas, o pegadas</b>
<b>Quinta rueda</b>	<b>Juego y funcionamiento</b>
<b>Patines</b>	<b>Completos y funcionamiento</b>
<b>Cerraduras</b>	<b>Funcionamiento</b>
<b>Carteles</b>	<b>Colocación y que sean los</b>

<b>Llantas</b>	<b>Desgaste</b>
<b>Rines</b>	<b>Fracturados/rotos</b>
<b>Birlos</b>	<b>Flojos/rotos/faltantes</b>
<b>Guardafangos (loderas)</b>	<b>Completos y en buen estado</b>

#### **PROTECCION TRASERA**

<b>Defensa</b>	<b>Completa</b>
<b>Escalerillas</b>	<b>Completas</b>
<b>Carga</b>	<b>Distribución, sujeción y compatibilidad</b>

#### **DEL AUTOTANQUE**

	<b>Dispositivo de elimi- nación de estática pro- ducida por fricción de las mercancías en las operaciones de carga y descarga</b>
<b>Freno remolque</b>	<b>Funcionamiento</b>
<b>Lineas eléctricas</b>	<b>Sueltas, rotas, con cortos o pegadas</b>
<b>Conexiones de freno</b>	<b>Sueltas, rotas, o pegadas</b>
<b>Quinta rueda</b>	<b>Juego y funcionamiento</b>
<b>Patines</b>	<b>Completos y funcionamiento</b>
<b>Cerraduras</b>	<b>Funcionamiento</b>
<b>Carteles</b>	<b>Colocación y que sean los</b>



	correspondientes
Placa de identificación	La correspondiente
Luces	Color reglamentario, rotas, parpadear, funcionamiento
Llantas	Desgaste
Birlos	Flojos/rotos/faltantes
Rines	Fracturados/rotos
Guardafangos (loderas)	Completos y en buen estado
Protección trasera (defensa)	Completa
Escalerillas	Completas
Tuberías, válvulas y conexiones	Sin corrosión y funcionamiento
Pasillo	Antiderrapante, sin corrosión y completo
Autotanque y válvulas	Fugas visibles, corrosión y golpes
Instrumentos de medición	Funcionamiento
Válvula de venteo	Funcionamiento
Entrada de hombre	Completa y sin corrosión

HOJA DE INSPECCION DIARIA. Todos los datos indicados en los puntos anteriores, deberán ir en una bitácora denominada "Hoja de Inspección Diaria", que deberá ser proporcionada por el transportista a sus conductores, cada vez

que inicie un traslado de materiales o residuos peligrosos, en la que se incluirán los siguientes datos adicionales:

**Razón social de la empresa**

**Nombre del conductor**

**Tipo de licencia**

**Placas del vehículo**

**Número de viaje**

**Material o residuo transportado**

**Kilómetros a transitar**

**Fecha**

**Hora**

Por otro lado la NOM-008-SCT2-1993 establece las disposiciones que debe observar el personal encargado de efectuar las inspecciones de unidades de arrastre ferroviario, para comprobar que sus condiciones físicas de operación son las requeridas para dar seguridad al transporte de materiales y residuos peligrosos.

#### **4.3.2 DISPOSICIONES.**

- Todas las unidades a utilizar para la transportación de materiales peligrosos, deberán sujetarse a inspección de personal especializado del departamento de unidades de arrastre de la empresa ferroviaria, debiendo cumplir para su aceptación con los requisitos físicos y mecánicos establecidos por los manuales de talleres de las reglas de intercambio de las AAR.

- El personal de inspección deberá cerciorarse que los sistemas y mecanismos de las unidades, funcionen adecuadamente y que su estructura

brinde la seguridad requerida para el transporte. La inspección deberá realizarse sobre las siguientes partes y componentes a fin de comprobar que:

**Bastidor.**

- A) Los largueros centrales y laterales no presentan roturas, grietas, vencimiento o corrosiones que signifiquen peligro para la unidad.
- B) Los traveseros de cuerpo y auxiliares no se encuentren vencidos, rotos, agrietados o corroídos y que sus rozaderas de fricción no presenten desgaste.
- C) Los cabezales no presenten roturas, grietas o desgastes que excedan los límites fijados por el manual de reglas de la AAR.

Los acopladores y aparejos de tracción estén completos, no presenten roturas o desgaste de vencimiento y cuenten con todos los accesorios requeridos para una correcta operación.

**Equipo de frenos.**

- A) La línea general de aire del tren, mangueras, llaves angulares, válvulas, cilindro de freno, depósitos de aire auxiliar y de emergencia se encuentren completos, funcionando correctamente y sin fugas que disminuyan su eficiencia.
- B) Las retrancas de frenos instaladas, sean de la capacidad requerida y estén acondicionadas para operar con zapatas de frenos de composición de alta fricción, así como que tengan en buen estado sus soportes de seguridad.
- C) El freno de mano se encuentre completo con todos sus accesorios y conexiones en buen estado y operando adecuadamente.

**Trucks.**

- A) Los bastidores, resortes, tarimas de resortes, cojinetes a rodillos o adaptadores, no presenten roturas, grietas, parches, desgaste o corrosión que perjudique su adecuado funcionamiento.

B) Los cojinetes a rodillos no presenten desgaste o registren calentamiento y que los ejes no presenten fisura, rayaduras, grietas o desgastes en sus muñones que pongan en riesgo el transporte.

C) Las rozaderas tengan la holgura reglamentaria y estén provistas de sus rodillos o bloque de fricción correspondientes, así como que no presenten grietas, desgastes o vencimientos.

D) Los dispositivos de lubricación se encuentren operando correctamente y el lubricante sea el reglamentario y mantenga todas las propiedades requeridas.

E) Los platos de centro de truck y de cuerpo, no presenten desgastes, grietas, holguras, roturas, vencimientos, parches o medidas inapropiadas que pongan en peligro la operación de la unidad.

F) Las ruedas no presenten los defectos señalados en la regla 41, sección "f-6" del manual de taller de la AAR.

#### Cuerpo de furgones.

A) Los postes, frentes y contravaras no presenten vencimiento, roturas, daños estructurales o corrosión, que signifique peligro para el transporte de materiales.

B) Los forros y el piso se encuentren completos y no presenten roturas, corrosión o algún otro daño estructural, así como que el techo no registre corrosión o perforaciones que originen goteras en el interior.

C) Las puertas se encuentren completas en su estructura y herrajes, funcionando correctamente y sin presentar roturas, corrosión o vencimiento que reduzcan su correcta operación.

D) Los dispositivos de seguridad cumplan con los requisitos señalados por la AAR, para brindar seguridad al personal que intervenga en su operación (tales como escaleras, peldaños de escalera, pasamanos, estribos, etc.).

### Carros tanque.

Para este tipo de unidades los inspectores de la empresa ferroviaria deberán cumplir con las disposiciones señaladas anteriormente.

Los usuarios y empresa ferroviaria deberán verificar además que el tonel y sus accesorios cumplan con los requisitos de seguridad, para la cual deberán seguir el siguiente procedimiento.

### USUARIOS

A) Antes de empezar la inspección previa a la carga, deberán cerciorarse que las características de construcción del carro tanque sean acordes al material que se va a transportar.

B) Que todos los carros tanque asignados al transporte de materiales peligrosos cuenten con válvula de seguridad.

C) Verificar que cuando el carro esté vacío la altura entre los rieles y la válvula de descarga inferior no deberá ser menor a 10 pulgadas.

D) Deberán supervisar que no haya escurrimiento en este dispositivo, en cuyo caso se suspenderá la carga del material.

E) Verificar que la válvula de salida tenga el tapón con su cadena y que esta opere correctamente.

F) Que cuente con tapones o cachuchas en la entrada y salida de los serpentines de calefacción.

G) Que las cubiertas de domo cuenten con cadenas y bisagras.

### USUARIOS Y EMPRESAS.

A) Verificarán que la válvula de seguridad de los carros tanque presurizados no tengan vencida la fecha de prueba, no debiendo cargar la unidad si esta se encuentra vencida.

B) Que la presión de operación de la válvula de seguridad esté anotada a cada lado del carro en los extremos de este, verificando que esta corresponda al 75 % de la presión de prueba del tanque.

C) Revisar minuciosamente el exterior del carro, verificando que no existan agrietamientos, fugas y escurrimientos de manera especial donde se unen los traveseros al tanque. Si esto ocurre no se deberá cargar el carro.

D) Verificarán que los acopladores de doble concha no presenten grietas ni roturas, además de que las ruedas no tengan grietas, aplanaduras o desconchaduras.

E) Que en los carros tanque no presurizados, los empaques del agujero de llenado no presenten cortaduras o grietas, cambiándolas en caso de resultar con defecto, con objeto de evitar fugas o derrames.

F) En los carros equipados con ventilas de seguridad, verificarán que los discos de rotura se encuentren en buen estado.

G) Que cuando la unidad esté cargada, la altura de la válvula de descarga inferior no sea menor a 7 pulgadas.

H) Verificarán que cada una de las válvulas de carga, descarga, vapor, medición y termopozo, se encuentren bien cerradas y con sus tapones correspondientes a fin de evitar fugas en tránsito.

I) Verificarán que los carteles correspondan al producto que se va a transportar y que vayan colocados en los dos extremos y costados del carro, verificando que coincidan con la información que se asentará en los documentos de embarque.

Tolvas.

Deberán cerciorarse de que los mecanismos de escotillas y compuertas tengan integrado todo su herraje.

#### Plataformas.

Deberá comprobarse que tengan integradas bolsas para estacas de las dimensiones requeridas por el diseño de la unidad, así como los sistemas de aseguramiento para los remolques y contenedores completos y en perfecto estado de operación.

El personal asignado a patios de inspección deberá realizar una minuciosa inspección de las unidades a su llegada a las estaciones y terminales durante su recorrido, a fin de comprobar que el equipo de los trenes se encuentre en óptimas condiciones de operación y seguridad.

La revisión efectuada en patios de inspección deberá comprender sistema de frenos de aire y sus componentes, incluyendo todo el aparejo de freno, ruedas para detectar posibles defectos, cuerpo de las unidades con objeto de detectar posibles daños estructurales o fugas, acopladores y aparejos de tracción, a fin de comprobar que sus partes y herrajes se encuentren completos; freno de mano, con objeto de asegurarse que sus componentes y herrajes funcionen correctamente.

Las unidades que al ser inspeccionadas resulten con defectos o fallas que pongan en peligro su operación deberán ser cortadas del servicio. Si las condiciones de las fallas o defectos encontrados lo permiten, las unidades se remitirá a sus propietarios y/o arrendadores para su reparación.

#### 4.3.3 ESTENCILADO.

Se deberá verificar que todas las marcas de estencilado aparezcan en forma legible, verificando especialmente que las fechas de pruebas y vencimientos estén vigentes conforme a lo establecido en las reglas 70, 80 y 88 del manual de taller de la AAR.

#### Plataformas.

Deberá comprobarse que tengan integradas bolsas para estacas de las dimensiones requeridas por el diseño de la unidad, así como los sistemas de aseguramiento para los remolques y contenedores completos y en perfecto estado de operación.

El personal asignado a patios de inspección deberá realizar una minuciosa inspección de las unidades a su llegada a las estaciones y terminales durante su recorrido, a fin de comprobar que el equipo de los trenes se encuentre en óptimas condiciones de operación y seguridad.

La revisión efectuada en patios de inspección deberá comprender sistema de frenos de aire y sus componentes, incluyendo todo el aparejo de freno, ruedas para detectar posibles defectos, cuerpo de las unidades con objeto de detectar posibles daños estructurales o fugas, acopladores y aparejos de tracción, a fin de comprobar que sus partes y herrajes se encuentren completos; freno de mano, con objeto de asegurarse que sus componentes y herrajes funcionen correctamente.

Las unidades que al ser inspeccionadas resulten con defectos o fallas que pongan en peligro su operación deberán ser cortadas del servicio. Si las condiciones de las fallas o defectos encontrados lo permiten, las unidades se remitirá a sus propietarios y/o arrendadores para su reparación.

#### 4.3.3 ESTENCILADO.

Se deberá verificar que todas las marcas de estencilado aparezcan en forma legible, verificando especialmente que las fechas de pruebas y vencimientos estén vigentes conforme a lo establecido en las reglas 70, 80 y 88 del manual de taller de la AAR.



#### 4.4 DOCUMENTACION.

Para el transporte de materiales y residuos peligrosos, el transportista y expedidor de la carga, deberán tener las autorizaciones correspondientes que en el ámbito de su competencia emitan la SCT y demás dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

Esto se fundamenta en los artículos 50, 51, 52 y 53 del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

Por otro lado la NOM-005-SCT2-1993 establece los datos y descripción de las especificaciones, que debe contener "la información de emergencia en transportación" para casos de incidente o accidente (fugas, derrames, exposiciones o incendios); la cual debe llevar toda unidad de transporte terrestre destinada al traslado de materiales o residuos peligrosos. Además de que debe contar con las hojas de datos de seguridad (HDDS), la cual será proporcionada por la empresa expedidora del material peligroso.

##### 4.4.1 ESPECIFICACIONES.

La información de emergencia en transportación deberá apegarse al formato establecido en el punto 1 de esta norma y contener los siguientes datos:

1. Razón social/dirección.
2. Teléfonos de emergencia y fax del expedidor.
3. Nombre del producto: nombre químico y comercial.
4. Clasificación: número de clase o división de riesgo de acuerdo a la NOM-001-SCT2-1993.
5. Número de la división: Número de la ONU de acuerdo a la NOM-002-SCT2-1993.

6. Compañía transportadora: nombre o razón social de la compañía o propietario de transporte.

7. Teléfonos de emergencia: número telefónico y fax de la compañía transportadora.

8. Estado físico (del material o residuo transportado).

9. Aspecto físico del material (color, olor, textura, peso, densidad, y viscosidad).

10. Debe darse aviso inmediato al Sistema Nacional de Emergencia al teléfono 91 800 00214 del interior de la República y del área metropolitana 559 1588 y a la autoridades locales más cercanas al lugar del accidente (Policía Federal de Caminos y Puertos, Bomberos, Cruz Roja, etc.).

11. Equipo y medios de protección personal: equipo específico para el material transportado que debe llevar el conductor del vehículo que transporte materiales o residuos peligrosos y los medios que le permitan tomar las primeras acciones de protección (lentes de seguridad, guantes de hule, guantes de cuero, delantal de hule, botas de hule, mascarillas contrapolvo, mascarillas contra gases, pala, cepillo, arena, etc.).

12. Riesgos: indicarse los posibles en caso de accidente durante la transportación, como se establece en los puntos del 14 al 22.

13. Acciones: acciones inmediatas, tales como estacionar el vehículo en un lugar lo más seguro posible, colocar señales de alerta para evitar accidentes a otros conductores, también se refiere a las acciones indicadas en los puntos 15, 17, 19, 21 y 23 para hacer frente a los riesgos indicados en los puntos 14, 16, 18, 20 y 22 de la hoja de emergencia.

14. Intoxicación/exposición: se refiere a los daños o lesiones que puede sufrir la persona que ingiere, toca o inhala las sustancias o residuos peligrosos.

15. Debe anotarse las acciones que hay que tomar para proteger al personal del daño o lesión causado por exposición , inhalación, contacto o ingestión de las sustancias o residuos peligrosos, enfatizando aquellas acciones que no deben hacerse por razones de seguridad.

16. Contaminación: se refiere a la alteración del medio ambiente causado por la liberación accidental de las sustancias o residuos peligrosos.

17. Se anotarán las acciones que hay que tomar para minimizar los daños a la población y el medio ambiente, e indicar el área de aislamiento de evacuación aledaña al accidente.

18. Información médica: Se señalarán las medidas de atención primarias en caso de intoxicación y exposición. Asimismo se señalarán en su caso los antídotos específicos al respecto.

19. Se refieren a las indicaciones del médico sobre antídotos o medidas especiales que deben aplicarse en caso de intoxicaciones del personal por exposición con las sustancias o residuos peligrosos.

20. Escapes fugas y derrames: se refieren a la liberación de las sustancias o residuos peligrosos en cualquier estado físico.

21. Se anotarán las acciones que deben tomarse para minimizar los efectos de dichos derrames, enfatizando aquello que no debe hacerse por razones de seguridad.

22. Fuego/explosión: se refiere al riesgo o reacción que puede ocurrir cuando el material se incendie o esté expuesto al fuego.

23. Se anotarán las acciones que deben tomarse para proteger la sustancia o residuo contra fuego o explosión, así como las sustancias que pueden usarse




para combatir el incendio de la sustancia peligrosa, enfatizando aquello que no debe hacerse por razones de seguridad.

24. Al final del formato deberá llevar el nombre y firma de la persona responsable de la información, puesto dentro de la empresa y teléfonos.




25. Se requiere que la información de emergencia en transportación se requisada en su totalidad para hacer uso de ella en caso necesario. Su adecuado llenado es responsabilidad de la compañía propietaria del material transportado.

□

## INFORMACION DE EMERGENCIA EN TRANSPORTACION

1 RAZON SOCIAL Y DIRECCION DE LA COMPAÑIA. * FABRICANTE * IMPORTADOR * USUARIO * DISTRIBUIDOR	3 NOMBRE DEL PRODUCTO COMERCIAL: QUIMICO: 4 CLASIFICACION. 5 N° DEL MATERIAL DE ONU.	6 COMPAÑIA TRANSPORTADORA. 7 TELEFONOS DE EMERGENCIA Y FAX.
2 TELEFONOS DE EMERGENCIA Y FAX DEL EXPEDIDOR.	8 ESTADO FISICO      9 ASPECTO FISICO      10 AVISAR AL SISTEMA NACIONAL DE EMERGENCIAS Y A LAS AUTORIDADES LOCALES: POLICIA FEDERAL DE CAMINOS Y PUERTOS, BOMBEROS, CRUZ ROJA, ETC.	
11 EQUIPO Y MEDIOS DE PROTECCION PERSONAL.		
<b>EN CASO DE ACCIDENTE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>* PARE EL MOTOR</li> <li>* PONGA SEÑALES EN ZONA DE PELIGRO</li> <li>* ALEJE A TODA PERSONA INNECESARIA DE LA ZONA DE PELIGRO</li> </ul>		
12 RIESOS: <b>SI OCURRE ESTO:</b>		13 ACCIONES: <b>HAGA ESTO:</b>
14 INTOXICACION/EXPOSICION 	15	
16 CONTAMINACION.	17	
18 INFORMACION MEDICA	19	
20 DERRAMES/FUGAS 	21	
22 FUEGO/EXPLOSION 	23	
24 NOMBRE:	FIRMA:	PUESTO:
TELEFONO:		
25 ESTA HOJA DEBERA ESTAR EN UN LUGAR ACCESIBLE PARA SER USADA EN CASO DE EMERGENCIA Y DEBERA SER REQUISITADA EN SU TOTALIDAD		

## INFORMACION DE EMERGENCIA EN TRANSPORTACION

1 RAZON SOCIAL Y DIRECCION DE LA COMPAÑIA. * FABRICANTE * IMPORTADOR * USUARIO * DISTRIBUIDOR	3 NOMBRE DEL PRODUCTO COMERCIAL: QUIMICO: 4 CLASIFICACION. 5 N° DEL MATERIAL DE ONU.	6 COMPAÑIA TRANSPORTADORA. 7 TELEFONOS DE EMERGENCIA Y FAX.
2 TELEFONOS DE EMERGENCIA Y FAX DEL EXPEDIDOR.	8 ESTADO FISICO      9 ASPECTO FISICO      10 AVISAR AL SISTEMA NACIONAL DE EMERGENCIAS Y A LAS AUTORIDADES LOCALES: POLICIA FEDERAL DE CAMINOS Y PUERTOS, BOMBEROS, CRUZ ROJA, ETC.	
11 EQUIPO Y MEDIOS DE PROTECCION PERSONAL.		
<b>EN CASO DE ACCIDENTE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>* PARE EL MOTOR</li> <li>* PONGA SEÑALES EN ZONA DE PELIGRO</li> <li>* ALEJE A TODA PERSONA INNECESARIA DE LA ZONA DE PELIGRO</li> </ul>		
12 RIESOS: <b>SI OCURRE ESTO:</b>		13 ACCIONES: <b>HAGA ESTO:</b>
14 INTOXICACION/EXPOSICION 	15	
16 CONTAMINACION.	17	
18 INFORMACION MEDICA	19	
20 DERRAMES/FUGAS 	21	
22 FUEGO/EXPLOSION 	23	
24 NOMBRE:	FIRMA:	PUESTO:      TELEFONO:
25 ESTA HOJA DEBERA ESTAR EN UN LUGAR ACCESIBLE PARA SER USADA EN CASO DE EMERGENCIA Y DEBERA SER REQUISITADA EN SU TOTALIDAD		

**FORMATO HDDS****IDENTIFICACION**

1/4

<b>NOMBRE QUIMICO:</b>				
<b>NOMBRE COMERCIAL:</b>				
<b>FORMULA:</b>				
<b>SINONIMO 1:</b>				
<b>SINONIMO 2:</b>				
<b>SINONIMO 3:</b>				
<b>No. UN:</b>			<b>No. CAS:</b>	
<b>CLASIFICACION</b>	<b>SALUD</b>	<b>FUEGO</b>	<b>REACTIVIDAD</b>	<b>OTRA</b>
<b>N.F.P.A.</b>				
<b>CLASE DE RIESGO PRINCIPAL:</b>				
<b>CLASE DE RIESGO SECUNDARIO:</b>				
<b>PROCEDIMIENTO DE ACCION:</b>				

**DATOS DE LA COMPAÑIA**

<b>NOMBRE DEL FABRICANTE:</b>		
<b>DIRECCION:</b>		
<b>TELEFONO DE EMERGENCIA:</b>		
<b>LA COMPAÑIA ES:</b>		
	<b>PRODUCTORA (S/N):</b>	<b>IMPORTADORA(S/N)</b>
	<b>CONSUMIDORA (S/N):</b>	<b>DISTRIBUIDORA (S/N):</b>

**COMPONENTES**

<b>NOMBRE QUIMICO</b>	<b>%</b>	<b>TLV</b>

**DATOS FISICOS****2/4**

PUNTO EB. (1 ATM):	PRESION DE VAPOR
TEMP. FUSION:	DENSIDAD DEL VAPOR:
TEMP. INFLAMABILIDAD: C.C. O.C.	REL. EVAPORACION: % VOLATILIDAD:
ESTADO FISICO:	GRAVEDAD ESPECIFICA:
OLOR:	SOLUBILIDAD EN AGUA:
COLOR:	REACTIVIDAD EN AGUA (S/N):

**PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION**

PUNTO DE IGNICION:	LIMITE DE INFLAMABILIDAD: INF: SUP:
MEDIO DE EXTINCION: <input type="checkbox"/> NIEBLA DE AGUA <input type="checkbox"/> ESPUMA <input type="checkbox"/> HALON <input type="checkbox"/> CO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/> POLVO QUIMICO SECO <input type="checkbox"/> OTRO	
EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION PARA COMBATE DE INCENDIO.	
PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO.	
PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES.	
RESULTADOS DE LA COMBUSTION.	



**PELIGROS PARA LA SALUD****3/4**

INGESTION ORAL:
CONTACTO CON LOS OJOS:
CONTACTO CON LA PIEL:
ABSORCION POR LA PIEL:
INHALACION
SINTOMAS
PRIMEROS AUXILIOS:

**REACTIVIDAD**

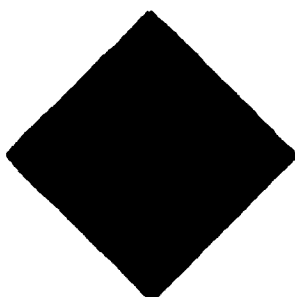
ESTABLE <input type="checkbox"/>	CONDICIONES A EVITAR:
INESTABLE <input type="checkbox"/>	
INCOMPATIBILIDAD (MATERIALES A EVITAR):	
DESCOMPOSICION EN PRODUCTOS PELIGROSOS:	
POLIMERIZACION	CONDICIONES A EVITAR
PELIGROSA <input type="checkbox"/>	PUEDE OCURRIR <input type="checkbox"/>
NO PELIGROSA <input type="checkbox"/>	NO PUEDE OCURRIR <input type="checkbox"/>

**PROCEDIMIENTOS PARA FUGAS O DERRAMES**

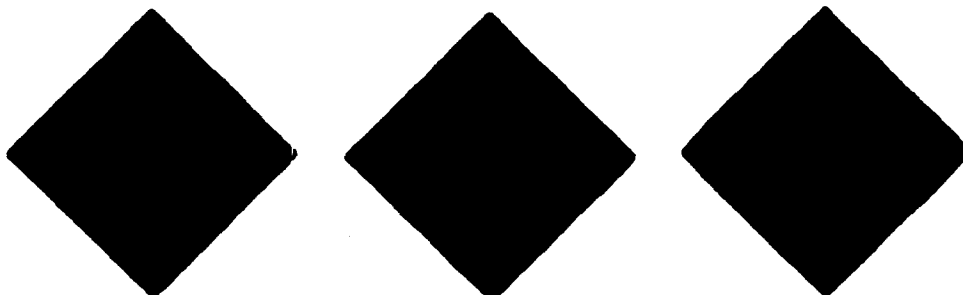
4/4

**PASOS A SEGUIR****PROTECCION PERSONAL****PROTECCION RESPIRATORIA:****VENTILACION:****GUANTES (TIPO):****PROTECCION DE OJOS:****OTRO EQUIPO:****PRECAUCIONES ESPECIALES****PRECAUCIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO:****OTRAS PRECAUCIONES**

## CLASE 1



DIVISIONES 1.1, 1.2 Y 1.3  
SIMBOLO ( BOMBA EXPLOTANDO ) NEGRO CON  
FONDO ANARANJADO, CIFRA " 1 " EN EL ANGULO  
INFERIOR

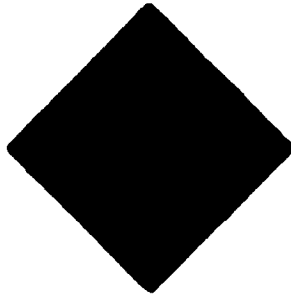


DIVISIONES 1.4, 1.5 Y 1.6  
FONDO ANARANJADO Y CIFRAS EN NEGRO  
LOS NUMEROS DEBEN TENER 20 mm DE ALTURA X 5 mm  
DE ANCHO, EN LAS ETIQUETAS DE 100 mm X 100 mm  
CIFRA " 1 " EN EL ANGULO INFERIOR .

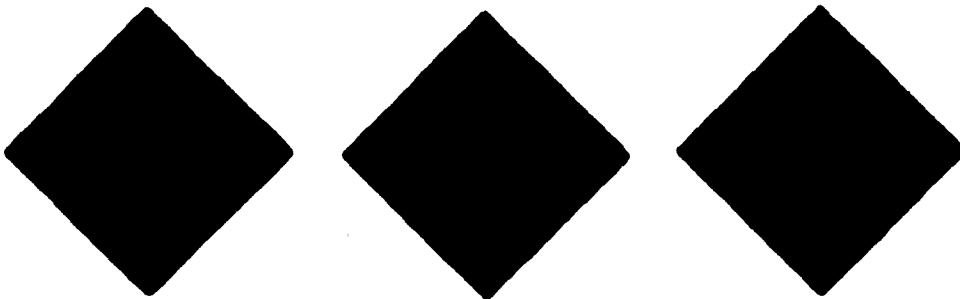
\*\* INDICACION DE LA DIVISION.

\* INDICACION DEL GRUPO DE COMPATIBILIDAD.

## CLASE 1



DIVISIONES 1.1, 1.2 Y 1.3  
SIMBOLO ( BOMBA EXPLOTANDO ) NEGRO CON  
FONDO ANARANJADO, CIFRA " 1 " EN EL ANGULO  
INFERIOR



DIVISIONES 1.4, 1.5 Y 1.6  
FONDO ANARANJADO Y CIFRAS EN NEGRO  
LOS NUMEROS DEBEN TENER 20 mm DE ALTURA X 5 mm  
DE ANCHO, EN LAS ETIQUETAS DE 100 mm X 100 mm  
CIFRA " 1 " EN EL ANGULO INFERIOR.

\*\* INDICACION DE LA DIVISION.

\* INDICACION DEL GRUPO DE COMPATIBILIDAD.

## **CLASE 2**

114



**DIVISION 2.1  
GASES INFLAMABLES  
SIMBOLO (LLAMA): NEGRO O  
BLANCO. FONDO ROJO, CIFRA  
"2" EN EL ANGULO INFERIOR.**

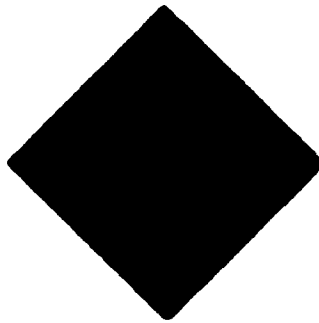


**DIVISION 2.2 GASES NO INFLAMABLES,  
NO TOXICOS. SIMBOLO (BOMBONA):  
NEGRO O BLANCO, FONDO VERDE,  
CIFRA "2" EN EL ANGULO INFERIOR.**



**DIVISION 2.3 GASES TOXICOS  
SIMBOLO (CALAVERA Y TIBIAS  
CRUZADAS) NEGRO. FONDO BLANCO,  
CIFRA "2" EN EL ANGULO INFERIOR**

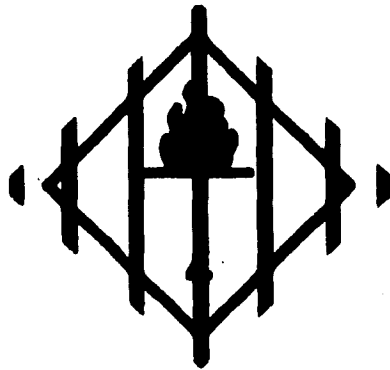
## CLASE 3



SIMBOLO (LLAMA)  
NEGRO O BLANCO  
FONDO ROJO  
CIFRA "3" EN EL ANGULO INFERIOR

# CLASE 4

116



**DIVISION 4.1 SOLIDOS INFLAMABLES  
SIMBOLO (LLAMA): FONDO BLANCO CON 7  
FRANJAS ROJAS VERTICALES, CIFRA 4 EN EL  
ANGULO INFERIOR.**



**DIVISION 4.2 SUSTANCIAS QUE PRESENTAN  
RIESGO DE COMBUSTION ESPONTANEA, SIMBOLO  
(LLAMA) NEGRA, BLANCO MITAD SUPERIOR Y ROJO  
MITAD INF.  
CIFRA "4" EN EL ANGULO INFERIOR**



**DIVISION 4.3 SUSTANCIAS, QUE EN CONTACTO  
CON AGUA, DESPRENDEN GASES INFLAMABLES.  
SIMBOLO LLAMA NEGRO O BLANCO, FONDO AZUL  
Y CIFRA "4" EN EL ANGULO INFERIOR**



## CLASE 5



DIVISION 5.1

SUSTANCIAS "OXIDANTES"

SIMBOLO (LLAMA SOBRE UN CIRCULO) NEGRO: FONDO AMARILLO. CIFRA "5.1" EN EL ANGULO INFERIOR.



DIVISION 5.2

PEROXIDOS ORGANICOS

SIMBOLO (LLAMA SOBRE UN CIRCULO) NEGRO.  
FONDO AMARILLO. CIFRA "5.2" EN EL ANGULO  
INFERIOR.

## CLASE 6



### DIVISION 6.1

GRUPOS DE EMBALAJE/ENVASADO PARA SUSTANCIAS TOXICAS.

SIMBOLO (CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS) EN NEGRO.  
CIFRA "6" EN EL ANGULO INFERIOR.



### DIVISION 6.2 SÚSTANCIAS INFECCIOSAS

LA MITAD INFERIOR DE LA ETIQUETA PODRA LLEVAR LAS LEYENDAS "SUSTANCIA INFECCIOSA" Y "EN CASO DE DAÑO, DERRAME O FUGA AVISESE INMEDIATAMENTE A LAS AUTORIDADES SANITARIAS".

SIMBOLO (TRES MEDIAS LUNAS SOBRE UN CIRCULO) Y LEYENDAS EN NEGRO.

FONDO BLANCO, CIFRA "6" EN EL ANGULO INFERIOR.

## CLASE 7



### (No 7A) CATEGORIA I - BLANCA

SIMBOLO (TREBOL ESQUEMATIZADO) NEGRO CON FONDO BLANCO  
 TEXTO (OBLIGATORIO) EN NEGRO EN LA MITAD INFERIOR DE LA  
 ETIQUETA

"RADIATIVO"; "CONTENIDO \_\_\_\_\_"; "ACTIVIDAD \_\_\_\_\_"  
 LA PALABRA "RADIATIVO" DEBE IR ENSEGUIDA DE UNA RAYA  
 VERTICAL ROJA

CIFRA "7" EN EL ANGULO INFERIOR.



### (No 7B) CATEGORIA II

LA PALABRA "RADIATIVO" DEBE  
 IR

SEGUIDA DE DOS RAYAS  
 VERTICALES ROJAS Y LA CIFRA "7"  
 EN EL ANGULO INFERIOR .



### (No 7C) CATEGORIA III

LA PALABRA "RADIATIVO" DEBE  
 IR

SEGUIDA DE TRES RAYAS  
 VERTICALES ROJAS Y LA CIFRA "7"  
 EN EL ANGULO INFERIOR .

SIMBOLO (TREBOL ESQUEMATIZADO): FONDO NEGRO: MITAD SUPERIOR AMARILLA  
 CON BORDE BLANCO, MITAD INFERIOR BLANCA

TEXTO (OBLIGATORIO) EN NEGRO EN LA MITAD INFERIOR DE LA ETIQUETA

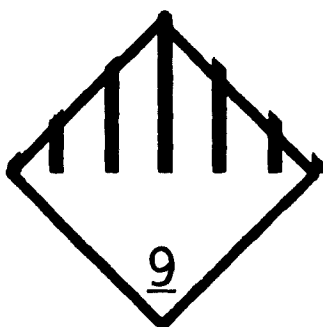
"RADIATIVO"; "CONTENIDO \_\_\_\_\_"; "ACTIVIDAD \_\_\_\_\_"

EN UN RECUADRO DE LINEAS NEGRAS "INDICE DE TRANSPORTE"

**CLASE 8**

SIMBOLO (LIQUIDOS GOTEANDO DE DOS TUBOS DE ENSAYO SOBRE UNA MANO Y UN METAL) EN NEGRO. FONDO BLANCO EN LA MITAD INFERIOR.

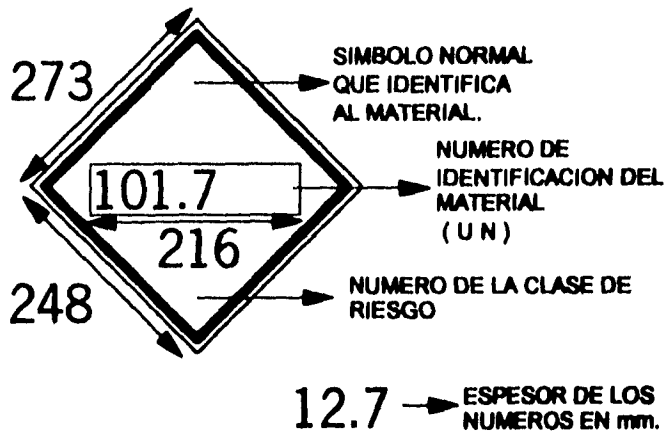
CIFRA "8" EN BLANCO EN EL ANGULO INFERIOR

**CLASE 9**

SIMBOLO (FRANJAS VERTICALES EN LA MITAD SUPERIOR) EN NEGRO . FONDO BLANCO.

CIFRA "9" SUBRAYADA EN EL ANGULO INFERIOR.

# DIMENSIONES DEL CARTEL



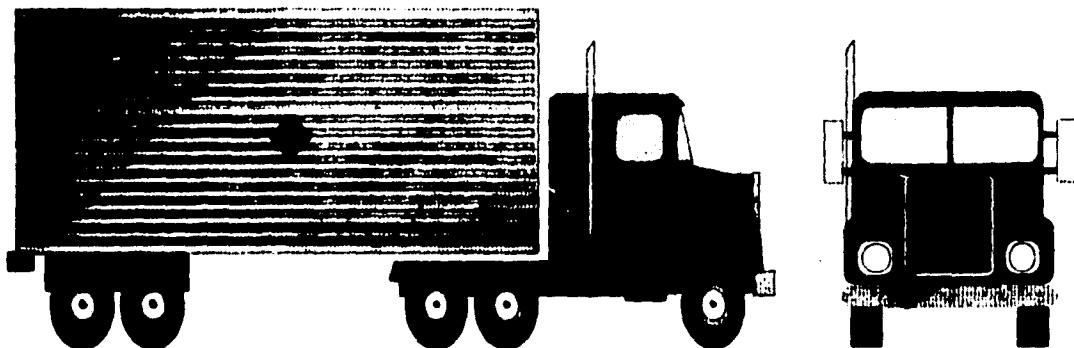
NOTA: Las acotaciones estan dadas en milímetros.



## EJEMPLO DE CARTEL PARA UN RESIDUO

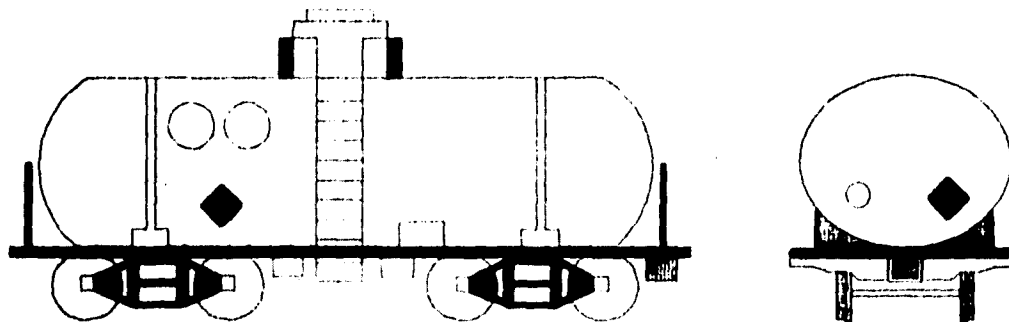


SIMBOLO (TREBOL ESQUEMATIZADO) EN NEGRO, CON FONDO PARA LA MITAD SUPERIOR EN COLOR AMARILLO CON BORDE BLANCO Y LA MITAD INFERIOR BLANCA., ALLI DEBE FIGURAR EL NUMERO CORRESPONDIENTE DE LAS NACIONES UNIDAS Y/O LA PALABRA 'RADIATIVO' Y LA CIFRA '7' EN EL ANGULO INFERIOR.



**UBICACION DEL CARTEL EN UNA UNIDAD DE  
AUTOTRANSPORTE**

**NOTA: SE DEBE COLOCAR EN AMBOS COSTADOS Y TANTO EN LA  
PARTE DELANTERA COMO EN LA TRASERA.**



**UBICACION DE LOS CARTELES EN UNA UNIDAD  
DE ARRASTRE FERROVIARIO.**

**NOTA: SE DEBE COLOCAR EN AMBOS COSTADOS Y TANTO EN LA  
PARTE DELANTERA COMO EN LA TRASERA.**

**CAPITULO 5**

**RESPONSABILIDAD  
DE LAS INDUSTRIAS  
ANTE LA COMUNIDAD**

.

## RESPONSABILIDAD DE LAS INDUSTRIAS ANTE LA COMUNIDAD

### 5.1 RESPONSABILIDAD MORAL.

El avanzado desarrollo tecnológico de la industria en general, ha tenido grandes avances a finales de este siglo en el cual se han desarrollado sustancias que nos permiten contar con mejores materiales, económicos, ligeros, duraderos y que cubren nuevas necesidades día a día. Aunque para esto ha sido necesario desarrollar procesos que requieren de condiciones de operación más drásticas y materia prima, productos intermedios y subproductos más peligrosos. Esto incluye tanto a los seres humanos como al medio ambiente.

Todo lo anterior obliga al sector industrial a ser más cuidadoso, para continuar cubriendo las necesidades de la comunidad, pero sin afectarla.

Esto es válido ya que cuando se transportan materiales peligrosos de un centro de producción a uno de consumo, los medios de transporte pueden sufrir accidentes que se transformen en daños a la comunidad y a los ecosistemas.

Tomando en cuenta que las Empresas son consecuencia de las acciones de actividad económica de la comunidad, existe una responsabilidad de orden moral hacia la sociedad.

En consecuencia, para reducir al mínimo la posibilidad de una emergencia con Materiales Peligrosos, es necesario tomar en cuenta los siguientes factores:

Propiedades Físicas del producto.

Propiedades Químicas.

Estabilidad Química.

Propiedades de Combustibilidad.

Comportamiento del Producto bajo la acción del fuego.

Propiedades Toxicológicas y,



Afectación del producto al Ecosistema donde ocurre el accidente.

Se deben tomar en cuenta también los siguientes factores propios de la localidad:

- Tipo de localidad donde ocurre el incidente
- Servicios de Emergencia.
- Servicios de Emergencia Federales.
- Tiempo de Respuesta de los Servicios de Emergencia.
- Tipo de ecosistema donde ocurre el incidente.
- Información característica y de Emergencia sobre el producto.

Para minimizar la afectación se debe considerar lo siguiente por parte de una empresa:

- Recursos para atención de la emergencia por parte de la empresa dueña del producto.
- Tiempo de Respuesta por parte de la empresa.
- Condiciones de seguridad del equipo y vehículos Empleados para el transporte del material peligroso.
- Conocimientos del material peligroso por parte del transportista.
- Disponibilidad de medios de comunicación normales.
- Disponibilidad de medios de comunicación durante la emergencia.

## 5.2 RESPONSABILIDAD LEGAL.

Debido a lo anterior, el transporte de materiales y residuos peligrosos es considerado como una actividad altamente riesgosa, por lo que ante la sociedad, la responsabilidad de las empresa por el manejo de materiales peligrosos, también

tiene implicaciones de orden legal, como lo señala el artículo 4 del Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, emitido por acuerdo de la Secretaría de Gobernación con la Secretaría de Desarrollo Social, apoyados en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, esta responsabilidad se contempla además, en los siguientes documentos:

- Ley de Vías Generales de Comunicación.
- Reglamento para el Autotransporte Local de Carga.
- Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales.
- Reglamento de Tránsito del D.F. y los respectivos estatales.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

□

**CAPITULO 6**  
**PLANES DE EMERGENCIA**

## PLANES DE EMERGENCIA

### 6.1 INTRODUCCION.

Los accidentes con materiales peligrosos o petróleo, crean frecuentemente emergencias ambientales que requieren la implementación inmediata de medidas para abatir la contaminación. Los desastres naturales y emergencias tales como descargas de sustancias químicas o radiológicas, con frecuencia presentan daño sustancial a la salud y seguridad públicas, juntamente con la calidad ambiental. Estos sucesos inesperados están acompañados generalmente, por una confusión inicial en cuanto a su localización, extensión y severidad.

Cuando ocurren este tipo de emergencias, se necesita información disponible para evaluar la magnitud y severidad de la situación para que pueda ser tomada una acción inmediata y apropiada con el fin de proteger con efectividad al público y al ambiente.

Es así como numerosas agencias federales, estatales, locales, grupos industriales y particulares, se ven envueltos en actividades de respuesta a emergencias. Una respuesta eficiente a una contingencia, depende de un plan de acción para emergencias, el cual proporciona un mecanismo de acciones para prevenir descargas de materiales peligrosos y para proteger al ambiente cuando estas situaciones ocurran.

Antes de que un Plan de Respuesta contra incidentes en el transporte de materiales o residuos peligrosos, sea puesto en acción por una planta industrial (a través de un "Grupo de Emergencia" propio), se deben definir los problemas, corregir las deficiencias e identificar los materiales que tienen serios potenciales de derrame, junto con los equipos de contención adecuados.

## 6.2 PLANES DE RESPUESTA PARA EMERGENCIAS EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS.

Es esencial que el Grupo de Emergencia tenga un Plan de contingencia para incidentes con materiales peligrosos. Se presenta a continuación un posible procedimiento de planeación para respuesta a tales incidentes:

### 6.2.1 INSPECCION DEL MATERIAL PELIGROSO.

La inspección debe determinar los modos primarios así como las rutas estándar por los cuales son transportados los materiales dentro y a través de un área; Caminos viales, autopistas, vías marítimas y líneas de tuberías deben estar incluidas en esta inspección.

La respuesta del Grupo de Emergencia, debe estar hecha de tal manera que presente los materiales peligrosos que podrían estar incluidos en caso de que una emergencia ocurriera en un lugar específico.

La inspección debe evaluar el potencial liberado por materiales peligrosos asociados con la plantas químicas y sus almacenes, unidades de almacenamiento además de vías férreas y autopistas. Si la inspección es suficientemente detallada, el personal asignado debe tener un estimado razonablemente preciso, de los tipos de derrames que podrían ocurrir, la probable magnitud del derrame y los límites probables de un derrame máximo que podría ocurrir.

### 6.2.2 PREPARACION DEL PLAN DE CONTINGENCIA.

En un incidente con materiales peligrosos, es esencial que los miembros del Grupo de Emergencia sean capaces de anticipar tanto los daños reales inmediatos como el potencial de desastre. Se deben incluir parámetros críticos en el Plan, como mínimo, procedimientos de evacuación, tácticas para extinción de fuego y estrategias para protección de canales o ríos.

## **6.2 PLANES DE RESPUESTA PARA EMERGENCIAS EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS.**

Es esencial que el Grupo de Emergencia tenga un Plan de contingencia para incidentes con materiales peligrosos. Se presenta a continuación un posible procedimiento de planeación para respuesta a tales incidentes:

### **6.2.1 INSPECCION DEL MATERIAL PELIGROSO.**

La inspección debe determinar los modos primarios así como las rutas estándar por los cuales son transportados los materiales dentro y a través de un área; Caminos viales, autopistas, vías marítimas y líneas de tuberías deben estar incluidas en esta inspección.

La respuesta del Grupo de Emergencia, debe estar hecha de tal manera que presente los materiales peligrosos que podrían estar incluidos en caso de que una emergencia ocurriera en un lugar específico.

La inspección debe evaluar el potencial liberado por materiales peligrosos asociados con la plantas químicas y sus almacenes, unidades de almacenamiento además de vías férreas y autopistas. Si la inspección es suficientemente detallada, el personal asignado debe tener un estimado razonablemente preciso, de los tipos de derrames que podrían ocurrir, la probable magnitud del derrame y los límites probables de un derrame máximo que podría ocurrir.

### **6.2.2 PREPARACION DEL PLAN DE CONTINGENCIA.**

En un incidente con materiales peligrosos, es esencial que los miembros del Grupo de Emergencia sean capaces de anticipar tanto los daños reales inmediatos como el potencial de desastre. Se deben incluir parámetros críticos en el Plan, como mínimo, procedimientos de evacuación, tácticas para extinción de fuego y estrategias para protección de canales o ríos.

### 6.2.3 RECURSOS.

El Plan debe incluir material como fotografías aéreas, mapas topográficos y de carreteras así como planos de drenaje, con la finalidad de asegurar que se tenga un fácil acceso en caso de un accidente con materiales peligrosos. El Plan debe proporcionar dirección e información, debe ser flexible y debe enlistar personal, equipo y proveedores necesarios para implementar dicho Plan y también proporcionar un mecanismo para activar el Plan.

El Plan debe proporcionar personal de seguridad y medidas de seguridad que incluyan equipo de protección tal como botas antiácidas, aparatos de respiración; aplicando exámenes antes y después del accidente y rotando el personal durante climas extremos. Se deben subrayar además pasos para la protección al público. En algún plan de evacuación se deben proporcionar también medios de alerta a las personas en peligro por el incidente. El Plan debe incluir arreglos para vigilancia aérea si es necesario y debe contemplar las peores condiciones posibles. El Plan debe ser diseñado para que opere aún si las líneas telefónicas han sido quemadas, ocurran problemas de radio, o las personas clave del programa no se encuentran disponibles; debe incluir una lista de agencias federales, estatales y locales, y otras que deban ser notificadas en caso de un incidente con materiales peligrosos. Debe incluir fuentes de ayuda y asistencia, que sean capaces de proporcionar información que observe los pasos a seguir durante el incidente.

Se debe preparar una lista de números telefónicos para emergencias que incluya departamentos estatales y de agencias provinciales, tropas, departamento de salud, centros de investigación, defensa civil y números locales

como policía, bomberos, hospitales, ayuda mutua, servicios de ambulancias, químicos locales o ingenieros químicos.

El Plan debe enlistar los recursos necesarios para estabilizar y controlar los incidentes con materiales peligrosos y la disponibilidad de recursos. Debe subrayar las formas de obtener bulldozers, grúas, camiones de vacío y camiones de depósito.

El Plan debe incluir guías que ayuden al Grupo de Emergencia a establecer prioridades en la toma de decisiones, se debe recordar que la vida humana es la primera prioridad. Las decisiones concernientes a rescate y evacuación deben ser hechas tan rápido como sea posible. Si es necesaria una evacuación se debe considerar:

1. Area geográfica a evacuar.
2. Tiempo disponible para evacuación.
3. Donde relocalizar a evacuados.
4. Personal disponible para asistir la evacuación.

Entonces el Grupo de Emergencia decide que pasos son necesarios para controlar la evacuación. Si el material se está quemando, el Grupo de Emergencia debe decidir si se extingue o no el fuego. En algunos casos puede ser mejor permitir que el fuego continúe la combustión, particularmente si el incidente es en una área despoblada y si hay peligro de explosión, o si el material por si mismo es más peligroso que sus subproductos de combustión, o si se incluye un gas inflamable más pesado que el aire y si la fuente no puede ser cortada. El Plan debe estar provisto de una carta de comandos. Esta carta proporciona un punto focal para el Grupo de Emergencia a cargo de recibir información y las instrucciones resultantes para el personal y las unidades de



ayuda mutua. La carta de comandos coordina las acciones del personal de seguridad pública local, equipos de respuesta industrial y agencias representativas federales y estatales para manejar el incidente con propiedad y seguridad.

### 6.3 PLAN DE EVALUACION.

Una vez que el Plan ha sido compilado, debe ser evaluado. Después de la evaluación y que se hayan hecho los cambios necesarios, la jefatura del Grupo de Emergencia debe distribuir copias a todos los miembros del grupo para su crítica constructiva. Este punto puede ser ventajoso si se conduce a simulacros de salón.

Para la evaluación se puede seguir el procedimiento de la tabla 6.1

Tabla 6.1

Tabla a observar para la evaluación de un plan de contingencia.

1. General.
  - a) ¿Está descrito el problema?
  - b) ¿Está enfatizada la prevención?
  - c) ¿Especifica el plan las acciones en el evento o incidente?
  - d) ¿Hay demasiados detalles innecesarios?
  
2. Equipo.
  - a) ¿Incluye el Plan una lista de recursos tales como equipo movable por tierra, carros tanque y equipo especializado?
  - b) ¿Incluye el Plan ayuda mutua cuando es necesaria?
  - c) ¿Incluye el Plan guías de químicos contra el fuego y dispersantes?
  - d) ¿Proporciona el Plan carta de comandos para un equipo con comunicación adecuada?
  
3. Notificación.
  - a) ¿Están subrayados los deberes del despachador?
  - b) ¿Especifica la información pública?
  - c) ¿Falla el Plan si ciertos oficiales están ausentes?

#### 4. Procedimientos.

- a) ¿Se ha enfatizado la prevención de explosiones y fuego?
- b) ¿Proporciona el Plan acciones alternativas cuando es necesario, tales como condiciones de clima adversas?
- c) ¿Proporciona el Plan protección personal que incluye equipo de respiración, ropa protectora, equipo especializado resistente a químicos, etc. ?
- d) ¿Hay planes para controlar el flujo de derrames?
- e) ¿Proporciona el Plan documentación adecuada tales como reportes escritos detallados, fotografía y videotapes?
- f) ¿Hay guías para el depósito final?
- g) ¿Proporciona el Plan para víctimas potenciales, sus propiedades, fuentes de agua pública, vida salvaje, etc.?
- h) ¿Proporciona el Plan acciones de seguridad para el área de derrame?
- i) ¿Señala el Plan procedimientos de comunicación y especifica las frecuencias de radio a usar en las operaciones, ayuda mutua, logística, etc.?

#### 6.4 FUNCIONES DEL PLAN DE EMERGENCIA.

Las funciones de un Plan de Emergencia implementado por una industria en el momento de llegar al lugar de la emergencia son:

##### 6.4.1 Contacto con la autoridad a cargo del incidente.

La primera función que debe seguir el Grupo de Emergencia perteneciente a una industria al llegar a la escena del incidente, es buscar al encargado de la emergencia e informar de su presencia y quienes son, para entlazarse en la estrategia de combate a la emergencia.

Las autoridades que se buscarán serán las siguientes:

- a) Jefe de bomberos de la localidad o capitán a cargo del servicio.
- b) Oficial del Ejército o Marina al mando de la zona.
- c) Oficial de la Policía Federal de Caminos a cargo del área, cuando se trate de autotransportes.

- d) La autoridad de mayor jerarquía en el lugar del incidente por parte de Ferrocarriles Nacionales de México (FNM) es el jefe de personal de seguridad de FNM, cuando se encuentre en el lugar y se trate de carros tanque o furgones.
- e) Jefe de la Policía de la localidad.
- f) Director Municipal de Protección Civil.
- g) Presidente municipal.

Lo anterior es para que haya un solo encargado del incidente. En caso de que el Grupo de Emergencia de la Industria en Cuestión sea el primero en llegar a la escena, será este quién se haga cargo de la emergencia.

Si por lo contrario alguna de las autoridades ha tomado el mando del incidente, el grupo le explicará que sus funciones son:

- Proporcionar información de las propiedades del producto.
- Contener el derrame o fuga del producto.
- Informar de las medidas para el control de incendios y/o explosiones y corroborar que se apliquen.
- Informar sobre las medidas de primeros auxilios a aplicar.
- Comprobar que se apliquen las medidas de evacuación, de acuerdo con las condiciones del incidente.
- Corroborar que se apliquen las medidas para controlar la contaminación ambiental.
- Transvasar y recuperar el producto.
- Descontaminar el área.

#### 6.4.2 Aseguramiento del área afectada.

Esta función comprende:

- a) Comprobar las propiedades del producto involucrado en el incidente.
- b) Constatar el estado que guardan los contenedores y vehículos.
- c) Evaluar el tipo de localidad involucrada en el incidente.
- d) Analizar las condiciones climatológicas.
- e) Determinar los patrones de viento y modificaciones que puedan ocurrir.
- f) Evaluar los drenajes naturales del terreno y los recursos acuíferos con posibilidad de ser afectados.
- g) Determinar el área a evacuar y si ya se hizo, corroborar que se hayan guardado las distancias de seguridad.
- h) Comprobar que el área está libre de personal y público en general, asegurando ese perímetro para el trabajo de grupo.

Para esto las labores del grupo, son las de coordinar con los distintos cuerpos de emergencia y autoridades que participen en el control del incidente. Se debe recordar que el grupo es un grupo técnico de apoyo a la localidad, responsable del producto peligroso y de su impacto a la comunidad y a los ecosistemas.

Sin embargo el grupo no tiene mando directo sobre los grupos de emergencia ni autoridad, por lo que debe actuar en forma diplomática para obtener todo su apoyo incluyendo el puesto de mando que integren o promuevan su integración cuando no exista, teniendo el cuidado de incluir todas las frecuencias de telecomunicaciones empleadas en dicho lugar; en esta fase de operación es importante mantener una buena comunicación por lo que se requiere lo siguiente:

#### 6.4.2 Aseguramiento del área afectada.

Esta función comprende:

- a) Comprobar las propiedades del producto involucrado en el incidente.
- b) Constatar el estado que guardan los contenedores y vehículos.
- c) Evaluar el tipo de localidad involucrada en el incidente.
- d) Analizar las condiciones climatológicas.
- e) Determinar los patrones de viento y modificaciones que puedan ocurrir.
- f) Evaluar los drenajes naturales del terreno y los recursos acuíferos con posibilidad de ser afectados.
- g) Determinar el área a evacuar y si ya se hizo, corroborar que se hayan guardado las distancias de seguridad.
- h) Comprobar que el área está libre de personal y público en general, asegurando ese perímetro para el trabajo de grupo.

Para esto las labores del grupo, son las de coordinar con los distintos cuerpos de emergencia y autoridades que participen en el control del incidente. Se debe recordar que el grupo es un grupo técnico de apoyo a la localidad, responsable del producto peligroso y de su impacto a la comunidad y a los ecosistemas.

Sin embargo el grupo no tiene mando directo sobre los grupos de emergencia ni autoridad, por lo que debe actuar en forma diplomática para obtener todo su apoyo incluyendo el puesto de mando que integren o promuevan su integración cuando no exista, teniendo el cuidado de incluir todas las frecuencias de telecomunicaciones empleadas en dicho lugar; en esta fase de operación es importante mantener una buena comunicación por lo que se requiere lo siguiente:

- Revisar la organización de los distintos grupos y autoridades que participen.
- Solicitar su ayuda y sugerir que se coordinen esfuerzos y estrategias.
- Evacuar el área en una distancia de 500 m a la redonda para espacios abiertos y una manzana en caso de una zona urbana.
- Establecer un estacionamiento de vehículos a 800 m del lugar del accidente en el sentido donde sopla el viento.

6.4.3 Comprobar que el personal de emergencia a tomado las medidas de control.

Para esto se deben tomar las siguientes acciones:

- a) Analizar si se han establecido diques para contener el derrame.
- b) Comprobar que el material de los diques sea el apropiado.
- c) Comprobar que se han establecido las cortinas de agua para diluir la nube de gas o proteger los contenedores en caso de incendio, cuando el riesgo a la salud del material peligroso lo permite y respetar las distancias de las zonas de trabajo que se definen en el inciso (d) y en el punto 7.2.3.
- d) Las zonas de trabajo se dividen como sigue:
  - Zona de riesgo.
  - Zona restringida.
  - Zona de acceso restringido.
  - Zona de soporte.

6.4.4 Realizar las maniobras de transvase, neutralización y descontaminación del área.

Estas actividades son totalmente propias del Grupo de Emergencia de la Industria en Cuestión, por lo que las realizarán con el apoyo de las autoridades encargadas del incidente, debiendo cubrir los siguientes puntos:

- a) Seleccionar el equipo de protección personal adecuado.
- b) Evaluar el daño al contenedor o contenedores.
- c) Analizar las posibles alternativas para sellar la fuga o derrame y/o maniobras a realizar con el o los contenedores.
- d) Selección de la mejor alternativa y puesta en práctica, con la colaboración del personal de emergencia y autoridades.
- e) Mantener retroalimentación de todos los grupos participantes sobre el avance del control del incidente.
- f) Transvasar el producto o sellar fugas.
- g) Recoger el producto derramado.
- h) Neutralizar el producto que no se pueda recoger.
- i) Recoger los equipos usados y contaminados, para llevarlos a la planta correspondiente.

#### 6.4.4.1 Remoción, mitigación y depósito.

Si es necesario tratar un derrame "in situ" sería de gran ayuda que un trabajo previo haya sido realizado, dicho trabajo debe contemplar los siguientes aspectos: material, proceso de tratamiento, método de tratamiento y notas.

Para todos los tratamientos "in situ" la primera tarea es remover cuanto sea posible del químico en la mayor concentración posible. Esto es deseable debido a que reduce la cantidad del tratamiento "in situ" requerido y podría permitir la recuperación de algún valor del desecho.

El depósito del material recuperado tanto como los materiales de limpieza contaminados presentan un serio problema, en ocasiones dicho depósito tiende a ser un problema mayor que el problema original. El depósito en sitios de relleno se sugiere usualmente como la solución, pero tales áreas cada vez son más difíciles de encontrar. La descontaminación en un incinerador, probablemente sería la mejor técnica general de depósito, pero este procedimiento no es fácilmente implementado.

#### 6.4.4.2 Descontaminación.

El procedimiento seguro para una descontaminación en la escena de un incidente, no es siempre fácil. En un derrame de químicos complejos, se debe cuestionar a un experto químico que proporcione consideraciones muy cuidadosas de los subproductos de algún descontaminante que sea usado. Obviamente es muy importante el conocimiento total del sistema de drenaje local próximo a un incidente.

El equipo de descontaminación, herramientas, personal, ropa y vehículos usados en la escena de un incidente es extremadamente importante. Puede ser necesario colocar una área para descontaminación, a través de la cual el personal que trabajó en el incidente debe pasar para que la contaminación no sea derramada dentro de las ambulancias u otros vehículos que dejen el sitio. También es fácil para los trabajadores el reuso de herramientas que han sido colocadas temporalmente en el piso y se han contaminado. Los resultados pueden ser desagradables. El aseo personal antes de tomar alimentos o bebidas es muy importante.

Para todas las acciones de emergencia que involucren a la Industria en Cuestión y para una respuesta efectiva se debe considerar, la disponibilidad



de equipo pesado tales como bulldozers, trascavos, cargadores, camiones de depósito, autotanques, camiones de vacío, grúas, etc., provenientes de contratistas locales.

La importancia particular es el costo probable, capacidad de los operadores y disponibilidad en corto tiempo. Junto con estas consideraciones, se deben enlistar varios proveedores que proporcionen en una emergencia materiales tales como carbón activado, sosa, arena, blanqueador, solventes tales como acetona y alcohol, y sacos de arena.

## **CAPITULO 7**

# **IMPLEMENTACION DE LA RESPUESTA EN EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES PELIGROSOS**

## IMPLEMENTACION DE LA RESPUESTA EN EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES PELIGROSOS

### 7.1 Introducción.

El Plan de Emergencia en el Transporte de Materiales Peligrosos en su forma conceptual y funcional, ha sido propuesto en el capítulo anterior y en este capítulo se presenta el desarrollo de la parte operativa y su forma de aplicación.

### 7.2 Organización de la respuesta.

El plan debe subrayar ciertos procedimientos estándar de operación para este tipo de incidentes, debe incluir guías para el personal de guardia en el Centro de Control del Grupo de Emergencia en caso de recibir una notificación de un incidente por materiales peligrosos y para los miembros del Grupo de Emergencia a cargo del incidente.

El personal de guardia en el Centro de Control debe saber de que naturaleza es y donde se localiza el incidente, que materiales peligrosos están incluidos (si se sabe), si hay o no productos de escape, si hay o no daños y si hay o no un daño inmediato a una área poblacional. Cuando se despachen unidades del Grupo de Emergencia, debe alertarlos si el incidente incluye materiales peligrosos. El personal de guardia puede proporcionar información recibida de SETIQ a la oficina del Grupo de Emergencia correspondiente al incidente. Durante la comunicación los oficiales deben deletrear el nombre del material peligroso para evitar confusión debido a que muchos materiales tienen nombres con sonido similar.

Una vez que se llega al lugar del incidente el Grupo de Emergencia debe evaluar la situación. Tan rápido como sea posible el Grupo de Emergencia determina o confirma que materiales peligrosos están envueltos. La información, muchas veces, debe ser obtenida hablando con el operador, el conductor, guardafrenos, vigilante u otros que están relacionados con el almacenaje o transportación del material. No se debe adivinar cual material está incluido, se debe ejercer extrema precaución al intentar identificar el material.

#### 7.2.1 ENTRENAMIENTO.

Son esenciales miembros del Grupo de Emergencia bien entrenados y experimentados para la implementación sucesiva del plan. Son factores importantes el entrenamiento, orientación y motivación personal. Los miembros del Grupo de Emergencia encargados de la implementación deben ser entrenados para evaluar efectivamente la situación en el sitio del incidente y para tomar las mejores decisiones posible para proteger al público, prevenir fuego y explosiones, minimizar daños al ambiente, y proteger propiedades. El entrenamiento debe ser conducido en intervalos, con la finalidad de arreglar los cambios en el personal de miembros del Grupo de Emergencia incluyendo los avances tecnológicos, equipo nuevo y estrategia.

El personal debe ser capaz de entender las bases de los materiales peligrosos. Deben aprender las características de los materiales peligrosos más comunes y su forma de reacción al fuego, golpes, al agua o al aire. Un entendimiento básico de como reaccionan los gases a la temperatura y presión (Ley de Charles y ley de Boyle).

El personal debe aprender a usar fuentes de información, debe aprender la construcción básica de aparatos de seguridad, carros tanques, etc.. Los miembros del Grupo de Emergencia deben reconocer las placas de la SCT y estar alertas en caso de defectos en los sistemas de placas.

El departamento de miembros del Grupo de Emergencia debe conducir instrucción en salón y a gran escala. Cuando sea posible, la instrucción debe incluir representativos de otras agencias u organizaciones que puedan participar en el control y limpieza en un incidente con materiales peligrosos.

Se deben ejercitar entrenamientos en gran escala una o dos veces al año para determinar el tiempo requerido en movilizar personal, recursos y equipo, obtener otros equipos especializados, llegar al área y tomar medidas de control y estimar el tiempo requerido en evacuar al público de en peligro. Los miembros del Grupo de Emergencia deben también recibir entrenamiento para combatir fuego a gran escala.

Para una autoridad en carreteras, la información dada previamente se puede usar con propósitos de entrenamiento y esto se resume en la tabla (7.1).

Tabla 7.1

Listado de pasos a seguir en la respuesta a incidentes por derrames de materiales peligrosos.

Cuando una aproximación que parezca ser un incidente peligroso:

1. Si hay humo detenerse.

2. Asumir que todas las cargas y derrames son inflamables, corrosivos, tóxicos, explosivos y radioactivos.

3. Usos de los sentidos:

Vista: Humos, flamas o líquidos que escapan.

Olor: Humos o derrames que no puedan ser visibles.

Sonido: Explosión o reacción química.

Temperatura: Muy caliente o muy frío.

Sabor: No probar.

Tacto: No tocar.

En estos casos considerar la posición de la carga y considerar casualidades.

4. Uso de ropa protectora.

5. Proteger la escena (enviar por servicios de emergencia).

6. Identificar la carga (si puede ser hecho con seguridad).

7. Determinar el clima (obtener datos meteorológicos precisos).

Lluvia, nieve o neblina.

Viento (climatológico).

Viento (por tráfico).

Temperatura.

8. Averiguar efectos posteriores (condición de estructuras, superficies de caminos, drenaje y contaminación).

9. Descontaminación (remoción de residuos del derrame, lavado, limpieza de ropas, de herramientas y vehículos).

La respuesta del Plan de Emergencia debe cubrir las necesidades del lugar del incidente en cuanto a:

7.2.2 Control de la fuga o derrame.

7.2.3 Minimización del daño a la comunidad o ecosistema.

7.2.4 Recuperación del producto, neutralización del no recuperado y descontaminación del área.

Para lo anterior es clave la organización o división del trabajo que se establezca, a fin de alcanzar en forma eficaz y eficiente, los objetivos marcados en los puntos anteriores. Para ello se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- a) Se requiere un sistema de captura de la información cuando exista un incidente que involucre materiales peligrosos de la industria en cuestión.
- b) Es necesario un sistema interno de comunicaciones que permita que se les informe a los niveles directivos con capacidad de tomar decisiones, en el caso de un incidente de este tipo.
- c) Se debe contar con una forma de organización de emergencia, que permita integrar al personal que interviene en la emergencia con los directivos que toman decisiones, en una unidad que de manera corporativa, definan las políticas y acciones específicas que requiera el incidente y que salgan de los procedimientos establecidos. A este grupo se le denominará "Comité Directivo".
- d) Es necesario un solo responsable o Comandante Corporativo para la aplicación de los procedimientos establecidos y de las iniciativas del Comité Directivo.
- e) Se debe contar con los recursos humanos y materiales adecuados, convenientemente distribuidos en el territorio nacional que cubra la industria en cuestión, a fin de trasladarlos al lugar del incidente en un tiempo razonable para

alcanzar los objetivos deseados. A cada conjunto de recursos humanos y materiales que se ubican en algún lugar geográfico, se le denominará "Grupo de Ataque", que operarán las 24 h del día, los 365 días del año.

### 7.3 Recepción de la llamada.

Con el fin de capturar la información de la existencia de un incidente con materiales peligrosos que involucren a la industria en cuestión, lo más pronto posible, dado que los primeros minutos u horas son clave para minimizar los daños a la comunidad y a la ecología local, es necesario:

- a) Contar con un Centro de Control que opere las 24 h del día los 365 días del año y que tenga **línea de emergencia con número lada 91-800**, a fin de que la llamada sea gratuita para el informante desde cualquier parte del país, o se puede recurrir al SETIQ, como ya se mencionó el centro debe contar con un sistema de grabación.
- b) Se debe difundir el número telefónico, indicando que es línea de emergencia, tanto en las etiquetas de los productos, como en las facturas, hojas de datos de seguridad (HDDS), información técnica y cualquier otro tipo de información de importancia para el Centro de Control. Este número debe aparecer en los documentos de embarque y en los vehículos de transporte, debiéndolos conocer los operadores de los mismos.
- c) Se debe difundir este número entre los transportistas, el comité técnico de seguridad de FNM, la dirección de autotransporte federal de la SCT, a las comandancias de la Policía Federal de Caminos, a la Cruz Roja Mexicana, al Cuerpo de Bomberos y Cruz Rojas locales y al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) del Sistema Nacional de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación.



Al recibir la llamada que informa de la existencia de un incidente con materiales peligrosos de la industria en cuestión en su Centro de Control, se activará el Plan de Emergencia y la persona de guardia debe recabar los siguientes datos del informante los cuales se comunicarán vía radio al Grupo de ataque así como los procedimientos de acción (todo esto debe ser grabado):

7.3.1 Nombre del informante.

7.3.2 Lugar desde donde informa.

7.3.3 Número telefónico desde donde informa.

7.3.4 Hora de recepción de la llamada.

7.3.5 Lugar exacto donde ocurrió el incidente.

7.3.6 Hora aproximada en que ocurrió el incidente.

7.3.7 Tipo de transporte accidentado.

7.3.8 Tipo de contenedor(es) dañado(s).

7.3.9 Material involucrado en el incidente.

7.3.10 Descripción breve de la situación en la escena del incidente.

7.3.11 Tipo de localidad.

7.3.12 Topografía de la localidad del incidente.

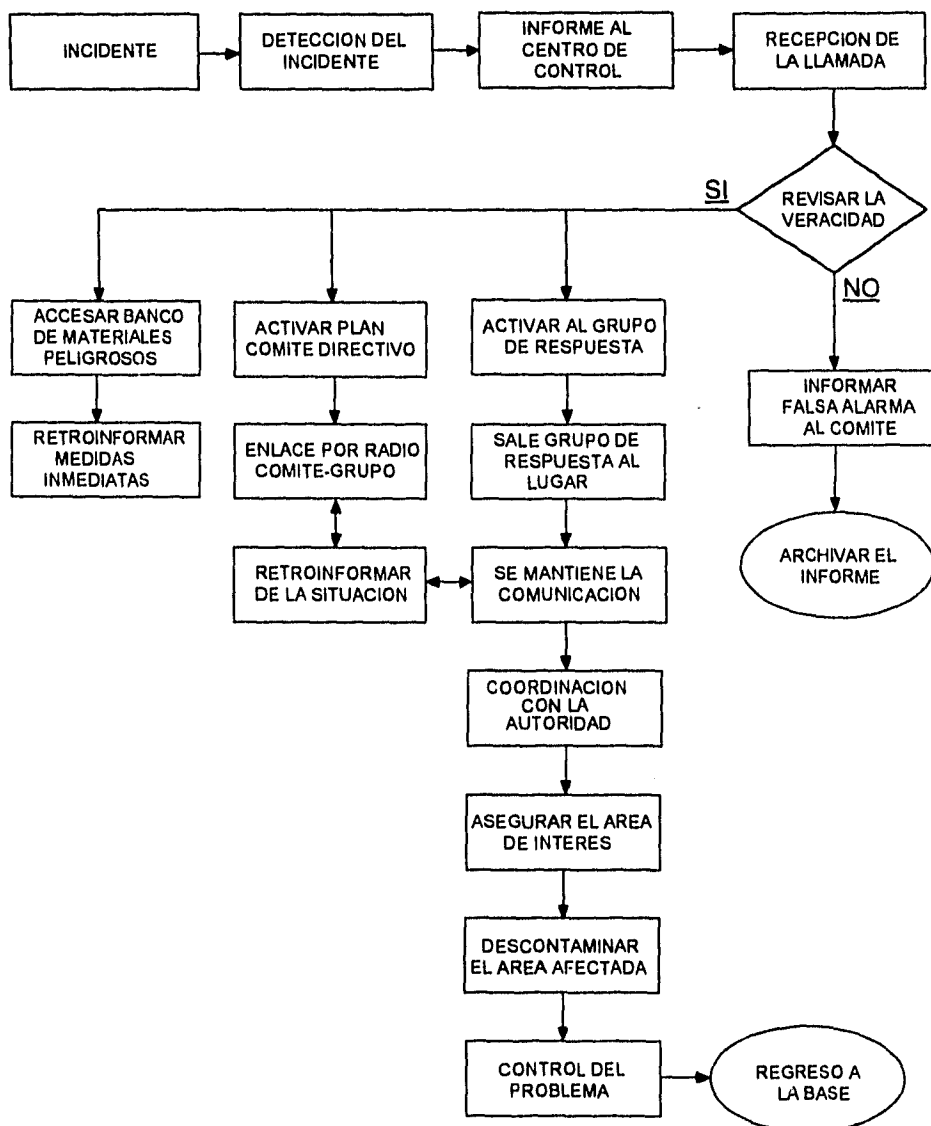
7.3.13 Averiguar si hubo lesionados en el incidente.

7.3.14 Averiguar la extensión de la fuga o derrame.

7.3.15 Cualquier información adicional que pueda proporcionar el informante.

Esta información se debe reunir en un formato de "Aviso de Incidente". Adicionalmente, el personal de guardia en el Centro de Control, deberá contar con una base de datos de los productos que está movilizando en ese momento. Esta información puede manejarse en una red de cómputo entre las plantas filiales

## DIAGRAMA DE FLUJO DE INCIDENTES



y su Centro de Control, de manera que se avise la salida y llegada de los transportes y el ingreso de productos de importación, con el fin de tener al día la información de productos en tránsito.

El Centro de Control debe contar con HDDS para todos los productos ya sea en archivo o como base de datos en computadora; cada nuevo producto que se maneje deberá adicionarse a esta base de datos. Además se debe contar con la ubicación de los Grupos de ataque filiales, a fin de elegir en un tiempo de respuesta más corto, al Grupo que acudirá al incidente. Dicho Grupo recibirá el comunicado del Centro de Control vía radio junto con la información obtenida; la hora del informe debe coincidir con la hora de salida del Grupo de ataque al lugar del incidente.

El Centro de Control debe contar con un radiorreceptor sintonizado con el Servicio Meteorológico Nacional de la SARH y contacto con radio con el CENAPRED del Sistema Nacional de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación. El Centro de Control se debe poner en contacto con el Gerente de Seguridad Industrial Corporativo y los integrantes del Comité Directivo del Plan de Emergencia, para una reunión en el Centro de Control donde se pueda observar toda la información de los productos involucrados en el incidente, el transportista y los mapas topográficos, geológicos y edafológicos de la zona del incidente (editados por el INEGI en la escala 1:250 000 y cuando se requiera mayor información en la escala 1:50 000).

#### **7.4 RESPUESTA DEL GRUPO DE ATAQUE.**

El Grupo de Ataque debe confirmar vía radio la siguiente información:

I. Confirmación de la recepción de la llamada de Centro de Control, con la hora de recepción.

II. Confirmación de la información recibida.

III. Ruta elegida para llegar al lugar del incidente.

IV. Hora de salida.

V. Tiempo estimado de arribo.

La comunicación vía radio entre el Centro de Control y el Grupo de Respuesta debe mantenerse durante el recorrido, de la Base al lugar del incidente, para reportar periódicamente sus avances y/o problemas que encuentren en la ruta (esta información la debe recibir de forma inmediata el gerente de seguridad corporativo).

#### **7.4 RESPUESTA DEL GRUPO DE ATAQUE.**

El Grupo de Ataque debe confirmar vía radio la siguiente información:

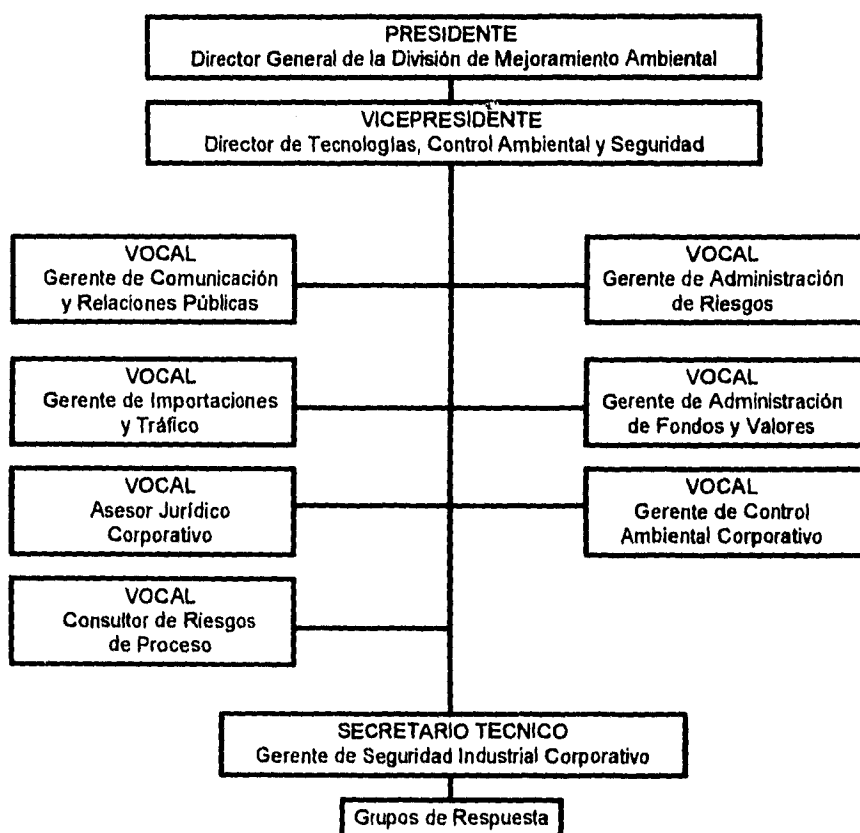
- I. Confirmación de la recepción de la llamada de Centro de Control, con la hora de recepción.
- II. Confirmación de la información recibida.
- III. Ruta elegida para llegar al lugar del incidente.
- IV. Hora de salida.
- V. Tiempo estimado de arribo.

La comunicación vía radio entre el Centro de Control y el Grupo de Respuesta debe mantenerse durante el recorrido, de la Base al lugar del incidente, para reportar periódicamente sus avances y/o problemas que encuentren en la ruta (esta información la debe recibir de forma inmediata el gerente de seguridad corporativo).

7.5 COMITE DIRECTIVO PARA EL PLAN DE EMERGENCIA  
(ORGANIZACION EN CONDICIONES NORMALES).

El Comité Directivo se formará de acuerdo al siguiente organigrama.

COMITE DIRECTIVO  
(Condiciones normales)



El Comité Directivo debe efectuar una reunión bimestral, cuando menos, para revisar los programas y planes de acción.

De igual forma se debe reunir al término de una emergencia, para evaluar la actuación del Grupo de Respuesta y las modificaciones necesarias para incrementar su eficiencia.

#### 7.6 GRUPO DE RESPUESTA (ORGANIZACION EN CONDICIONES NORMALES).

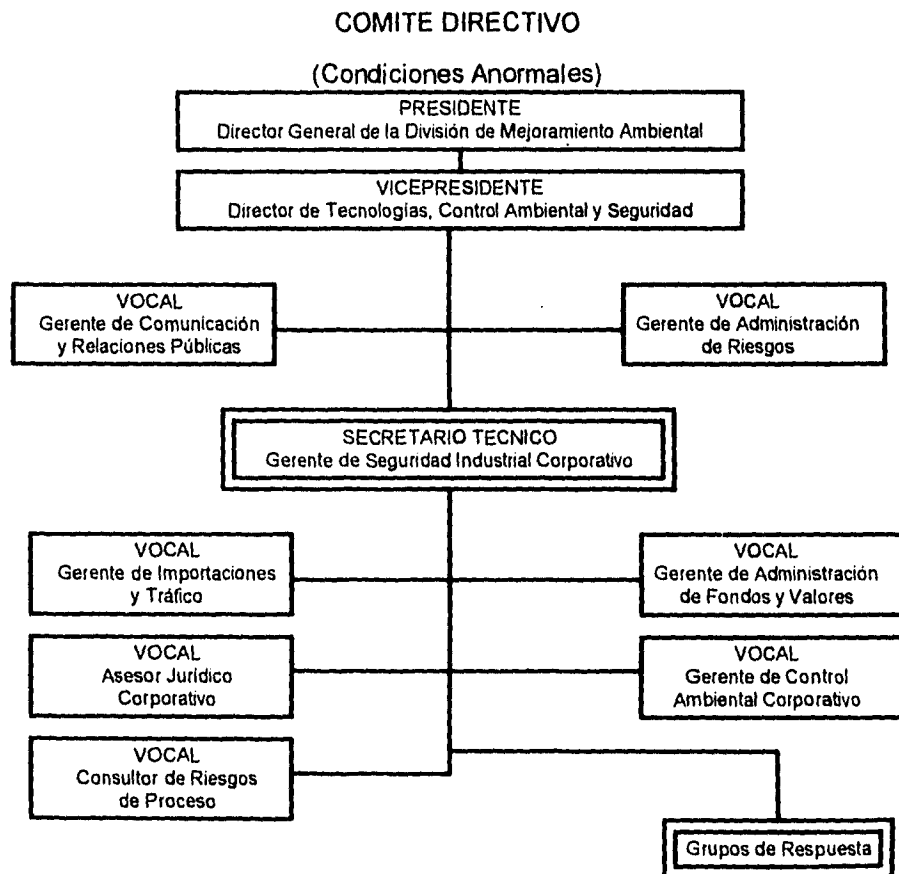
Cada Grupo de Respuesta debe tener las siguientes características:

- a) Debe cubrir las 24 horas de los 365 días del año.
- b) Cada Grupo está integrado por 4 personas en cada turno.
- c) Todos los integrantes del Grupo deben ser especialistas en el control de emergencias con materiales peligrosos, el de mayor experiencia será el encargado de turno. A su vez el encargado reportará a una persona con mayor nivel de responsabilidad, a quién se le denomina jefe de Grupo de Respuesta.
- d) Cada Grupo de Respuesta debe contar con una unidad móvil (vehículo) con todos los recursos para atender los incidentes con los productos peligrosos de la industria en cuestión.
- e) En condiciones normales, las labores de cada turno para el Grupo de Respuesta, son: mantener el vehículo y equipos en perfectas condiciones de operación; tener una capacitación continua del personal y reportarse al Centro de Control vía radio.
- f) En cada cambio de turno se revisará el estado del vehículo y del equipo, además para cada turno se debe hacer trabajar el vehículo durante un mínimo de

10 minutos y en cualquier momento se debe tener el tanque lleno de combustible.

#### 7.7 COMITE DIRECTIVO DEL PLAN DE EMERGENCIA (FUNCIONES DURANTE LA EMERGENCIA).

El Comité Directivo al reunirse (a petición del Centro de Control) por existir un incidente, debe cubrir las funciones que se observan en el siguiente organigrama.





### 7.8 GRUPO DE RESPUESTA (FUNCIONES DURANTE LA EMERGENCIA).

Cuando reciba el Grupo de Respuesta la noticia de la existencia de un incidente con materiales peligrosos de la industria en cuestión por parte de su Centro de Control deberá cumplir con lo siguiente:

- a) Se debe seguir el procedimiento indicado en el punto 7.4.
- b) El Grupo de Respuesta que asistirá al incidente, estará integrado por el jefe de Grupo, el encargado de turno y dos ayudantes. En caso de que no se localice el jefe de Grupo, el encargado de turno asumirá sus funciones.
- c) En el lugar del incidente, el jefe del Grupo de Respuesta se designará como Comandante del Incidente.
- d) La primera acción del Comandante es la aplicación de los procedimientos indicados en el capítulo 6.
- e) Una vez que el Comandante haya asegurado el área y la haya subdividido, iniciará la aplicación del **Procedimiento de Acción** correspondiente, para ello el dirigirá las maniobras, llevará el control del tiempo de trabajo, estará atento a los cambios en el clima e indicará las maniobras necesarias para el transvase o recuperación del producto.
- f) El Encargado de Turno servirá de Oficial de Seguridad, teniendo a su cargo el ayudar a vestirse el traje encapsulado a los ayudantes y neutralizándolos a su salida (antes de que se desvistan).
- g) Los ayudantes tienen la capacidad para controlar la fuga o derrame, establecer diques de contención y transvasar el producto o recuperarlo.
- h) Cuando se concluyan las labores se procederá a descontaminar el área o neutralizar el producto y recoger todo lo contaminado para llevarlo a la base del Grupo de Respuesta.

### 7.9 GRUPOS DE RESPUESTA NO INVOLUCRADOS EN LA LLAMADA INICIAL.

En primera instancia, solo asistirá el Grupo en cuyo sector haya ocurrido el incidente. Sin embargo al escuchar la llamada al Grupo de Respuesta correspondiente (vía radio) los demás Grupos deberán:

- a) Estar alertas a la "primera alarma", ya que todos se enterarán de la llamada pues se usará para intercomunicarse un canal abierto de radio con frecuencia asignada.
- b) Entrarán en "estado de alerta" por si es necesaria su participación y permanecerán en esta situación hasta que el Grupo que atendió la primera alarma regrese a su base.
- c) El Comandante del primer Grupo al llegar al lugar del incidente, de acuerdo a la magnitud de este, podrá pedir al Comandante del Incidente una "segunda alarma", que consistirá de la asistencia de el Grupo de Respuesta más cercano a ellos.
- d) Cuando se dé más de una alarma el Comandante del Incidente del primer Grupo, lo será también de los otros Grupos que vayan llegando y se aplicará el Sistema de Comando de Incidentes.

### 7.10 RECURSOS PARA LA RESPUESTA.

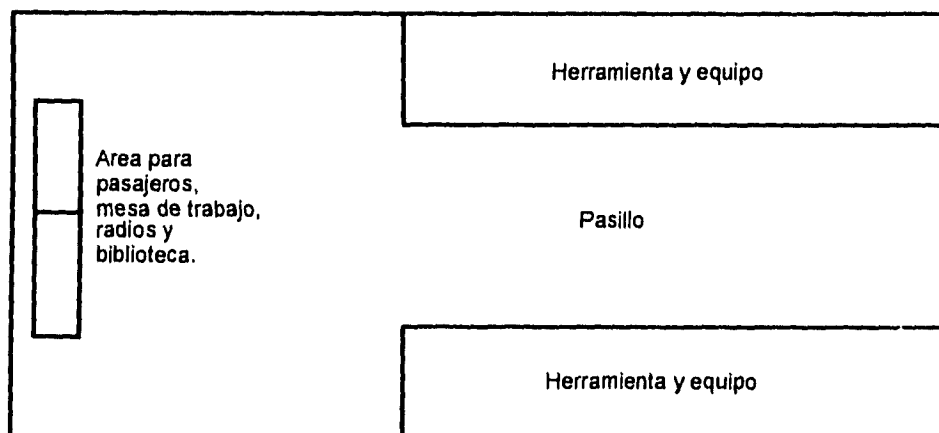
Se propone a continuación una lista mínima pero no limitativa de lo que un Grupo requiere para trabajar con seguridad y facilidad.

- Ubicación de las bases; cada Grupo de Respuesta contará con una base con ubicación geográfica tal que le permita atender una zona en un tiempo de respuesta adecuado (no mayor de 8 horas), dentro de lo cual es necesario tomar en cuenta la localización de las instalaciones de una industria en cuestión, ya que sus bases deben estar dentro de sus instalaciones.

- Vehículo; se recomienda un chasis para 6.5 toneladas de capacidad de carga, con doble rodada en el eje trasero, motor a diesel, de 6 cilindros y con doble tanque de combustible.

La carrocería debe ser de tipo caja con 2 puertas corredizas por los lados y al frente y 2 puertas abatibles en la parte posterior y el área interior dividida de manera que aproximadamente 1/3 se dedique a los 4 asientos, mesa de trabajo, espacio para la biblioteca básica, sistema de telecomunicaciones. El resto del área se dedica al almacenamiento de equipo y herramienta para el control del incidente, material para neutralización y demás implementos necesarios, se reparten en estanterías y gabinetes en ambos lados de un pasillo central.

Diagrama de distribución en la carrocería.



Con la distribución anterior se puede alcanzar cualquier parte del vehículo desde el interior. El techo del vehículo debe ser reforzado para que cuente con parrilla de carga, lleve acoplada una antena parabólica y una barra con luces rojas

y sirena (tipo federal signal). El sistema eléctrico debe contar con alternador de la mayor capacidad posible y doble juego de baterías con selector para su uso.

Al chasis se le debe adicionar en la parte posterior, una barra de tiro para arrastrar trailer, además se le debe acoplar dos ganchos en la unión de los largueros con la defensa delantera y prolongar los largueros del chasis en la parte delantera para colocar sobre la defensa un winche con motor eléctrico.

Se debe considerar la disponibilidad de equipo pesado tales como bulldozers, trascavos, cargadores, camiones de depósito, autotanques, camiones de vacío, grúas, etc., provenientes de contratistas locales. La importancia particular es el costo probable, capacidad de los operadores y disponibilidad en corto. Junto con estas consideraciones varios proveedores se deben enlistar para proveer una emergencia de materiales tales como carbón activado, sosa, arena, blanqueador, solventes tales como acetona y alcohol, y sacos de arena.

Para una respuesta rápida a derrames es deseable contar con una unidad similar, en diseño y concepto a los camiones de bomberos o podría ser un trailer bien equipado listo para un rápido enganche en algún vehículo disponible de la planta. Debe ser provisto con implementos de protección para por lo menos dos operadores, tanto como unidades de respiración capaces de ser recargadas "in situ", instrumentos de medición (explosímetro, colorímetro, peachímetro, etc.). Así, la unidad debe ser equipada con su propio compresor de aire operado con el motor y las suficientes mangueras para suministro de aire, además se debe mantener la unidad protegida a una distancia segura de la emergencia.

La fuente de aire también debe estar disponible para bombas de diafragma, capaces de ser operadas en áreas que podrían ser peligrosas para bombas que

trabajan con motor. Por lo menos una bomba de motor portátil debe estar incluida para su uso en localizaciones extremadamente remotas y no peligrosas, también se debe contar con un generador portátil de 2.5 kW, reflectores, etc.. De acuerdo con esto las suficientes mangueras de los tamaños adecuados deben ser disponibles para usar esas bombas efectivamente. Suministros tales como varias bolsas de aceite absorbente, costales, alquitrán y herramientas tales como palas, juegos de llaves, juegos de pinzas, hachas, alicatas, zapapicos, martillos, cuchillos, cubetas, rastrillos y escobas deben ser incluidas también. El vehículo debe estar equipado con materiales varios tales como tapones de neopreno, tornillos para sellar, tuercas y rondanas tramos de tubo (3000 psi), conexiones hembra y macho, válvulas, tubos de sellador, abrazaderas, sacos de cal, de bicarbonato de sodio, vermiculita, carbón activado, extintores de polvo químico seco tipo ABC, extintores de CO<sub>2</sub>, latas de concentrado AFFF/ATC. Además se debe contener con un botiquín y equipo de supervivencia.

Cuando los altos costos y el optimismo infrecuente en el uso de equipo con propósito especiales para control de derrames es considerado, las ventajas de unión o establecimiento de asociaciones de ayuda mutua se hacen evidentes. Un asociación podría estar establecida por un grupo de industrias similares en un área. En algunos casos la operación conjunta de unidades públicas y privadas es posible. Si cada participante en el pacto puede contribuir con algo compatible con las contribuciones de otros, ninguno necesita tener inversión masiva en equipo y personal para proporcionar el equipo de respuesta.

- Trailer para el vehículo de respuesta; con la finalidad de disponer de agua y no adicionar su peso a la carga del vehículo, además de tener la opción de llevarlo o no, se propone un chasis con doble eje y capacidad de 3 toneladas, con un

recipiente para presurizarse con capacidad de 2000 L y 2 cilindros de nitrógeno de 6 m<sup>3</sup> cada uno para generar la presión, se debe disponer de espacio para 4 latas de 5 galones c/u con espuma neutralizante especial para sellar superficies. La salida del tanque será de 1.5 pulgadas con cuerda NST y llevará 2 tramos de manguera contra incendio de 1.5 pulgadas por 30 m y llevará 2 proporcionadores de línea de 1.5 pulgadas, uno al 3% y otro de 6%, además 3 boquillas de 1.5 pulgadas (una tipo chorro-niebla con válvula de cierre rápido, otra de tipo espumador y la última para espuma contra derrames).

- Para la biblioteca básica se debe contar con información tal como: juegos de mapas de INEGI (topográficos, geológicos y edafológicos), mapas carreteros, guía de acciones de emergencia, libros de primeros auxilios (Cruz Roja), directorio de frecuencias de radio y códigos de uso, directorio del propio Comité Directivo y autoridades de su sector, los libros bitácora para accidentes y bitácora para el vehículo en los que hará sus anotaciones el Comandante del Incidente.

- Telecomunicaciones; se recomiendan 3 niveles de comunicación por radio o telecomunicaciones:

Nivel 1.- Comunicación entre el Grupo de Respuesta y Centro de Control (este es el más importante y confiable) y cuenta con dos alternativas:

a) Emplear un canal de satélite y contar con transreceptores con antenas parabólicas y sus accesorios en el Centro de Control y en cada una de las bases de respuesta, además de un transreceptor móvil con antena parabólica portátil en cada vehículo y equipo de localización vía satélite (esta es la alternativa de mayor costo).

b) Emplear sistema de banda lateral, que solo requiere transreceptores en el Centro de Control y las bases del Grupo de Respuesta con antenas normales en los vehículos (esta alternativa es la de menor costo y confiabilidad).

Nivel 2.- Comunicación entre el personal del Grupo de Respuesta en el lugar del incidente se sugiere el uso de walky talkies de tipo sintetizados para que el Grupo elija la frecuencia adecuada para trabajar en el lugar del incidente.

Nivel 3.- Recepción de información de las autoridades; es conveniente que cada vehículo de respuesta cuente con un scanner para monitorear las frecuencias de las autoridades.

Relaciones públicas. Para la opinión pública es peligroso la desinformación o información equivocada que es consecuencia de la falta de conocimientos por parte de las autoridades y medios noticiosos además de los temores en la población. Por lo anterior es necesaria una correcta información, para que el público conozca el peligro real a que está expuesto y la forma en que debe actuar, para lo cual la industria en cuestión debe evaluar y elaborar partes oficiales sobre el incidente y sus avances en control. Esta es una de las funciones del director general, como presidente del Comité Directivo de respuesta que a través de su primer vocal debe mantener la comunicación continua y permanente con los medios noticiosos que lo deseen.

Por su parte el Comandante del Incidente, debe realizar la misma función en el lugar del incidente para lo cual se mantendrá enlazado al Comité Directivo. Adicionalmente el Comandante adoptará con permiso de las autoridades, un lugar para que se puedan ubicar los medios noticiosos sin peligro, para atenderlos periódicamente e informarlos de manera adecuada. Además proporcionará la información necesaria a los servicios médicos de urgencia en la localidad, para

que puedan dar la atención adecuada a las posibles víctimas del incidente, ya que cuenta con hojas de primeros auxilios por producto.

#### 7.11 PROCEDIMIENTOS DE ACCION.

De manera práctica se han dividido en dos grandes grupos, los de aplicación general, como es aseguramiento del área y la descontaminación, tanto de herramienta y equipo, el área y los de aplicación específica de acuerdo al producto al que se trate, que han sido agrupados en propiedades afines, con objeto de tener el menor número de procedimientos de acción específicos.

Aseguramiento o control del área del incidente; Tiene por objetivo minimizar la posibilidad de contaminación del personal de respuesta y de quienes ayuden, proteger al público de los riesgos del incidente y prevenir el vandalismo.

A fin de lograr lo anterior se enlistan los siguientes procedimientos:

- Contar o preparar un mapa del incidente. Se requiere elaborar un esquema del lugar del incidente en una escala mayor (1:1000) en el que se marcarán: accidentes topográficos, edificaciones, vientos dominantes drenajes, contenedores, represas, tanques, lo que será de gran ayuda para planear actividades, asignar al personal identificar rutas y zonas. Este mapa se debe complementar y actualizar con los aspectos diarios de seguridad y salud del personal de campo.
- Preparar el lugar para actividades subsecuentes. Los puntos principales para esta acción son: construcción de accesos para vehículos pesados, arreglo de patrones de flujo de tráfico, de manera que aseguren operaciones eficientes, eliminación de riesgos físicos del área de trabajo.



- Establecer las zonas de trabajo. Se deben delimitar áreas en los lugares donde se realicen las distintas operaciones y así mismo, el flujo de personal entre zonas deberá ser controlado. El establecimiento de zonas ayudará a asegurar que el personal se encuentre protegido correctamente para las actividades que estén realizando y para facilitar el control.

Una forma sencilla de realizar esta división es la de crear 4 zonas de seguridad:

-Zona de riesgo: Area donde se encuentra la sustancia peligrosa y donde obviamente el personal que entre se contaminará, mas 20 m a la redonda.

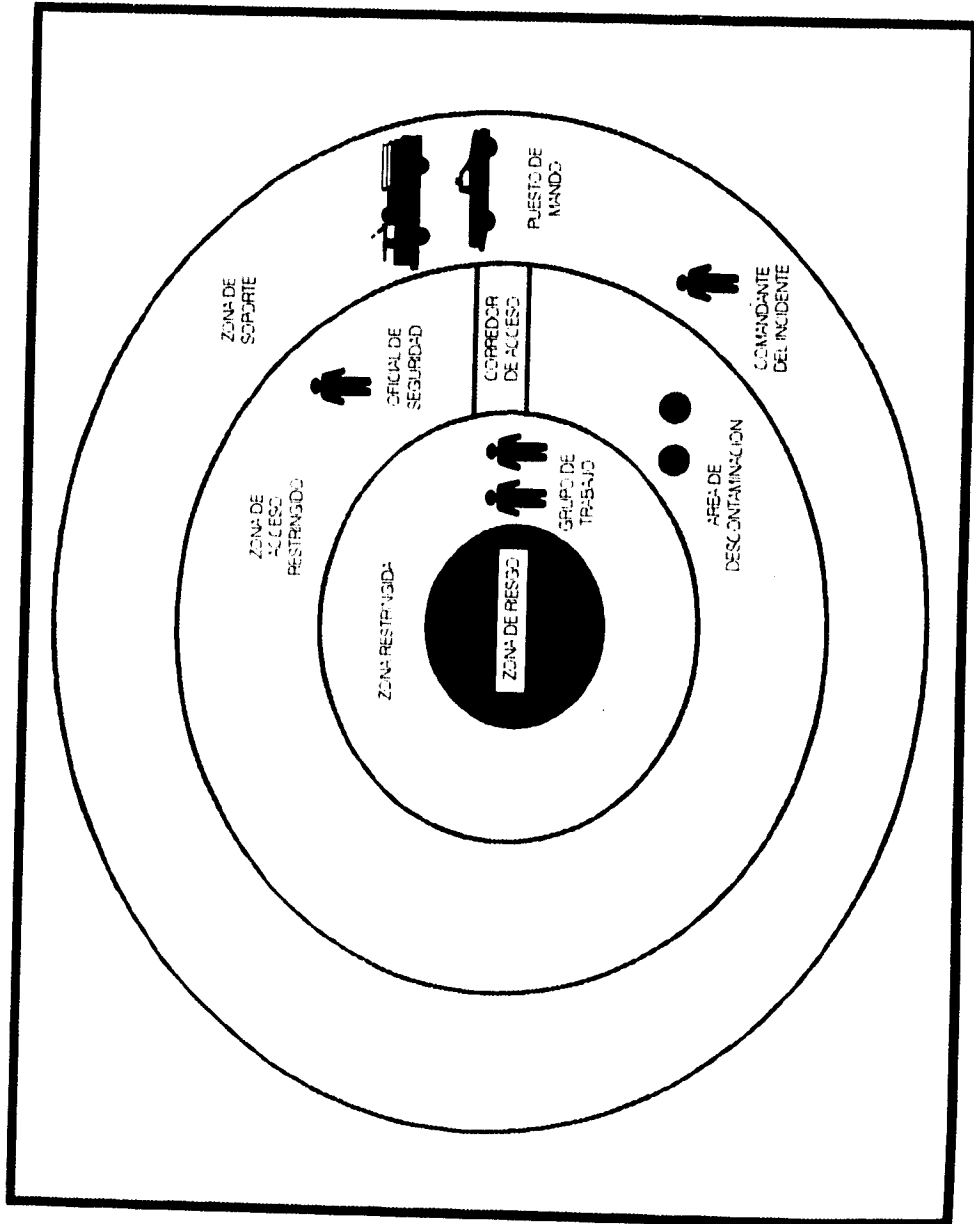
-Zona restringida: 300 m alrededor de la zona de riesgo, y se puede incrementar en la dirección a donde sopla el viento a juicio del Comandante, el personal tiene alta posibilidad de contaminarse.

-Zona de acceso restringido 300 m alrededor de la zona restringida, es aquí donde se llevan a cabo las labores de descontaminación y se supervisan las maniobras de control.

Al límite entre la zona restringida y zona de acceso restringido se le denomina "línea caliente".

-Zona de soporte: Aquí se establecen las funciones administrativas y de apoyo, para mantener y coordinar las actividades de las otras zonas, esto incluye el puesto de mando. Esta zona se forma siguiendo un límite a 400 m alrededor de la zona de acceso restringido, a este límite se le llama "línea de control de contaminación" y al límite exterior de la zona de soporte se le denomina "línea de seguridad". Aquí solo puede entrar personal autorizado y se podrá usar ropa normal.

# ZONAS DE CONTROL



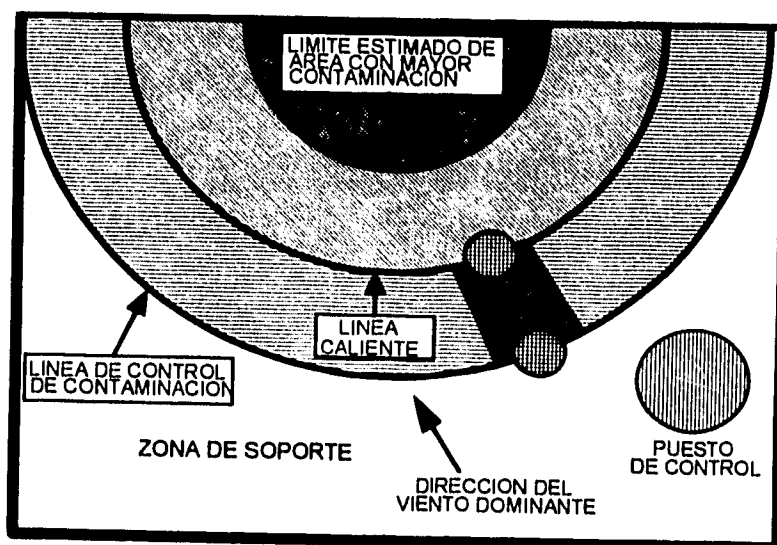
-Corredor de acceso: Se establece este corredor que atraviesa la zona de acceso restringido, comunicando la zona de soporte con la zona restringida. En un lado de este corredor se colocarán las tinas de neutralización y será controlado por el Oficial de Seguridad de respuesta que vigilará que el personal que entra vaya bien equipado y el que sale sea descontaminado, se debe establecer en el lado a favor del viento. El Comandante del Incidente se debe mantener en la zona de soporte.





- Describir el sistema de soporte.
- Controlar la seguridad física del lugar.
- Establecer los sistemas de comunicación.
- Desarrollar las prácticas de trabajo.

Descontaminación de herramienta y equipo. Esta acción protege a los trabajadores de sustancias peligrosas que se puedan permear en la ropa de protección y equipo de protección respiratoria o extender con las herramientas, vehículos u otros equipos empleados en el lugar del incidente para ello se debe considerar el siguiente plan de descontaminación:

- Determinar el número y ubicación de las estaciones de descontaminación.
- Determinar el equipo de descontaminación necesario.
- Determinar el método apropiado de descontaminación.
- Establecer los métodos y procedimientos para minimizar el contacto de los trabajadores con contaminantes en el momento de quitarse la ropa y el equipo de protección personal.
- Establecer métodos para desechar la ropa y equipo que no esté totalmente descontaminado.

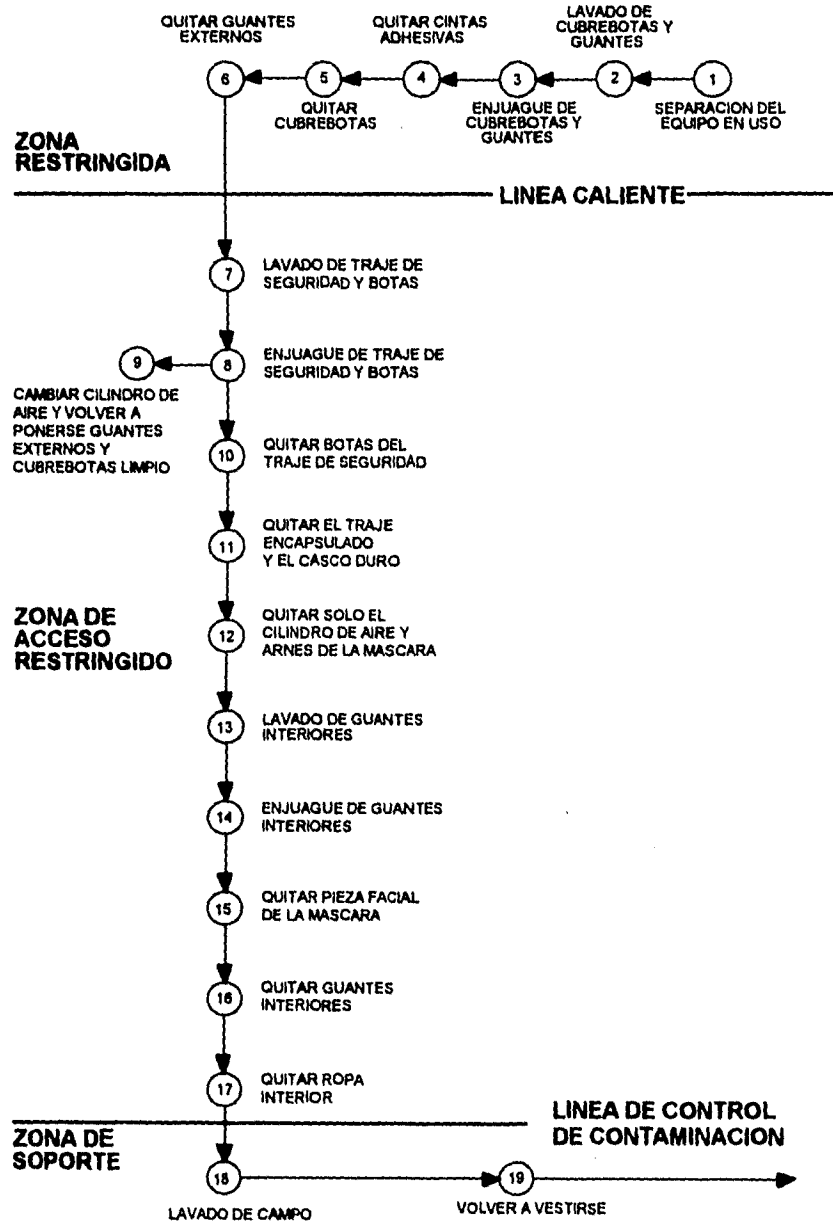
### UBICACION DEL CORREDOR DE ACCESO CON RELACION AL VIENTO



-  PUNTOS DE CONTROL DE ACCESO
-  CORREDOR DE REDUCCION DE CONTAMINACION
-  ZONA DE REDUCCION DE CONTAMINACION
-  ZONA DE EXCLUSION

NOTA: LAS DIMENSIONES DEL AREA NO ESTAN A ESCALA. LAS DISTANCIAS ENTRE LOS PUNTOS PUEDEN VARIAR

**DIAGRAMA DE MAXIMA DESCONTAMINACION NIVEL "A" DE PROTECCION**



**Métodos de descontaminación.** Tanto el personal, ropa, equipo, herramientas y muestras que dejen la zona restringida deben ser descontaminadas para eliminarles toda sustancia química o microorganismos patógenos que se hayan adherido a ellos. Existen los siguientes métodos:

- **Remoción física.**- Esta se lleva a cabo como una especie de desplazamiento/desalojamiento, enjuague con agua, evaporación, cepillado, etc.. Los métodos físicos pueden incluir alta presión y/o calor, pero solo debe usarse bajo condiciones muy controladas y cuando sea estrictamente necesario, ya que pueden causar quemaduras y extender la contaminación.

- **Remoción química.**- Se emplea generalmente después de la remoción física y básicamente consiste en un proceso de lavado-enjuague con soluciones neutralizantes, limpiadoras o desinfectantes.

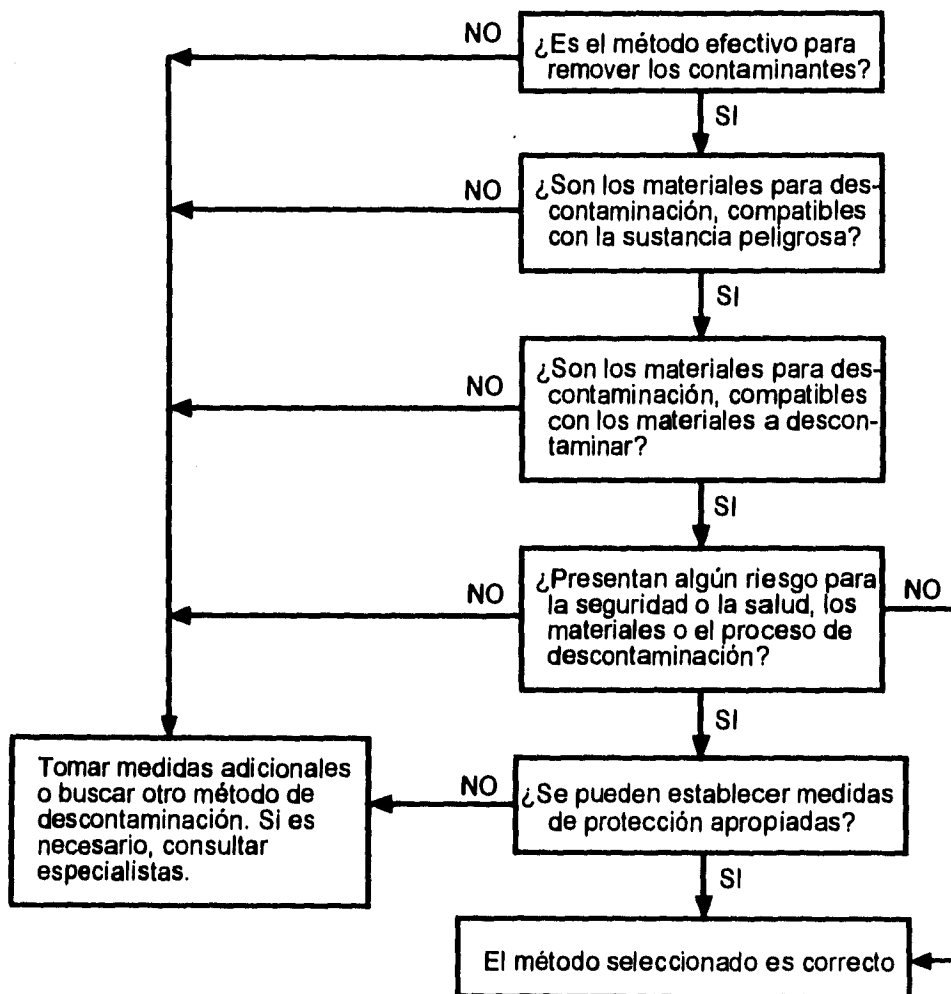
Los principales métodos de descontaminación son: Remoción del contaminante y superficies contaminadas. Inactivación; destoxificación química o desinfección/esterilización.

A continuación se presenta una guía general de solubilidad de contaminantes en cuatro tipos de solventes:

<b>SOLVENTE</b>	<b>CONTAMINANTES SOLUBLES</b>
Agua	Hidrocarburos de cadena corta compuestos inorgánicos, algunos ácidos orgánicos y otros compuestos polares.
Acidos diluidos (vinagre y ácido muriático)	Compuestos básicos (alcalinos o cáusticos), aminas, hidrazinas.
Bases diluidas (cal, bicarbonato de sodio, detergentes y jabones)	Compuestos ácidos, fenoles, tioles y algunos compuestos nitro y sulfónicos.
Solventes orgánicos	Compuestos no polares (compuestos

(alcoholes, éteres, cetonas, orgánicos en general,  
aromáticos, alcanos y  
derivados de petróleo)

A continuación se presenta un diagrama de decisiones para evaluar los aspectos de seguridad y salud de los métodos de descontaminación para herramientas y equipo.



### 7.12 DESCONTAMINACION DEL AREA DEL INCIDENTE.

El último de los objetivos que debe cubrir el Grupo de Respuesta, es recuperar el producto, neutralizar el no recuperado y descontaminar el área. Para esto es aplicable el diagrama anterior.

Control del área afectada por el producto peligroso.- Después de haber delimitado la zona de riesgo se debe evitar que se extienda y para ello se requiere contener el derrame o el agua empleada para controlar la fuga. La maniobra implica que sustancias líquidas que se están derramando al suelo, no se extiendan y sigan los drenajes naturales del terreno, para ello se requiere contener los líquidos mediante diques, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Propiedades químicas del producto peligroso o su solución acuosa.
- Propiedades fisicoquímicas del suelo del lugar del incidente.
- Propiedades fisicoquímicas del material empleado para los diques (tierra, arena u otro material inerte).
- Compatibilidad química del material de los diques con el producto peligroso.

Recuperación del producto peligroso.

Existen básicamente tres procedimientos:

- Recuperación del líquido con bomba de achique.
- Neutralización del líquido y recuperarlo con bomba de achique.
- Adición al líquido de material absorbente inerte, como arena seca, vermiculita, etc. y recogerlo cuando haya absorbido el líquido.

En todo caso el material recuperado debe ser llevado a alguna planta de la industria en cuestión para su disposición final.

Descontaminación final del suelo que fue cubierto por el derrame.



Se deben tomar muestras del suelo para realizar las determinaciones correspondientes tomando, en cuenta los siguientes aspectos:

- Propiedades físicas y químicas del producto peligroso.
- Propiedades físicas, químicas y geológicas del suelo.
- Propiedades físicas y químicas de los materiales descontaminantes.
- Propiedades físicas y químicas del producto resultante de la descontaminación.
- Grado de afectación de los factores bióticos y abióticos del suelo.

Como consecuencia, todo suelo o agua afectados tiene tres posibles tratamientos:

- a) Remoción de todo el suelo y agua afectados para su tratamiento y disposición final como relleno sanitario.
- b) Remoción de todo el suelo y agua afectados para envasarlos y llevarlos a un entierro confinado.
- c) Dar tratamiento al suelo en el lugar del incidente con biotecnología (uso de bacterias con código genético modificado) para destruir el producto peligroso y posteriormente devolver al suelo las bacterias nitrificantes y desnitrificantes que contenía en condiciones normales.

**CAPITULO 8**  
**CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

Del desarrollo del presente trabajo, que nos permite considerar la importancia, así como la gran responsabilidad moral y legal que implica para una empresa el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, y tomando en cuenta el papel que desempeñó la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ante la entrada del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos de América y Canadá, al verse obligada a la expedición de diversas normas que al igual que el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, sirvieron como fundamento para la elaboración de este trabajo, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

8.1 Es muy importante que las empresas involucradas en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, consideren que al realizar esta actividad tienen la gran responsabilidad de tomar en cuenta la seguridad, tanto de los operarios del medio de transporte como de la comunidad y el medio ambiente, y no tomen este aspecto como algo secundario anteponiendo intereses económicos. Es por esto que al haber sido creado el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos dichas empresas son obligadas legalmente a tomar en cuenta estos aspectos.

8.2 Es de gran importancia que toda industria preocupada en prepararse, para evitar problemas por transportación de materiales o residuos peligrosos, en primera instancia debe realizar la identificación de los materiales que maneja y tiene necesidad de transportar. A la fecha de realización de este trabajo la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) emitió la NOM-002-SCT2 en

la que se contempla el listado de sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados considerando su clase, división de riesgo, riesgo secundario, número asignado por la Organización de las Naciones Unidas, así como las disposiciones especiales a que debe sujetarse el transporte, por otro lado es claro que no es suficiente el saber que material es peligroso o no. Esto implica que una industria bien preparada debe empezar por identificar, primeramente, los materiales peligrosos que en ella se manejan y como aspecto siguiente las características que lo hacen peligroso. La toxicología juega un papel muy importante, porque con su apoyo se ha logrado un gran avance con relación al conocimiento de los efectos causados por las sustancias químicas al hombre y al ambiente mismo. Su desarrollo sirvió de base, además, para establecer uno de los parámetros que hacen que un material sea considerado como peligroso, este es la Toxicidad incluido dentro de la clave CRETIB.

8.3 Es necesario que una industria bien preparada en cuanto a la transportación de materiales y residuos peligrosos, sea consciente de los aspectos legales que se involucran para realizar una transportación segura además de la responsabilidad que ello implica. Por lo que debe contar con un Plan de Emergencia para el transporte de materiales y residuos peligrosos, que contemple tanto el origen, ruta y destino de los mismos así como un Plan de acción y Respuesta rápida, adecuada y segura en caso de una contingencia durante el transporte.

8.4 En caso de un accidente durante el transporte de materiales o residuos peligrosos es necesario llevar a cabo una acción coordinada de los cuerpos de

seguridad pública como son; policía, bomberos, grupos de rescate públicos y privados, Cruz Roja, etc. con el Grupo de Respuesta de la industria en cuestión, ya que puede darse el caso en que el Grupo de Respuesta sea el primero en presentarse al sitio del incidente y por ser un material bien identificado por él, esto facilite el accionar, pero son tantos los materiales y residuos peligrosos que en caso de no ser así, y el primero que se presente sea un cuerpo de seguridad no especializado las acciones primeras de evacuación y contención, si es posible, pueden ser realizadas pero no con la facilidad y eficiencia que lo haría el Grupo de Respuesta. De aquí que un Plan de Emergencia por parte de una industria debe contemplar el apoyo del Sistema Nacional de Emergencias creado por el CENAPRED (el cual a su vez está apoyado por el SETIQ, Sistema de Emergencias para el Transporte en la Industria Química) de la Secretaría de Gobernación.

8.5 Es de suma importancia que las industrias que no cuente con la capacidad económica para la creación de un Plan de Emergencia y un Grupo de Respuesta busquen la posibilidad de asociarse con otras empresas afines que se encuentren ubicadas en la zona de influencia y la ruta de transporte para la creación de asociaciones de ayuda mutua. Esto permite una inversión menor, fácilmente asimilable.

8.6 Las Normas Oficiales Mexicanas referentes al transporte de Materiales Peligrosos, al igual que las emitidas por el Department of Transportation (DOT) en los Estados Unidos de América y el CANUTEC en Canadá, han sido homologadas a las de la Organización de las Naciones Unidas,

por lo que un transportista en México puede circular libremente en cualquiera de estos países ya que está regido por los mismos principios para este tipo de transporte.

**CAPITULO 9**  
**BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- BRUDIE, B.B.; GILLETTE, J.R.; ACKERMAN, H.S.  
"Handbook of experimental pharmacology"  
Vol. 28
  
- 2.- DE FERNICOLA, Nilda A.G.C.  
"Nociones básicas de toxicología"  
Ed. CINVESTAV IPN; México.
  
- 3.- DEAN, Jack H.; MURRAY, Michael J.  
"Toxic responses of the immune system"  
Ed. Pergamon Press; New York; 1991.
  
- 4.- DOULL; J.; KLAASEN, C.D. and AMDER, M.U.  
"The basic science of poisoning"  
Ed Mc Millan Coe; 1980.
  
- 5.- GOLDSTEIN, A.; ARANOW, L.; KALMON, S.M.  
"Principles of drug action"  
Ed. Wiler-Aeath; New York; 1974; Hayes Co.
  
- 6.- HODGSON, Ernest; GUTHRIE, Frank E.  
"Introduction of biological toxicology"  
Ed. N.C.S.U.; North Carolina.



- 7.- HODGSON, Ernest; GUTHRIE, Frank E.  
"Introduction to biochemical toxicology"  
Ed. Elsevier; North Holland.
- 8.- LOONIS, Ted; et. al.  
"Essentials of toxicology".  
Ed. Lea and Febiger; Philadelphia; 1978.
- 9.- MANAHAN, Stanley E.  
"Toxicological chemistry"  
Ed. Lewis Publishers; Second edition.
- 10.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes; 1993.  
Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.
- 11.- Norma Oficial Mexicana NOM-002-SCT2-1994  
Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.
- 12.- Norma Oficial Mexicana NOM-003-SCT2-1993  
Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias y residuos peligrosos.

**13.- Norma Oficial Mexicana NOM-004-SCT2-1993**

Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

**14.- Norma Oficial Mexicana NOM-005-SCT2-1993**

Información de emergencia en transportación, para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

**15.- Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCT2-1993**

Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos.

**16.- Norma Oficial Mexicana NOM-007-SCT2-1993**

Envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.

**17.- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCT2-1993**

Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de materiales peligrosos de la clase 1 explosivos.

**18.- Norma Oficial Mexicana NOM-009-STPS-1993**

Condiciones de seguridad e higiene para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas en los centros de trabajo.

**19.- Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1993**

Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

**20.- Norma NFPA-49**

Hazardous chemicals data.

**21.- Norma NFPA-704**

Special hazards identification of materials by hazard signal system.

**22.- BENNETT, Gary; FEATES, Frank; WILDER, Ira.**

**Hazardous Materials Spills Handbook**

Ed. Mc Graw Hill; New York; 1982