

**SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN**

**Lic. Santiago Creel Miranda**  
Secretario de Gobernación

**Lic. María del Carmen Segura Rangel**  
Coordinadora General de Protección Civil

**CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES**

**M. en I. Roberto Quaas Weppen**  
Director General

**Dr. Sergio M. Alcocer Martínez de Castro**  
Coordinador de Investigación

**Ing. Enrique Guevara Ortiz**  
Coordinador de Instrumentación

**M. en I. Tomás Alberto Sánchez Pérez**  
Coordinador de Difusión

**Lic. Gloria Luz Ortiz Espejel**  
Coordinadora de Capacitación

**Lic. Luz María Flores Guerrero**  
Coordinadora Administrativa

**Profra. Carmen Pimentel Amador**  
Secretaria Técnica

1ª edición, noviembre 2002  
CI/RQ-30112002

©SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN  
Abraham González Núm 48,  
Col. Juárez, Deleg. Cuauhtémoc,  
C.P. 06699, México, D.F.

©CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES  
Av. Delfín Madrigal Núm 665,  
Col. Pedregal de Santo Domingo,  
Deleg. Coyoacán, C.P.04360, México, D. F.  
Teléfonos:  
(55) 54 24 61 00  
(55) 56 06 98 37  
Fax. (55) 56 06 16 08  
e-mail [editor@cenapred.unam.mx](mailto:editor@cenapred.unam.mx)  
[www.cenapred.unam.mx](http://www.cenapred.unam.mx)

© Autor: Rubén Darío Rivera Balboa

Edición: Violeta Ramos Radilla  
Portada: D G Demetrio Vázquez y Susana González

ISBN. 970-628-631-4  
Derechos reservados conforme a la ley  
IMPRESO EN MÉXICO, *PRINTED IN MEXICO*

Distribución Nacional e Internacional: Centro Nacional de Prevención de Desastres

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

**METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO EN EL TRANSPORTE TERRESTRE DE  
MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS**

**Rubén Darío Rivera Balboa**

**Coordinación de Investigación  
Área de Riesgos Químicos**

**Noviembre, 2002**

## CONTENIDO

RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	7
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	9
CAPÍTULO II LEGISLACIÓN .....	11
2.1 Definiciones de material y residuo peligroso .....	11
2.2 Marco legal .....	13
2.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente .....	14
2.2.2 Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos .....	14
2.2.3 Ley Federal para el Control de Precursores Químicos, Productos Esenciales y Máquinas para Elaborar Cápsulas, Tabletas y/o Comprimidos .....	15
2.2.4 Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos .....	15
2.2.5 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos .....	18
2.2.6 Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo .....	18
2.2.7 Normas Oficiales Mexicanas .....	19
CAPÍTULO III ANÁLISIS DE RIESGO .....	23
3.1 Proceso de análisis de riesgo .....	23
3.1.1 Definición de los objetivos del análisis .....	23
3.1.2 Descripción del sistema .....	24
3.1.3 Identificación de peligros .....	24
3.1.4 Enumeración de incidentes .....	25
3.1.5 Selección de incidentes .....	25
3.1.6 Estimación de consecuencias .....	25
3.1.7 Estimación de frecuencias y probabilidades .....	25
3.1.8 Estimación del riesgo .....	26
3.2 Proceso de administración de riesgos en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos .....	26
3.2.1 Evaluación de riesgos .....	29
3.2.1.1 Análisis de alcances y selección de objetivos .....	29
3.2.1.2 Identificación de eventos .....	30
3.2.1.3 Análisis de frecuencias .....	30
3.2.1.4 Análisis de consecuencias .....	31
3.2.1.5 Estimación o valoración del riesgo .....	31
3.2.2 Control de riesgos .....	31
3.2.3 Vigilancia del desempeño .....	32
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS .....	35
4.1 Modelos de fuente .....	35
4.1.1 Liberaciones tipo chorro de gas .....	38
4.1.2 Liberación tipo chorro de líquido .....	38
4.1.3 Liberación tipo chorro de dos fases .....	38

4.1.4 Charcas de líquido.....	38
4.2 Modelos de dispersión.....	40
4.2.1 Modelos para plumas de gases neutralmente o positivamente flotantes .....	41
4.2.2 Modelos para dispersión de gas denso.....	41
4.3 Modelos para explosión e incendio .....	42
4.3.1 Modelos basado en la detonación de TNT.....	43
4.3.2 Modelos no basados en la detonación de TNT.....	44
4.3.3 Explosión por expansión de vapor de líquido en ebullición (BLEVE) y bola de fuego.....	45
4.3.4 Charcas de fuego .....	46
4.4 Modelos de efectos.....	47
4.4.1 Efectos de material tóxico .....	48
4.4.2 Efectos térmicos .....	48
4.4.3 Efectos de explosiones.....	49
4.5 Escenarios .....	49
<b>CAPÍTULO V ANÁLISIS DE FRECUENCIAS .....</b>	<b>51</b>
5.1 Métodos para la estimación de la frecuencia y la probabilidad de accidentes e incidentes .....	51
5.1.1 Registros históricos e inferencia estadística .....	51
5.1.2 Árbol de fallas .....	53
5.1.3 Árbol de eventos.....	54
5.1.4 Modelación analítica y simulación .....	55
5.1.5 Estimación subjetiva.....	56
5.1.6 Análisis bayesiano.....	56
5.2 Factores que contribuyen a los accidentes .....	56
5.2.1 Factores asociados con el vehículo .....	57
5.2.2 Factores asociados con el conductor.....	57
5.2.3 Factores asociados con el camino o el ambiente .....	57
5.3 Base de datos sobre accidentes, incidentes y exposición .....	58
5.3.1 Datos sobre accidentes de tráfico .....	58
5.3.1.1 Frecuencia de accidentes.....	59
5.3.2 Datos sobre incidentes .....	59
5.3.2.1 Frecuencia de incidentes.....	59
5.4 Procedimiento para la estimación del volumen de tráfico y tasa de accidentes .....	60
<b>CAPÍTULO VI METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL RIESGO EN EL</b>	
<b>TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.....</b>	<b>65</b>
6.1 Definición de accidente, incidente y resultados de incidente .....	65
6.2 Medición del riesgo .....	65
6.2.1 Riesgo individual.....	66
6.2.2 Riesgo social .....	66
6.3 Modelos para la evaluación del riesgo en el transporte .....	67
6.3.1 Incertidumbre en los modelos de evaluación de riesgo .....	69
6.4 Primera metodología para la evaluación del riesgo en el transporte .....	70
6.4.1 Evaluación del riesgo individual .....	70
6.4.1.1 Procedimiento para el cálculo del riesgo individual.....	71
6.4.2 Evaluación del riesgo social .....	73
6.4.2.1 Procedimiento para el cálculo del riesgo social.....	74

6.5 Segunda metodología para la evaluación del riesgo en el transporte .....	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	85
BIBLIOGRAFÍA .....	87

## RESUMEN

El transporte de materiales y residuos peligrosos es una actividad vital en cualquier sociedad industrializada. En México, el transporte de dichos materiales se realiza principalmente por vía carretera y ferroviaria, para lo cual se dispone de 98 031 kilómetros de carreteras pavimentadas de dos carriles, 10,055 kilómetros de carreteras de cuatro o más carriles y una red ferroviaria con 26,622 kilómetros de longitud. Los riesgos asociados al transporte de materiales y residuos peligrosos es la causa principal por la cual las autoridades regulan esta actividad. A pesar de que los accidentes en el transporte de estos materiales son eventos que pueden considerarse poco frecuentes, una liberación de material puede ocurrir y tener impactos considerables al ambiente, las personas próximas al sitio del incidente y a propiedades. El presente trabajo proporciona información que permite un acercamiento al transporte de materiales y residuos peligrosos, y como objetivo principal establece un procedimiento para la evaluación cuantitativa del riesgo, el cual incluye la determinación de la exposición, las consecuencias posibles de una liberación e integra ambos componentes en los resultados. Sin embargo, en el trabajo se concluye que para la aplicación en México del procedimiento para la evaluación cuantitativa del riesgo es necesario determinar las tasas de accidentes para los vehículos utilizados en el transporte de materiales y residuos peligrosos, así como las frecuencias y probabilidades condicionales indicadas en el procedimiento, de acuerdo con la situación particular del país.

## ABSTRACT

Transportation of waste and hazardous materials is an essential activity in any industrialized society. In Mexico such materials are mainly transported by highways and railways. For this purpose, there are 98,031 kilometers of two-lane paved highways; 10,055 kilometers of four-lane (or more lanes) highways; and a 26,622 kilometer long railway network. Risks related to the transportation of waste and hazardous materials are the principal reason for which authorities regulate this activity. Although accidents during transportation of these materials are events that can be considered less frequent, releases of hazardous materials may occur and considerably impact the environment, people close to the incident and properties. This document provides an examination of the transportation of waste and hazardous materials, and as a main objective establishes a procedure for quantitatively assessing the risk, which includes the evaluation of the exposition, the possible consequences of spills, and integrates both components in the results. However, the work concludes that, in order to apply the risk quantitative assessment procedure in Mexico, it is necessary to determine the accident rates for vehicles used in hazardous materials and waste transportation, as well as the conditional frequencies and probabilities indicated in the procedure, according to the specific situation of the transportation infrastructure in Mexico.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El transporte de materiales y residuos peligrosos es inherente a cualquier sociedad con un desarrollo tecnológico. Los procesos industriales dependen de un flujo ininterrumpido de materiales y residuos, y cuando éste se realiza existe un peligro potencial para la población y el ambiente en caso de una liberación accidental. En México, las materias primas, productos terminados y residuos, empleados, elaborados o generados por la industria se transportan principalmente por vía carretera y ferroviaria; en esta operación se utilizan diferentes configuraciones y tipos de camiones, autotanques y carrotanques. Estos materiales y residuos peligrosos presentan características: explosivas, inflamables, oxidantes, radiactivas, tóxicas y/o biológico-infecciosas. Los materiales peligrosos normalmente son transportados por empresas especializadas que utilizan equipo diseñado para este propósito y para prevenir liberaciones al ambiente en caso de un accidente: por lo que una liberación accidental de material es posible sólo si existe un daño al recipiente o sus accesorios.

Actualmente México cuenta con una infraestructura carretera de aproximadamente 329,532 kilómetros, de ésta destacan alrededor de 108,086 kilómetros de carreteras pavimentadas (98 031 kilómetros de dos carriles y 10,055 kilómetros de cuatro o más carriles); asimismo, la red ferroviaria está integrada por 26,622 kilómetros que incluyen vías principales, secundarias y particulares, de las cuales 26,455 kilómetros son de vía ancha y 167 de vía angosta (SCT, 2000).

Los riesgos asociados con el transporte de materiales peligrosos es una de las razones principales por la cual las autoridades regulan esta actividad; asimismo los accidentes durante el transporte constituyen la causa principal de liberaciones no intencionales debido a esto las autoridades han establecido disposiciones con el propósito de disminuir el número de accidentes y los riesgos. Dentro de los aspectos considerados en las regulaciones se encuentran el etiquetado de recipientes, la identificación de vehículos, especificaciones de diseño del contenedor o recipiente, y medidas a realizarse en caso de un incidente.

Los accidentes en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos son eventos que pueden considerarse poco frecuentes, de acuerdo a la magnitud de sus frecuencias; sin embargo una liberación accidental del material puede ocurrir y tener impactos de consideración al ambiente, propiedades y a personas próximas al sitio del incidente. El riesgo en el transporte puede establecerse en términos de la posibilidad de un accidente y sus consecuencias, para esto se requiere el obtener información sobre los resultados del accidente, por ejemplo si existe una liberación de material, cantidad liberada y si el material se incendió, explotó o fue una dispersión de segura en la atmósfera. Por ello el registro de accidentes y su análisis son imprescindibles para determinar las frecuencias, probabilidades y medidas o estimaciones del riesgo.

Para establecer la probabilidad de una liberación accidental en el transporte de materiales y residuos peligrosos y en la evaluación del riesgo, se requiere determinar las tasas de accidentes en camiones, las cuales integran tres tipos de datos: geometría de la carretera, volúmenes de tráfico y registros de accidentes; estos datos deberán relacionarse por medio de un identificador común, que puede ser el kilometraje asignado al camino en consideración.

La estimación del riesgo implica la consideración de una serie de pasos que inicia con la comprensión del nivel de exposición (número de envíos, toneladas transportadas, distancia recorrida), tipo de incidente, causa y frecuencia, y las consecuencias del incidente (muerte, lesiones, daños), para la posterior integración de los resultados. La manera en que los anteriores componentes se definan y midan dependerá principalmente de la información disponible y del propósito de la evaluación del riesgo. El riesgo se expresa comúnmente por un número conocido como riesgo social. Las medidas de riesgo pueden expresarse de acuerdo a los daños a la propiedad, lesionados o muertes. Sin embargo, evaluar el riesgo como un número no proporciona la misma información de los perfiles o contornos de riesgo, ya que ésta es una distribución de la probabilidad y de las consecuencias.

De esta manera, para establecer medidas para incrementar la seguridad en carreteras durante el transporte de materiales y residuos peligrosos es fundamental el disponer de información detallada, precisa y suficiente sobre carreteras, accidentes, unidades de transporte, tráfico de vehículos, etcétera, que permitan aplicar los métodos de análisis y fundamentar la toma de decisiones. Lo anterior permitirá realizar una comparación de las medidas posibles basándose en términos cuantitativos, como son las tasas de accidentes, el riesgo social e individual, y costos económicos asociados. La cuantificación del riesgo en el transporte, además de ayudar en la selección de alternativas para el manejo y a la toma de decisiones, puede utilizarse para una comunicación efectiva del riesgo al público.

El presente trabajo tiene como propósito principal establecer una metodología para la evaluación del riesgo debido al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, que posea una estructura sistemática, no utilice índices subjetivos e integre las componentes principales del riesgo. Asimismo, se incluye en los diferentes capítulos información que permite un acercamiento al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

El capítulo I proporciona una introducción al contenido del trabajo; en el capítulo 2 se presentan los artículos de las leyes, reglamentos y normas que constituyen el marco legal en el cual se desarrollan las actividades de transporte de materiales y residuos peligrosos. En el capítulo 3 se describen las etapas del proceso de análisis de riesgos y los componentes del proceso de administración de riesgos. El capítulo 4 presenta las principales características de los modelos empleados para el análisis de consecuencias. El capítulo 5 contiene las técnicas para la estimación de la frecuencia y probabilidad de un accidente e incidente, factores involucrados en los accidentes, procedimiento para la estimación del volumen de tráfico, y de la tasa de accidentes. En el capítulo 6 se establece el desarrollo metodológico para la evaluación cuantitativa del riesgo. Por último se incluyen las conclusiones obtenidas y algunas recomendaciones.

## CAPÍTULO II

### LEGISLACIÓN

Las disposiciones que regulan el transporte de materiales y residuos peligrosos se fundamenta en que una liberación accidental de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, radiactivas, corrosivas u oxidantes, puede ocasionar una afectación a la población cercana, al ambiente y/o a las propiedades. Por lo tanto la regulación de esta actividad tiene como propósito su control y el logro de un nivel de seguridad apropiado.

En este capítulo se presenta el marco legal que rige el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

#### 2.1 DEFINICIONES DE MATERIAL Y RESIDUO PELIGROSO

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define a un *material peligroso* como:

*"Elemento, sustancia, compuesto, residuo o mezcla de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas".*

La Ley anterior define a un *residuo* como:

*"Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que se generó".*

La norma oficial mexicana NOM-052-ECOL-1993 establece los residuos peligrosos de acuerdo a su fuente generadora, clasificándolos en residuos peligrosos por giro industrial y por proceso, así como por fuente no específica de acuerdo a las tablas 1, 2 y 3 incluidas en la norma; además establece las propiedades que definen a las características que deberán presentar los residuos para ser considerados como peligrosos; estas características y propiedades se indican en la Tabla 2.1.

Asimismo, el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos define a un *material peligroso* como: *aquella sustancia peligrosa, sus remanentes, sus envases, embalajes y demás componentes que conformen la carga que será transportada por las unidades. De igual manera define a una sustancia peligrosa como: todo aquél 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*

En el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, se clasifican las sustancias peligrosas de acuerdo a sus características en clases, y éstas a su vez en divisiones de acuerdo al tipo de riesgo que presentan. En la tabla 2.2 se describen las características que corresponden a cada una de las clases.

Tabla 2.1 Características CRETIB

Característica	Propiedad
<b>Corrosividad</b>	En estado líquido o en solución acuosa presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0; o mayor o igual a 12.5 En estado líquido o en solución acuosa, a una temperatura de 55°C es capaz de corroer el acero al carbón, a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año
<b>Reactividad</b>	Bajo condiciones normales (25°C y 1 atmósfera), se combina o polimeriza violentamente sin detonación. En condiciones normales (25°C y 1 atmósfera) cuando se pone en contacto con agua en relación (residuo-agua) de 5:1, 5:3, 5:5, reacciona violentamente formando gases, vapores o humos. Bajo condiciones normales cuando se ponen en contacto con solución de pH ácido (HCl 1.0 N) y básico (NaOH 1.0 N) en relación (residuo-solución) de 5:1, 5:3, 5:5, reaccionando violentamente formando gases, vapores o humos. Posee en su constitución cianuros o sulfuros que al exponerse a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades mayores a 250 mg de HCN/kg de residuo o 500 mg de H <sub>2</sub> S/kg de residuo, o cuando es capaz de producir radicales libres
<b>Explosividad</b>	Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenceno. Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y a 1.03 kg/cm <sup>2</sup> de presión
<b>Toxicidad al ambiente</b>	Cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la Norma Oficial mexicana NOM-053-ECOL-1993, el lixiviado de la muestra representativa contiene cualquiera de los constituyentes listados en las tablas del anexo 5 de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.
<b>Inflamabilidad</b>	En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60 °C. No es líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25 °C y a 1.03 kg/cm <sup>2</sup> ). Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.
<b>Biológica infecciosa</b>	Un residuo es biológico-infeccioso cuando; el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección; contiene toxinas producidas por microorganismos con capacidad de infección.

Fuente: NOM-052-ECOL-1993.

Tabla 2.2 Clasificación de las sustancias peligrosas

Clase	Denominación	Descripción
1	Explosivos	Incluye <i>Sustancias explosivas</i> : Son sustancias o mezcla 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. <i>Sustancias pirotécnicas</i> : Son sustancias o mezclas 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. <i>Objetos explosivos</i> : Son objetos que contienen una o varias sustancias explosivas
2	Gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión	Son completamente gaseosas a 20 °C a una presión normal de 101.3 kPa, a 50 °C tienen una presión de vapor mayor a 300 kPa
3	Líquidos inflamables	La clase 3 son mezclas o líquidos que contienen sustancias sólidas en solución o suspensión, 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
4	Sólidos inflamables	Son sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea, así como aquellos que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.
5	Oxidantes y peróxidos orgánicos	<i>Sustancias oxidantes</i> : Sustancias que sin ser necesariamente combustibles, pueden generalmente liberando oxígeno, causar o facilitar la combustión de otras <i>Peróxidos orgánicos</i> : 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 poseer otras propiedades.
6	Tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos	<i>Tóxicos agudos (venenos)</i> : 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 <i>Agentes infecciosos</i> : Son las 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
7	Radiactivos	Son todos los materiales cuya actividad específica es superior a 70 kBq/kg (2 nCi/g).
8	Corrosivos	Son sustancias líquidas o sólidas que por su acción química causan lesiones graves a los tejidos vivos con los que entran en contacto o que si se produce un escape pueden causar daños e incluso destrucción de otras mercancías o de las unidades en las que son transportadas
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 representar un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad a los usuarios y la propiedad a terceros

Fuente: Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, 1993

## 2.2 MARCO LEGAL

El transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos está regido por disposiciones contenidas en leyes, reglamentos y normas emitidos por las autoridades correspondientes, las cuales constituyen el marco legal que regula esta actividad. A continuación se describen las principales disposiciones.

### **2.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente contiene diferentes disposiciones aplicables al manejo de materiales y residuos peligrosos, destacando las siguientes:

En materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente compete a la Federación, entre otras facultades, la regulación y el control de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas (artículo 5 fracción VI).

El artículo 38 establece que: los productores, empresas u organizaciones empresariales podrán desarrollar procesos voluntarios de autorregulación ambiental, a través de los cuales mejoren su desempeño ambiental, respetando la legislación y normatividad vigente en la materia y se comprometan a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental.

El título cuarto capítulo VI hace referencia a la regulación y control de los materiales y residuos peligrosos, donde el artículo 150 establece que: los materiales y residuos peligrosos deben manejarse de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (actualmente Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales, SEMARNAT), con previa opinión de diversas Secretarías como la de Comercio y Fomento Industrial (actualmente Secretaría de Economía), la de Comunicaciones y Transporte, de Marina y de Gobernación. La regulación de estos materiales incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final. Asimismo, la SEMARNAT en coordinación con las anteriores dependencias, expedirá las normas oficiales mexicanas en las que establecerán los requisitos para el etiquetado y envasado de materiales y residuos peligrosos, así como para la evaluación del riesgo e información sobre contingencias y accidentes que pudieran generarse por su manejo, particularmente tratándose de sustancias químicas.

El manejo y disposición final de residuos peligrosos es responsabilidad de quien los generó, en el caso de contratar los servicios para el manejo y disposición final de residuos peligrosos, la responsabilidad por las operaciones será de estas empresas independientemente de quien los haya generado (artículo 151). Asimismo, el artículo 151 Bis indica que se requiere autorización de la SEMARNAT para el transporte de residuos peligrosos. Cuando los residuos peligrosos se transporten a un predio distinto a aquél en el que se generaron, se estará en lo dispuesto en la normatividad aplicable al transporte terrestre de residuos peligrosos (artículo 152).

Por último, en lo relativo a la importación o exportación de materiales o residuos peligrosos el Ejecutivo Federal es el encargado de restringir estas actividades, correspondiendo a la SEMARNAT el control y la vigilancia ecológica de los anteriores, aplicando las medidas de seguridad que correspondan (artículo 153).

### **2.2.2 Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos**

El Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos en el artículo 1. menciona que: el transporte terrestre de materiales peligrosos realizado por las fuerzas armadas mexicanas no lo regula el anterior Reglamento sino la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos. Es así, que el transporte de explosivos por particulares además de las disposiciones contenidas en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, deberán sujetarse a las contenidas en la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, la cual hace énfasis en el control y vigilancia que debe tenerse de estos productos, es decir de su posesión, fabricación, comercio, importación, exportación y actividades conexas, y sobre el transporte y almacenamiento.

En el título tercero de la presente Ley (correspondiente a la fabricación, comercio, importación, exportación y actividades conexas) el artículo 37 indica que el control y vigilancia de las actividades y operaciones industriales, y comerciales que se realicen con armas, municiones, explosivos, artificios y

sustancias químicas será realizada por la Secretaría de la Defensa Nacional; y los permisos que se requieran en estas actividades serán otorgados por la misma Secretaría con conocimiento de la Secretaría de Gobernación. Asimismo en el artículo 38 indica que los permisos no eximirán a los interesados de cubrir los requisitos que señalen otras disposiciones legales.

El artículo 40 señala que las actividades industriales y comerciales relacionadas con armas, municiones, explosivos y demás objetos que regula esta ley, se sujetarán a las disposiciones que dicte la Secretaría de la Defensa Nacional. En el artículo 41 indica que las disposiciones contenidas en el título tercero son aplicables a todas las actividades relacionadas con los diferentes tipos de: armas, pólvora y explosivos, artificios, y sustancias químicas relacionadas con explosivos. De acuerdo al artículo 42 los permisos específicos pueden ser generales, ordinarios o extraordinarios. Asimismo los permisos son intransferibles (artículo 44) y la SEDENA podrá negar, suspender o cancelar discrecionalmente los permisos (artículo 43).

Dentro del capítulo IV, relativo al transporte, el artículo 60 establece que los permisos generales para cualquiera de las actividades contempladas en el título tercero (que incluye la autorización para el transporte dentro del territorio nacional de las armas, objetos y materiales que amparen), y sus tenedores deberán sujetarse a las leyes, reglamentos y disposiciones relativas. La transportación que deriven de los permisos deberá ajustarse a las medidas de seguridad que se precisen en dichos permisos (artículo 61). En los aspectos del control y vigilancia, se establece en el artículo 68 que quienes posean permiso general, deberán informar a la SEDENA de manera detallada sus actividades mensuales. Asimismo el artículo 73 establece que los permissionarios están obligados a cumplir con la medidas de información, control y seguridad que establezca la SEDENA. El artículo 86 indica la sanción para quienes transporten sin el permisos respectivo; y el artículo 87 contiene las sanciones correspondientes cuando el transporte se realiza sin ajustarse a las condiciones de seguridad, quienes realicen el transporte por medio de empresas no autorizadas y para las empresas transportistas

### **2.2.3 Ley Federal para el Control de Precursores Químicos, Productos Químicos Esenciales y Máquinas para Elaborar Cápsulas, Tabletas y/o Comprimidos**

Esta Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de diciembre de 1997, tiene por objeto controlar la producción, preparación, enajenación, adquisición, importación, exportación, transporte, almacenaje y distribución de precursores químicos, productos químicos esenciales y máquinas para elaborar cápsulas, tabletas y/o comprimidos, a fin de evitar su desvío para la producción ilícita de narcóticos. En el artículo 4 se indican las sustancias controladas, clasificándolas como precursores químicos y como productos químicos esenciales. Las cantidades o volúmenes de productos químicos esenciales a partir de los cuales serán aplicables, a las personas que realicen las actividades reguladas las disposiciones contenidas en esta Ley, se determinarán mediante acuerdo y se publicarán en el Diario Oficial de la Federación (artículo 6). La Ley establece que no se podrá separar o reducir la cantidad o volumen de cada operación que se realice con productos químicos esenciales, con el propósito de eludir la aplicación de la misma. Quienes realicen el transporte terrestre, marítimo o aéreo de precursores químicos o productos químicos esenciales deben presentar aviso por única vez a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, dentro de los 30 días siguientes a la fecha en que lo realicen por primera ocasión. Asimismo deberán informar anualmente a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, las cantidades o volúmenes de precursores químicos o productos químicos esenciales que hubieren transportado durante el periodo (artículo 9). Quienes transporten productos químicos o productos químicos esenciales por sus propios medios y únicamente para su uso particular, estarán exentos de las obligaciones previstas en los artículos 8 y 9. De acuerdo al artículo 18, la verificación de las actividades reguladas en lo correspondiente al transporte de precursores químicos o productos químicos esenciales la realizará la Secretaría de Comunicaciones y Transportes respecto de las obligaciones previstas en los artículos 8, 9, 11, 12 y 13.

### **2.2.4 Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos**

El Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos establece las disposiciones a que deberá sujetarse el transporte en las vías generales de comunicación de los productos considerados como peligrosos. En forma general, este Reglamento abarca los siguientes puntos:

El título primero corresponde a las disposiciones generales y a la clasificación de las sustancias peligrosas. En el artículo tercero menciona que la aplicación del Reglamento para el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos en las vías generales de comunicación terrestre y sus servicios auxiliares y conexos, corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT). El artículo 5 indica que para el transporte de materiales y residuos peligrosos por las vías generales de comunicación es necesario que la Secretaría otorgue a los transportistas un permiso.

El artículo 6 establece la prohibición de transportar personas, animales, productos alimenticios de consumo humano o animal, artículos de uso personal y residuos sólidos municipales, en unidades que hayan sido autorizadas para transportar materiales y residuos peligrosos. En los artículos 7 al 16 se establece la clasificación de las sustancias peligrosas de acuerdo a las características que presenten. El artículo 17 indica que la identificación de las sustancias peligrosas, así como su traslado y método de envase y embalaje deberá realizarse de acuerdo a la norma correspondiente.

El título segundo contiene disposiciones aplicables a los envases y embalajes, nuevos y reutilizables, empleados para el transporte de sustancias o residuos, y las excepciones correspondientes. En el artículo 21 se menciona que la inspección deberá realizarla el expedidor de estas sustancias, al envase y embalaje antes de ser llenado y entregado para su transporte; asimismo, las medidas preventivas para evitar el crear o aumentar el riesgo durante el transporte del material se establecen en los artículos 22 al 28. El artículo 29 indica que las especificaciones y características de construcción y reconstrucción, así como los métodos de prueba de envase y embalaje, se establecerán en las normas correspondientes.

El artículo 31 establece que para la identificación y el reconocimiento del riesgo de las sustancias o residuos peligrosos, cada envase y embalaje deberá contar con la etiqueta o etiquetas correspondientes. Asimismo, de acuerdo al artículo 32 todo envase y embalaje destinado a transportar sustancias o residuos peligrosos deberán llevar marcas indelebles, visibles y legibles que certifiquen que están fabricados conforme a las normas correspondientes.

En el título tercero correspondiente a las características, especificaciones y equipamiento de los vehículos motrices y unidades de arrastre, se hace mención a las especificaciones que debe cumplir toda unidad motriz utilizada en el traslado de materiales y residuos peligrosos. El artículo 34 indica que la construcción o reconstrucción de los autotanques, unidades de arrastre, recipientes intermedios para granel y contenedores cisternas, deberá realizarse conforme a las normas respectivas; además las unidades mencionadas deberán contar con aditamentos de emergencia y dispositivos de protección, de conformidad con la norma respectiva. Los artículos 37 al 40 establecen la manera en que deberán identificarse los camiones, unidades de arrastre, recipientes intermedios para granel y contenedores cisternas.

El título cuarto que trata sobre las condiciones de seguridad, se establecen las condiciones en que se realizará la inspección de las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos, el acondicionamiento de la carga, la documentación requerida para el traslado de materiales, así como lo relativo al Sistema Nacional de Emergencia en Transportación de Materiales y Residuos Peligrosos. De esta manera el artículo 41 precisa que la inspección técnica y de operación de las unidades será periódica

El acondicionamiento de la carga deberá hacerse de acuerdo a las normas correspondientes (artículo 47), asimismo las unidades que estén cargadas con diversas clases de materiales y residuos peligrosos deberán contar con la información de emergencia de cada uno de los materiales (artículo 49). Los artículos 50 al 53 indican la documentación obligatoria para el traslado de materiales y residuos peligrosos.

En los artículos 54 al 56, se establece que se creará el Sistema Nacional de Emergencia en Transportación de Materiales y Residuos Peligrosos. El sistema tendrá por objeto proporcionar información técnica y específica sobre las medidas y acciones que deben tomarse en caso de algún accidente o incidente. Asimismo, cuando el sistema reciba información sobre alguna emergencia en el transporte se alertará a la Policía Federal de Caminos y Puertos, al gobierno de la entidad federativa y las autoridades locales donde

aquella suceda y en su caso a la Secretaría de Gobernación a fin de poner en marcha los operativos de protección civil existentes.

Los artículos 58 a 101 mencionan las restricciones que como medidas de seguridad deberán observar en el autotransporte y el ferrocarril para el traslado de materiales y residuos peligrosos, para el caso del autotransporte se incluye no realizar paradas no justificadas y detener la unidad cuando las condiciones meteorológicas son adversas. Además, se hace referencia a las acciones a seguir, en caso de congestión vehicular, descompostura mayor de la unidad motriz y el estacionamiento nocturno en carretera.

Los artículos 102 a 108 establecen disposiciones especiales para el transporte de materiales y residuos peligrosos; de forma resumida abarca los siguientes puntos:

- ◆ El transporte de residuos peligrosos se realizará conforme a la clase de la sustancia peligrosa de que se trate (artículo 102).
- ◆ El manejo de los remanentes peligrosos por lavado o descontaminación de las unidades deberá apegarse a la normatividad correspondiente (artículo 103).
- ◆ La unidad a utilizar cumplirá con las especificaciones de construcción determinadas para el transporte de materiales, de acuerdo a la norma correspondiente (artículo 106).
- ◆ En el transporte de residuos peligrosos se deberán guardar la compatibilidad entre sí, en conformidad con la norma correspondiente (artículo 108).

Los artículos contenidos en el título séptimo, artículos 109 a 113, establecen la obligación de los transportistas, expedidores o generadores de los materiales y residuos peligrosos contraten un seguro que ampare los daños que puedan ocasionarse a terceros en sus bienes y personas, ambiente, vías de comunicación y cualquier otro daño; asimismo trata sobre la cobertura mínima del seguro y de la responsabilidad de transportista, expedidor, destinatario y generador.

Los artículos contenidos en el título octavo mencionan las obligaciones específicas del expedidor y destinatario de materiales y residuos peligrosos, autotransportista, conductor y la empresa constructora, reconstructora o arrendadora de unidades de arrastre. Las obligaciones del expedidor y destinatario del material y residuo peligroso, son medidas de seguridad para el manejo de estas sustancias que incluye el envase y embalaje, proporcionar la "*Información de emergencia en transportación*" del material o residuo transportado, equipo de seguridad necesario, carteles para la unidad y la verificación de maniobras de carga y descarga.

De acuerdo al artículo 118, en el autotransporte el expedidor, el autotransportista y el destinatario deberán coordinarse para que el material y residuo peligroso se transporte en condiciones de seguridad y llegue a tiempo a su destino y en buen estado, para lo cual se deberán tomar diferentes medidas entre las que destaca *el determinar la ruta de transporte que presente mejores condiciones de seguridad (art. 118 fracción III)*. El artículo 119 lista los requisitos que el autotransportista deberá cumplir, por ejemplo: no cargar materiales o residuos peligrosos que en su envase y embalaje o contenedor presenten fracturas, fugas o escurrimientos, revisar que la unidad no cuente con elementos punzocortantes u otros que puedan deteriorar la carga, exponiendo la salud y la vida de personas, bienes y el ambiente; proporcionar capacitación y actualización de conocimientos a su personal y conductores.

El artículo 120 establece las obligaciones que tiene el conductor, que incluye su capacitación y actualización, el realizar la revisión ocular diaria del vehículo verificando tanto las condiciones mecánicas como las de operación, y en caso de accidentes realizar las indicaciones de seguridad indicadas en la información de emergencia en transportación.

El artículo 121 indica las obligaciones de la empresa ferroviaria que transporte materiales o residuos peligrosos; asimismo los artículos 122, 123 y 124 establecen las respectivas obligaciones para las tripulaciones de trenes, de los jefes de patio y de los jefes de estación.

El artículo 125 establece que la empresa constructora, reconstructora o arrendadora de unidades de arrastre está obligada a entregar al comprador las especificaciones de diseño y construcción de la unidad adquirida, así como certificaciones que garanticen los materiales empleados, de acuerdo a la normatividad correspondiente.

Los artículos 128 a 133 tratan sobre la capacitación del personal y conductores que intervengan en el transporte de materiales y residuos.

Por último, los artículos 134 al 136 establecen las sanciones económicas y administrativas que se aplicarán en caso de infracción a los artículos dispuestos en el Reglamento. Las sanciones económicas incluyen multas (determinado número de salarios mínimos) de acuerdo al tipo de infracción. Las sanciones administrativas se determinan considerando la condición económica y el carácter intencional del infractor.

### **2.2.5 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos**

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1988, establece en el artículo 4 fracción IV que es competencia de la SEMARNAP (actualmente SEMARNAT) el autorizar la instalación y operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de los residuos peligrosos. Asimismo en la fracción VI del mismo artículo establece que para cualquier operación de manejo de residuos peligrosos el generador y las empresas de servicios de manejo deberá estar autorizado por la SEMARNAT; entendiéndose por manejo diversas operaciones incluido el transporte de residuos peligrosos (artículo 9). En el artículo 13 establece que el generador podrá contratar los servicios de una empresa de manejo de residuos peligrosos, estas empresas deberán contar con autorización previa de la SEMARNAT y serán responsables por lo que toca a la operación de manejo en la que intervengan. Para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos, el generador deberá envasarlos de acuerdo al estado físico, características de peligrosidad e incompatibilidad (artículo 14). De acuerdo al artículo 23, para transportar residuos peligrosos el generador deberá contar con los formatos de manifiesto de transporte; por cada volumen de transporte el generador deberá entregar al transportista un manifiesto original, debidamente firmado y dos copias del mismo, el original firmado por el transportista y una copia se le entregará al destinatario. El transportista deberá entregar a la SEMARNAT un informe semestral sobre los residuos transportados (artículo 25 y 26). Asimismo, de acuerdo al artículo 26 el transportista de residuos peligrosos deberá: contar con autorización de la SEMARNAT, contar con el manifiesto para transporte, verificar que los residuos estén correctamente envasados e identificados, sujetarse a las disposiciones sobre seguridad e higiene en el trabajo que correspondan, así como las aplicables en materia de tránsito y, de comunicaciones y transportes. Los vehículos destinados al transporte de residuos peligrosos deben contar con registro de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y cumplir con los requisitos que para este vehículo determine; los vehículos registrados para el transporte de residuos peligrosos solo podrán utilizarse para dicho fin, con excepción de aquellos que no estén en contacto directo con los residuos (artículo 27).

El artículo 42 establece que cuando por cualquier causa se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de residuos peligrosos en el transporte se deberá dar aviso inmediato a la SEMARNAT ratificado por escrito en los tres días siguientes.

### **2.2.6 Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo**

El Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo establece diferentes disposiciones relacionadas con el transporte y manejo de materiales peligrosos, acotadas a los centros de trabajo entendiéndose por éste a: *todo aquel lugar, cualquiera que sea su denominación, en el cual se realicen actividades de producción, de comercialización o de prestación de servicios, o en el que laboren personas que estén sujetas a una relación de trabajo.* El artículo 15 indica que el patrón deberá informar a los trabajadores de los riesgos relacionados con la actividad laboral específica que desarrollen, y en particular

acerca de los riesgos que implique el uso o exposición del medio ambiente laboral, así como capacitarlos respecto a las medidas y programas para su prevención y control. El capítulo VI correspondiente al *manejo, transporte y almacenamiento de materiales en general, materiales y sustancias químicas peligrosas* establece disposiciones para prevenir y, evitar daños a la vida humana y la salud de los trabajadores. En el artículo 135 establece que el patrón deberá capacitar a los trabajadores informándoles sobre los riesgos de trabajo inherentes a sus labores y las medidas preventivas para evitarlos. En el artículo 138 indica que en el transporte de materiales peligrosos se deberá contar con capacitación especializada.

### 2.2.7 Normas Oficiales Mexicanas

En las anteriores leyes y reglamentos se contempla la elaboración y aplicación de Normas Oficiales Mexicanas, las cuales de acuerdo a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización son *regulaciones técnicas de observancia obligatoria, expedidas por las dependencias competentes, que establecen especificaciones, atributos, características, prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación*. La tabla 2.3 muestra las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por diferentes Secretarías relacionadas con el manejo y transporte de materiales y residuos peligrosos.

**Tabla 2.3 Normas Oficiales Mexicanas para el manejo y transporte de materiales y residuos peligrosos**

Norma Oficial Mexicana	Descripción
NOM-002/SCT2-1994	Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.
NOM-003-SCT/2000	Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos.
NOM-004-SCT/2000	Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-005-SCT/2000	Información de emergencia para el transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-006/SCT2-1994	Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al autotransporte de materiales y residuos peligrosos.
NOM-007/SCT2-1994	Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.
NOM-009/SCT2-1994	Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 (explosivos).
NOM-010/SCT2-1994	Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos
NOM-011/SCT2-1994 NOM-EM-011/SCT2-1999	Condiciones para el transporte de las sustancias, materiales o residuos peligrosos en cantidades limitadas.
NOM-017/SCT2-1994	Lineamientos generales para el cargado, distribución y sujeción en las unidades de autotransporte de los materiales y residuos peligrosos.
NOM-019/SCT2-1994	Disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes para las unidades de autotransporte de materiales y residuos peligrosos.
NOM-020/SCT2-1994	Requerimientos generales para el diseño, construcción de autotanques destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos, especificaciones SCT 306, SCT 307 y SCT 312
NOM-023/SCT2-1994	Información técnica que debe contener la placa que portarán los autotanques, recipientes metálicos intermedios para granel y envases de capacidad mayor a 450 litros que transportan materiales y residuos peligrosos
NOM-024/SCT2-1994	Especificaciones para la construcción y reconstrucción, así como métodos de prueba de los envases y embalajes de las sustancias, materiales y residuos peligrosos
NOM-025/SCT2-1994	Disposiciones especiales para las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos.

Continuación

Continuación tabla 2.3

NOM-027/SCT2-1994	Disposiciones generales para el envase, embalaje y transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la división 5.2 (peróxidos orgánicos).
NOM-028/SCT2-1994	Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables
NOM-043/SCT2-1994	Documento de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-052-ECOL-1993	Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
NOM-053-ECOL-1993	Determinación de residuos peligrosos por su toxicidad al ambiente.
NOM-054-ECOL-1993	Incompatibilidad entre dos o más residuos peligrosos según la NOM-052-ECOL-1993
NOM-087-ECOL-1995	Separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológico infecciosos que se generan en establecimientos que presten atención médica.
NOM-10-SEDE-2000	Valoración de las condiciones de seguridad de los vehículos que transportan, suministran y distribuyen gas LP y medidas mínimas de seguridad que se deben observar durante su operación.
NOM-021/5-SCFI-1993	Recipientes sujetos a presión no expuestos a calentamiento por medios artificiales para contener gas LP tipo portátil para transporte de gas LP.
NOM-018-STPS-1994	Identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo

Asimismo, de acuerdo a los articulados del Tratado para el Comercio Libre de América del Norte las regulaciones (normatividad) para el transporte de materiales y residuos peligrosos deberán armonizarse entre los países firmantes, y con las recomendaciones establecidas por la Organización de las Naciones Unidas.

Además de las anteriores normas existe la *Guía Norteamericana para Respuesta en Caso de Emergencia* la cual fue desarrollada para ser usada por bomberos, policía, personal de servicios atención a emergencia, y por el propio conductor de la unidad en la respuesta inicial a un incidente. En donde la respuesta inicial es el periodo en el cual se confirma la presencia y/o identifican los materiales peligrosos, se inician las acciones protectoras, se establece el área de seguridad, se informa del incidente y se solicita ayuda de personal capacitado. La guía contiene:

- ◆ Recomendaciones para el uso de la guía
- ◆ Números telefónicos de organismos para aviso, para obtener información y de ayuda en caso de emergencia
- ◆ Ilustraciones de los carteles utilizados para la identificación de las diferentes clases de riesgo y sus divisiones
- ◆ Sección en la cual los materiales se ordenan de manera progresiva ascendente de acuerdo al número de identificación de la Organización de las Naciones Unidas donde se indica el número de guía correspondiente y el nombre del material
- ◆ Sección en la cual los materiales se ordenan alfabéticamente de acuerdo al nombre del material, se indica el número de guía correspondiente y el número de identificación de la Organización de las Naciones Unidas
- ◆ Guías numeradas que contienen: título que identifica el riesgo general de los materiales peligrosos a los cuales esta guía aplica; una sección donde se describen los riesgos potenciales que el material puede presentar en términos de fuego/explosión y efectos potenciales a la salud por exposición; una sección sobre medidas de seguridad pública basadas en la situación que se presente, esta sección proporciona información general sobre el aislamiento inmediato del sitio de acuerdo a las dimensiones del derrame y para incendio, tipo de ropa protectora y protección respiratoria recomendada; una sección sobre respuesta a emergencias por fuego, derrame o fuga y sobre medidas de primeros auxilios.
- ◆ Sección sobre la distancia de aislamiento inicial para los diferentes materiales ordenados conforme al número de las Naciones Unidas, especificado de acuerdo al tamaño del derrame o fuga y,

distinción de acuerdo al día o la noche Incluye asimismo una lista de materiales peligrosos reactivos al agua.

- ♦ Sección sobre: acciones de protección, factores considerados para la elaboración e interpretación de la tabla sobre distancias de aislamiento, ropa de protección personal, glosario de términos y sobre datos de la publicación.

En el contenido de este capítulo se puede observar que en el marco legal que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos no existe disposición alguna que exija un análisis de riesgos para la realización de esta actividad; solo se indica en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (artículo 118 fracción II) que *es responsabilidad del expedidor, autotransportista y el destinatario, dentro de la esfera de sus responsabilidades el determinar la ruta de transporte que presente mejores condiciones de seguridad.* Para realizar identificación de la ruta de transporte más segura es necesario que las autoridades correspondientes establezcan los criterios y procedimientos en que deba realizarse dicha selección, es aquí donde el análisis de riesgos de las diferentes rutas posibles puede ser una alternativa para evaluar de manera cuantitativa cual de las rutas presenta el menor riesgo, y proceder a una selección y medidas de seguridad adicionales o propuestas

Asimismo, dentro del marco legal que regula el transporte de materiales peligrosos no contempla una disposición que obligue a elaborar y entregar a las autoridades correspondientes un reporte detallado sobre incidentes y/o accidentes, con el propósito de disponer de información sobre los mismos, su posterior análisis y preparación de estadísticas. El artículo 54 del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos establece la creación del Sistema Nacional de Emergencia en Transportación, el artículo 55 del mismo Reglamento indica que el Sistema Nacional de Emergencia proporcionará información sobre medidas y acciones en caso de accidente o incidente. Además, el artículo 42 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos señala que en caso de un incidente con residuos peligrosos se deberá dar aviso inmediato y ratificado por escrito a la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (actualmente SEMARNAT), en este mismo artículo se establece el contenido que deberá tener el aviso por escrito, para lo cual existe un formato publicado como *Manifiesto para casos de derrame de residuos peligrosos por accidente*; el aviso para caso de derrame se aplica también al derrame de materiales peligrosos. Sin embargo, el contenido del manifiesto para casos de derrame no es apropiado para la investigación de incidentes en el transporte terrestre. Actualmente la fuente principal de información sobre accidentes e incidentes en transportación son los reportes de accidentes elaborados por la Policía Federal Preventiva (antes Policía Federal de Caminos) cuyo formato no incluye algunos aspectos sobre las condiciones del incidente. De acuerdo a lo anterior se requiere establecer una disposición que obligue al reporte detallado de los accidentes e incidentes con materiales peligrosos y un formato que contenga aspectos no considerados en los elaborados por la Policía Preventiva como son: origen y destino del envío, nombre del producto o productos involucrados, número de las Naciones Unidas, clase de peligro, tipo de área (rural, urbana) donde se localizó el incidente, resultado del incidente (fuga, incendio, explosión, etc ), entre otros posibles. De esta manera un formato de reporte obligatorio y apropiado permitirá establecer registros y elaborar estadísticas adecuadas para la identificación de peligros y riesgos; adicionalmente, se puede establecer en dicha disposición el reporte de incidentes en operaciones de carga, descarga y almacenamiento temporal, la cantidad liberada a partir de la cual se obliga al reporte, pérdidas mínimas que obliguen a su reporte, el reporte obligatorio en caso de existir lesionados sin importar la cantidad liberada, entre otras.