



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**PROPUESTA PARA LA EVALUACION DE
RUTAS CRITICAS POR TRANSPORTE DE
MATERIALES QUIMICO-PELIGROSOS EN EL
D.F.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A :

GIOVANNI OCTAVIO HERNANDEZ URIBE



MEXICO, D. F.



**EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA**

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

Facultad de Química

**PROPUESTA PARA LA EVALUACIÓN DE
RUTAS CRÍTICAS POR TRANSPORTE DE
MATERIALES QUÍMICO- PELIGROSOS EN EL
D.F.**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTA

GIOVANNI OCTAVIO HERNÁNDEZ URIBE

MÉXICO, D.F.

2004

Jurado asignado:

Presidente	Prof. NATALIA ELVIRA DE LA TORRE ACEVES
Vocal	Prof. BENJAMÍN RUIZ LOYOLA
Secretario	Prof. EDUARDO MARAMBIO DENNETT
1er Suplente	Prof. LEON C. CORONADO MENDOZA
2º Suplente	Prof. VICTOR MANUEL LUNA PABELLO

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química de la UNAM, Edificio "A" Lab. 4 - D,
Coordinación de Seguridad, Prevención de Riesgos y Protección
Civil



M. en C. Eduardo Marambio Dennett

Ásesor del tema



Giovanni Octavio Hernández Uribe

Sustentante

DEDICATORIA

- A Dios por todo lo que me ha dado.
- A mi mamá por ser la persona más importante para mí, la única que ha estado siempre a mi lado dándome los medios para conseguir mis logros, no tengo más palabras, mas que decirte, gracias mamá.
- A Paola por su apoyo y amor en estos años, gracias.
- Al maestro Eduardo Marambio, por su amistad, apoyo, confianza y formación profesional que me dio.
- A la maestra Natalia de la Torre por su amistad e interés en mí.
- A mi amigo Bob Jhonson que me ha escuchado y ayudado en momentos difíciles.
- A mis amigos Christian y Cesar que en su momento han compartido conmigo buenos y malos momentos.
- Al maestro Hugo Ciceri por ayudarme a ver el horizonte de la vida de una manera más amplia y por mostrarme parte de la disciplina necesaria para trascender.

ÍNDICE

Página

Índice de tablas.....	iv
Índice de figuras.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
1. ANTECEDENTES.....	4
1.1 Aspectos geográficos del Distrito Federal.....	5
1.2 Clasificación de los materiales peligrosos.....	6
1.3 Actividad altamente riesgosa.....	6
1.4 Red carretera de acceso a la Ciudad de México.....	7
1.4.1 Vías de comunicación.....	8
1.4.1.1 Carreteras.....	8
1.5 Vialidades del Distrito Federal.....	8
1.5.1 Infraestructura vial.....	11
1.6 El transporte en Estados Unidos de Norteamérica.....	12
1.6.1 Lista de designación de rutas.....	13
1.6.2 Uniformidad de estándares y procedimientos.....	13
1.6.3 Uniformidad internacional de estándares y requerimientos.....	13
2. REGULACIONES.....	14
2.1 Clasificación de la vía pública.....	15
2.2 Regulación del transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos en el D.F.....	16
2.3 Identificación características y especificaciones del transporte.....	16
2.4 Información de los materiales peligrosos en las unidades que los transportan.....	17
2.5 Sistema Nacional de Emergencia en Transportación de Materiales y Residuos Peligrosos.....	18
2.5.1 Sistema de Emergencias en Transporte para la Industria Química.....	18
2.6 Transporte de materiales peligrosos en el D.F.....	19
2.7 Tipos de vehículos.....	19
2.8 El GHS.....	20
3. ESTADÍSTICAS DE EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS MATERIALES QUÍMICO PELIGROSOS EN MÉXICO.....	22
3.1 Principales Sustancias Involucradas.....	23
3.2 Daños a la Población 1998 – 2002.....	24
3.2.1 Análisis estatal de daños de la población derivados de emergencias ambientales (1998 – 2002).....	24
3.2.2 Número, localización y tipo de las emergencias ambientales.....	25

3.2.3 Número, ubicación y medio de transporte donde ocurrieron las emergencias ambientales.....	27
3.3.4 Emergencias ocurridas durante el transporte carretero de materiales peligrosos (1993-2001).....	28
3.3.5 Estados con mayor número de emergencias ambientales durante el transporte terrestre de materiales peligrosos (período 1999-2001).....	29
3.2.6 Substancias involucradas en el transporte terrestre.....	29
3.2.7 Afectaciones a la comunidad aledaña: Número de personas fallecidas.....	30
3.5.8 Afectaciones a la comunidad aledaña: Número de personas intoxicadas.....	31
3.2.9 Afectaciones a la comunidad aledaña: Número de personas lesionadas.....	31
3.2.10 Afectaciones a la comunidad aledaña: Número de personas evacuadas.....	32
3.2.11 Afectaciones a la población laboral: Número de personas fallecidas.....	33
3.2.12 Afectaciones a la población laboral: Número de personas lesionadas.....	33
3.3 Empresas transportistas involucradas con mayor frecuencia en accidentes con materiales peligrosos (Periodo 1999-2001).....	34
3.4 Grupos industriales de ayuda mutua.....	34
3.5 Análisis de estadísticas.....	35
4. TIPOS DE AUTOTANQUES.....	38
4.1 Auto tanques a presión atmosférica.....	38
4.2 Auto tanques de baja presión.....	38
4.3 Auto tanques de alta presión.....	38
4.4 Auto tanques especiales para altas presiones.....	38
4.5 Intermodales.....	39
4.6 Tipos de auto tanques de acuerdo al DOT.....	39
4.7 Formas de auto tanques.....	40
4.8 Diseño interno.....	41
4.9 Especificaciones para el diseño de carga.....	45
5. DISCUSIÓN.....	47
5.1 Análisis e investigación de accidentes en el transporte de materiales peligrosos.....	47
5.2 Causas de las emergencias.....	48
5.3 Infraestructura para la respuesta a emergencias con materiales químico peligrosos.....	49
5.4 Causas de la problemática en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos en el D.F.....	50
5.5 Propuestas.....	51
5.5.1 Rutas y horarios actuales según SSP y SETRAVI.....	51
5.5.1.1 Las vías y horarios preferenciales del transporte de carga en el D.F.....	51
5.5.1.2 Vialidad preferencial.....	54
5.5.2 Recopilación de la información.....	55

5.5.2.1 Manual de procedimientos por ausencia de información.....	55
5.5.3 Demanda de movilidad.....	57
5.5.4 Transporte de carga.....	57
5.5.5 Técnicas más utilizadas en el análisis de riesgo.....	57
5.5.5.1 Índice MOND.....	57
5.5.5.2 Análisis «¿Qué pasa si?».....	58
5.5.5.3 Análisis de peligros.....	58
5.5.5.4 Índice DOW.....	58
5.5.5.5 Análisis de probabilidad de riesgo.....	58
5.5.6 Límites de carga.....	59
5.5.6 .1 Modelos de simulación.....	60
5.5.6.1.1 Modelos de dispersión de fugas y derrames.....	60
5.5.6.1.2 Modelo de dispersión de un «puff».....	60
5.5.6.1.3 Modelos de nubes explosivas.....	60
5.5.6 .2 Casos de simulación.....	60
5.5.6 .2.1 Caso 1.....	62
5.5.6 .2.2 Caso 2.....	62
5.5.6 .2.3 Caso 3.....	62
5.5.6 .2.4 Análisis caso 1.....	63
5.5.6 .2.5 Análisis caso 2.....	64
5.5.6 .2.6 Análisis caso 3.....	66
5.5.7 Propuesta de rutas y horarios.....	68
5.6 Análisis de delegaciones.....	69
5.6.1 Caso 1. Azcapotzalco.....	69
5.6.2 Caso2. Iztapalapa.....	71
5.6.3 Caso 3. Miguel Hidalgo.....	72
5.6.4 Caso 4. Tlalpan.....	73
5.6.5 Caso 5. Venustiano Carranza.....	74
5.6.6 Caso 6. Xochimilco.....	75
5.7 Uso de la tecnología.....	76
5.8 Análisis de la discusión.....	79
CONCLUSIONES.....	82
GLOSARIO.....	83
ANEXOS.....	87
MAPAS.....
BIBLIOGRAFÍA.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

1.1 Clasificación de los materiales peligrosos.....	6
1.2 Red vial primaria.....	9
3.1 Sustancias involucradas en emergencias ambientales.....	23
3.2 Análisis estatal de daños de la población derivados de emergencias ambientales (1998– 2002).....	24
3.3 Número, localización y tipo de las emergencias ambientales.....	26
3.4 Número, ubicación y medio de transporte donde ocurrieron las emergencias ambientales.....	27
3.5 Medio de transporte en el cual ocurrieron las emergencias.....	27
3.6 Estados con mayor número de emergencias ambientales durante el transporte terrestre de materiales peligrosos (período 1999-2001).....	29
4.1 Tipos de auto tanques de acuerdo al “DOT”.....	39
5.1 Vialidad Preferencial propuesta por SETRAVI y SSP.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1. Localidades mayores a 50 000 habitantes.....	5
1.2. Red carretera de acceso a la ciudad de México.....	7
2.1. Placa de inspección.....	17
2.2. Carteles de identificación de los materiales peligrosos.....	17
3.1. Tipo de emergencias ambientales.....	26
3.2. Ubicación de las emergencias ambientales.....	28
3.3. Transporte donde se presentaron las emergencias ambientales.....	28
3.4. Emergencias en el transporte carretero de materiales peligrosos.....	28
3.5. Afectaciones a la comunidad aledaña: Número de personas fallecidas.....	30
3.6. Afectaciones a la comunidad aledaña: Número de personas intoxicadas.....	31
3.7. Afectaciones a la comunidad aledaña: Número de personas lesionadas.....	31
3.8. Afectaciones a la comunidad aledaña: Número de personas evacuadas.....	32
3.9. Afectaciones a la población laboral: Número de personas fallecidas.....	33
3.10. Afectaciones a la población laboral: Número de personas lesionadas.....	33
4.1. Formas de los auto tanques.....	40
4.2. Diseño interno de un auto tanque DOT 406.....	41
4.3. Diseño interno de un auto tanque DOT 407.....	42
4.4. Diseño interno de un auto tanque DOT 412.....	43
4.5. Diseño interno de un auto tanque MC 331.....	44
5.1. Causas de las emergencias.....	48
5.2. Red vial primaria y preferencial propuesta por SETRAVI y SSP.....	53
5.3. Proceso para la elaboración del manual de procedimientos por ausencia de información.....	56
5.4. Distancia a la cual se tiene la concentración de IDLH.....	63
5.5. Zona de daños por explosión y zona tóxica.....	64
5.6. Área del derrame de combustóleo.....	64
5.7. Riesgo por fuego debido al derrame de combustóleo.....	65
5.8. Área del derrame de gasolina.....	66
5.9. Riesgo debido a fuego en un (charco) derrame de gasolina.....	66

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Desde 1950 se ha acelerado el desarrollo industrial y tecnológico de México, lo que conlleva el uso de una amplia variedad de sustancias químicas, necesarias para la elaboración de nuevos productos para uso doméstico, agrícola e industrial; esto genera residuos de diversos tipos, tanto tóxicos como no tóxicos, los cuales se vierten al suelo, agua y aire, ocasionando la consecuente contaminación del ambiente.

Las zonas industriales se encuentran distribuidas en toda la extensión del país, aunque existen sitios donde su número es mayor, como sucede con la zona centro (Estado de México, Querétaro, Puebla, Ciudad de México, Guanajuato), zona norte (Baja California Norte, Chihuahua, Nuevo León) y zona sureste (Oaxaca, Veracruz, Tabasco).

Las materias primas en ciertas zonas se transportan por diversas vías (carretera, ferrocarril, barco y tubería) hacia otro lugar donde se usan en distintos procesos de fabricación. El transporte de las sustancias químicas implica un riesgo, ya que en caso de que ocurra un accidente que provoque eventos como fuga, incendio, explosión o derrame del material, se puede ocasionar daño físico al ser humano, al medio ambiente o a la propiedad. Por lo anterior se debe de conocer cuáles son las rutas utilizadas en su transporte, los horarios, las cantidades que se transportan y las características de peligrosidad.

El objetivo principal es minimizar los riesgos a los cuales está expuesta la población y / o el medio ambiente debido a la presencia de los materiales peligrosos que se tienen en territorio nacional, y para fines de este trabajo en el Distrito Federal.

Se debería tratar de vincular la información industrial con datos geográficos y demográficos para realizar estimaciones al menos generales, sobre el riesgo potencial con base en las estimaciones del número de residentes que se encuentran en torno a las vías por las cuales circulan los vehículos de carga de materiales peligrosos.

Algunos corredores industriales se encuentran ya dentro del ámbito urbano y en torno a ellos se aprecia una tendencia hacia el incremento de unidades habitacionales verticales. Este caso es muy notorio para el Valle de México y Zona Metropolitana.

Por otro lado, existen parques industriales a lo largo de rutas de transporte público intenso, tanto privado como industrial donde han proliferado numerosos establecimientos de servicios comerciales, de todos tamaños, todos ellos con población flotante potencialmente expuesta a riesgos de origen químico.

El análisis de los riesgos que implica el transporte de materiales peligrosos se debe de realizar mediante métodos cuantitativos y / o cualitativos, para que de esta manera hacer mejores tomas de desiciones en cuanto a los accidentes e incidentes relacionados transporte terrestre de materiales peligrosos. La disponibilidad, abundancia y confiabilidad de la información relacionada a este tema es clave y prioridad, por lo que debe de ser tomado muy cuenta.⁽⁴⁵⁾

El presente trabajo hará un análisis de la situación actual en el Distrito Federal, en cuanto a:

- Rutas,
- horarios,
- capacidades de carga del transporte de materiales peligrosos,
- atención de las emergencias,
- tecnología empleada en torno al transporte y la
- disponibilidad, suficiencia y confiabilidad de la información

De esta manera se harán propuestas en esos rubros para la mejora de la situación que se tiene en la ciudad, minimizando así las consecuencias de los problemas con materiales peligrosos que en ella se presentan.

Los profesionales de la química por su formación en esta área, son los mejor capacitados para evaluar los riesgos asociados con el movimiento, almacenamiento y procedimientos de emergencias con materiales peligrosos.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

1. ANTECEDENTES

1.1 Aspectos geográficos del Distrito Federal

La ciudad de México se encuentra ubicada: al norte $19^{\circ}36'$, al sur $19^{\circ}03'$ de latitud norte; al este $98^{\circ}57'$, al oeste $99^{\circ}22'$ de longitud oeste.

El D.F. representa el 0.1% de la superficie del país. Colinda al norte, este y oeste con el estado de México y al sur con el estado de Morelos.

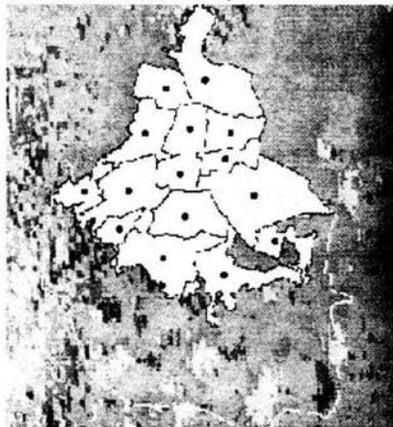
Su capital es la Ciudad de México.

Con base en los resultados preliminares del Censo General de Población y Vivienda del 2000, la entidad tiene una población de 8'591,309 habitantes distribuidos en 16 delegaciones; el 34.97% de ellos se encuentra en las delegaciones de Iztapalapa y Gustavo A. Madero.

A excepción de la delegación Milpa Alta que tiene entre 200 a 500 habitantes por kilómetro cuadrado, las demás delegaciones tienen más de 1000 habitantes por Km^2 (densidad poblacional).⁽¹⁴⁾

Existen localidades mayores a 50 000 habitantes en el D.F.⁽²⁰⁾, lo cual indica que la densidad de población es relativamente alta; Las entidades que presentan esta característica son las marcadas en la figura siguiente:

Figura 1.1. Localidades mayores a 50 ,000 habitantes.



1.2 Clasificación de los materiales peligrosos

Según el artículo 7º del Capítulo I del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos las sustancias peligrosas se clasifican de la siguiente manera⁽³⁾:

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.

Tabla 1.1. Clasificación de los materiales peligrosos

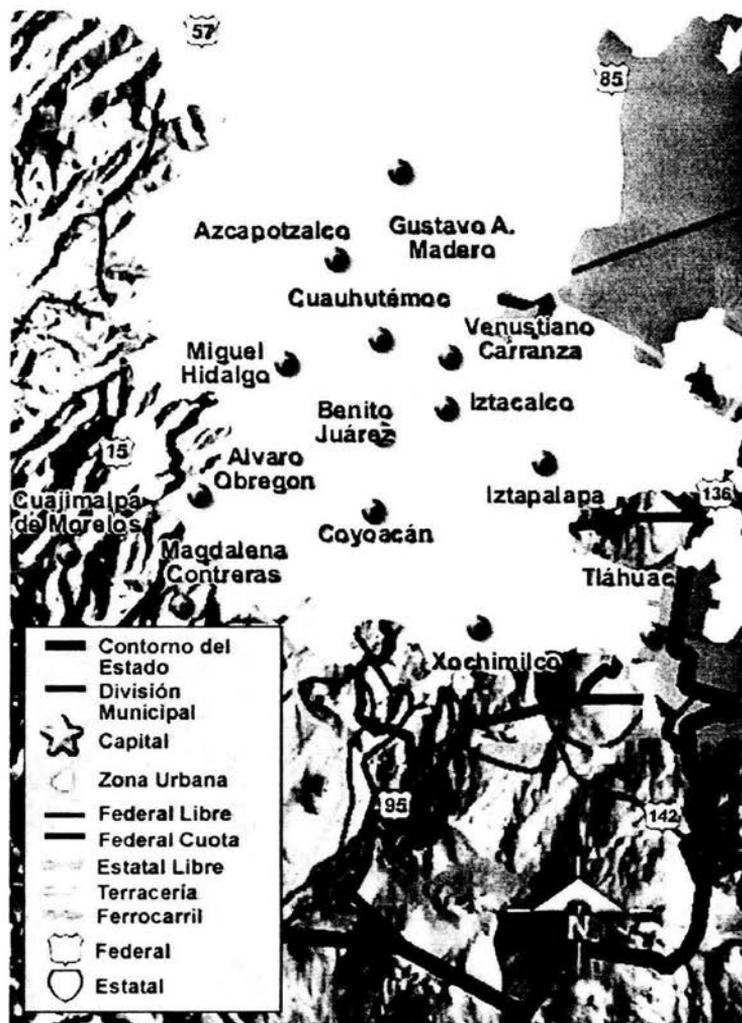
1.3 Actividad altamente riesgosa

Según la LGEEPA⁽³⁶⁾ es una actividad de alto riesgo “la acción o conjunto de acciones, ya sean de origen natural o antropogénico, estén asociadas con el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, radioactivas, corrosivas o biológicas, en cantidades tales que, en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas o bien una explosión, ocasionarían una afectación significativa al ambiente a la población o a sus bienes”.

Dentro de estas acciones es evidente que se debe de considerar al Transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

1.4 Red carretera de acceso a la Ciudad de México

Figura 1.2. Red carretera de acceso a la ciudad de México⁽¹⁹⁾



La figura anterior nos muestra las principales vías de acceso al D.F. desde otras entidades federativas. A continuación se amplía el análisis de estas vías.

1.4.1 Vías de comunicación

El Distrito Federal concentra en su parte norte la mayoría de sus vías de comunicación, que dentro de la zona urbana son avenidas que se comunican hacia el sur de la entidad, para unirse con las carreteras.

1.4.1.1 Carreteras

La red carretera que da acceso al D.F. se compone por las carreteras federales siguientes:

- La núm. 136 México-Texcoco, al este junto con la carretera federal núm. 150 y núm. 190 que se dirigen a Puebla.
- También presente está la federal núm. 113 al sureste que conduce a Tepetlixpa, Temamatla y Oaxtepec.
- La carretera federal núm. 95 comunica al territorio del D.F. con Cuernavaca al sur.
- La federal núm. 15 se encuentra al oeste y presenta las autopistas México-Toluca y Constituyentes-La Venta que se dirigen a Toluca;
- La autopista Cuajimalpa-Naucalpan que más adelante se une a la carretera federal núm. 134 con destino a Naucalpan primero, y posteriormente a Toluca.
- Al suroeste se localiza la carretera Circuito del Ajusco que a partir del Periférico Sur, se dirige igualmente a la ciudad de Toluca.
- Al norte se encuentra la carretera federal a Pachuca tomando el anillo periférico norte.

1.5 Vialidades del Distrito Federal

Existen diferentes formas de clasificar las vialidades de la Ciudad de México, una de estas clasificaciones es la del INEGI, la cual las divide en las rutas siguientes:

- Aquiles Serdán
- Insurgentes Sur y Norte
- Constituyentes
- Paseo de la Reforma
- Viaducto Miguel Alemán
- Oceanía
- Circuito Interior
- Tlalpan
- Ignacio Zaragoza
- C. Ermita Iztapalapa
- Tláhuac (con dirección a Chalco)
- Xochimilco-Tulyehualco (que comunica a Milpa Alta y San Andrés Mixquic, rumbo a San Pablo Atlazalpa)
- Y Periférico Norte y Sur.

Fuente: INEGI⁽¹⁴⁾

Otra clasificación es la de la SETRAVI y SSP, la cual se presenta a continuación⁽⁶⁰⁾.

Con respecto a la clasificación de la SSP y SETRAVI la red vial primaria, es la que se muestra en la siguiente tabla, y la tomaremos como referencia en adelante debido a que es la que por Reglamento esta sujeto el D.F.:

Tabla 1.2. Red vial primaria

VIALIDAD	KM	VIALIDAD	KM
Av. 608	2.88	Camino a Santa Fe	10.49
Acueducto-I. P.N.	7.11	San Bernabé	7.78
Chalma La Villa	1.81	San Jerónimo	6.27
V. Carranza	6.08	Luis Cabrera	3.4
FFCC Monte Alto	0.69	Carretera Picacho Ajusco	11.3
Madero	1.66	Canal de Miramontes	2.34
5 de Febrero	0.16	Calz. De Tlalpan	4.55
16 de Septiembre	0.07	Zacatepetl	0.92
20 de Noviembre	0.65	Camino a Santa Teresa	7.23
José María Pino Suárez	1.01	Calz. Del Hueso	4.5
Galindo y Villa	2.38	Av. Universidad	7.51
Av. Ceylan	3.1	Dr. Vértiz	4.11
Ricardo Flores Magón	4.46	División del Norte	11
Av. De las Granjas	4.72	Cumbres de Maltrata	2.67
Heliopolis	1.41	Plutarco Elías Calles	4.16
Calz. Legaria	5.05	Calz. De la Viga	0.95
Ejército Nacional	3.19	Calz. Acoxta	9.02
Av. Del Conscripto	1.28	Canal del Tezontle	3.89
Bahía de Santa Bárbara	1.47	Av. Texcoco	7.87
Chivatito	4.06	Av. Canal Nacional	1.24
Bosques de La Reforma	2.77	Av. Canal de Chalco	3.3
Río Tacubaya	0.85	Camino a Nativitas	5.94
Palmas	4.05	México Tenochtitlan	1.02
Calz. Mariano Escobedo	4.16	Cuauhtémoc	0.7
Calz. Al Desierto de los Leones	1.23	Tlahuac Chalco	5.34
Camino al Desierto de los Leones	15.75	Tlahuac Tulyehualco	1.67
Paseo del Pedregal	3.26	La Morena	1.99
Av. Centenario	10.47	Aut. México Cuernavaca	1.87
Calz. De las Águilas	8.03	Eje 1 Poniente	19.871
Eje 3 Sur	14.331	Eje 2 Poniente	8.721
Eje 4 Sur	17.821	Eje 3 Poniente	9.993
Eje 5 Sur	17.771	Eje 5 Poniente	
Eje 5 Y 6 Sur	1.429	Eje 6 Poniente	2.395
Eje 6 Sur	18.031	Eje 6A Poniente	2.997

VIALIDAD	KM	VIALIDAD	KM
Eje 10 Sur	18.139	Eje 7 Poniente	3.893
Eje 1 y 2 Oriente	8.484	Eje 4 Oriente	10.502
Eje 1 Oriente	20.231	Eje 5 Oriente	7.454
Eje 2 Oriente	18.881	Eje 6 Oriente	1.971
Eje 3 Oriente	25.457	Eje 7 Oriente	3.478
Anillo Periférico	58.830	Eje Central Lázaro Cárdenas	19.571
Circuito Interior	42.981	Av. Revolución	4.646
Viaducto Miguel Alemán	12.250	Eje 1 Norte	12.541
Viaducto Río Becerra	1.879	Eje 1A Norte	
Calz. de Tlalpan	17.701	Eje 2 Norte	8.648
Calzada Ignacio Zaragoza	14.121	Eje 3 Norte	19.679
Gran Canal	8.412	Eje 4 Norte	14.853
Río San Joaquín	5.467	Eje 5 Norte	16.491
Aquiles Serdán	9.806	Eje 6 Norte	8.054
Av. Insurgentes	34.621	Eje 1 Sur	12.964
Paseo de la Reforma	14.681	Eje 1A Sur	8.099
Calzada Guadalupe	3.773	Eje 2 Sur	8.999
Calzada Misterios	3.875	Eje 2A Sur	3.634

1.5.1 Infraestructura Vial

Podemos dar algunos números de infraestructura vial de la ciudad, para darnos cuenta del tamaño de la misma y entender la complejidad del problema.

- Longitud total de la red vial en el Distrito Federal: 10 mil 200 Kilómetros.
- Longitud de vialidades primarias: 930 Kilómetros (9%).
- Longitud de vías de acceso controlado: 171.42 Kilómetros.
- Longitud de ejes viales: 421.16 Kilómetros.
- Longitud de arterias principales: 320.57 Kilómetros.
- Longitud de vialidades secundarias: 9 mil 229 Kilómetros.
- Ejes viales construidos en la ciudad de México: 31
- Longitud de los ejes viales construidos: 328.60 Kilómetros.
- Red vial secundaria, longitud estimada: 9 mil 557 Kilómetros.

La información disponible de las delegaciones en el momento de la investigación, no es confiable en relación a las vías por las cuales circulan estas unidades, debido a la falta de registros de los accidentes con los mismos; De las 16 delegaciones solo 6 dieron información limitada. No se tiene información acerca de las cantidades, frecuencia y de los accidentes con vehículos que transportan materiales peligrosos.

Las delegaciones que proporcionaron información fueron:

1. Azcapotzalco⁽³⁹⁾
2. Iztapalapa⁽⁴⁰⁾
3. Miguel Hidalgo⁽⁴¹⁾
4. Tlalpan⁽⁴²⁾
5. Venustiano Carranza⁽⁴³⁾
6. Xochimilco⁽⁴⁴⁾

Se analizará posteriormente el caso particular de cada una de estas.

1.6 El transporte en Estados Unidos de Norteamérica

En materia de transporte de materiales peligrosos el gobierno Estados Unidos de Norte América por medio del “U.S. Department of Transportation”⁽²³⁾ (el equivalente a la SCT mexicana) emite un documento llamado “Federal Hazardous Materials Transportation Law” que es el documento equivalente al “Reglamento para el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos”, en el cual se dictan todas la leyes que regulan el transporte de materiales peligrosos.

Para el caso de las rutas por las que deben de circular las unidades, la presente ley en el capítulo 51 sección 5112 señala ciertos estándares que se aplican a los estados y tribus indias de Estados Unidos de Norteamérica.

De manera general, estos estándares deben de incluir lo siguiente:

- Las rutas que se establezcan deberán de mejorar la seguridad pública dentro y fuera de los límites de la jurisdicción estatal.
- Asegurar la mínima participación pública en el establecimiento de las rutas.
- Consultar a las entidades estatales vecinas, así como a la industria local u afectada por la designación, limitación o requerimiento de una ruta.
- Garantizar la seguridad de las rutas y áreas adyacentes.
- Si las rutas marcadas por un estado afectan a otro, se deben de poner de acuerdo para que esto sea por un tiempo razonable y que no se afecten las responsabilidades comerciales.
- Las rutas deben de establecerse en tiempos acordados por las partes involucradas.
- Las rutas se deben de diseñar para que los vehículos tengan a su alcance terminales, servicios de comida, combustible, mecánica, lugares de descanso, y sitios de carga y descarga de materiales peligrosos.
- El estado es responsable de: a) asegurar que las subdivisiones políticas acaten las disposiciones así como, b) resolver las disputas entre subdivisiones políticas.
- Además de considerar los siguientes puntos.
 - Densidades de población;
 - Tipos de carreteras;
 - Los tipos y cantidades de materiales peligrosos;
 - Capacidad de respuesta a emergencias;
 - Los resultados de consultar a las personas afectadas;
 - Exposición y otros factores de riesgo;
 - Consideraciones de terreno;
 - La continuidad de las rutas;
 - Rutas alternas;
 - los efectos en el comercio;
 - Tráfico del transporte; y
 - Otros factores que la secretaría considere apropiados.

1.6.1 Lista de designación de rutas

La Secretaría en coordinación con los estados publica y actualiza de manera periódica una lista de las rutas que se han asignado y que son efectivas en ese momento.

La “*FHWA*⁽²⁴⁾” o Administración Federal de Carreteras regula las funciones que en materia de materiales peligrosos son:

- Rutas carreteras para materiales peligrosos
- Permisos carreteros para la seguridad

1.6.2 Uniformidad de estándares y procedimientos

La secretaría forma un grupo de trabajo compuesto por oficiales de estado y locales y representantes de diversas organizaciones involucradas, el propósito de este grupo es:

- Establecer formas y procedimientos uniformes entre los estados y localidades.
- Decidir el registro de los transportistas a nivel estatal.

1.6.3 Uniformidad internacional de estándares y requerimientos

La forma en que se trata la uniformidad internacional es mediante las siguientes actividades:

- Participación en foros internacionales acerca del comercio internacional y que involucre a los materiales peligrosos.
- Consultoría a las autoridades internacionales para asegurar que los estándares adoptados por estas son consistentes con las de la secretaría.
- Si una autoridad internacional prescribe un estándar y la secretaría considera que este es innecesario o inseguro no se tomará en cuenta.
- Si la secretaría puede emitir un estándar más riguroso que alguno adoptado por alguna autoridad internacional en caso de que se considere de interés público.

Es importante señalar que la legislación norteamericana, es la más cercana a México, con relación a la actividad comercial que se tiene con dicho país, por lo cual conocer los documentos que regulan el transporte en los Estados Unidos de Norteamérica, mejora la comprensión de nuestras propias regulaciones así como unificará criterios en materia de transporte en el corto plazo⁽²⁴⁾.

CAPÍTULO 2

REGULACIONES

2. REGULACIONES

El transporte de materiales peligrosos esta regulado por una serie de documentos que son emitidos por diferentes entidades gubernamentales, tanto a nivel federal como estatal. Este capítulo mostrara el panorama de documentos que regulan este transporte.

Por otro lado se hablará de los intentos internacionales en materia de unificación de las regulaciones, en busca de un documento único, el cual regule al transporte de materiales peligrosos en el mundo.

2.1 Clasificación de la vía pública

Esta clasificación divide la vialidad en vías primarias y secundarias.

La vía pública en el D.F. se define como el conjunto de elementos cuya función es permitir el tránsito de vehículos y peatones y facilitar la comunicación entre las diferentes áreas o zonas de actividad de una ciudad. Por ejemplo: calles, avenidas, banquetas, andadores, callejones, ciclopistas, plazas y camellones⁽¹⁰⁾.

Las vías públicas que en este caso nos interesan se clasifican en:

Vías primarias.

Vías de acceso controlado.

1. Anular o periférica
2. Radial
3. Viaducto

Arterias principales:

1. Eje Vial
2. Avenida
3. Paseo
4. Calzada

Vías Secundarias

- a. Calle colectora
- b. Calle local (residencial e industrial)
- c. Callejón
- d. Callejuela
- e. Rinconada
- f. Cerrada
- g. Privada
- h. Terracería
- i. Calle peatonal
- j. Pasaje
- k. Andador
- l. Portal

2.2 Regulación del transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos en el D.F.

El Transporte de Materiales Peligrosos esta regulado y vigilado por autoridades tanto a nivel local como federal. En el caso de México y en materia de transporte, materiales y residuos peligrosos esta regulación descansa sobre la constitución de los Estados Unidos Mexicanos de manera descendente y jerárquica por leyes, reglamentos y normas.

En materia de transporte la SCT⁽¹⁾ establece los siguientes documentos:

- Ley de Caminos Puentes y Auto transporte Federal.
- Reglamento de Auto transporte Federal y Servicios Auxiliares⁽²⁾.
- Reglamento para el Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos (RTTMRP)⁽³⁾.
- Normas Oficiales Mexicanas.

En materia de materiales y residuos peligrosos la SEMARNAT⁽³⁵⁾ establece los siguientes documentos:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente⁽³⁶⁾.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Residuos.⁽³⁶⁾
- Normas Oficiales Mexicanas.

Por otro lado, para el caso del D.F. se debe de tomar en cuenta el Reglamento de Transito emitido por SETRAVI.

2.3 Identificación características y especificaciones del transporte

La forma de identificar y conocer las especificaciones del transporte terrestre de materiales peligrosos están contenidos en el titulo tercero del RTTMRP⁽³⁾, en la NOM- 002-SCT2/1994 ⁽⁴⁾y en la NOM-003- SCT-2000⁽⁵⁾.

De manera general, para las características y especificaciones dice que:

Deberá cumplir con las especificaciones adicionales establecidas en las normas respectivas.

Deberán construirse y reconstruirse de conformidad con las normas respectivas, así también deberán de contar con aditamentos de emergencia y dispositivos de protección, a fin de brindar seguridad.

El constructor deberá conservar el informe de los resultados de las pruebas a que hayan sido sometidos estos contenedores.

La identificación de los transportes esta descrita en los artículos del 37 al 40 del RTTMRP y en las normas respectivas.

2.4 Información de los materiales peligrosos en las unidades que los transportan

El transporte debe de contar con una placa de inspección fija de algún metal inoxidable para su fácil revisión, un ejemplo de este tipo de placas se muestra en la siguiente figura, ⁽⁷⁾:

Figura 2.1. Placa de inspección

FABRICADO POR:	NACIONAL DE CARROCERIAS, S.A. DE C.V.	NACASA
NUM. IDENTIFICACIÓN (NIV):	0000000000000 -MUESTRA-	MODELO: TI3-4040
CÓDIGO S.C.T. (D.O.T.MC):	307	LONGITUD: 12.141 Mts. 478 Plg. TEM.MAX.NOMINAL 80 °C.
PRESIÓN DISEÑO (M.A.W.P.):	1.76 kg/cm ² 25 PSIG.	PRESIÓN DE PRUEBA: kg/cm ² PSIG.
MAX.PRESIÓN DE DESCARGA:	1.05 kg/cm ² 15 PSIG.	PRESIÓN DEL SERPENTIN: kg/cm ² PSIG.
FLUJO MAX.DE CARGA	2460.50 LPM	FLUJO MAX.DE DESCARGA 2460.50 LPM.
No. DE COMPARTIMENTOS:	UNO	CAPACIDAD VOLUMÉTRICA: 40 000 Lts. 10568.00 GAL.
CAP.VOLUMÉTRICA POR COMPART. (FRENTE-ATRÁS):		Lts.
MATERIAL SOLDADURA:	A INOX ER-316L	REVESTIMIENTO INTERIOR: SIN
MATERIAL CUERPO:	A INOX SA240 T-304	CALIBRE ORIGINAL: 3.416 mm MARGEN CORROSIÓN: 0 mm.
MATERIAL TAPAS:	A INOX SA240 T-304	CALIBRE ORIGINAL: 3.416 mm MARGEN CORROSIÓN: 0 mm.
FECHA MANUFACTURA:	03/2001	FECHA DE PRUEBA: 03/2001
FECHA CERTIFICACIÓN:		
SUSPENSIÓN NEUMÁTICA	No. DE EJES: TRES	CARGA MAX.PERMITIDA: S/S.C.T. Kgs.

La figura anterior es un ejemplo de una placa típica de certificación que ilustra los requisitos de la placa.

Este tipo de transporte debe de contar con cuatro carteles ⁽³⁾⁽⁶⁾ que identifiquen al material o residuo peligroso transportado, como se muestra en la siguiente figura.

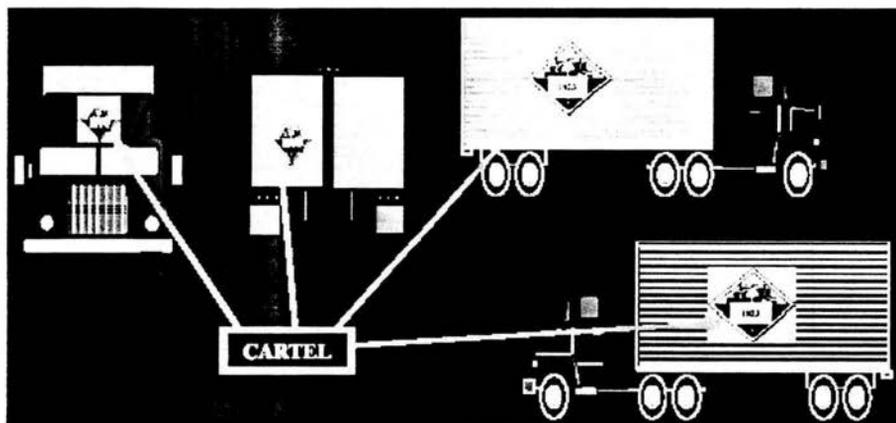


Figura 2.2. Carteles de identificación de los materiales peligrosos

La leyenda “Transporta Material Peligroso” es opcional, por lo cual se sigue que se adopte como obligatorio o se ajuste a lo que dice el GHS.

Todas las unidades deben de someterse a inspecciones periódicas y de operación con el fin de mantener en un estado adecuado las unidades, según lo marca la SCT por medio del RTTMRP en su Título IV.

2.5 Sistema Nacional de Emergencia en Transportación de Materiales y Residuos Peligrosos

El capítulo IV del RTTMRP⁽³⁾ de los artículos 54 a 57 nos indica que el Sistema Nacional de Emergencia en Transportación de Materiales y Residuos Peligrosos se establecerá en coordinación de la secretaría y demás autoridades competentes, así como industriales, generadores, etc.

Este sistema proporcionará información técnica y específica en caso de suscitarse un accidente. Cuando el sistema reciba información de alguna emergencia, alertará a la policía federal al gobierno del estado y municipal, para poner en marcha operativos de protección civil.

En caso de accidente el operador deberá aplicar las medidas de seguridad detalladas en la información de emergencia en transportación.

2.5.1 Sistema de Emergencias en Transporte para la Industria Química⁽⁴⁷⁾.

A raíz de los tratados del TLC, se crea una entidad que responda a la atención de emergencias de la industria química en el transporte. Este organismo creado el 28 de Agosto de 1991 y tiene como objetivos:

- Prevención de accidentes e incidentes
- Elaboración de documentos especializados
- Difusión de documentos especializados
- Representatividad institucional
- Capacitación

Y en cuanto a la atención de incidentes sus funciones son:

- Adiestrar y capacitar a grupos de ayuda mutua y organismos de auxilio
- Realizar simulacros
- Difusión del plan común para la atención de emergencias con materiales peligrosos.
- Actualizar los documentos generados
- Adquirir infraestructura de punta
- Difundir la importancia de contar con equipos en cantidad mínima.

2.6 Transporte de materiales peligrosos en el D.F.

Todos los vehículos que transporten sustancias tóxicas o peligrosas que transiten en las vialidades del Distrito Federal deberán sujetarse al Reglamento de Transito del D.F. que emite la SETRAVI (Secretaría del Transporte y Vialidad) y contar con la autorización respectiva que emite la SCT.

El reglamento de transito del D.F. de manera muy general establece los siguientes puntos:

- Los conductores de vehículos que transporten sustancias tóxicas o peligrosas, en vialidades del Distrito Federal deberán:
 - I. Sujetarse estrictamente a las rutas y los itinerarios de carga y descarga autorizados por SETRAVI y por SSP;
 - II. Abstenerse de realizar paradas que no estén señaladas en la operación del servicio, y
 - III. Circular por los libramientos cuando éstos existan.
- Queda prohibido purgar al piso o descargar en las vialidades, así como ventear innecesariamente cualquier tipo de sustancias tóxicas o peligrosas.
- En caso de congestionamiento vial, el conductor puede solicitar a la autoridad competente prioridad para circular.
- Queda prohibido que los vehículos que transporten sustancias tóxicas o peligrosas, se estacionen en la vía pública en la proximidad de fuente de riesgo.
- Cuando por alguna circunstancia de emergencia se requiera estacionar un vehículo que transporte sustancias tóxicas o peligrosas en la vía pública u otra fuente de riesgo, el conductor deberá asegurarse de que la carga esté debidamente protegida y señalizada.⁽²¹⁾⁽²²⁾

Los puntos anteriores son los mínimos que se deberían de cumplir y revisar para que la aplicación de los mismos se lleve a cabo de manera favorable.

2.7 Tipos de vehículos

De acuerdo al Art. 3 del Reglamento de Transito del D.F., los vehículos se clasifican, por su peso, en los tipos siguientes:

Ligeros, aquellos con un peso bruto vehicular de hasta 3.5 toneladas;

- Bicicletas, triciclos y bicicletas adaptadas;
- Bicimotos, triciclos automotores y tetramotos;
- Motonetas y motocicletas;
- Automóviles;
- Camionetas y vagonetas;
- Remolques, y
- Semirremolques.

II. Pesados, aquellos con un peso bruto vehicular mayor a 3.5 toneladas:

- Microbús y Minibús;
- Autobuses;
- Camiones de dos o más ejes;
- Tractores;
- Semirremolques;
- Remolques;
- Trolebuses;
- Vehículos agrícolas;
- Trenes ligeros;
- Equipo especial móvil;
- Camionetas;
- Vehículos con grúa.

Los vehículos de carga ligeros, de servicio particular o público cuyas características de fabricación sean modificadas para aumentar su capacidad de carga y rebasen con ello las 3.5 toneladas de peso bruto vehicular como medida de carga, serán considerados como vehículos pesados.⁽²²⁾

En el capítulo de discusión se hablará más acerca de los auto tanques para materiales peligrosos.

La regulación en el transporte de materiales peligrosos ha tenido una serie de complicaciones en cuanto a la uniformidad de las mismas entre las naciones, por ello se han realizado intentos para erradicar con este problema.

A continuación se presenta lo que a nivel internacional se intenta aplicar como regulación global.

2.8 El GHS⁽⁵⁴⁾⁽⁵⁵⁾

El “Sistema Global Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos” (“Globally Harmonized System of Classification and Labelling” ó “GHS”) se comienza a elaborar con la premisa de que los sistemas existentes de identificación de materiales peligrosos, se deben de armonizar para alcanzar un sistema único de clasificación de productos químicos, carteles, y hojas de datos de seguridad.

De esta manera se pretende disminuir el riesgo inherente a mal manejo de estos productos, mediante un sistema único y fácil de entender, el cual no tenga contradicciones y / o inconsistencias entre uno y otro país.

El sistema fue aprobado en Diciembre del 2002 en Génova, por la Comisión Económica de Europa de Naciones Unidas (UNECE por sus sigla en inglés). La implementación total de este plan, se pretende tener operando en todos los países para el año 2008.

En cuanto al transporte de materiales peligrosos, el GHS tiene un “Comité de Expertos en el Transporte de Mercancías Peligrosas”, el cual se encarga de supervisar los trabajos relacionados a la armonización de la clasificación y el etiquetado de dichos productos. Su primera reunión fue en Génova del 11 al 13 de diciembre del 2002.

Cabe mencionar que dentro del Subcomité de Expertos en Transporte de Materiales Peligrosos, México participa como miembro

Este comité ha propuesto un documento llamado “Regulaciones Modelo”, que como su nombre lo dice, son regulaciones propuestas a seguir como prototipo, por esta razón no son obligatorias, sin embargo son lo suficientemente flexibles para que las autoridades de cada país directamente relacionadas al transporte de los materiales peligrosos, puedan de manera gradual incorporar estas recomendaciones, para que en un futuro, todos los países tengan la misma regulación.

De esta manera se reducirá substancialmente el tiempo y manejo de la información involucrada en el transporte, provenientes del extranjero.

A la fecha el comité de expertos, va en la 13^o edición revisada de la publicación de las llamadas “Regulaciones Modelo”.⁽⁵⁴⁾⁽⁵⁵⁾

CAPÍTULO 3

ESTADÍSTICAS

3. ESTADÍSTICAS DE EMERGENCIAS AMBIENTALES ASOCIADAS A MATERIALES QUÍMICO PELIGROSOS EN MÉXICO

Según datos de la PROFEPA de 1993 al 2001 se registraron en todo el país emergencias ambientales asociadas con materiales peligrosos, tal como se observa en la tabla 3.1. (no solo en el transporte):

De acuerdo con datos del Área de Riesgos Químicos del Centro Nacional para la Prevención de Desastres, CENAPRED⁽⁴⁵⁾, de la Secretaría de Gobernación, durante el año 2000 se estima se presentaron poco más de 500 emergencias químicas en el país. (incluye transporte y almacenamiento)

3.1 Principales Sustancias Involucradas

Las sustancias involucradas en emergencias ambientales, son principalmente materiales controlados por PEMEX. (véase la Tabla 4.1.) los riesgos más comunes, que conllevan estos son: a) inflamabilidad, b) corrosión, c) toxicidad y dependiendo las condiciones físico – químicas, existe la posibilidad de d) explosión.⁽³²⁾

Tabla 3.1. Sustancias involucradas en emergencias ambientales

Sustancia Involucrada	Porcentaje (%)
Petróleo Crudo	42.08
Gasolina	7.83
Diesel	6.80
Combustóleo	5.39
Amoniaco	4.05
Gas L.P.	3.19
Gas Natural	2.30
Aceites	2.27
Ácido Sulfúrico	2.27
Disolventes Orgánicos	1.10
Subtotal	77.28
Otras Sustancias	22.72
Total:	100.00

3.2 Daños a la Población 1998 – 2002

3.2.1 Análisis Estatal de Daños de la Población Derivados de Emergencias Ambientales⁽³²⁾ (1998 – 2002)

Tabla 3.2. Análisis estatal de daños de la población derivados de emergencias ambientales (1998 – 2002)

Estado	Afectados (1998-2002)				
	D	L	I	E	Total
Veracruz	62	449	147	10667	11325
México	38	154	274	5592	6058
Jalisco	0	19	243	5648	5910
Nuevo León	2	14	452	2905	3373
Morelos	1	0	6	3000	3007
Baja California	3	3	35	2910	2951
Chihuahua	0	0	242	2665	2907
Distrito Federal	7	60	49	2190	2306
Coahuila	17	18	253	1456	1744
Sinaloa	1	40	155	1004	1200
Aguascalientes	0	2	80	1090	1172
Michoacán	7	28	5	850	890
Tamaulipas	9	11	0	850	870
Oaxaca	9	21	317	350	697
Hidalgo	17	26	17	548	608
Sonora	2	16	9	470	497
Colima	1	1	8	400	410
Puebla	2	1	14	258	275
Campeche	4	10	0	236	250
Tabasco	6	19	0	120	145
Durango	0	2	3	120	125
Querétaro	0	1	50	30	81
Yucatán	0	0	0	40	40
Chiapas	1	17	5	0	23
Guerrero	3	0	20	0	23
Tlaxcala	7	11	0	0	18
Nayarit	9	3	0	0	12
San Luis Potosí	6	2	3	0	11
Zacatecas	2	0	3	0	5
Baja California Sur	0	3	0	0	3
Quintana Roo	0	4	3	0	7
Total	278	1326	2564	53819	57987
Afectados / día	0.15	0.73	1.40	29.49	31.77

D	Defunciones
L	Lesionados
I	Intoxicados
E	Evacuados

Como se ha mostrado en la tabla 3.2., el número personas afectadas por emergencias ambientales para el D.F. fue de 2306, de los cuales 7 fueron defunciones, 60 lesionados, 49 intoxicados y 2190 personas evacuadas. Esto representa aproximadamente el 4% del total, lo cual es en apariencia un número relativamente pequeño, pero los números de la tabla 4, no discriminan las emergencias por tipo; es decir, no se clasifican las emergencias en el transporte, las cuales son las más importantes para este trabajo.

Por otro lado el 4% de los incidentes no son tampoco un porcentaje irrelevante, tomando en cuenta la densidad poblacional de la ciudad, además de su importancia como el centro económico, político y social del país. Además, se debe de considerar que no todas las emergencias se informan, ni se investigan.

En adelante hay que revisar el tipo de las emergencias, así como proponer la formación de una base de datos, la cual permita medir de manera fidedigna la magnitud real del problema en el transporte de materiales peligrosos.

3.2.2 Número, localización y tipo de las emergencias ambientales

En la tabla 4.3., se muestra la situación hasta el año 2001, del tipo de incidentes relacionados a las emergencias ambientales.

Es importante señalar que en la Tabla 4.3. no se hace referencia a si estas emergencias tuvieron lugar en el transporte, planta, etc., solo es un parámetro de análisis para observar la distribución del tipo de accidentes.⁽³³⁾

Tabla 3.3. Número, localización y tipo de las emergencias ambientales

AÑO	NUMERO DE EVENTOS	TIPO							
		FUGA O DERRAME		EXPLOSION		FUEGO		OTRO	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1993	157	141	89.8	9	5.7	3	1.9	4	2.5
1994	416	359	86.3	21	5.0	28	6.7	8	1.9
1995	547	428	78.2	35	6.4	53	9.7	31	5.7
1996	587	460	78.4	34	5.8	70	11.9	23	3.9
1997	632	541	85.6	49	7.8	26	4.1	16	2.5
1998	538	467	86.8	18	3.3	39	7.2	14	2.6
1999	469	446	95.1	7	1.5	16	3.4	0	0.0
2000	470	441	93.8	10	2.1	16	3.4	3	0.6
2001	483	437	90.4	15	3.1	19	3.9	12	2.4
TOTAL:	4299	3720	86.5	198	4.6	270	6.3	111	2.6

Nótese, que la mayoría de estos incidentes son fugas o derrames, sin embargo, tampoco se muestra, como ya mencionamos anteriormente, si esto fue en ductos, transporte o contenedores (véase la Figura 3.1).



Figura 3.1. Tipo de emergencias ambientales

3.2.3 Número, ubicación y medio de transporte donde ocurrieron las emergencias ambientales⁽³³⁾

Tabla 3.4. Número, ubicación y medio de transporte donde ocurrieron las emergencias ambientales

AÑO	NUMERO DE EVENTOS	UBICACION					
		PLANTA		TRANSPORTE		OTRO	
		No.	%	No.	%	No.	%
1993	157	38	24.2	107	68.2	12	7.6
1994	416	92	22.1	221	53.1	103	24.8
1995	547	110	20.1	322	58.9	115	21.0
1996	587	149	25.4	332	56.6	106	18.1
1997	632	145	22.9	477	75.5	10	1.6
1998	538	96	17.8	429	79.7	13	2.4
1999	469	64	13.6	395	84.2	10	2.1
2000	470	68	14.5	392	83.4	10	2.1
2001	483	116	24.0	343	71.0	24	5.0
TOTAL:	4259	878	20.4	3018	70.2	403	9.4

En la tabla 3.4. y Figura 3.2. se observa que la mayoría de los incidentes de las emergencias ambientales, son en el transporte, en promedio 70% del total, desde 1993 hasta el 2001.

AÑO	MEDIO DE TRANSPORTE										
	TOTAL	FFCC		CARRETERO		MARITIMO		DUCTO		OTRO	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1993	107	3	2.8	27	25.2	5	4.7	69	64.5	3	2.8
1994	221	15	6.8	65	29.4	2	0.9	139	62.9	-	-
1995	322	13	4.0	90	28.0	7	2.2	212	65.8	-	-
1996	332	13	3.9	96	28.9	9	2.7	214	64.5	-	-
1997	477	8	1.7	132	27.7	58	12.2	279	58.5	-	-
1998	429	13	3.0	133	31.0	55	12.8	228	53.1	-	-
1999	395	14	3.5	107	27.1	43	10.9	231	58.5	-	-
2000	392	5	1.3	118	30.1	33	8.4	236	60.2	-	-
2001	343	9	2.6	133	38.7	6	1.7	193	56.2	2	0.6
TOTAL:	3018	93	3.1	901	29.9	218	7.2	1801	59.7	5	0.2

Tabla 3.5. Medio de transporte en el cual ocurrieron las emergencias

Del 70% de los incidentes en el transporte, aproximadamente el 30% son el transporte terrestre, de ahí la importancia de trabajar en este problema (ver Tabla 3.5. y Figura 3.3.).

Figura 3.2.

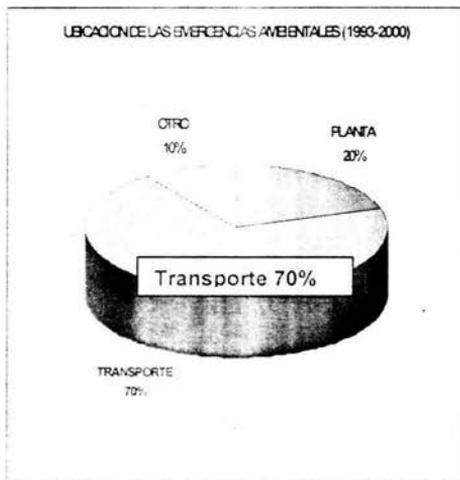
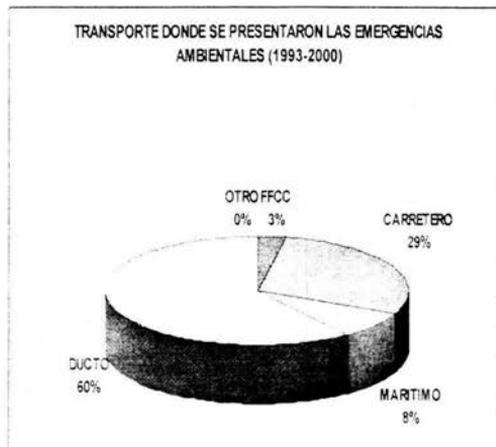


Figura 3.3



3.3.4 Emergencias ocurridas durante el transporte carretero de materiales peligrosos (1993-2001)

La tendencia de emergencias ambientales por materiales peligrosos en el transporte terrestre ha ido en aumento, superando las 100 emergencias desde el año 1996 (ver figura 3.4.)⁽³³⁾. Estos datos señalan que se deben de tomar medidas más eficientes y rigurosas para el control de las unidades, así como realizar investigación de accidentes para de esta manera encontrar las causas raíz de los mismos.

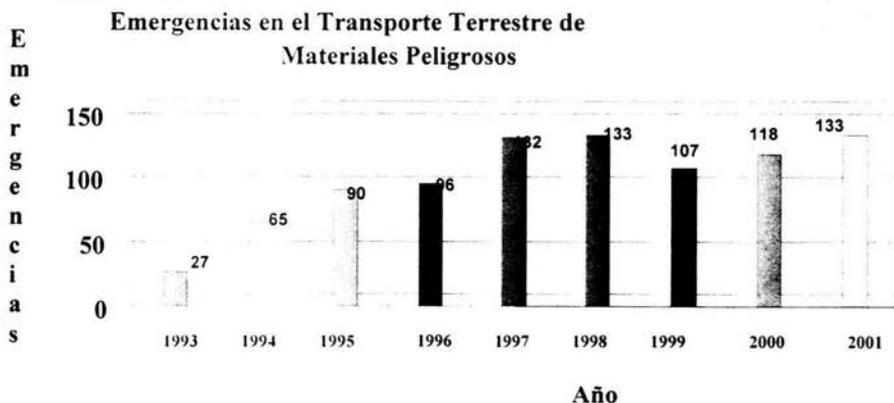


Figura 3.4. Emergencias en el transporte carretero de materiales peligrosos

3.3.5 Estados con mayor número de emergencias ambientales durante el transporte terrestre de materiales peligrosos (período 1999-2001)

Tabla 3.6. Estados con mayor número de emergencias ambientales durante el transporte terrestre de materiales peligrosos (período 1999-2001)

Hidalgo	29	Veracruz	12
San Luis Potosí	25	Tamaulipas	11
México	24	Nuevo León	11
Oaxaca	18	Sonora	11
Guanajuato	13	ZMCM	10
Michoacán	12	Jalisco	9
Puebla	12	Querétaro	8
Tlaxcala	12	Morelos	7

Fuente: PROFEPA⁽³²⁾

La ZMCM es uno de los lugares en donde se presenta mayor número de accidentes con materiales peligrosos, por esto el presente trabajo analizará esta zona del país.

3.2.6 Substancias involucradas en el Transporte Terrestre

Anteriormente se mencionó las substancias involucradas en emergencias químicas de manera general, en donde no se hace una distinción entre accidentes en el transporte con los de otro tipo.

A continuación se muestra una lista de los materiales involucrados en accidentes en el transporte terrestre de materiales peligrosos⁽³³⁾:

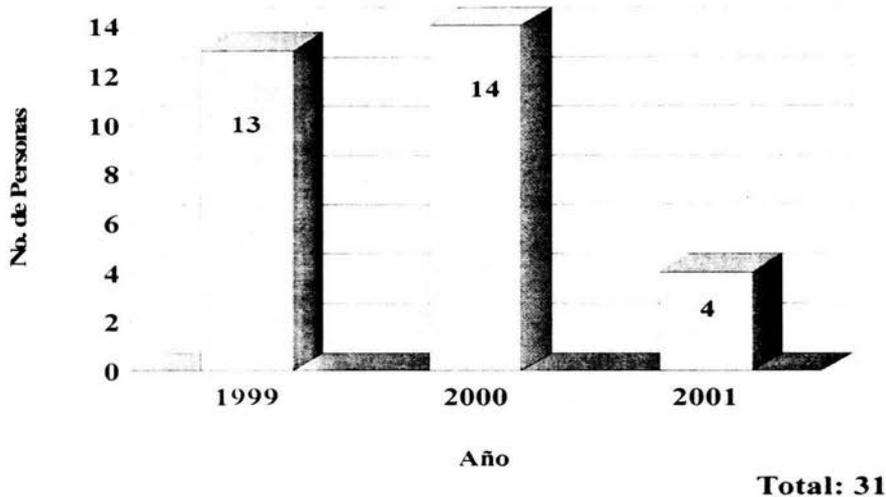
- Combustóleo
- Diesel
- Gasolina
- Turbosina
- Asfalto
- Gas L.P.
- Amoníaco
- Ácido Sulfúrico
- Ácido Clorhídrico
- Ácido Nítrico
- Ácido Fosfórico
- Ácido Acético
- Hidróxido de Sodio
- Hipoclorito de Sodio

Estas substancias estuvieron involucradas dentro del 80% de los eventos ocurridos durante el periodo 1999- 2001 y al igual que el caso general, la mayoría de estas son manejadas por una misma empresa.

Es recomendable que la empresa que ha tenido problemas, realice un programa de seguridad en el transporte y de ya tenerlo revisarlo y mejorarlo.

3.2.7 Afectaciones a la comunidad aledaña: Número de personas fallecidas⁽³³⁾

Figura 3.5.



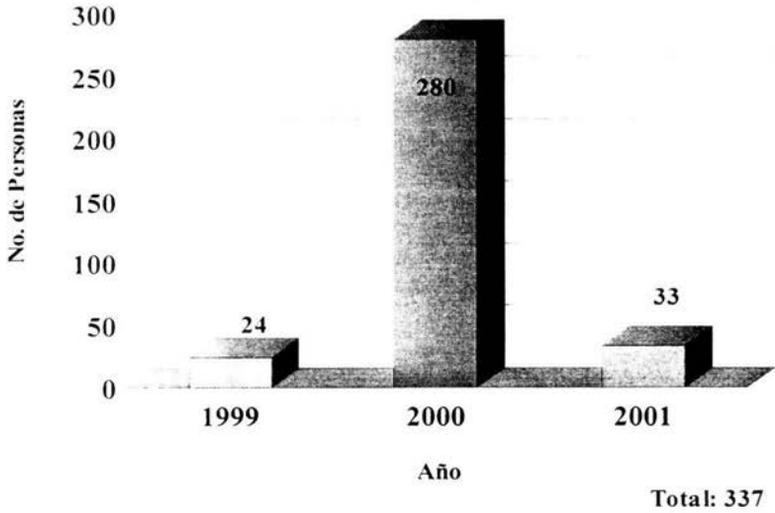
La figura 3.5. muestra que han existido datos informados de manera oficial, en la cual ha habido personas fallecidas dentro de las empresas, lo cual aunque en algunos casos tal vez sea inevitable, no puede ser tolerado e indica entonces que hay deficiencias en la prevención de las emergencias. Mas adelante se vera que también existe este problema fuera de las instalaciones industriales.

La sola existencia de una persona fallecida, es suficiente para la creación de planes de acción enfocados a la prevención de accidentes, así como la creación de mecanismos legales, los cuales promuevan dentro del sector industrial, una nueva cultura de la seguridad en el transporte.

En el capítulo siguiente discutiremos y profundizaremos en las medidas de prevención de los accidentes.

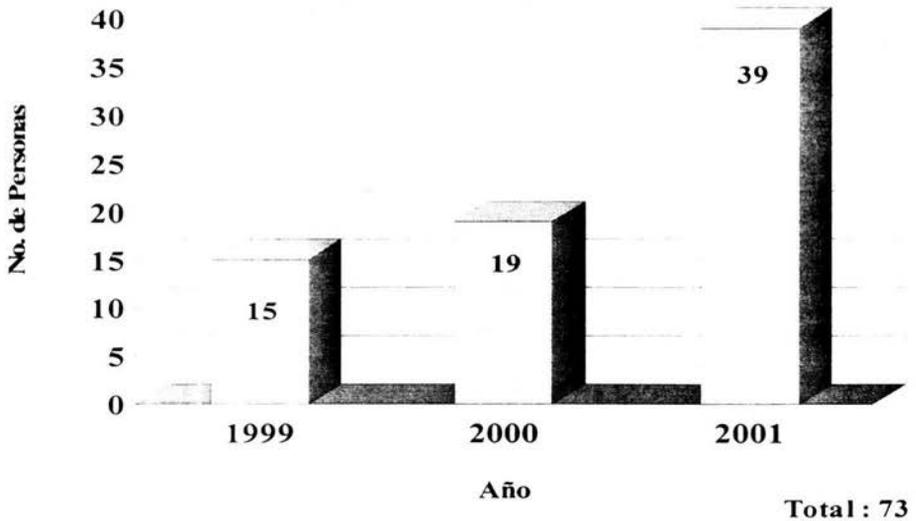
3.2.8 Afectaciones a la comunidad aledaña:
Número de personas intoxicadas⁽³³⁾

Figura 3.6.



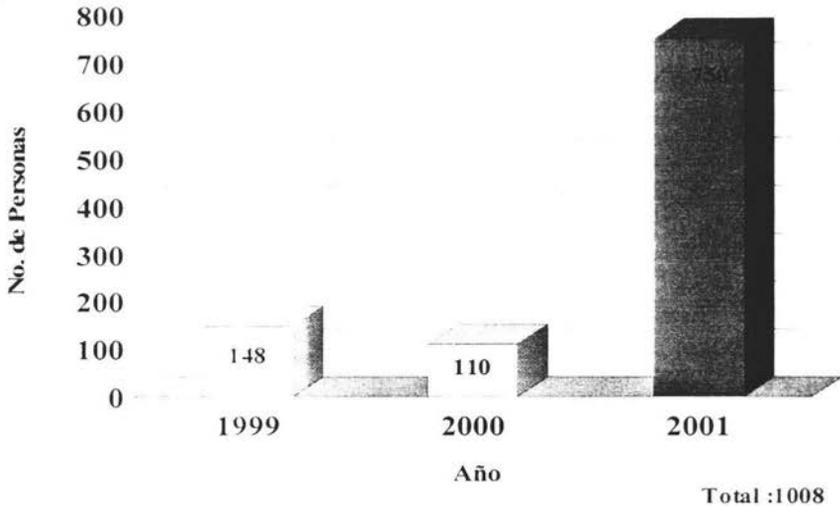
3.2.9 Afectaciones a la comunidad aledaña
Número de personas lesionadas⁽³³⁾

Figura 3.7.



3.2.10 Afectaciones a la comunidad aledaña: Número de personas evacuadas⁽³³⁾

Figura 3.8.



Las personas intoxicadas, lesionadas así como todas aquellas evacuadas (figuras 3.6., 3.7. y 3.8.) suman en total desde 1999 a 2001 más de 1400 accidentes relacionados a un evento, en donde se involucra una emergencia por materiales peligrosos en el transporte terrestre.

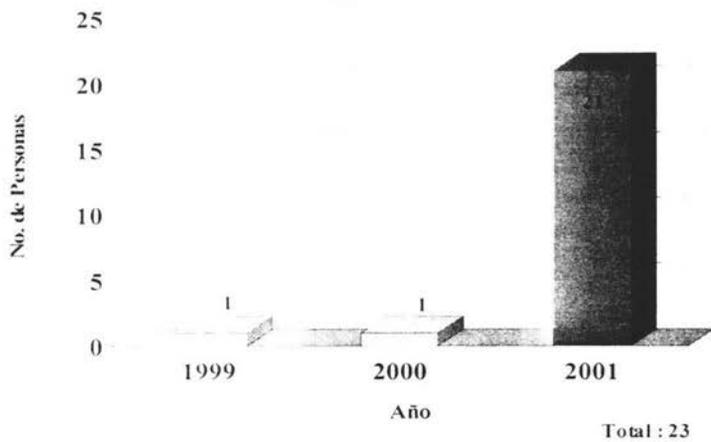
Es de notarse, salvo en el número de intoxicados, que las personas lesionadas y evacuados crecieron dramáticamente (figuras 3.7., 3.8., y 3.10.) en el transcurso de un año tanto en la empresa como fuera de ella.

Algo que es importante notar, es que no se define que es una persona lesionada, ni que tan grave es el daño a su salud.

No se menciona tampoco cual es el radio de evacuación, lo cual es importante conocer, para de esta manera conocer la dimensión del problema; Para lograr esto se debe de registrar las cantidades involucradas así como el tipo de material presente (incluyendo las propiedades fisicoquímicas) en la emergencia, así como todos aquellos factores que puedan ser cuantificados y se relacionen directa o indirectamente con el evento.

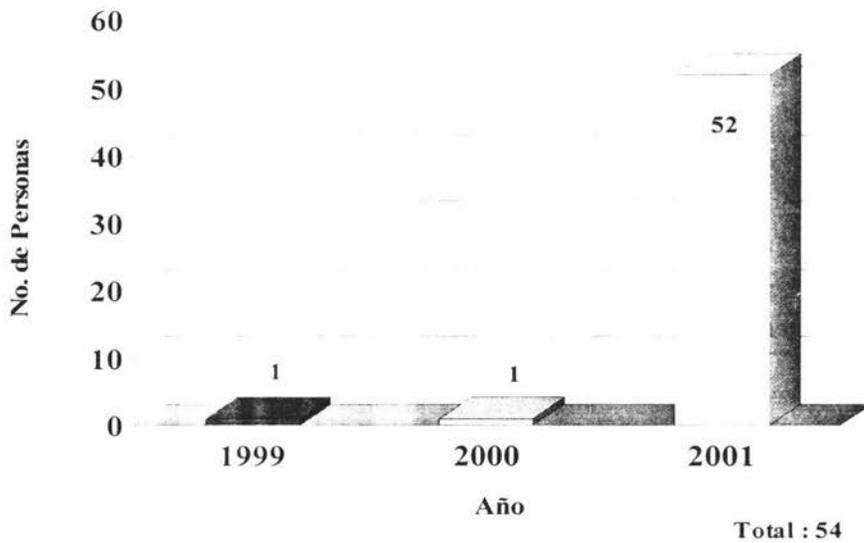
3.2.11 Afectaciones a la población laboral:
Número de personas fallecidas⁽³³⁾

Figura 3.9.



3.2.12 Afectaciones a la población laboral:
Número de personas lesionadas⁽³³⁾

Figura 3.10.



3.3 Empresas transportistas involucradas con mayor frecuencia en accidentes con materiales peligrosos (Periodo 1999-2001)⁽³³⁾

- Transportes Jorge Santa Ana Vega, S.A. de C.V.
- Transportes Nieto, S.A. de C.V.
- Servicios Especializados Huerta, S.A. de C.V.
- Auto tanques Ochoa, S.A. de C.V.
- Transportes Cob, S.A. de C.V.
- Transportes Baeza, S.A. de C.V.
- Auto transportes Especializados Gama, S.A. de C.V.
- Auto Express Mercurio, S.A. de C.V.
- Transportes Unidos, S.A. de C.V.
- Royal Transport, S.A de C.V.
- Translesa, S.A. de C.V.
- Transportes del Altiplano, S.A. de C.V.
- Transcen, S.A. de C.V.
- Transportes Especializados Cantú-Segovia, S.A. de C.V.
- Transportes Larraga S.A. de C.V.
- Transportes del Sureste, S.A. de C.V.
- PEMEX

3.5 Grupos Industriales de Ayuda Mutua ⁽³⁴⁾⁽⁴⁶⁾

El SETIQ tiene un inventario de los grupos industriales que brindan apoyo a las emergencias químicas. Para el caso de la Ciudad de México y Zona Metropolitana, esos grupos son:

1. PAMI
2. PAMI- Xocoyahualco
3. CISAM
4. PAMI Copenil
5. AMEI
6. GIRETO
7. GIRETI
8. GIREL
9. GIREO
10. GIRETO 2000
11. PAMI- Hidalgo
12. PAMI La Loma
13. PAMI Las armas I
14. PAMI Las armas II
15. PAMI Las armas III

Grupos Industriales de Ayuda Mutua (continuación)

16. PAMI Las armas IV
17. PAMI Los Reyes
Tlalnepantla
18. PAMI San Andrés Atenco
19. PAMI SAN Jerónimo
Tepetlaco
20. PAMI San Juan
Ixhuatepec
21. PAMI San Nicolás
22. PAMI San Pablo Xalpa
23. PAMI Santa Clara
PAMI Tlalnepantla Centro
24. GRUPO Guiame
25. GIREBI

Estos grupos deben de tomar un rol importante en la atención de las emergencias, promoviendo simulacros conjuntos, unificando procedimientos, así como adquiriendo una mayor responsabilidad en la atención de las emergencias.

3.5 Análisis de estadísticas

Como hemos observado en las gráficas y tablas de los puntos anteriores, las emergencias ambientales por productos químicos, involucran una diversidad de elementos que sumados conducen a la ejecución de las mismas.

Se debe de diferenciar estos accidentes en los que suceden dentro de una instalación industrial con los que suceden al exterior de la misma.

Las emergencias en el transporte de materiales químico peligrosos, pueden suceder en las dos partes.

En ambos casos puede darse un incidente o accidente, por las causas ya mencionadas anteriormente lo cual ocasiona pérdidas tanto económicas, físicas e inclusive la vida.

La información analizada permite mostrar que tanto en el sector industrial como en la población aledaña este tipo de emergencias ha dado como resultado la pérdida de individuos, y una sola vida es motivo para la creación y desarrollo de una nueva cultura de la seguridad.

Dentro del sector privado hay compañías como DuPont, las cuales no ha tenido un solo incidente de este tipo en muchos años, esto se ha logrado mediante una cultura integral de la seguridad, en donde el más mínimo incidente es investigado, y por tanto cuantificado, para lograr así una prevención eficaz y eficiente de los accidentes.

El número de lesionados ha ido en aumento en ambos casos, muestra de la ineficiente aplicación o ausencia de procedimientos en el transporte de materiales peligrosos.

El caso de D.F. es importante, ya que la población aledaña a la industria es muy alta en términos de densidad de la población, lo cual aumenta significativamente el riesgo de un incidente o accidente que involucre el transporte de materiales peligrosos, así como su severidad.

Llama la atención que los materiales involucrados en un mayor número de emergencias, sean manejados por una sola empresa, esto debe de ser tomado en cuenta por dicha empresa y por tanto tomar medidas conjuntas para resolver el problema.

CAPÍTULO 4
TIPOS DE AUTO
TANQUES

4. TIPOS DE AUTOTANQUES

El contenedor, tanque o cisterna, puede tener muchas formas que resultan de la combinación de las secciones transversales: redonda y elíptica, a lo largo de su eje longitudinal.

Las formas de los tanques tienen propósitos específicos, como lo son: volumen, tipo de material de diseño y transporte, forma de enganche al tractor, facilidad de maniobra, carga y descarga.

Los responsables de responder a una emergencia de transporte de materiales peligrosos deben estar familiarizados con las formas de estos tanques.

Los auto tanques están englobados en diferentes grupos de acuerdo a la presión interna a que están sujetos los contenedores:

4.1 Auto tanques a presión atmosférica

Su diseño de presión va de 3 a 5 psi, que se utilizan para el transporte de líquidos inflamables de baja presión de vapor, principalmente productos de petróleo. Se caracterizan por su sección transversal elíptica.

4.2 Auto tanques de baja presión

Para líquidos corrosivos y materiales líquidos de múltiples peligros (p.ej. inflamables, corrosivos y venenosos). Se caracterizan por sus contenedores de sección transversal redonda y con refuerzos o "costillas" transversales en forma de anillos a lo largo del tanque. Los auto tanques con aislamiento y en forma de herradura en su sección transversal no tienen visibles los refuerzos: son lisos exteriormente y con presión de diseño de 25 psi como mínimo.

4.3 Auto tanques de alta presión

De sección transversal redonda y sin anillos de refuerzo. Los cabezales de los contenedores son semiesféricos. La presión interna puede ser desde 100 a 500 psi, el diseño típico es de 265 psi. Transportan productos como gases licuados a presión y son susceptibles de sufrir "bleve" (boiling - liquid - expanding - vapor - explosions).

4.4 Auto tanques especiales para altas presiones

Criogénicos, transportan gases licuados a temperaturas desde -150 °f (-101.11 °C) hasta -450°f (-267.78 °C). La presión de diseño es de 25.3 psig como mínimo y 500 psi como máximo. La forma exterior del tanque o contenedor puede ser redonda o redonda - cuadrada.

4.5 Intermodales

Sobre una plataforma pueden instalarse cilindros para gases a alta presión, "contenedores", tanques criogénicos, etc.

Todas las características específicas de diseños "Motor Carrier (MC)" son las mismas que encontramos en el "Departamento de Transportación de los Estados Unidos de Norteamérica (DOT)"⁽²³⁾ y se conocen como serie DOT 400.

El "CFR Título 49 Parte 178 y 180" habla de las especificaciones para el diseño de carga. La sección 178.320 contiene los requisitos generales que son aplicables a cada tanque de carga, en México lo encontramos en la NOM-020-SCT2-1995.

4.6 Tipos de auto tanques de acuerdo al "DOT"

En el siguiente cuadro se pueden observar los diferentes tipos de auto tanques, de acuerdo con su número de diseño del "DOT" y al material que transportan.

Tabla 4.1. Tipos de auto tanques de acuerdo al "DOT"

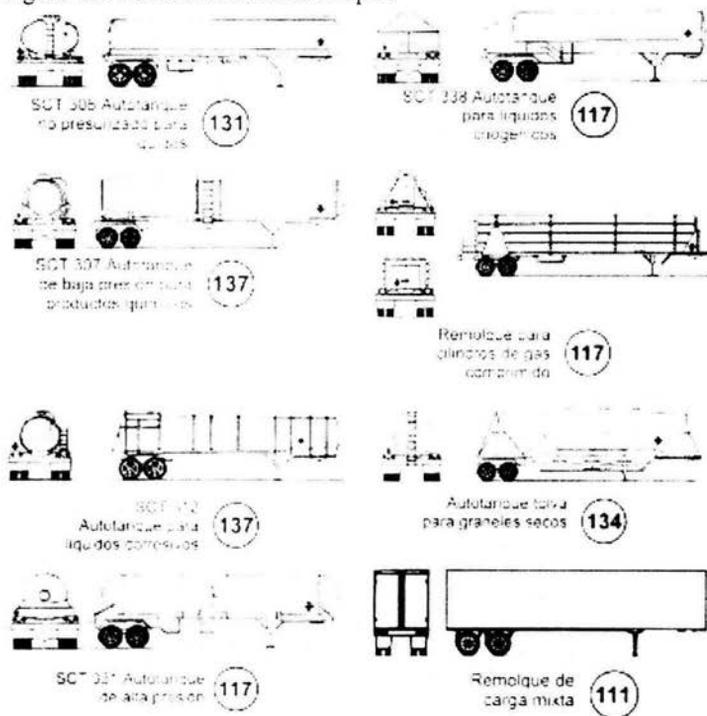
Número de diseño	Materiales transportados
MC - 306 (DOT-406) Considerados a presión atmosférica	Líquidos combustibles e inflamables Tóxicos en estado líquido. Presión de vapor no mayor a 3 psi
MC - 307 (DOT - 407) Considerados a baja presión con presión de diseño no menor de 25 psi	Líquidos combustibles e inflamables. Tóxicos en estado líquido. Presión de vapor no mayor a 40 psi a 21 °C
MC - 312 (DOT -412)	Líquidos corrosivos.
MC 331	Gases licuados
MC 338	Gases criogénicos.

Después del mes de agosto de 1993, el DOT cambió las especificaciones de la denominada serie MC y a pesar de que se continúan utilizando, ya no se construyen. Los MC - 306, MC 307 y MC 312, en sus nuevas especificaciones de construcción tienen el centro de gravedad más bajo con mayor capacidad y de otros materiales ⁽²⁶⁾.

4.7 Formas de auto tanques

La siguiente figura muestra las formas más comunes de los auto tanques ya mencionados. ⁽³⁰⁾

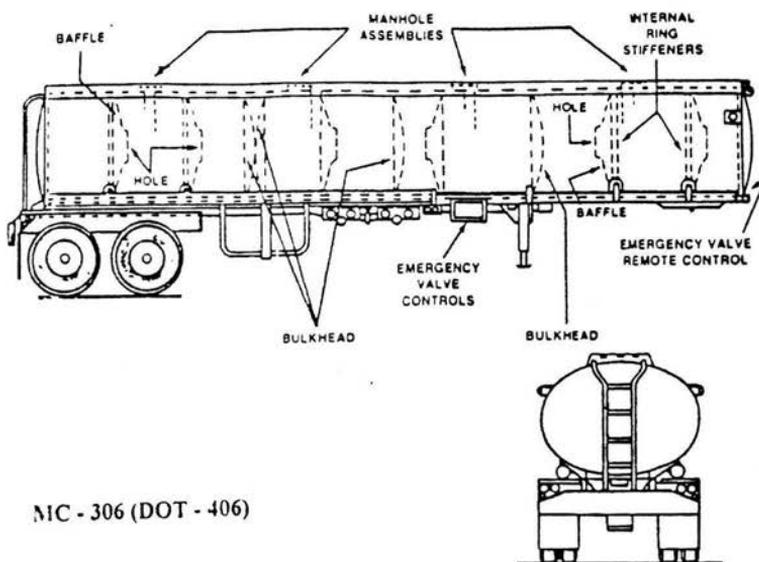
Figura 4.1. Formas de los auto tanques



4.8 Diseño interno

El diseño interno de los auto tanques esta estipulado en la sección 178.320 de la CFR 49, a continuación se pueden observar los diseños internos para cada uno de los auto tanques de la serie 400⁽²⁷⁾.

Figura 4.2. Diseño interno de un auto tanque DOT 406



Baffle: Rompeolas con paso de hombre al centro.

Manhole: Registro o entrada de hombre, se usa para la carga del material.

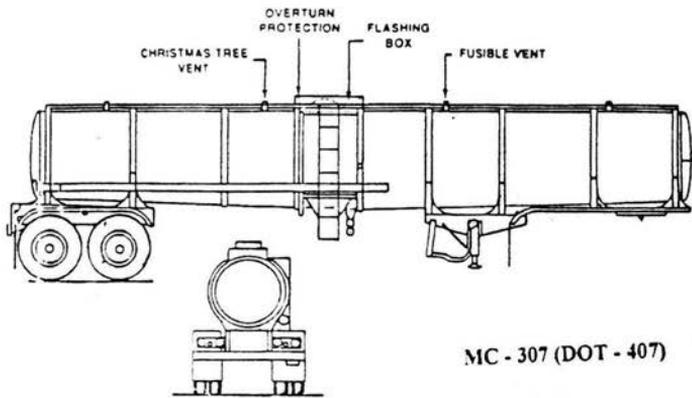
Internal ring stiffening: Montante anular interno de refuerzo.

Bulkheads: Mamparas o cabezales internos que dividen los compartimentos herméticamente y con espaciamiento intermedio.

Emergency Valve Remote Control: Control remoto de emergencia para accionar las válvulas.

Las defensas traseras están instaladas a 6 pulgadas de separación en cualquier parte de la unidad.

Figura. 4.3. Diseño interno de un autotanque DOT 407



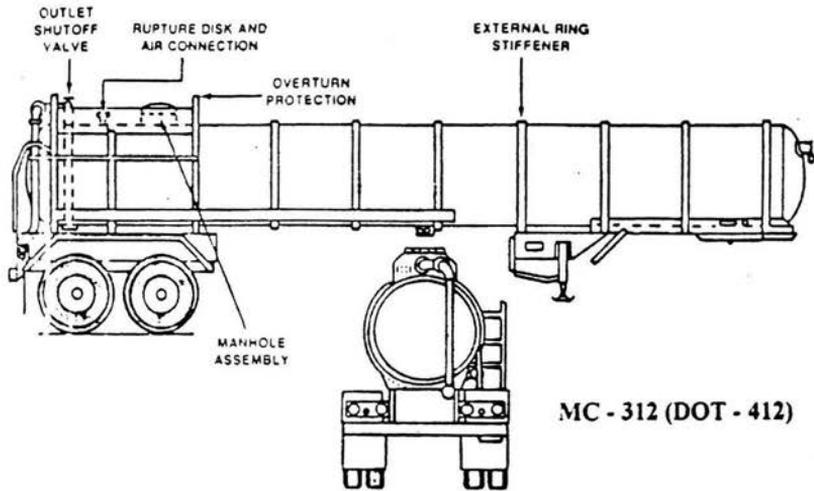
Christmas tree vent: Venteo activado por presión-vacío en conexión: Arbol de navidad.

Flashing Box: Charola contra escurrimientos.

Fusible Vent: Venteo activado por temperatura.

Overtum protection: Protección contra vuelcos.

Figura 4.4. Diseño interno de un auto tanque DOT 412



Outlet shutoff valve: Válvula de descarga.

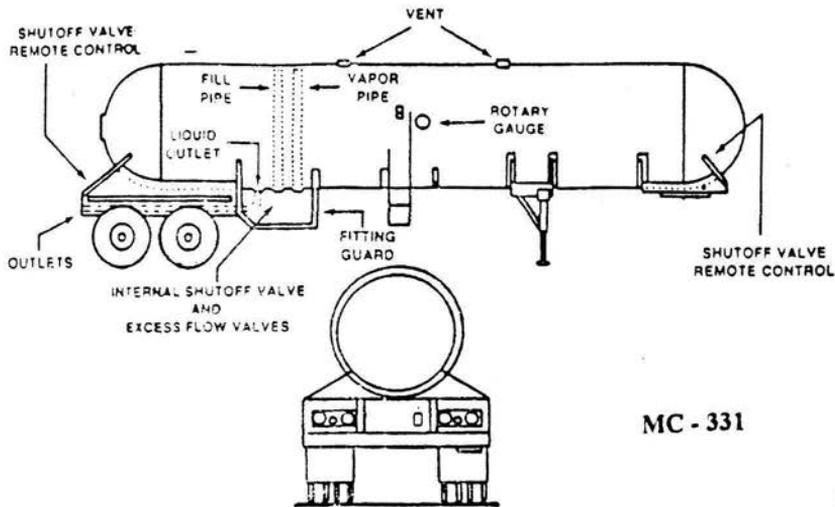
Ruptura disk and air conection: Disco de ruptura y conección para aire.

Overtum protection: Protección contra volcaduras.

External ring stiffener: Anillo externo de refuerzo.

Manhole assembly: Registro o paso de hombre (llenado de tanque).

Figura. 4.5. Diseño interno de un auto tanque MC 331



Shutoff valve remote control: Control remoto para sellar la válvula.

Outlets: Salida o descarga del producto.

Liquid outlet: Salida del líquido (descarga).

Internal Shutoff valve and excess flow valve: Válvula interna de cierre y válvulas de exceso de flujo.

Fitting guard: Protección de las conexiones y válvulas

Fill Pipe: Tubo de llenado de líquido

Vapor Pipe: Tubo de retorno de vapor

Vent: Venteos.

Rotary gauge: Medidor rotatorio de volumen.

4.9 Especificaciones para el diseño de carga

El *CFR Parte 178 y 180* habla de las especificaciones para el diseño de carga en el *Título 49 CFR Parte 178*. La sección *178.320* contiene los requisitos generales que son aplicables a cada tanque de carga.

Los requisitos para la prueba e inspección de tanques de carga se encuentran en el *Título 49 CFR 180.407*.

MC-306/DOT- 406

Requisitos generales de diseño y construcción aplicable a la serie de auto tanques DOT 400 se encuentran en la sección *178.345*. Las especificaciones para un tanque de carga DOT-406 se encuentran en el *Título 49 CFR 178.346*

MC-307/DOT-407

Las especificaciones para un tanque de carga se encuentran en DOT-407 en el *Título 49 CFR 178.347*.

MC-312/DOT-412

Las especificaciones para un tanque de carga se encuentran en DOT-412 en el *Título 49 CFR 178.347*.

MC-331

Las especificaciones para un tanque de carga se encuentran en MC331 en 49 CFR 178.337.

MC-338

Las especificaciones para un Tanque de carga se encuentran MC-338 en el *Título 49 CFR 178.338*.⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾

La incorporación de divisiones en los tanques de estos vehículos, es una excelente opción para reducir el riesgo inherente a la capacidad de los mismos.

Se propone entonces que la capacidad de los vehículos que circulan por el D.F. para vehículos con capacidades mayores o iguales a 20, 000 L. se fraccionará por divisiones tantas veces, como sea necesarios para reducir el riesgo al mínimo, pero a su vez considerando los factores de diseño mecánico y económico óptimos.

CAPÍTULO 5

DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

5.1 Análisis e investigación de accidentes en el transporte de materiales peligrosos

Este punto debe de considerar que los accidentes e incidentes solo son la punta del iceberg de una serie de deficiencias en los procedimientos previos a los mismos.

Los accidentes e incidentes no son fruto de la casualidad, todos tienen causas que si se eliminan desde su origen, se pueden prevenir.

El análisis de accidentes e incidentes en el transporte debería de considerar algunos puntos mínimos, los cuales permitan medir los efectos del evento para de esta manera poder mejorar los procedimientos y prevenir las emergencias químicas.

Los puntos que pueden ser causa de incidentes o accidentes y que se deben de analizar son:

- Estado y condiciones de la carretera
- Integridad mecánica
- Factores Climatológicos
- Procedimientos operativos
- Factor humano

La investigación de los incidentes o accidentes permite, que tenga un mejor conocimiento de los eventos involucrados en una emergencia, logrando evitar que se vuelvan a repetir y de esta manera elaborar o mejorar la normatividad respectiva (esto es estándares, guías, procedimientos) que se ajuste a los problemas que la ciudad en particular requiere.

Para lograr una correcta investigación de los incidentes o accidentes se requiere formar grupos multidisciplinarios, los cuales estén formados por personas involucradas en las emergencias, gente experimentada en situaciones de este tipo así como personal involucrado en el área de seguridad.

Ya se ha mencionado los factores que se deben de tomar en cuenta para dicha investigación, sin embargo, se debe de tener un orden para formalizarla.

Este orden, es de tipo cronológico, es decir a través del tiempo, considerando el antes, durante y después del incidente o accidente.

Después de realizado esto, se determina cual fue la causa raíz del incidente o accidente, y en consecuencia se puede detectar cuales fueron las fallas operativas o de administración, si es que las hubo, que puedan mejorarse.

A partir de lo anterior se elaboran recomendaciones y correcciones a llevarse a cabo en un periodo de tiempo limitado.

La comunicación de lo encontrado, debe de ser difundido a todos los sectores que se puedan ver afectados directa e indirectamente en un incidente o accidente de ese tipo, así como tener en cuenta los procedimientos establecidos, para de esta manera prevenir, por medio de la no recurrencia.⁽³⁴⁾

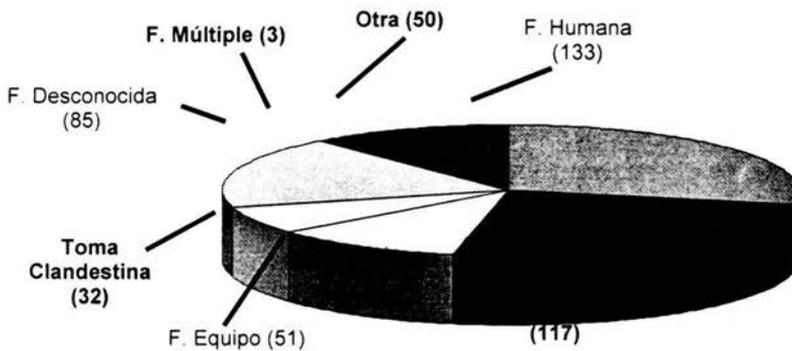
Se debe de llevar a cabo una clasificación de los incidentes o accidentes, para de esta manera cuantificar los daños para dimensionar el evento.

Es importante que se hagan análisis cuantitativos y / o cualitativos, más adelante se mencionará algunos de estos tipos de métodos.

5.2 Causas de las emergencias (1993 – 2001)

Las principales causas de estas emergencias, ya señaladas anteriormente, fueron diversas y se muestran en la figura 5.1.⁽³³⁾

Figura 5.1. Causas de las emergencias



Es de notar que la causa más frecuente en los accidentes, es la falla humana; según datos de la SCT el 84 % de los accidentes que ocurren en caminos de jurisdicción federal son atribuibles al conductor.

Por tanto se debe de analizar si la capacitación e instrucción que reciben (en caso de recibirla) de los transportistas es la adecuada, y en su defecto hacer mejoras, para disminuir los riesgos de este problema.

5.3 Infraestructura para la respuesta a emergencias con materiales químico – peligrosos ⁽³⁴⁾

En México existen diferentes grupos que interactúan en la atención de las emergencias. Se menciona a continuación de manera breve, quienes son estos y como están constituidos.

Policía Federal Preventiva (Coordinación General de Seguridad Regional)

Se compone de:

- 27 Regiones y,
- 80 Destacamentos

Que patrullan los caminos de jurisdicción federal y asisten a los accidentes.

Servicios médicos

Estos están divididos a lo largo y ancho de la república por:

- CRM 533 delegaciones en el país
- IMSS 208 hospitales
- SS 218 hospitales
- ISSSTE 107 hospitales

Heroico Cuerpo de Bomberos

- 137 estaciones de Bomberos*
- 32 Oficinas estatales de Protección Civil en el país

*en rutas críticas

Dentro de los aspectos que son insuficientes o nulos en México esta el uso de unidades especializadas en la atención de emergencias, las cuales deben de contar como mínimo con el equipo y materiales como los siguientes⁽³⁴⁾:

Equipos

- Compresor
- Bomba de transvase
- Trajes de protección personal
- Extintores
- Planta de emergencia
- Regadera y lava ojos
- Portátiles
- Equipos de respiración autónoma
- Cilindros de repuesto
- Equipo para monitoreo
- Equipo de informática

Materiales

- Cuerdas
- Mangueras
- Herramientas
- Absorbentes
- Agua
- Manga indicadora de viento
- Materiales absorbentes
- Soluciones neutralizantes

5.4 Causas de la problemática en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos en el D.F.

La problemática del tránsito de vehículos automotores de materiales peligrosos en el D.F. tiene diversas vertientes como los son:

- Lagunas en las leyes, reglamentos y normas para la regulación de estas unidades.
- Falta o insuficiencia de control y verificación del cumplimiento de la legislación.
- Recursos materiales muy limitados e insuficientes
- Infraestructura física deficiente, o rebasada para lo que inicialmente se había diseñado para la circulación de estos vehículos.
- Poca o nula especialización en emergencias con materiales y residuos peligrosos
- Capacitación insuficiente de los transportistas y autoridades en los aspectos relacionados a los materiales peligrosos.
- Falta de equipo con relación al tamaño de la Ciudad de México y por lo tanto incapacidad en la respuesta a emergencias.
- Se necesita incrementar substancialmente la armonización de la normatividad relacionada al Transporte Terrestre de Materiales Peligrosos con respecto a lo que se esta haciendo en Estados Unidos, Canadá y Europa.
- Restricciones geográficas- jurídicas
- Inexistencia de la coordinación entre los grupos de Seguridad Pública del DF. , estados y municipios aledaños.
- Desconocimiento de los horarios y rutas que establece la autoridad competente.
- Ausencia de investigación de accidentes e incidentes por materiales peligrosos, que por sus características físico - químicas podrían ocasionar daños al ambiente o a la población.
- Necesidad de la incorporación y uso de nuevas tecnologías para el control de las unidades.
- Etc.

5.5 Propuestas

Dentro de las propuestas que existen para mejorar la situación actual del transporte de los materiales peligrosos en atención a la gran mancha urbana, que es el D.F., existen diferentes puntos de vista, uno de ellos, el que presenta la SSP y SETRAVI en conjunto con empresas y asociaciones, que por su disponibilidad en información y viabilidad de operación, se analizará a continuación.

5.5.1 Rutas y horarios actuales según SSP y SETRAVI

En el Art. 31 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública⁽⁶²⁾ dice que corresponde a la SETRAVI precisar las rutas de penetración o de paso, así como los itinerarios para los vehículos de carga, otorgando las autorizaciones correspondientes.

Según el artículo 85 del Reglamento de Tránsito del DF, los vehículos destinados al transporte de carga tendrán prohibido circular por los carriles centrales y tercer carril, contado de derecha a izquierda, así como en vialidades y horarios restringidos por la Secretaría.

Las rutas que actualmente se utilizan en la circulación del transporte de carga, están señaladas en la figura 5.2. y se muestra más adelante⁽⁵⁹⁾.

Se puede notar que la red utilizada está compuesta principalmente por vías primarias.

5.5.1.1 Las vías y horarios preferenciales del transporte de carga del DF.

Horarios

La propuesta por parte de la SETRAVI y la SSP en conjunto con asociaciones y empresas interesadas llamada "Harmonización ambiental del transporte de carga que circula en la ZMVM" dice en materia de rutas preferenciales y horarios lo siguiente:

De lunes a viernes

Vehículos de carga de tres y más ejes:

- Circulación nocturna en todas las vialidades de 20:00 p.m. a 7:00 a.m.
- Circulación diurna, de 7:00 a 20:00 p.m. exclusivamente por vialidades preferenciales.

Vehículos de carga de dos ejes:

- Restricción horaria de 7:00 a 10:00 a.m., en la red vial primaria.
- Circulación de 7:00 a 10:00 a.m., exclusivamente por vialidades preferenciales.
- Se autoriza el uso de cruces con vialidades primarias.

Centro histórico*:

- Vehículos de tres o más ejes, se les permitirá la circulación de las 20:00 a las 7:00 a.m.
- Vehículos de dos ejes. Se permitirá la circulación de 20:00 a 10:00 a.m.

Las restricciones enunciadas, no aplican en:

- Vialidades secundarias
- A vehículos de dos ejes, que transportan productos perecederos.
- Vehículos de servicios de emergencia, rescate y salvamento, traslado de valores, servicio postal mexicano, telégrafos, así como servicios de limpieza en general.
- Sábados, domingos y días establecidos como festivos en la legislación laboral.

*Zona de norte a sur de Eje 1 Norte a Fray Servando Teresa de Mier, de Oriente a Poniente de Eje 1 Oriente a Balderas, continuando por Paseo de la Reforma a Eje 1 Norte.

Criterios de instrumentación

- La operación de las vialidades preferenciales será por 24 horas contando con características físicas, de señalamiento, administración de tránsito y seguridad para brindar facilidades de circulación y maniobras de tránsito a los vehículos de transporte de carga, operando en tránsito mixto.
- Instrumentar operativos permanentes de patrullaje y puntos de control en estas vías para preservar la seguridad de los vehículos, coordinadamente con la SSP.
- Vehículos de dos ejes: Rabón, Redilas, Pickup, Venet Y Pannel.
- Vehículos de tres ejes y más ejes: Torton (camión unitario y / o articulado) tractocamión (trailer).
- La circulación se realizará de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Tránsito (prohibido circular en carriles centrales y tercer carril contados de derecha a izquierda).
- Libre circulación en vialidad secundaria.
- La red vial primaria a considerar será la definida en el programa integral de transporte y vialidad 2001-2006.

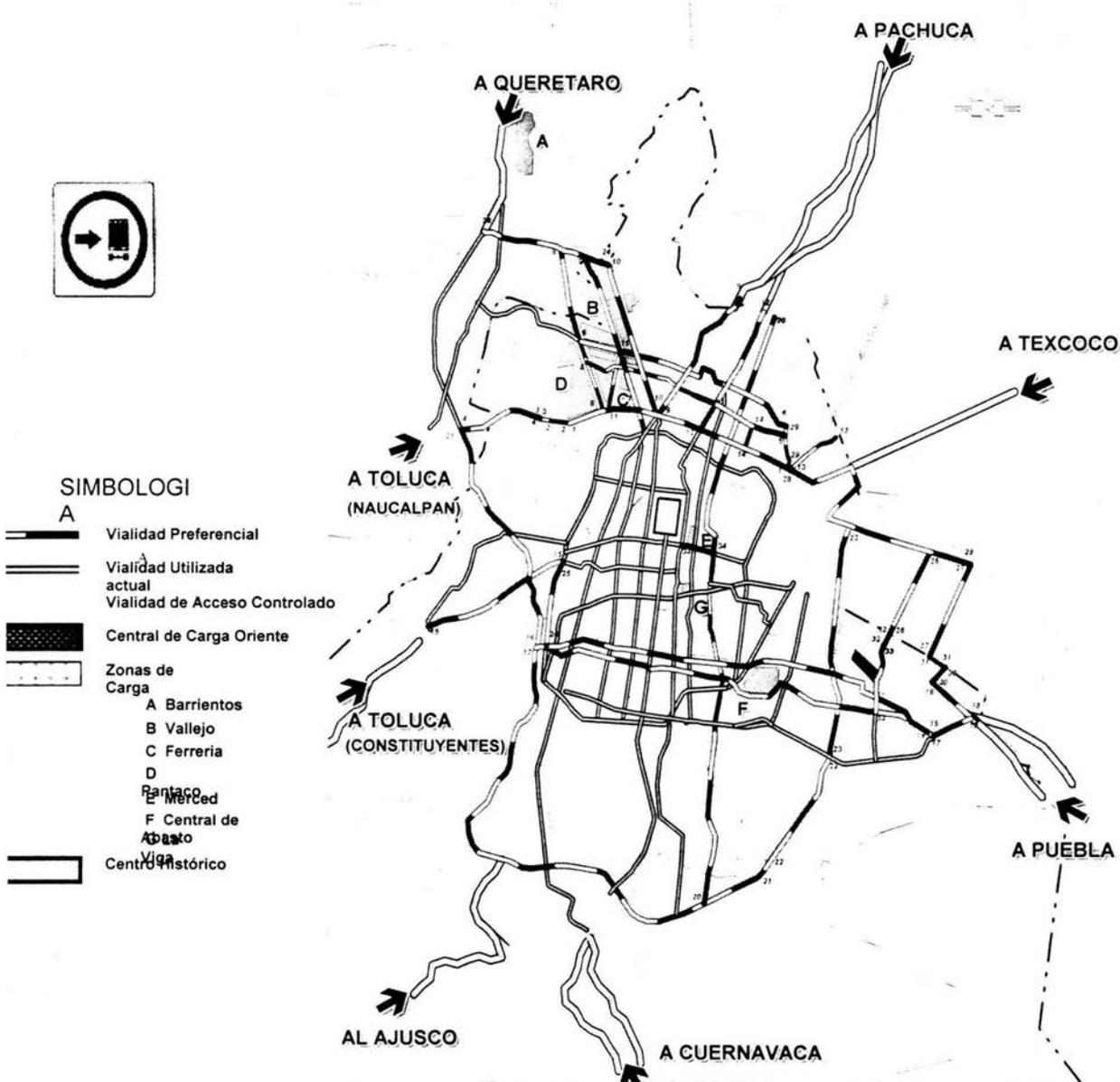
Propuestas de la Secretaría de Seguridad Pública

- Propone un operativo permanente de patrullaje y puntos de control en las vialidades preferenciales para vehículos de carga que se definan en el programa para la preservación de la seguridad.

Administración de la circulación del transporte de carga en los alrededores de la Central de Abasto que consisten en colocar 20 elementos de pie a tierra, 12 patrullas con 2 elementos cada una y cuatro grúas⁽⁵⁹⁾.

Estas vías forman una red compleja como la que se muestra a continuación en el mapa realizado por la SSP y la SETRAVI⁽⁵⁹⁾:

Figura 5.2. Red vial primaria y preferencial propuesta por SETRAVI y SSP



5.5.1.2 Vialidad preferencial

Las vías preferenciales son en su gran mayoría, un conjunto de vías primarias, las cuales la SSP y SETRAVI han considerado, puedan ser la red vial preferencial para el transporte de carga, incluyéndose en este el transporte de materiales peligrosos.

En forma inicial, se proponen una serie de tramos viales que en general quedan incluidos en la siguiente tabla.

Tabla 5.1. Vialidad Preferencial propuesta por SETRAVI y SSP⁽⁵⁹⁾

VIALIDAD	TRAMO
1. Eje 3 norte	Av. de las Granjas-Eje 5 Norte
2. Heliopolis	Av. de la Granjas-Tebas
3. Invierno	Tebas-Aquiles Serdán
4. Av. Cinco de Mayo	Aquiles Serdán-Tezozomoc
5. Av. Sta. lucia	Tezozomoc-Calz. de la Naranja
6. Gobernador Sánchez Colín	Calz. de la Naranja-Pirámide
7. Av. 1° de mayo	Pirámide-Anillo Periférico
8. Eje 4 norte	Av. José Loreto Favela-Av. Ceylan
9. Eje 5 norte	Av. José Loreto Favela-Av. Ceylan
10. Calz. vallejo	Eje 3 Norte-Anillo Periférico Norte
11. Ceylan	Eje 3 Norte-Anillo Periférico Norte
12. Insurgentes Norte	Eje 3 Norte-Anillo Periférico Norte
13. Eje Central Norte	Eje 3 Norte-Anillo Periférico Norte
14. Av. Jardín	Eje 3 Norte-Vallejo
15. Eje 1 Oriente	Eje 3 Norte-Anillo Periférico Norte
16. Calle 503	Eje 3 Norte-Eje 4 Norte
17. Av. constituyentes	Paseo de la Reforma-Circuito Interior
18. Eje 5 Sur	Calz. Ermita Iztapalapa-Periférico sur

VIALIDAD	TRAMO
19. Eje 6 Sur	Periférico Sur - Calz. Ermita Iztapalapa
20. Calz. Ignacio Zaragoza	Calz. Ermita Iztapalapa - Rep. Federal Norte
21. Calz. Ermita Iztapalapa	Eje 5 y 6 Sur - Calz. Ignacio Zaragoza
22. Eje 3 Oriente	Periférico Norte- Periférico Sur
23. Anillo Periférico Norte	Eje Central- Blvd.. M. Ávila Camacho
24. Anillo Periférico	Av. 1° de Mayo - B. de Xochiaca
25. Circuito Interior	Constituyentes – Eje 6 Sur
26. Av. Adolfo López Mateos	B. de Xochiaca – Av. Texcoco
27. Av. Vicente Villada	B. de Xochiaca – Av. Texcoco
28. Vía Tapo(B. de Xochiaca)	Oceania – Av. Vicente Villada
29. Av. José Loreto Favela	Av. 608 – Eje 5 Norte

VIALIDAD	TRAMO
30. Rep. Federal Norte	Av. Texcoco- Calz. Ignacio Zaragoza
31. Av. Texcoco	Av. Vicente Villada- Rep. Federal Norte
32. Juan C. Bonilla	Av. Texcoco- Calz. Ignacio Zaragoza
33. Av. Guelatao	Av. Ignacio Zaragoza-Eje 6 Sur
34. Fray Servando	Eje 3 Oriente – Eje Central
35. José María Izazaga (Topacio)	Eje 1 Oriente – Eje Central
36. Calz. de Tlapan	Acceso de Cuernavaca – Anillo Periférico
37. Anillo Periférico Norte	Eje 3 Oriente – Autopista México Pachuca
38. Eje 2 Oriente	Periférico Sur – Eje 5 Norte

Tabla 5.1. Vialidad Preferencial propuesta por SETRAVI y SSP (continuación)

5.5.2 Recopilación de la información

Debido a la información disponible, proporcionada por las coordinaciones de Protección Civil de las delegaciones de la Ciudad de México, solo se hará un análisis de la red vial utilizada por el transporte de materiales peligrosos, para aquellas delegaciones donde la información de estas rutas haya sido proporcionada.

Lamentablemente no fue posible que las 16 delegaciones brindaran información acerca del problema del transporte terrestre de materiales peligrosos.

Las falta de información tiene diferentes causas, dentro de las cuales destacan:

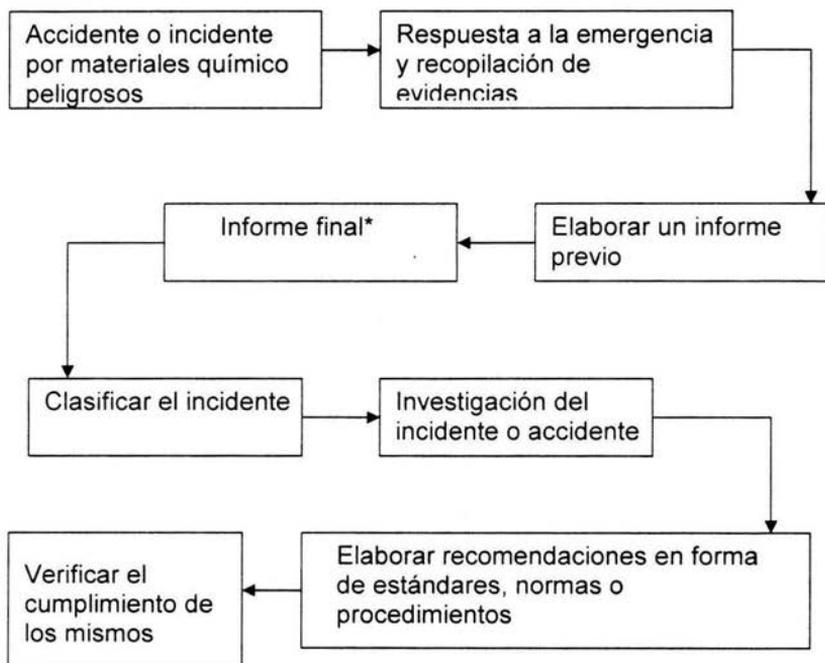
- Inadecuada preparación de los temas relacionados a materiales químico peligrosos.
- Falta de capacitación de los cuerpos de protección civil con relación al transporte de materiales y residuos peligrosos.
- Ausencia de estándares, políticas, normas o procedimientos en materia de investigación de accidentes e incidentes en el transporte.
- Inexistencia y / o falta de conocimiento de bases de datos de incidentes y accidentes por transporte de materiales peligrosos.
- Falta de coordinación con los grupos involucrados a un accidente con materiales peligrosos.

5.5.2.1 Manual de procedimientos por ausencia de información

Como se señaló anteriormente la información disponible es insuficiente y en algunos casos poco confiable, debido a las causas mencionadas en el punto anterior.

Por esta razón se propone que se realice un manual de procedimientos para contrarrestar las deficiencias en la información, dicho manual se sustenta en los siguientes pasos del esquema (Figura 5.3.):

Figura 5.3. Proceso para la elaboración del manual de procedimientos por ausencia de información.



El proceso anterior describe la forma en que puede formalizar la investigación de incidentes o accidentes que ya se ha descrito anteriormente, ahí mismo se menciona los beneficios que esta investigación trae consigo.

*El informe final deberá de incluir los siguientes puntos⁽³⁴⁾:

- Los puntos mencionados en la investigación de accidentes o incidentes ya mencionados.
- Cuales fueron los conocimientos adquiridos en la investigación.
- Factores clave de las fallas encontradas a partir del análisis de causa raíz del incidente o accidente.
- Mencionar los elementos de operación y / o administración de la seguridad en materia de transporte de materiales peligrosos a reforzar.
- Recomendaciones generadas asignando plazos de cumplimiento y jefes responsables.

El seguimiento de la aplicación de las recomendaciones, se sabe es el punto clave, para la prevención de los incidentes o accidentes, por ello es necesario elaborar procedimientos de verificación sencillos y eficaces.

Cada coordinación de Protección Civil⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁴¹⁾⁽⁴²⁾⁽⁴³⁾⁽⁴⁴⁾ de las diferentes delegaciones deberá emitir reportes frecuentes del avance en la implementación de las recomendaciones, en forma de estándares, los cuales serán supervisados por la Dirección General de Protección Civil del Distrito Federal⁽³⁸⁾.

Deberán entonces, elaborarse mecanismos de sanción o estímulos para el cumplimiento de las medidas.

5.5.3 Demanda de movilidad

El número de viajes metropolitanos (cruzan el límite del DF y el Estado de México) por día es aproximadamente de 4.2 millones⁽¹²⁾. De ahí la importancia de vigilar el buen tránsito de los mismos.

5.5.4 Transporte de Carga

A continuación se muestra una serie de datos que muestran la dimensión del problema con respecto al transporte de carga:

- Volumen anual de carga movilizada para la ZMVM: 393 millones de toneladas.
- Volumen de carga movilizada para la ZMVM por habitante: 24 toneladas.
- Porcentaje de contaminación de los vehículos de carga: 24%
- Unidades de transporte público y particular con carga foránea en la ZMVM: 68 mil unidades.⁽¹²⁾

5.5.5 Técnicas más utilizadas en el análisis de riesgo

Se puede definir para una ruta, un modelo de análisis de riesgo, en el cual se considera a un vehículo en un punto definido; Este vehículo se puede suponer es el que tiene un incidente o accidente, para de esta manera observar riesgo de la emergencia, en función de sus consecuencias y probabilidad del evento.

A continuación se presentan algunas de las técnicas de análisis de riesgo más utilizadas a nivel industrial⁽⁴⁵⁾.

5.5.5.1 Índice Mond: Este método se basa en la peligrosidad de los productos y en el carácter crítico de los procesos; en función de sus antecedentes de operación en instalaciones similares, permite obtener índices numéricos de riesgo para cada sección de las instalaciones industriales, en función de las características de las sustancias manejadas, de su cantidad, del tipo de proceso, y de las condiciones específicas de operación.

Para el caso del DF. la falta de antecedentes registrados, no permite la aplicación de esta técnica.

5.5.5.2 Análisis «¿Qué pasa sí?»: Esta técnica no requiere de métodos cuantitativos especiales ni de una planeación extensiva; utiliza información específica de un proceso para generar una serie de preguntas que son pertinentes durante el tiempo de vida de una instalación, así como cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación. Consiste en definir tendencias, formular preguntas, desarrollar respuestas y evaluarlas, incluyendo la más amplia gama de consecuencias posibles.

Esta técnica si es viable para su aplicación, ya que no es forzoso tener datos cuantitativos registrados, por lo cual sería pertinente hacer un estudio posterior en todas y cada una de las delegaciones en su conjunto, ya que esta es una tarea muy laboriosa, que requiere de la participación de todos los representantes de las áreas involucradas en la atención de las emergencias.

5.5.5.3 Análisis de peligros: Consiste en la identificación de eventos indeseables a través del análisis de los mecanismos operativos, para el problema aquí planteado, transporte de materiales peligrosos en la ciudad. Es un concepto de seguridad de procesos para protección del personal, instalaciones y comunidades.

Esta metodología también es factible de aplicarse para su estudio posterior, pero al igual que el anterior requiere de tiempo y participación de gran cantidad de personas.

5.5.5.4 Índice Dow: Éste intenta cuantificar anticipadamente daños potenciales por incendios y explosiones, identificando las causas y a los generadores, y traduciendo los peligros a una valoración económica que permita jerarquizar decisiones.

Esta metodología requiere de información confiable de los materiales, así como de sus propiedades, de las vías del transporte, de los costos de las unidades, vías, etc. por lo cual, en este momento, en el cual la información es limitada, no se recomienda su aplicación.

5.5.5.5 Análisis de probabilidad del evento: Es un proceso de estimación basado en la ocurrencia de eventos que pueden causar daños al personal, a las instalaciones y a las comunidades. Parte de definiciones matemáticas de riesgo en función de su frecuencia probabilística, magnitud y costo, en términos de sus consecuencias económicas, a la salud, e incluso a los ecosistemas.

Al igual que el anterior, y por las mismas razones no se debe de considerar por el momento este tipo de estudio.

En este trabajo no se aplican ninguna de las técnicas antes mencionadas, debido a las razones ya descritas, por lo cual se aplican una serie de criterios, los cuales no son exclusivos o no pertenecen a una técnica en particular.

5.5.6 Límites de carga

Para el análisis de consecuencias de los fenómenos químicos, las variables más utilizadas para expresar las consecuencias son la concentración de la sustancia que se fugó o derramó y para el caso de un incendio o explosión se considera la cantidad de energía expresada en las unidades correspondientes.

Los modelos matemáticos son una herramienta para determinar un posible radio de afectación, la cual puede comprender: el tamaño del sistema expuesto al fenómeno químico en términos de la cantidad de población afectada, el costo de la infraestructura, así como el costo de actividades de restauración de los ecosistemas dañados.

Todos los modelos y metodologías para estimar el riesgo químico tienen sus limitaciones. Además los modelos no abarcan las combinaciones sucesivas y paralelas de eventos ocasionados por dos o más sustancias, ni las reacciones combinadas de los diversos materiales.

Se menciona que otro aspecto esencial de los diagnósticos de riesgo es la necesidad de plantear en términos de probabilidades los distintos factores que influyen en él. Los fenómenos que pueden provocar desastres químicos son, en general, altamente impredecibles en cuanto al momento de ocurrencia, pero pueden estimarse en cuanto a su magnitud y sitio específico de impacto, si se utilizan los datos de ubicación de los materiales peligrosos que pueden causar el daño. Es factible definir escenarios de accidentes extremos si se consideran los eventos máximos catastróficos en función de una serie de variables que se fijan, como son: Las características específicas de las sustancias involucradas (peso molecular, punto de ebullición, densidad, volumen en condiciones normales, capacidad calorífica, límites inferior y superior de explosividad, calor de combustión, entre otras), las condiciones del proceso (temperatura, volumen del contenedor, diámetro del orificio en caso de fuga) y condiciones meteorológicas⁽⁴⁵⁾.

Para definir los límites de carga de los auto tanques, se simularán algunos casos reportados por PROFEPA⁽⁵⁹⁾ para ejemplificar las consecuencias de un evento relacionado con la carga, de esta manera se analizará la propuesta de bajar o dividir la carga para lograr así disminuir los riesgos.

5.5.6.1 Modelos de simulación

Existen diferentes modelos de simulación para las diferentes situaciones de riesgo con relación a las emergencias de tipo químico. Este tipo de modelos están divididos de la manera siguiente:

5.5.6.1.1 Modelos de dispersión de fugas y derrames: Se aplica para estimar la concentración de sustancias peligrosas a nivel de piso, provenientes de una fuga gaseosa o del derrame de un líquido que se evapora. Los resultados que reporta el modelo son la distancia de la pluma para alcanzar una concentración dada y el área de exclusión o área de riesgo, dentro de la cual se pueden tomar acciones preventivas de evacuación en caso de accidentes.

5.5.6.1.2 Modelo de dispersión de un «Puff»: Considera la dispersión en burbuja tridimensional, formada por la masa de una sustancia que es liberada a la atmósfera en unos cuantos segundos, tal como una nube de gas provocada por la explosión o ruptura de una esfera de almacenamiento.

5.5.6.1.3 Modelos de Nubes Explosivas: Se considera para gases en estado líquido por enfriamiento, por efecto de una presión y para gases sujetos a presiones de 500 psi o mayores así como líquidos inflamables o combustibles a una temperatura mayor a su punto de ebullición y mantenidos en estado líquido por efectos de presión (exceptuando materiales con viscosidad mayor a 1,000, 000 (centipoises) o puntos de fusión mayores a 100 °C).

Para el problema de los límites de carga de los materiales, se utilizarán de acuerdo a los casos seleccionados (de los reportados por PROFEPA), un programa⁽⁴⁹⁾ para la simulación de los mismos. El modelo responde a la clasificación de las definiciones mencionadas.

5.5.6 .2 Casos de simulación

De acuerdo a este tipo de modelos y la información disponible, se modelarán 3 casos de situaciones reales de los años 1999, 2000 y 2002.

La capacidad de las unidades que transportan materiales peligrosos es variable en función del diseño mecánico y económico del material transportado. Sin embargo no se han realizado estudios, los cuales evalúen las dimensiones de las consecuencias para la población y el medio ambiente, a causa de las cantidades de material transportado.

A continuación se mostrarán algunos casos de situaciones reales, las cuales no fueron dimensionadas con respecto al riesgo a la población y / o al medio ambiente⁽⁵⁹⁾.

Debe de quedar claro, que los datos que se utilizan para la simulación de estos casos solo darán una idea al lector de las dimensiones del accidente, así como lo crítico de este.

Simulaciones

Se consideraran para la simulación tres casos de los reportados que fueron proporcionados por la PROFEPA⁽⁵⁹⁾.

Los casos son los siguientes:

Fecha	Tipo de emergencia	Ubicación	Población				Laboral				
			F	L	I	E	F	L	I	E	
14/04/1999	Incendio	Transporte		3							
18/04/2000	Derrame	Transporte		2							
17/01/2002	Derrame	Transporte									

Fecha	Substancia involucrada	Cantidad involucrada	Unidades
14/04/1999	Gas L.P.	12500	L
18/04/2000	Combustoleo	4000	L
17/01/2002	Gasolina	20000	L

F = Fallecidos
L = Lesionados
I = Intoxicados
E = Evacuados

Los resultados fueron obtenidos por el programa mencionado anteriormente, utilizando diversas bases de datos de propiedades de los materiales. Se consulto las bases de datos de monitoreo ambiental REDMET⁽⁵³⁾ (Red Metereológica) del Sistema de Monitoreo Ambiental del D.F.⁽⁵²⁾, que posee 9 estaciones de este tipo ubicadas en zonas estratégicas de la ciudad.

Los equipos de medición con los que cuenta la REDMET son sensores automáticos de temperatura ambiente (TMP), velocidad de viento (WSP), dirección del viento (WDR), humedad relativa (RH) y radiómetros para radiación solar ultravioleta tipo-B (UV-B), que envían de manera automática, minuto a minuto los 365 días del año. Cuenta también con un perfilador acústico (SODAR) que mide los perfiles del viento en la horizontal y la vertical (velocidad y dirección) de la troposfera baja y un perfil de temperatura en la vertical⁽⁵³⁾.

Conociendo que en México el Gas L.P. tiene en mayor proporción Butano, se considerará este último en la simulación. Para la gasolina y el combustoleo se tomaron para fines de la simulación uno de sus componentes, que fueron n- heptano y heptadecano respectivamente, ya que las propiedades fisicoquímicas de estos compuestos son muy similares y la información de estos substitutos permite la simulación completa de los mismos.

En el caso de que alguna de la información requerida por el modelo no se tenga disponible, se considerarán las máximas condiciones de riesgo.

Para los derrames se propone un espesor de 1 cm de líquido.

Los casos a modelar son lo siguientes:

5.5.6 .2.1 Caso 1

Fecha: 14 / 04 /1999

Tipo: Incendio de una cantidad desconocida de los 12, 500 L de GAS L.P. transportados.

La Vel. Viento Promedio = 0.315 m/s

Temperatura Ambiente = 20.33 °C

Dirección del viento = 208.63

5.5.6 .2.2 Caso 2

Fecha: 18 / 04 /2000

Tipo: Derrame de 4, 000 L de Combustoleo.

La Vel. Viento Promedio = 2.92 m/s

Temperatura Ambiente = 19.16°C

Dirección del viento = 185.21

5.5.6 .2.3 Caso 3

Fecha: 17/ 01 /2002

Tipo: Derrame de 20,000 L de Gasolina.

La Vel. Viento Promedio = 0.57 m/s

Temperatura Ambiente = 14.91°C

Dirección del viento = 167.58

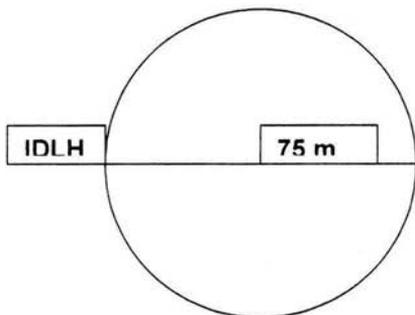
Los resultados de la simulación se ven reflejados en los anexos A1, A2 Y A3 respectivamente para cada caso.

5.5.6 .2.4 Análisis del Caso 1

Para este caso se supuso que de la capacidad de una pipa de 12,500 L se transportarán 409.1 Lb. de Gas L.P. considerando una fuga por un orificio de 2.54 pulgadas de diámetro en la parte inferior del mismo tanque, para de esta manera simular la situación más grave en función de la cantidad de material fugado.

La fuga dura 1 minuto, la concentración de IDLH es de 2000 ppm y se alcanza a unos 75m de la fuente (ver figura) y se dispersa en 6.7 minutos, esta distancia es relativamente sencilla de controlar en términos de la atención de la emergencia.

Figura 5.4. Distancia a la cual se tiene la concentración de IDLH.



En caso de un evento de este tipo en la ciudad, las dimensiones del accidente son relativamente pequeñas, gracias a la cantidad de material involucrado, que en este caso fue pequeña.

Al aumentar la cantidad de material la distancia a la cual se encontraría la concentración de IDHL sería cada vez mayor.

Según la Guía de Respuesta a Emergencias del 2000⁽³⁰⁾, un derrame “grande” implica aislar el área a por lo menos 800 m y para un incendio 1 milla a la redonda en dirección del viento, lo cual tendría fuertes costos sociales y ambientales.

El diámetro máximo posible para una bola de fuego es de aproximadamente 35 m y su duración de aproximadamente 6 s, así se demuestra, que a menores cantidades de material, las distancias permiten un mejor manejo de las emergencias.

La concentración más baja de inflamabilidad se encuentra a unos 111m, lo cual indica que se debe de aislar el área a por lo menos esa distancia, y al igual que lo que se ha explicado anteriormente, la emergencia es relativamente sencilla de controlar gracias a la cantidad del material y a las condiciones físico químicas del mismo.

Si llegara a explotar la cantidad de gas involucrada en este evento causaría muertes en los primeros 9 m y daños menores en al menos 132 m a la redonda.(ver figura 5.5.)

Figura 5.5. Zona de daños por explosión y zona tóxica.

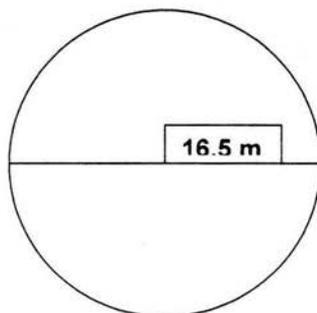


En resumen es importante limitar la cantidad de los materiales peligrosos respecto a su transporte , para de esta manera disminuir los riesgos de toxicidad, inflamabilidad y explosividad.

5.5.6 .2.5 Análisis del Caso 2

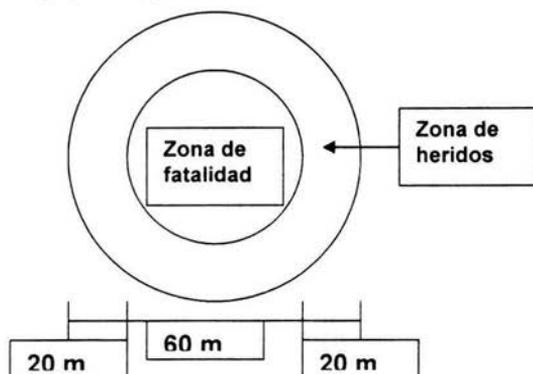
En este caso se supuso el transporte y derrame de 4,000 L de combustoleo, el derrame tiene un área de aproximadamente 214 m^2 o un diámetro de unos 16.5 m (ver figura 5.6.), por lo cual se debe de ser muy cuidadoso en su interpretación.

Figura 5.6. Área del derrame de combustoleo



Supóngase que todo el charco se quema, la altura de flama sería aproximadamente 60 m, el diámetro de fatalidad sería de 68 m y la zona en la cual habría heridos sería de casi 100 m (ver figura 5.7.).

Figura 5.7. Riesgo por fuego debido al derrame de combustoleo



Nótese que la cantidad de combustible no es muy grande, si consideramos que las pipas más pequeñas tienen una capacidad de 5, 500 L.

Al considerar que el material formará una bola de fuego, esta tendría un diámetro de aproximadamente 90 m a una altura de 150 m, con una duración de casi 10 segundos, el diámetro de fatalidad es de 61 m y la zona en la cual habría heridos sería de 131 m.

Si el derrame por alguna razón, se fugara de la pipa y se prendiera proyectándose en forma de lo que se conoce como "jet flame" esta proyección a chorro de la flama alcanzaría unos 8 m, estando seguros al doble de esa distancia.

Con respecto a la nube que es potencialmente inflamable y que se formaría por la evaporación del charco, esta tendría las siguientes características:

Una distancia de riesgo en dirección del viento, en la cual se mediría el limite inferior de inflamabilidad de por lo menos 34 m, la cual es una distancia relativamente segura, con respecto a las acciones que se deben de tomar para atender la emergencia.

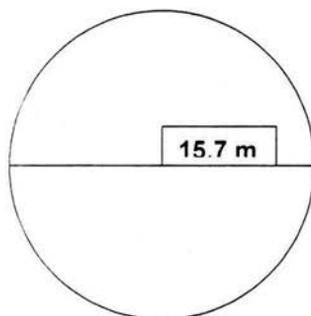
Para fugas grandes, la ERGO 2000⁽³⁰⁾, en la guía 128, recomienda aislar el área en por lo menos 300 m, en caso de existir un incendio esta área tendrá un diámetro de por lo menos 800 m. Nótese que para este caso el área de aislamiento para no tener heridos es 8 veces menor a si esto hubiera ocurrido para un derrame grande.

Se puede observar así, que gracias a que la cantidad de material fugada fue pequeña, las distancias de riesgo, son mejor controladas de manera directa y proporcional con la cantidad de material involucrada en el evento.

5.5.6 .2.6 Análisis Caso 3

En este caso se supuso el transporte y derrame de 20,000 L de gasolina, el derrame tiene un área de aproximadamente 193.5 m² o un diámetro de unos 15.7 m (ver figura 5.8.), al igual que en el caso anterior se debe de ser muy cuidadoso en la interpretación.

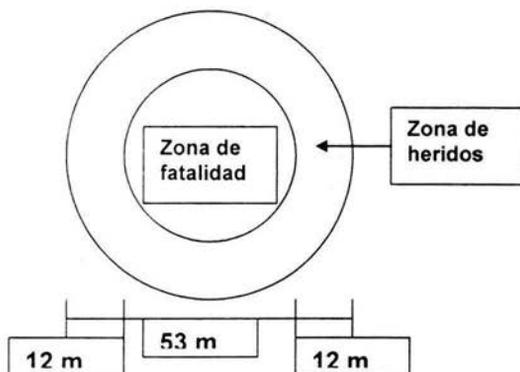
Figura 5.8. Área del derrame de gasolina



La nube tóxica provocada por la formación de una nube de este material alcanzaría su valor de IDLH a menos de 10 m, por lo cual no se tomará en cuenta para el análisis.

Supóngase que todo el charco se quema, la altura de flama sería aproximadamente 28 m, el diámetro de fatalidad sería de 53 m aproximadamente y la zona en la cual habría heridos sería de casi 77 m (ver figura 5.7.).

Figura 5.9. Riesgo debido a fuego en un (charco) derrame de gasolina



La cantidad de gasolina fugada es del tamaño propuesto en el presente trabajo como máximo a ser transportado, es decir 20,000L. se puede observar que el diámetro máximo de riesgo de 77 m. es una distancia, que de tener lugar en una vía primaria de la ciudad, permite que la atención de la emergencia se atienda sin tener que evacuar grandes cantidades de personas, y en algunos puntos sin interrumpir considerablemente el tránsito.

Si el derrame por alguna razón, al fugarse de la pipa se prendiera proyectándose en forma de lo que se conoce como "jet flame" esta proyección a chorro de la flama alcanzaría unos 4.5 m, estando seguros al doble de esa distancia. Lo anterior demuestra que inclusive se podría esperar a que el material sea consumido, sin necesidad de emprender acciones que requieran mayor logística.

Con respecto a la nube que es potencialmente inflamable y que se formaría por la evaporación del charco, esta tendría las siguientes características:

Para fugas grandes, la ERGO 2000⁽³⁰⁾, en la guía 128, recomienda aislar el área en por lo menos 300 m. en caso de existir un incendio esta área tendrá un diámetro de por lo menos 800 m. Nótese que para este caso el área de aislamiento para no tener heridos es de 1.7 veces menor a si esto hubiera ocurrido para un derrame grande, para el caso de derrame sin incendio, en caso de incendio esta distancia es 4.5 veces menor.

Se puede observar así, que gracias a que la cantidad de material fugada fue pequeña, las distancias de riesgo, son mejor controladas de manera directa y proporcional con la cantidad de material involucrada en el evento.

No se consideraron los riegos de materiales, reactivos, corrosivos y radioactivos debido a que no se reportaron este tipo de eventos, además de que el modelo utilizado por el programa no toma en cuenta este tipo de peligros.

De estos análisis se propone limitar la carga de los auto tanque a 20, 000 L o capacidades menores, o en su defecto agregar divisiones a los auto tanques de mayor capacidad, optimizando el diseño de los auto tanques en función de su diseño mecánico, económico y del riesgo de los materiales; Debe de incluirse lo anterior como restricción legal para la circulación de estos vehículos en la Ciudad de México.

5.5.7 Propuesta de rutas y horarios

A continuación se presenta las rutas y horarios, que se proponen para la disminución de los riesgos potenciales implícitos al transporte de materiales peligrosos en el DF, sin tomar en cuenta la capacidad de carga de los mismos, salvo lo que se considere como exento.

De lunes a viernes

- Circulación nocturna en todas las vialidades de 22:00 p.m. a 7:00 a.m.
- Circulación diurna, de 10:00 a 22:00 p.m. por vialidades preferenciales y primarias.
- Restricción horaria de 7:00 a.m. a 10:00 a.m.

Sábados y Domingos

- Circulación nocturna en todas las vialidades de 22:00 p.m. a 7:00 a.m.
- Circulación vespertina, de 16:00 a 22:00 p.m. por vialidades preferenciales y primarias.
- Restricción horaria de 7:00 a.m. a 16:00 a.m.

No se considera la circulación matutina, ya que los fines de semana son especialmente conflictivos con respecto a la carga vehicular en este horario.

Las restricciones enunciadas deben de hacerse extensivas a vialidades secundarias, inclusive, se debe de prohibir el acceso a estas vías, dejándolo abierto solo en caso de: a) fuerza mayor. b) por no tener como opción de paso una vía primaria o preferencial o c) al hacer un análisis de riesgos esta vía sea de menor riesgo que las primarias o preferenciales.

La zona del centro histórico no se analizó, debido a que la información era nula en esta parte de la ciudad, por lo cual se considera viable la propuesta de la SSP.

Criterios de instrumentación

- La operación de las vialidades preferenciales y primaria a diferencia de lo propuesto por la SSP no será las 24 horas, por lo que se deberán de acatar los horarios anteriormente establecidos, ya que en la propuesta de SSP y SETRAVI no se hace distinción entre el transporte de carga multimodal y la de materiales peligrosos.
- Los operativos de patrullaje y de control, serán viables siempre y cuando los cuerpos policíacos estén debidamente capacitados en el tema de materiales peligrosos.

Criterios de instrumentación (continuación)

- Al igual que en la propuesta de la SSP y SETRAVI, la circulación se realizará de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Transito.
- No habrá libre circulación en vialidad secundaria, contrario a lo que SSP y SETRAVI proponen, por las razones que ya se citaron.
- La red vial primaria será la que esta establecida por SETRAVI.

5.6 Análisis de delegaciones

Se analizaron de acuerdo con la información disponible y recaudada entre Agosto y Octubre del año 2003 en colaboración con las coordinaciones de Protección Civil de 6 delegaciones⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁴¹⁾⁽⁴²⁾⁽⁴³⁾⁽⁴⁴⁾, las cuales en ese momento nos brindaron la información que se presentará en forma de casos para cada una de las delegaciones, con respecto a las rutas que son utilizadas por el transporte de materiales peligrosos.

Las delegaciones participantes fueron:

1. Azcapotzalco
2. Iztapalapa
3. Miguel Hidalgo
4. Tlalpan
5. Venustiano Carranza
6. Xochimilco

5.6.1 Caso 1. Azcapotzalco

La coordinación de Protección Civil de esta delegación, informó que las principales vías por las cuales circulan vehículos que transportan materiales peligrosos son:

- Calz. de Las Armas
- Av. de las Culturas
- Av. Aquiles Serdán
- Av. el Rosario
- Av. Ahuehuetes – Calz. de Guadalupe
- Santa Lucía – Av. Tezozomoc
- Av. 5 de Mayo
- Av. Cuitláhuac
- Calz. Camarones
- Av. Jardín
- Av. Ceilán
- Av. de las Granjas
- Av. Ferrocarriles Nacionales
- Calz. San Isidro

Según la propuesta de red vial preferencial de SSP y SETRAVI, las rutas que serían de este tipo para esta delegación serían:

- Av. de las Granjas – Eje 5 Norte
- Av. de las Granjas – Tebas
- Tebas -Aquiles Serdán
- Av. 5 de Mayo
- Aquiles Serdán – Tezozomoc
- Av. Santa Lucía
- Tezozomoc – Calz. de la Naranja
- Ceilán
- Av. Jardín

Se puede observar que las vías primarias, son las más adecuadas para el transporte de materiales peligrosos, además de que la vialidad preferencial propuesta por la SSP esta constituida por vías primarias.

En particular para esta delegación, no hay cambios substanciales a las rutas que ya se utilizaban, y la razón es que utilizar vías secundarias, tendría mayores consecuencias a la población que habita en zonas habitacionales.

Esta delegación es una de las más importantes en cuanto a la zona industrial que posee, por lo cual se debe de poner un mayor énfasis en la vigilancia del buen manejo de los materiales peligrosos. Existen alrededor de 506 empresas, de las cuales aproximadamente el 46 % se considera de alto riesgo.

Las rutas, deben de ser las mismas que hasta ahora se han manejado, sujetándose a las restricciones de horarios y de capacidad de las unidades.

Véase Mapa 1.

5.6.2 Caso2. Iztapalapa

La coordinación de Protección Civil de esta delegación, informó que las principales vías por las cuales circulan vehículos que transportan materiales peligrosos son:

- Calz. ermita Iztapalapa
- Canal de Garay – Canal de San Juan (Periférico)
- Calz. Ignacio Zaragoza
- Autopista México Puebla
- Carretera Federal México Texcoco
- Eje 2 Oriente - Calz. de la Viga
- Eje 3 Oriente – Av. 5
- Eje 5 Oriente
- Eje 5 Sur – Av. de las Torres
- Eje 6 Sur
- Av. Tláhuac
- Río Churubusco
- Av. Río Churubusco
- Av. Guelatao
- Av. Texcoco

Según la propuesta de red vial preferencial de SSP y SETRAVI, las rutas que serían de este tipo para esta delegación serían:

- Calz. Ermita Iztapalapa-Periférico Sur
- Calz. Ignacio Zaragoza
- Calz. Ermita Iztapalapa - Rep. Federal Norte
- Calz. Ermita Iztapalapa
- Eje 5 y 6 Sur - Calz. Ignacio Zaragoza
- Eje 3 Oriente
- Periférico Sur

Se puede observar que las vías primarias, son las más adecuadas para el transporte de materiales peligrosos, además de que la vialidad preferencial propuesta por la SSP esta constituida principalmente por vías primarias.

En particular para esta delegación, al igual que en la anterior, no hay cambios substanciales a las rutas que ya se utilizaban, y la razón es la misma que en Azcapotzalco.

Esta delegación es una de las más importantes en cuanto a la zona industrial que posee, por lo cual se debe de poner un mayor énfasis en la vigilancia del buen manejo de los materiales peligrosos. Existen alrededor de 565 empresas, de las cuales aproximadamente el 40 % se considera de alto riesgo.

Las rutas, deben de ser las mismas que hasta ahora se han manejado, sujetándose a las restricciones de horarios y de capacidad de las unidades.

Iztapalapa y Azcapotzalco son las únicas delegaciones que rebasan las 500 empresas cada una, situándolas en primero y segundo lugares, respectivamente, en función del número de empresas, de ahí la importancia y complejidad de estas entidades.

Véase Mapa 2.

5.6.3 Caso 3. Miguel Hidalgo

La coordinación de Protección Civil de esta delegación, informó que las principales vías por las cuales circulan vehículos que transportan materiales peligrosos son:

- Av. Aquiles Serdán
- Calz. México – Tacuba
- Av. de los Maestros
- Av. Instituto Técnico Industrial – Calz. Melchor Ocampo – José Vasconcelos
- Blvd.. Manuel Ávila Camacho – Blvd.. Adolfo López Mateos
- Calz. Legaria
- José Vasconcelos – Av. Jalisco
- José Vasconcelos – Av. Revolución

Según la propuesta de red vial preferencial de SSP y SETRAVI, las rutas que serían de este tipo para esta delegación serían:

- Eje Central- Blvd.. M. Ávila Camacho
- Blvd.. Adolfo López Mateos
- Periférico

Las vías primarias, continúan siendo la mejor opción para el transporte de materiales peligrosos.

Las rutas utilizadas son las de mínimo riesgo en función de la densidad de la población, por lo cual intentar modificarlas utilizando vías secundarias, implicaría aumentar el riesgo de daños a la población.

Esta delegación es de mediana importancia en cuanto a la zona industrial que posee. Existen alrededor de 289 empresas, de las cuales aproximadamente el 34 % se considera de alto riesgo.

Las rutas, deben de ser las mismas que hasta ahora se han manejado, sujetándose a las restricciones de horarios y de capacidad de las unidades.

Véase Mapa 3.

5.6.4 Caso 4. Tlalpan

La coordinación de Protección Civil de esta delegación, informó que las principales vías por las cuales circulan vehículos que transportan materiales peligrosos son:

- Anillo Periférico
- Av. San Fernando
- Av. Insurgentes
- Carretera al Ajusco
- Carretera México – Ajusco
- Carretera Federal a Cuernavaca
- Calz. de Tlalpan
- Viaducto – Tlalpan
- Calz. México Xochimilco
- División del Norte

Según la propuesta de red vial preferencial de SSP y SETRAVI, las rutas que serían de este tipo para esta delegación serían:

- Calz. de Tlalpan
- Acceso de Cuernavaca – Anillo Periférico

Las vías primarias, continúan siendo la mejor opción para el transporte de materiales peligrosos. Aunque en este caso si se puede considerar el prohibir la circulación por algunas vías primarias, sujetando esto a la propuesta de horarios que ya se ha mencionado anteriormente, dejando solo el acceso de las vías preferenciales. Esto es posible debido a que existen pocos movimientos del transporte de materiales peligrosos por esta zona.

Esta delegación es de baja importancia en cuanto a la zona industrial que posee. Existen aproximadamente 64 empresas, de las cuales aproximadamente el 31 % se considera de alto riesgo.

Las rutas, deben de ser las mismas que hasta ahora se han manejado, sujetándose a las restricciones de horarios y de capacidad de las unidades.

Véase Mapa 4.

5.6.5 Caso 5. Venustiano Carranza

La coordinación de Protección Civil de esta delegación, informó que las principales vías por las cuales circulan vehículos que transportan materiales peligrosos son:

- Blvd.. Puerto Aéreo
- Nte. 17 – Fuerza Aérea Mexicana
- Economía
- Calz. Ignacio Zaragoza

Según la propuesta de red vial preferencial de SSP y SETRAVI, la única ruta que sería de este tipo para esta delegación es:

- Calz. Ignacio Zaragoza

Esta delegación informó que solo existe un reporte de accidentes por materiales peligrosos del año 2003; Este consistió en la volcadura de una pipa de combustoleo, sin derrame, a las 4:00 a.m. y fue atendida por el grupo “Vulcano”. No hubo investigación del accidente, por lo cual no se registro, fecha, número de lesionados, evacuados, etc.

Las rutas que se utilizan son las más viables, sin embargo en la zona de Blvd. Puerto Aéreo a la altura del Cerro del Peñón, existe una pendiente en forma de “joroba” la cual ha provocado diversos, choques y volcaduras, teniendo como consecuencia heridos, e inclusive personas fallecidas, según la experiencia de la propia delegación.

Por esta razón se debe de hacer un operativo el cual contemple especial vigilancia en este punto, así como dar aviso formal a las empresas que tengan especial interés en esta zona.

Esta delegación es de mediana, acercándose a baja importancia en cuanto a la zona industrial que posee. Existen alrededor de 175 empresas, de las cuales aproximadamente el 33 % se considera de alto riesgo.

Las rutas, no tienen mayor problema para continuar como están, solo se debe de hacer especial énfasis a la zona del Peñón de la cual ya se habló en párrafos anteriores, además de sujetarse a las restricciones de horarios y de capacidad de las unidades que se han propuesto.

Véase Mapa 5.

5.6.6 Caso 6. Xochimilco

La coordinación de Protección Civil de esta delegación, informó que las principales vías por las cuales circulan vehículos que transportan materiales peligrosos son:

- Anillo Periférico Sur
- División del Norte
- Av. 16 de Septiembre
- Av. 20 de Noviembre
- Calz. Guadalupe Ramírez
- División del Norte – Prol. 16 de Septiembre
- Autopista México Cuernavaca

Según la propuesta de red vial preferencial de SSP y SETRAVI, las rutas que serían de este tipo para esta delegación serían:

- Periférico Sur

Las vías primarias, al igual que en todos los casos anteriores, aportan la opción más segura para el transporte de los materiales peligrosos.

Esta delegación es de baja importancia en cuanto a la zona industrial que posee. Existen alrededor de 30 empresas, de las cuales aproximadamente el 50 % se considera de alto riesgo.

Lo anterior nos da un parámetro de que los movimientos del transporte en esta zona son mínimos, lo cual hace a estas rutas implícitamente de bajo riesgo.

Prácticamente la zona de Periférico es la de mayor demanda en cuanto a la movilidad de las unidades, porque es una vía que conecta a otras delegaciones y además es acceso hacia las carreteras que conectan al DF. con los estados aledaños.

Las rutas, deben de ser las mismas que hasta ahora se han manejado, sujetándose a las restricciones de horarios y de capacidad de las unidades.

Véase Mapa 6.

5.7 Uso de la tecnología⁽²⁹⁾

El uso de diferentes tecnologías aplicadas al transporte terrestre de materiales peligrosos tiene como finalidad tanto la seguridad de las unidades, así como el control de las mismas, logrando con esto una mayor eficiencia, en términos de tiempo y dinero.

La experiencia norteamericana es una de las más importantes para México, por su relación comercial y vecinal. El *Departamento del Transporte* (DOT por sus siglas en inglés), ha formado un programa para evaluar las diferentes tecnologías en el transporte, para medir así su seguridad, operabilidad, alcance de las mismas para escoger las más factibles de acuerdo a su costo - beneficio.

Las actividades principales del proyecto denominado "*Hazardous Materials Transportation Safety and Security Operational Test*" son:

- Desarrollar una evaluación del riesgo en las unidades que transportan materiales peligrosos.
- Diseñar, desarrollar, evaluar y examinar un paquete de tecnologías para la seguridad del personal involucrado.
- Desarrollar un compendio de investigación de tecnologías, proveedores de servicios e inversionistas en temas de materiales peligrosos.

Se evalúan por un periodo de 18 meses las diferentes tecnologías para 100 camiones equipados con una variedad de tecnologías existentes.

Las capacidades de las tecnologías se evalúan de manera individual y combinada, estas tecnologías son, por ejemplo:

- Verificación del conductor usando contraseñas, huellas digitales, mediciones biométricas y tarjetas inteligentes.
- Monitoreo del vehículo y la carga, utilizando satélites y otros sistemas inalámbricos.
- Alertas de salida de rutas no especificadas y vehículos robados usando "geo - fencing"
- Alertas de carga adulterada, utilizando sello electrónicos.
- Alertas de emergencia en caso de secuestro, asalto, etc., utilizando botones de pánico.
- Inhabilitación remota del vehículo.

También se evalúan los procedimientos de seguridad utilizados por los transportistas, para de esta manera tener un paquete de métodos técnicos y no técnicos para la protección de las unidades.

Los escenarios evaluados comprenden:

- Carga de Combustible – líquidos y gases inflamables.
- Carga pequeña – materiales altamente peligrosos.
- Carga- productos químicos secos
- Carga - explosivos

Beneficios

Se prueba como la integración de la tecnología reduce el riesgo y se previenen los accidentes en mayor número, además de traer beneficios económicos, con relación a la productividad de los negocios de los transportistas.

La mayoría de las tecnologías que se han probado se venden comercialmente y están siendo ya usadas por algunos transportistas.

Tecnologías de comunicación y rastreo

- Comunicación satelital inalámbrica y terrestre con Sistema de Posicionamiento Global (GPS por siglas en inglés) en conjunto con un sistema receptor de la información como: posición, locación y status de los vehículos, estos datos son transmitidos al sistema a diferentes frecuencias. Los conductores y los operadores del sistema receptor pueden tener comunicación por dos diferentes vías de mensajes de texto.
- Software de rutas y geo - limites (geo-fencing)—Con las tecnologías de rastreo de vehículos, se mandan alertas frecuentes y se provee de reportes de posición si alguno de las unidades abandona alguna ruta predeterminada o entrando a algún área considerada como de alto riesgo.
- Botones de pánico—Le permite a los conductores mandar mensajes de alerta al sistema remoto. Si es usado con computadoras adaptadas a las unidades, la unidad remota puede desactivar la unidad, deteniéndola por completo.

Tecnologías de autenticación de los conductores

- Biometría y tarjetas inteligentes —Son utilizados para identificar a los conductores, propietarios y sus unidades. Las tarjetas inteligentes con información específica predeterminada se pueden usar con scanners biométricos de huellas digitales para validar la identidad del conductor así como para validar y grabar el abordaje, descenso y encendido de la unidad. En caso de que una persona ajena a la unidad pretenda utilizarla, el sistema manda mensajes de alerta.
- Autenticidad del conductor con registro global—Es un equipo que requiere que el conductor introduzca una contraseña e identificación. La información del registro es verificada tanto local como remotamente, vía las tecnologías inalámbricas. Si la verificación falla, se manda una alerta al sistema remoto.

Documentación electrónica de embarque

- Sistema electrónico del manifiesto de la cadena de distribución —Es un sistema seguro del manifiesto de embarque que permite solo a persona autorizadas vía biométrica o tarjeta inteligente, ver los documentos relacionados a los materiales peligrosos o a accesos de carga. El sistema le permite a todos los principalmente involucrados en el embarque rastrear el status de los embarques y conocer quien ha tenido acceso a la carga y cuando, desde la adquisición hasta la distribución.

Computadoras a bordo (OBC´s por sus siglas en inglés)

- Computadoras de a bordo inteligentes con inhabilitador del vehículo y cierre de carga—Una computadora de a bordo con sistema inalámbrico y sistemas de operación del vehículo le permite a la gente del sistema remoto hacer paros totales, cierres y aperturas de puertas usando seguros de carga electrónicos.

Sellos electrónicos de carga

- Los sellos electrónicos son sellos de carga inteligentes que pueden automáticamente alertar al sistema remoto, vía comunicación inalámbrica cuando se intente adulterar alguno de estos. Las alertas proveen tiempo, fecha, lugar y posición de la unidad cuando se intenta violar alguno de estos sellos.⁽²⁹⁾

Estas tecnologías deben de ser tomadas en cuenta y probadas para su aplicación en la ciudad.

Se propone utilizar tecnologías satelitales, enlazadas a una central que vigile las 24 horas, para responder en tiempo real a las emergencias de estos vehículos, mejorando así los sistemas actuales de atención de accidentes.

5.8 Análisis de la discusión

Como se notó anteriormente los problemas que existen en el DF. son muchos y muy complejos, por lo cual, su solución total requiere la participación de grupos multidisciplinarios de profesionales involucrados directamente con el problema del Transporte Terrestre de Materiales Peligrosos.

De la información necesaria para hacer un análisis de las 16 delegaciones del DF. ,solo 6 respondieron con algún tipo de información, lamentablemente esta no estaba registrada de forma que se pueda llevar a cabo un análisis de riesgo confiable. El problema es que no existen bases de datos o registros cuantificables de las rutas utilizadas por el transporte de materiales peligrosos, así como de los accidentes o incidentes, por parte de las coordinaciones de Protección Civil de las delegaciones.

Por tanto la información que se obtuvo, fue de la experiencia de dichas dependencias, lo cual conduce a la elaboración de un manual de procedimientos para la investigación de los accidentes o incidentes.

Esta investigación constituirá el primer paso para la elaboración de bases de datos, registros y procedimientos para la atención y prevención de los incidentes y accidentes en el transporte de materiales peligrosos, así como una mejora substancial en la disminución de riesgos inherentes al transporte de estos materiales.

También se demostró que las rutas utilizadas por el transporte de carga y de materiales peligrosos, principalmente vialidad primaria, deben de permanecer de la misma manera. La propuesta de la SSP y SETRAVI a este respecto, es viable, al incorporar rutas, denominadas preferenciales, que siendo parte de la vialidad primaria aportan una buena opción para el transporte de materiales peligrosos.

Se debe de incluir, que a diferencia de la propuesta de la SSP y la SETRAVI, donde se propone el uso de vialidad secundaria de forma libre, en el presente trabajo se plantea la prohibición total o parcial del uso de estas vías para las unidades.

Como se vio, es difícil cambiar substancialmente las vías ya utilizadas, por lo cual se debe de enfocar los esfuerzos a la operabilidad del Reglamento de Transito.

Este Reglamento deberá de tomar en cuenta restricciones en el horario y días de circulación de estos vehículos, como se ha propuesto en el presente trabajo.

El buen ejercicio del Reglamento sumado a los esfuerzos de los Grupos de Respuesta de Emergencias y Protección Civil es lo que garantizará la disminución del riesgo por el transporte de los materiales peligrosos.

Se debe de realizar una capacitación más eficiente del personal involucrado en el tema del transporte de materiales peligrosos, lográndolo por medio de entidades certificadoras externas a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Otro punto importante es, la actualización de las leyes, normas y reglamentos con respecto a la armonización de las mismas entre las entidades federativas del país y el resto del mundo; además de procurar por una coordinación eficiente y eficaz entre los grupos de atención de las emergencias tanto del sector industrial como del público. Todo lo anterior ayudará a mejorar la toma de decisiones y eficientará la administración de la atención de las emergencias relacionadas al transporte de materiales peligrosos.

Para lograr los objetivos se deberá de apoyar con la infraestructura suficiente y adecuada para satisfacer la cobertura de las emergencias en el transporte de materiales peligrosos en el D.F.

Las rutas y horarios deberán de ser claros y funcionales para todos los interesados.

Las capacidades de carga de los vehículos deberán de tomarse en cuenta por las autoridades en función del riesgo que la carga represente para la población y / o el medio ambiente. Las cantidades máximas permitidas no deberán de excederse de acuerdo a los daños a la población y medio ambiente, para lograr esto se debe de hacer un estudio pertinente dependiendo del material involucrado.

En el caso de transportar cantidades relativamente grandes de un material peligroso se sugiere la utilización de divisiones internas en los auto tanques, para lograr disminuir el riesgo por cantidad de material.

Por último la incorporación de las nuevas tecnologías en el transporte, será una fuente de apoyo en el control y logística de flotillas de las empresas; para el sector público e industrial para mejorar la atención y prevención de incidentes y accidentes además de la substancial disminución del riesgo de los mismos.

CONCLUSIONES

Conclusiones

De acuerdo a lo presentado en este trabajo, se demostró que: s

- De las 16 delegaciones, solo 14 tiene movimiento de transporte de materiales peligrosos.
- De esas 14 solo Azcapotzalco, Iztapalapa, Miguel Hidalgo, Tlalpan, Venustiano Carranza y Xochimilco brindaron información limitada respecto al transporte de materiales peligrosos.
- Existe una propuesta por parte de SSP y SETRAVI para mejorar la situación actual del transporte de materiales peligrosos, la cual se considera factible en su aplicación.

Se propone entonces:

- De acuerdo a la propuesta anterior, se debe de adicionar y modificar los siguientes puntos:
 - Horarios sujetos a restricciones, como se explicó en el cuerpo del trabajo.
 - Las rutas serán las mismas que la propuesta de SETRAVI a excepción de lo ya mencionado en vías secundarias (prohibidas de acuerdo a lo ya señalado)
 - Las capacidades de carga no excederán los 20, 000 L, o se aplicarán divisiones en el auto tanque de manera tal que el riesgo sea el mínimo posible.
 - Se diseñará un manual de procedimientos para las coordinaciones de Protección Civil de cada delegación, para subsanar la confiabilidad y disponibilidad de información, realizando investigación de accidentes.
 - Se introducirán tecnologías satelitales por reglamento para el control de las unidades, enlazándolas a una central, que opere las 24 horas.
 - Se debe de proveer de capacitación continua, por medio de instituciones certificadas, tanto públicas como privadas, a todas aquellas personas involucradas en la atención de las emergencias.
 - Se debe de continuar con la armonización de las leyes, reglamentos y normas con respecto a los esfuerzos mundiales en la materia.
 - Promover y desarrollar una nueva cultura de la seguridad tanto a nivel industrial como en la población.

Glosario

Acrónimos y abreviaturas

ANIQ: Asociación Nacional de la Industria Química
CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres
CFR: "Code of Federal Regulations" (Código Federal de Regulaciones)
CRM: Cruz Roja Mexicana
D.F. : Distrito Federal
DGPV: Dirección General de Protección Civil
DOT: "U.S. Department of Transportation" (Departamento de Transporte de los Estados Unidos de Norteamérica)
ERGO: "Emergency Response Guidebook 2000" (Guía de Respuesta en Caso de Emergencia 2000)
FHWA: "Federal Highway Transportation Administration" (Administración Federal de Transporte y Carreteras de los Estados Unidos de Norteamérica)
FMSCA: "Federal Motor Carrier Safety Administration" (Administración de Seguridad en el Transporte de Carga Federal)
GDF: Gobierno del Distrito Federal
GHS: "Globally Harmonized System of Classification and Labelling" (Sistema Global Armonizado de la Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos)
IMSS: Instituto Mexicano del Seguro Social
INEGI: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
ISSSTE: Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
MC: "Motor Carrier" (Auto tanque)
MP: Material Peligroso
NFPA: "National Fire Protection Association" (Asociación Nacional de Protección contra Incendio de los Estados Unidos de Norteamérica)
NOM: Norma Oficial Mexicana
PAMI: Programa de Ayuda Mutua Industrial
RTTMRP: Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos
PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
SCT: Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SEDESOL: Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SETIQ: Sistema de Emergencias en Transporte para la Industria Química
SETRAVI: Secretaría de Transportes y Vialidad
SMA: Secretaría del Medio Ambiente del D.F.
SS: Secretaría de Salud
SSP: Secretaría de Seguridad Pública
STPS: Secretaría del Trabajo y Previsión Social
TLC: Tratado de Libre Comercio
UN: "United Nations" (Naciones Unidas)

UNECE: " United Nations Economic Commission for Europe" (Comisión Económica Europea para las Naciones Unidas)

ZMCM: Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Definiciones

Accidente.- Es un evento no deseado que trae como consecuencias lesiones a las personas, daños materiales y pérdidas económicas.

Actos inseguros. -Son los actos de las personas que ponen en peligro su seguridad e integridad.

BLEVE.- El fenómeno conocido como "Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion" (BLEVE) es el resultado de que un líquido dentro de un contenedor alcance una temperatura superior a la de su punto de ebullición en condiciones atmosféricas, causando la ruptura del contenedor en dos o más fragmentos.

Cantidad limitada.- Cantidad máxima de sustancia, material o residuo peligroso, de ciertas clases, que pueden ser transportadas presentando un peligro menor, en envases y embalajes que satisfagan los requisitos de construcción preceptuados en la norma correspondiente sin la obligación de emplear carteles y etiquetas de riesgo para su transporte.⁽⁸⁾

Derrame.- Es el escape de cualquier sustancia líquida o sólida en partículas o mezcla de ambas, de cualquier recipiente que lo contenga, como tuberías, equipos, tanques, camiones cisterna, carrostanque, furgones, etc.

Desastres.- El Sistema Nacional de Protección Civil define con este nombre a todos los eventos, que lo denomina calamidades, que pueden afectar a la sociedad, tanto los de origen natural, como los accidentes y actos causados por el ser humano.

Explosión.- Es la liberación de una cantidad considerable de energía en un lapso de tiempo muy corto (pocos segundos), debido a un impacto fuerte o por reacción química de ciertas sustancias.

Fuga.- Se presenta cuando hay un cambio de presión debido a rupturas en el recipiente que contenga el material o en la tubería que lo conduzca.

Grandes riesgos potenciales.- ligados a accidentes, que pueden implicar explosiones o escapes de sustancias peligrosas (venenosas, inflamables, etc.) que llegan a afectar vastas áreas en el interior y exterior de la planta.

Incendio.- Es la combustión no controlada de materiales.

Incidente.- Es un evento no deseado que de haber ocurrido en condiciones ligeramente diferentes traería como consecuencias lesiones a las personas, daños materiales y pérdidas económicas.

Materiales peligrosos

En este tema existen una gran diversidad de definiciones, a continuación se presentan algunas de la mas comunes.

Según la Secretaría del Trabajo y Previsión Social los materiales peligrosos son aquellos que por sus propiedades físicas y químicas al ser usados, trasladados , almacenados y/o procesados, presentan la posibilidad de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radiactividad, corrosividad o acción biológica dañina, y pueden afectar la salud de las personas expuestas o causar daños materiales a instalaciones y equipos.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), define como materiales peligrosos a los:

Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

La SCT dice que los materiales peligrosos son aquellas sustancias peligrosas, sus remanentes, sus envases y demás componentes que conformen la carga que será transportada por las unidades.

Y define como una sustancia peligrosa como 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.

Riesgo

Peligro contra Riesgo

El concepto de riesgo toma en cuenta el grado de exposición y peligro potencial de un material, los cuales en conjunto causan algún daño. Una aproximación básica a la evaluación del riesgo, se puede hacer mediante la siguiente formula: .

$$Frecuencia \times Consecuencia = Riesgo$$

Por tanto si se puede minimizar la frecuencia y / o las consecuencias de un evento no deseado, se puede minimizar el grado de riesgo.

Riesgos específicos.- Relacionados con la utilización de sustancias particulares y productos químicos, que por su naturaleza, pueden producir daños de corto y largo alcance a las personas, a las cosas y al ambiente.

Riesgo intrínseco del proceso industrial.- que depende de la naturaleza de los materiales que se manejen, de las modalidades energéticas utilizadas y la vulnerabilidad de los diversos equipos que integran el proceso, así como la distribución y transporte de los materiales peligrosos.

Prevención de accidentes . -Es el conjunto de acciones y actitudes que permitan prevenir que ocurran accidentes.

Unidad. - Vehículo para el transporte de materiales y residuos peligrosos, compuesto por unidades motrices y de arrastre⁽¹⁾.

ANEXO A1
Resultados de la
simulación de Gas
L.P.

HAZARDOUS MATERIAL =
ADDRESS \ LOCATION = MxicoDF
LATITUDE = 19x36'
LONGITUDE = 98x57'
DATE OF ASSESSMENT = 14/04/1999
NAME OF DISK FILE = LPGAS.ASF

*** SCENARIO DESCRIPTION

Incendio de una cantidad no cuantificada de Gas L.P.
provenientes de un auto tanque de 12,500L,
causando 3 lesionados a la poblaci"n.

***** DISCHARGE RATE/DURATION ESTIMATES

All contents assumed by user to discharge within 1.0 minute

Duration of discharge = 1 minutes
Amount discharged = 409.1 lbs
State of material = Mix of gas/aerosol

***** TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind distance to concentration of 2000 ppm
-- at groundlevel = 250 feet

Note: Minimum computable answer is 33 feet!
Actual hazard distance may be less.

See attached table(s) for further details.

***** FIREBALL HAZARD RESULTS

Max fireball diameter = 118 feet
Maximum fireball height = 194 feet
Fireball duration = 6.1 seconds
Fatality zone radius = 59 feet
Injury zone radius = 103 feet

***** FLAME JET HAZARD RESULTS

Flame jet length = 62 feet
Safe separation distance = 123 feet

***** FLAMMABLE VAPOR CLOUD HAZARD RESULTS

For concentration of	1/2 LFL	LFL	
Downwind hazard distance =	437	370	feet
Max hazard zone width =	524	444	feet
Max weight explosive gas =	410	410	lbs
Relative gas/air density =	2.56	2.56	initially
Model used in analysis =	Heavy gas		

Note: Clouds or plumes containing less than 1000 pounds
of vapor or gas are very unlikely to explode when
completely unconfined, except when one of a cer-
tain few materials have been discharged.

***** EXPLOSION HAZARDS: See attached table(s)

TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind Distance		Groundlevel Concentration	Source Height Concentration	Initial Evacuatio Zone Width*
(feet)	(miles)	(ppm)	(ppm)	(feet)
100	.02	21036	21036	350
111	.03	16521	16521	390
122	.03	13196	13196	430
133	.03	10697	10697	430
143	.03	8786	8786	410
154	.03	7302	7302	400
165	.04	6132	6132	380
175	.04	5199	5199	360
186	.04	4445	4445	340
197	.04	3830	3830	310
207	.04	3324	3324	280
218	.05	2904	2904	250
229	.05	2551	2551	210
239	.05	2254	2254	150
250	.05	2000	2000	1

*Usually safe for < 1 hour release. Longer releases or sudden wind shifts may require a larger width or different direction for the evacuation zone. See Chapters 3 and 12 of the guide for details. Source height specified by the user for this scenario was 0 feet.

TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind Distance		Contaminant Arrival Time at Downwind Location	Contaminant Departure Tim at Downwind Location
(feet)	(miles)	(minutes)	(minutes)
100	.02	1.2	3.3
111	.03	1.3	3.6
122	.03	1.4	3.8
133	.03	1.6	4.1
143	.03	1.7	4.3
154	.03	1.8	4.5
165	.04	1.9	4.8
175	.04	2	5
186	.04	2.2	5.3
197	.04	2.3	5.5
207	.04	2.4	5.8
218	.05	2.5	6
229	.05	2.7	6.3
239	.05	2.8	6.5
250	.05	2.9	6.7

CAUTION: See guide for assumptions used in estimating these times.

UNCONFINED VAPOR CLOUD EXPLOSION EFFECTS

DISTANCE FROM EXPLOSION (feet)	EXPECTED DAMAGE
3130	Occasional breakage of large windows under stress.
441	Some damage to home ceilings; 10% window breakage.
165 - 286	Windows usually shattered; some frame damage.
165	Partial demolition of homes; made uninhabitable.
43 - 165	Range serious/slight injuries from flying glass/object.
100	Partial collapse of home walls/roofs.
76 - 100	Non-reinforced concrete/cinder block walls shattered.
34 - 88	Range 90-1% eardrum rupture among exposed population.
86	50% destruction of home brickwork.
64 - 76	Frameless steel panel buildings ruined.
56	Wooden utility poles snapped.
46 - 56	Nearly complete destruction of houses.
38	Probable total building destruction.
23 - 31	Range for 99-1% fatalities among exposed populations due to direct blast effects.

Note: The center of an unconfined gas/vapor explosion can be anywhere within the ground area passed over by the cloud or plume. See results of the vapor cloud fire hazard analysis for the maximum downwind distance and maximum width of this area. Explosion is assumed to take place well above the ground surface.

INPUT PARAMETER SUMMARY

PHYSIOCHEMICAL PROPERTIES OF MATERIAL

NORMAL BOILING POINT	= -44	degrees F
MOLECULAR WEIGHT	= 58	
LIQUID SPECIFIC GRAVITY	= .69	
VAPOR PRES AT CONTAINER TEMP	= 270	psia
	= 13969	mm Hg
VAPOR PRES AT AMBIENT TEMP	= 270.1	psia
	= 13969	mm Hg
SPECIFIC HEAT RATIO FOR GAS	= 1.3	
LOWER FLAMMABLE LIMIT (LFL)	= 8	vol%
LOWER HEAT OF COMBUSTION	= 20000	Btu/lb
GAS EXPLOSION YIELD FACTOR	= .03	
TOXIC VAPOR LIMIT	= 2000	ppm

CONTAINER CHARACTERISTICS

CONTAINER TYPE	= Horizontal cylinder	
TANK DIAMETER	= 2.66	feet
TANK LENGTH	= 26.66	feet
TOTAL WEIGHT OF CONTENTS	= 409.1	lbs
WEIGHT OF LIQUID	= 0	lbs
LIQUID HEIGHT IN CONTAINER	= 0	feet
WEIGHT OF GAS UNDER PRESSURE	= 409.1	lbs
TOTAL CONTAINER VOLUME	= 148.2	ft3
	= 1108	gals
VAPOR/GAS VOLUME IN CONTAINER	= 148.2	ft3
TEMP OF CONTAINER CONTENTS	= 68.59	degrees F
TANK CONTENTS DURING FIREBALL	= 401.9	lbs

ENVIRONMENTAL/LOCATION CHARACTERISTICS

AMBIENT TEMPERATURE	= 68.59	degrees F
WIND VELOCITY	= 1	mph
ATMOSPHERIC STABILITY CLASS	= A	
VAPOR/GAS DISCHARGE HEIGHT	= 0	feet

KEY RESULTS PROVIDED BY USER INSTEAD OF BY EVALUATION METHODS
NONE OBSERVED

KEY RESULTS OVERRIDDEN BY USER AT SOME POINT AFTER COMPUTATION
NONE OBSERVED

ANEXO A2
Resultados de la
simulación de
Combustoleo

HAZARDOUS MATERIAL =
LATITUDE = 19x36
LONGITUDE = 98x57'
DATE OF ASSESSMENT = 18/04/2000
NAME OF DISK FILE = FUELOIL.ASF

*** SCENARIO DESCRIPTION

Derrame de 4000L de combustoleo, causando
2 lesionados en la poblaci"n.
No se reportaron m s especificaciones del accidente.

***** LIQUID POOL SIZE ESTIMATES

Evaporating pool area = 2381 ft2
Burning pool area = 2381 ft2

Note: Pool is assumed to ignite after pool achieves maximum size.

***** LIQUID POOL EVAPORATION RATE/DURATION ESTIMATES

Vapor evolution rate = 909.9 lbs/min
Evolution duration = 7.14 minutes

***** POOL FIRE HAZARD ESTIMATION RESULTS

Burning pool radius = 27.6 feet
Flame height = 204 feet
Fatality zone radius = 114 feet
Injury zone radius = 163 feet

***** FIREBALL HAZARD RESULTS

Max fireball diameter = 298 feet
Maximum fireball height = 490 feet
Fireball duration = 9.7 seconds
Fatality zone radius = 202 feet
Injury zone radius = 436 feet

***** FLAME JET HAZARD RESULTS

Flame jet length = 26 feet
Safe separation distance = 52 feet

***** FLAMMABLE VAPOR CLOUD HAZARD RESULTS

For concentration of	1/2 LFL	LFL	
	-----	-----	
Downwind hazard distance =	162	112	feet
Max hazard zone width =	81	56	feet
Max weight explosive gas =	255	176	lbs
Relative gas/air density =	8.43	8.43	initially
Model used in analysis =	Heavy gas		

Note: Clouds or plumes containing less than 1000 pounds of vapor or gas are very unlikely to explode when completely unconfined, except when one of a certain few materials have been discharged.

INPUT PARAMETER SUMMARY

PHYSIOCHEMICAL PROPERTIES OF MATERIAL

NORMAL BOILING POINT	=	59	degrees F
MOLECULAR WEIGHT	=	240	
LIQUID SPECIFIC GRAVITY	=	.848	
VAPOR PRES AT CONTAINER TEMP	=	15.72	psia
	=	814	mm Hg
VAPOR PRES AT AMBIENT TEMP	=	15.74	psia
	=	814	mm Hg
SPECIFIC HEAT RATIO FOR GAS	=	1.3	
LOWER FLAMMABLE LIMIT (LFL)	=	3	vol%
LOWER HEAT OF COMBUSTION	=	19000	Btu/lb

CONTAINER CHARACTERISTICS

	=	1108	gals
TEMP OF CONTAINER CONTENTS	=	66.48	degrees F
TANK CONTENTS DURING FIREBALL	=	6491	lbs

ENVIRONMENTAL/LOCATION CHARACTERISTICS

AMBIENT TEMPERATURE	=	66.48	degrees F
WIND VELOCITY	=	6.57	mph
LIQUID CONFINEMENT AREA	=	NONE	

KEY RESULTS PROVIDED BY USER INSTEAD OF BY EVALUATION METHODS

DISCHARGE RATE	=	6491	lb/min
DURATION DISCHARGE	=	1	minutes
AMOUNT DISCHARGED	=	6491	lbs

KEY RESULTS OVERRIDDEN BY USER AT SOME POINT AFTER COMPUTATION

NONE OBSERVED

ANEXO A3
Resultados de la
simulación de
Gasolina

HAZARDOUS MATERIAL =
ADDRESS \ LOCATION = Mexico D.F.
LATITUDE = 19x36'
LONGITUDE = 98x57'
DATE OF ASSESSMENT = 17/01/2002
NAME OF DISK FILE = GASOLINA.ASF

*** SCENARIO DESCRIPTION

Derrame de 20,000L de gasolina.
No hubo daños a la población.
No se reportaron mas especificaciones.

***** LIQUID POOL SIZE ESTIMATES

Evaporating pool area = 2150 ft2
Burning pool area = 2149.3 ft2

Note: Pool is assumed to ignite immediately upon initiation of discharge.

***** LIQUID POOL EVAPORATION RATE/DURATION ESTIMATES

Vapor evolution rate = 7.39 lbs/min
Evolution duration = 482.8 minutes

***** TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind distance to concentration of 750 ppm
-- at groundlevel = 50 feet

Note: Minimum computable answer is 33 feet!
Actual hazard distance may be less.

See attached table(s) for further details.

***** POOL FIRE HAZARD ESTIMATION RESULTS

Burning pool radius = 26.2 feet
Flame height = 92 feet
Fatality zone radius = 89 feet
Injury zone radius = 128 feet

***** FLAME JET HAZARD RESULTS

Flame jet length = 15 feet
Safe separation distance = 30 feet

***** FLAMMABLE VAPOR CLOUD HAZARD RESULTS

For concentration of	1/2 LFL	LFL	
Downwind hazard distance	= 0	0	feet
Max hazard zone width	= 0	0	feet
Max weight explosive gas	= 0	0	lbs
Relative gas/air density	= -500	-500	initially

*** ZERO ANSWERS INDICATE MINIMAL HAZARD UNDER GIVEN CONDITIONS

Note: Minimum computable answer is 33 feet!

Note: Clouds or plumes containing less than 1000 pounds of vapor or gas are very unlikely to explode when completely unconfined, except when one of a certain few materials have been discharged.

TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind Distance		Groundlevel Concentration	Source Height Concentration	Initial Evacuatio Zone Width*
(feet)	(miles)	(ppm)	(ppm)	(feet)
32	.01	1778	1778	110
34	.01	1649	1649	110
35	.01	1533	1533	99
36	.01	1429	1429	96
38	.01	1336	1336	94
39	.01	1252	1252	91
40	.01	1175	1175	88
41	.01	1105	1105	84
43	.01	1042	1042	80
44	.01	983	983	76
45	.01	930	930	71
46	.01	881	881	66
48	.01	836	836	59
49	.01	794	794	50
50	.01	750	750	1

*Usually safe for < 1 hour release. Longer releases or sudden wind shifts may require a larger width or different direction for the evacuation zone. See Chapters 3 and 12 of the guide for details. Source height specified by the user for this scenario was 0 feet.

TOXIC VAPOR DISPERSION ANALYSIS RESULTS

Downwind Distance		Contaminant Arrival Time at Downwind Location	Contaminant Departure Tim at Downwind Location
(feet)	(miles)	(minutes)	(minutes)
32	.01	.3	483.4
34	.01	.4	483.5
35	.01	.4	483.5
36	.01	.4	483.5
38	.01	.4	483.5
39	.01	.4	483.5
40	.01	.4	483.6
41	.01	.4	483.6
43	.01	.4	483.6
44	.01	.4	483.6
45	.01	.4	483.6
46	.01	.5	483.7
48	.01	.5	483.7
49	.01	.5	483.7
50	.01	.5	483.7

CAUTION: See guide for assumptions used in estimating these times.

INPUT PARAMETER SUMMARY

PHYSIOCHEMICAL PROPERTIES OF MATERIAL

NORMAL BOILING POINT	= 149	degrees F
MOLECULAR WEIGHT	= 100.2	
LIQUID SPECIFIC GRAVITY	= .81	
VAPOR PRES AT CONTAINER TEMP	= 18	psia
	= 932	mm Hg
VAPOR PRES AT AMBIENT TEMP	= 18.02	psia
	= 932	mm Hg
SPECIFIC HEAT RATIO FOR GAS	= 1.3	
LOWER FLAMMABLE LIMIT (LFL)	= 8	vol%
TOXIC VAPOR LIMIT	= 750	ppm

CONTAINER CHARACTERISTICS

	= 1108	gals
TEMP OF CONTAINER CONTENTS	= 58.84	degrees F

ENVIRONMENTAL/LOCATION CHARACTERISTICS

AMBIENT TEMPERATURE	= 58.84	degrees F
WIND VELOCITY	= 1.28	mph
ATMOSPHERIC STABILITY CLASS	= A	
LIQUID CONFINEMENT AREA	= NONE	
VAPOR/GAS DISCHARGE HEIGHT	= 0	feet

KEY RESULTS PROVIDED BY USER INSTEAD OF BY EVALUATION METHODS

DISCHARGE RATE	= 3564	lb/min
DURATION DISCHARGE	= 1	minutes
AMOUNT DISCHARGED	= 3564	lbs

KEY RESULTS OVERRIDDEN BY USER AT SOME POINT AFTER COMPUTATION

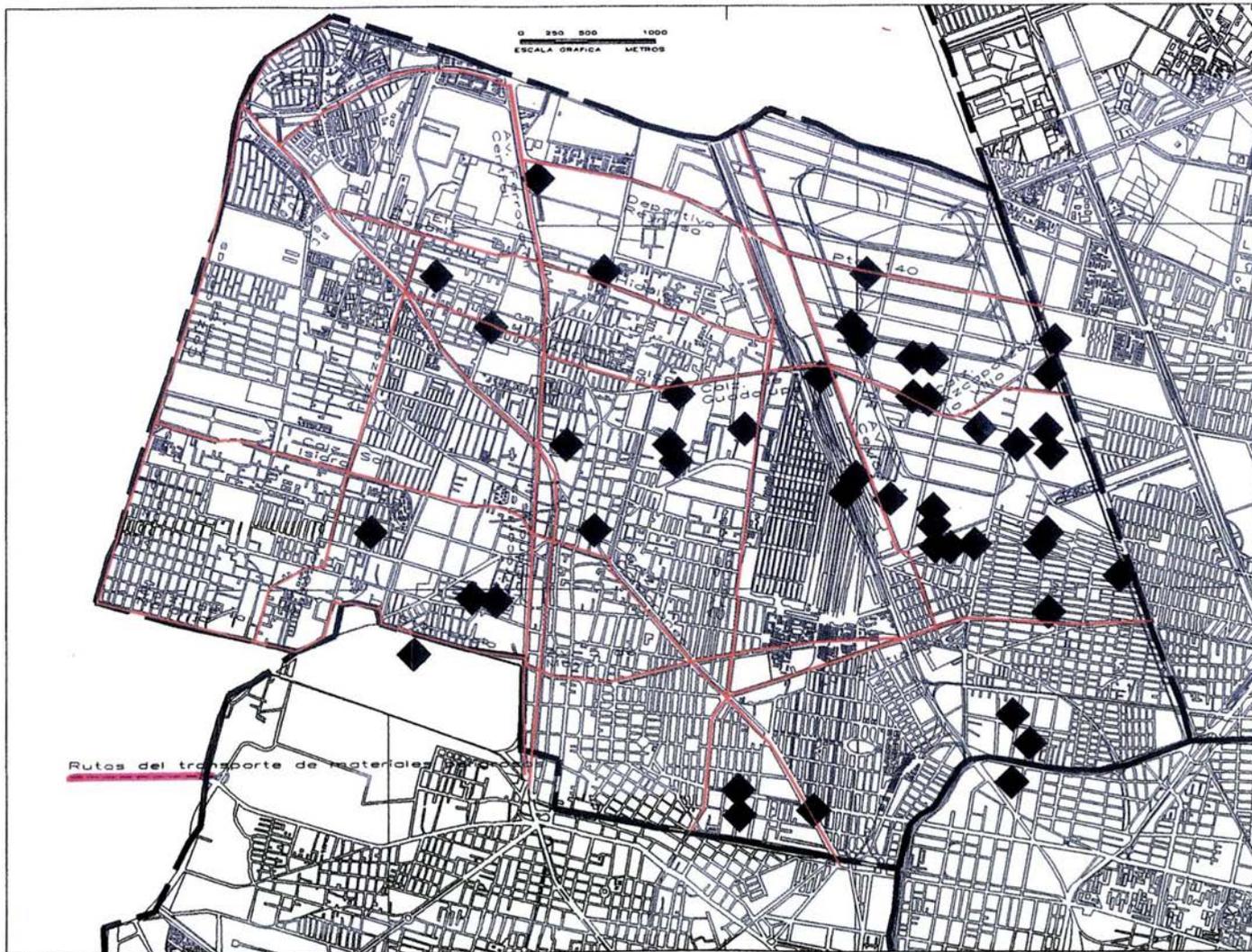
NONE OBSERVED

Mapa 1

Azcapotzalco

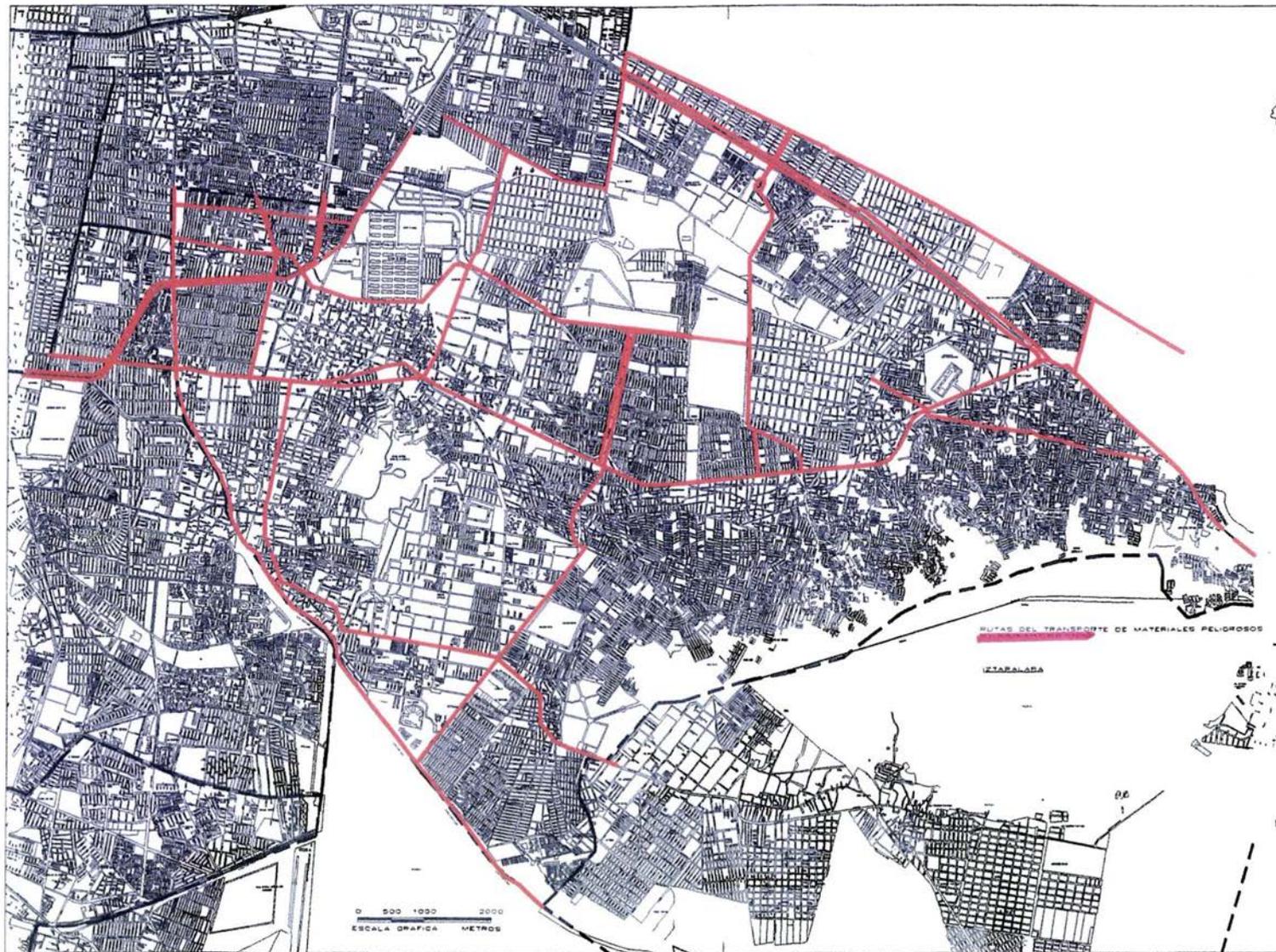
0 250 500 1000
ESCALA GRAFICA METROS

Rutas del transporte de materiales



Mapa 2

Iztapalapa

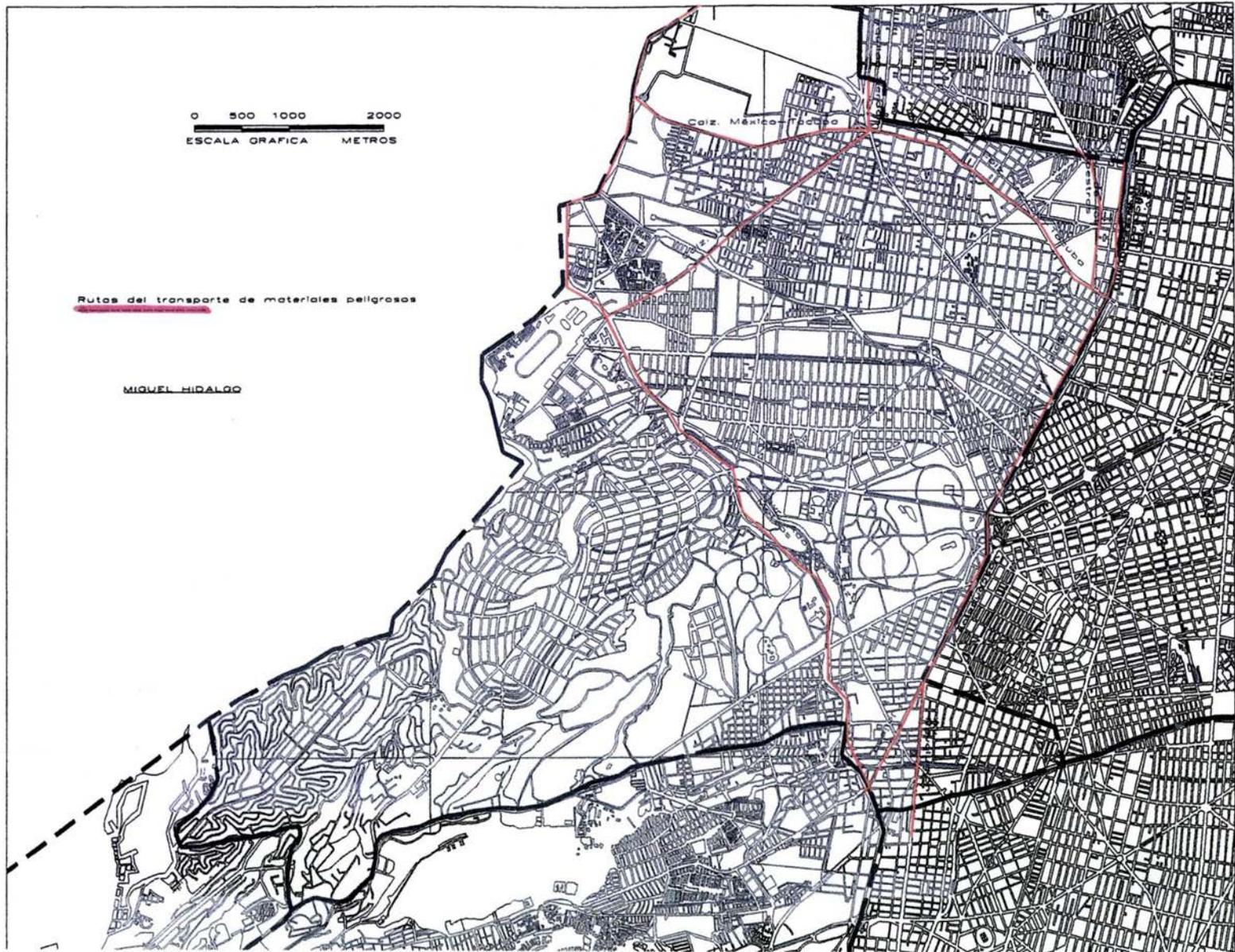


Mapa 3
Miguel Hidalgo

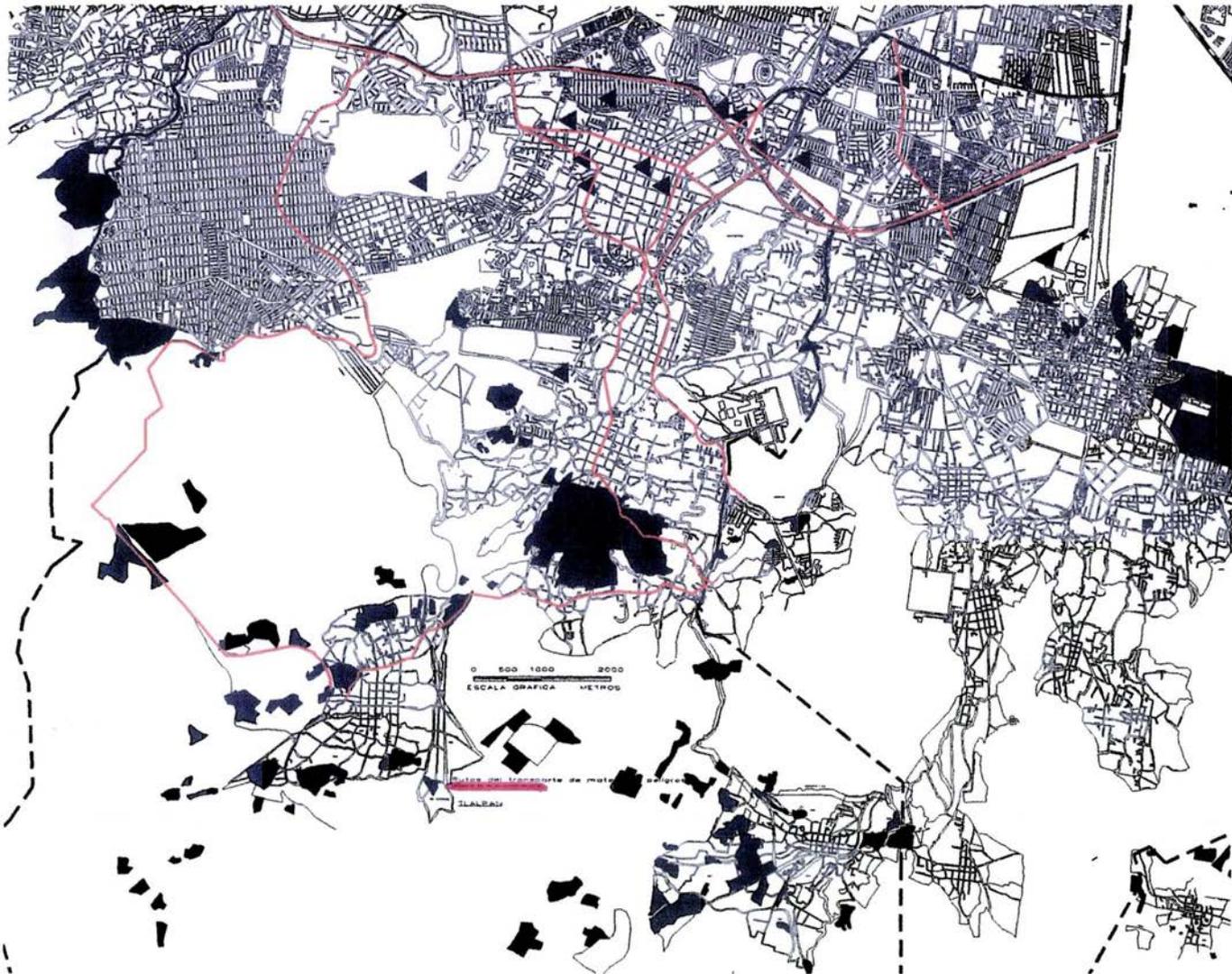
0 500 1000 2000
ESCALA GRAFICA METROS

Rutas del transporte de materiales peligrosos

MIQUEL HIDALGO



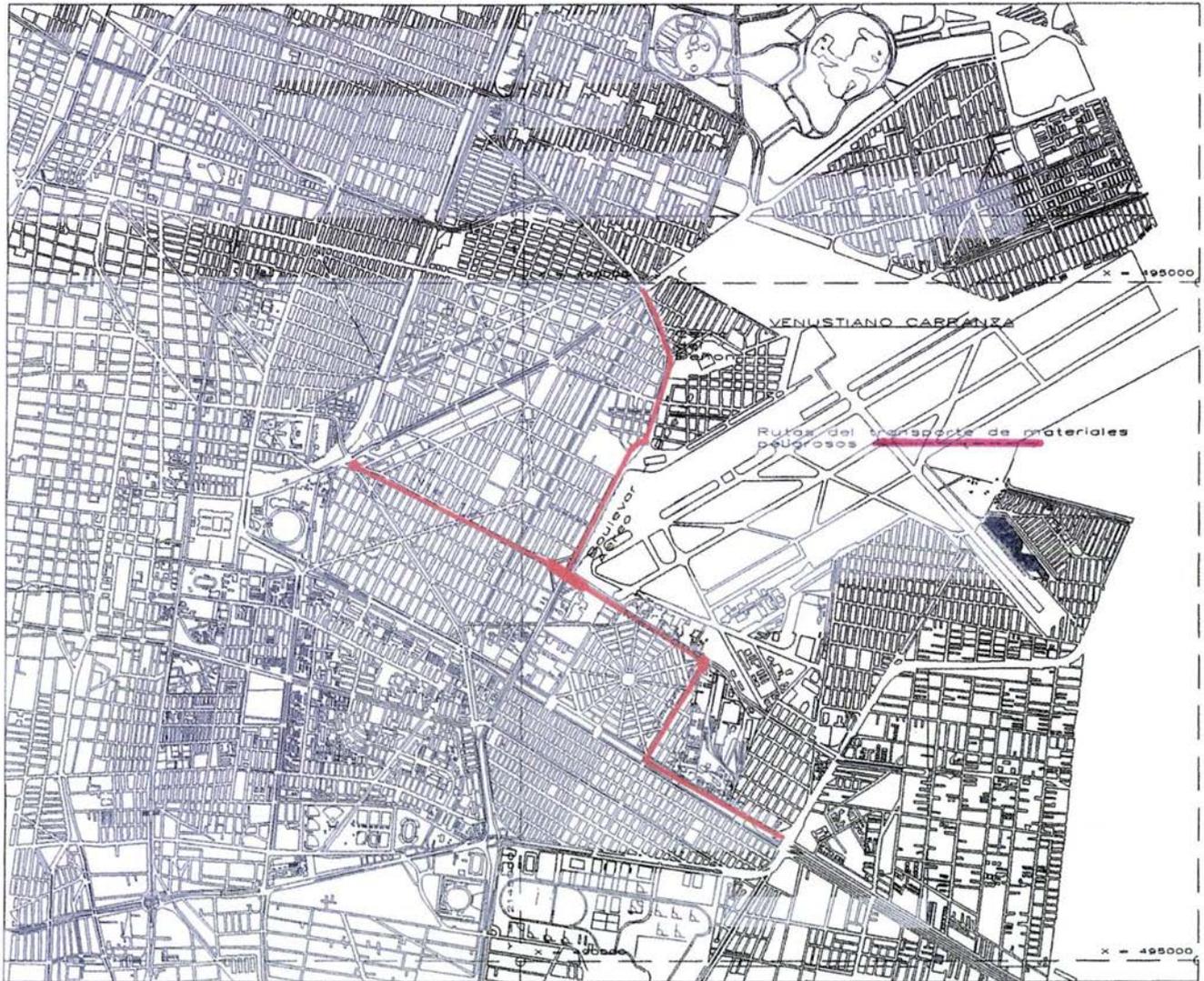
Mapa 4 Tlalpan



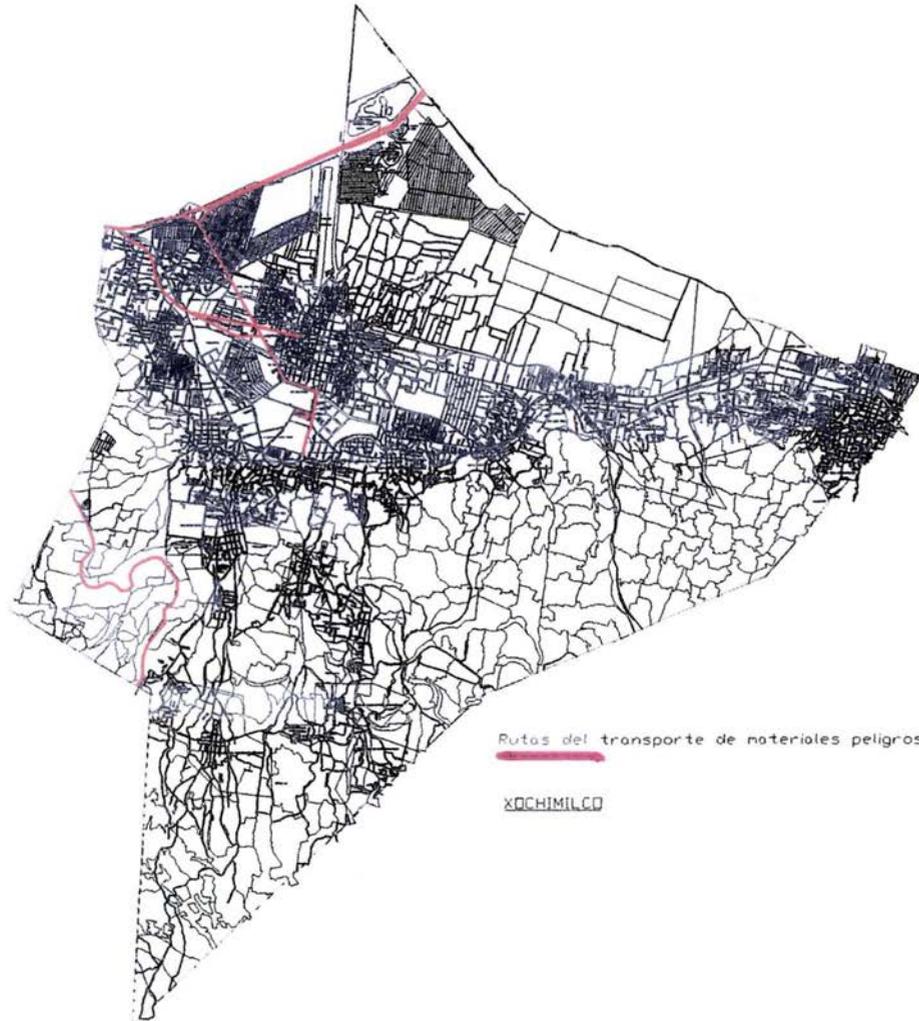
0 500 1000 2000
ESCALA GRAFICA METROS

EL PLAN DE TRANSPORTE DE MULTIMODALIDAD
DE BARCELONA

Mapa 5
Venustiano Carranza



Mapa 6
Xochimilco



Rutas del transporte de materiales peligrosos



XOCHIMILCO

BIBLIOGRAFÍA

1. "Secretaría de Comunicaciones y Transportes" (SCT), página web: www.sct.gob.mx
2. "Reglamento de Auto transporte Federal y Servicios Auxiliares", año 2003.
3. "Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos", año 2003.
4. NOM- 002- SCT2/1994 "Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados" (DOF: 30-Oct-95)
5. NOM-003- SCT-2000 , "Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias y residuos peligrosos" (DOF: 20-Sep-2000)
6. NOM-004-SCT-2000 "Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos" (DOF: 27-Sep-2000)
7. NOM-005-SCT-2000 "Información de emergencia en transportación para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos" (DOF: 27-Sep-2000)
8. NOM-011-SCT2/1994. Condiciones para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas.
9. NOM-020-SCT2-1995 "Requerimientos generales para el diseño y construcción de auto tanques destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos. Especificaciones SCT- 306, SCT- 307 y SCT- 312" (DOF: 17-Nov-97)
10. "Secretaría de Transportes y Vialidad" (SETRAVI), página web: www.setravi.df.gob.mx
11. Estructura de la "SETRAVI", página web:<http://www.setravi.df.gob.mx/estructura/atribuciones.html>
12. Numeralia ("SETRAVI"), página web: <http://www.setravi.df.gob.mx/numeralia/index.html>
13. "Reglamento de Transito del D.F.", año 2003.
14. "Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática" (INEGI) página web: www.inegi.gob.mx
15. Mapas de los estados de la república mexicana publicados por el "INEGI", página web: http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/df/ubic_geo.cfm?c=442&e=09
16. "INEGI" Mapa Geo-estadístico
17. "INEGI-DGG". Superficie de la República Mexicana por Estados. 1999
18. "INEGI". Distrito Federal.XII Censo General de Población y Vivienda. Resultados Preliminares
19. Mapa de las principales carreteras que conectan al D.F. con los estados circunvecinos, página web: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/df/viascomunicacion.cfm?c=458&e=09>
20. Mapa de la densidad de población del D.F. publicado por "INEGI", página web: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/df/df.pdf?c=459&e=09>
21. Gobierno del D.F., página web: www.df.gob.mx
22. "Reglamento de Transito" Cap. IV MP, página web: <http://www.df.gob.mx/leyes/regtran/>
23. "U.S. Department of Transportation", página web: www.dot.gov
24. FHWA U.S. "Federal Highway Transportation Administration", página web: <http://fhwa.dot.gov>

25. "Federal Motor Carrier Safety Administration", Capacitación en español, página web: <http://www.fmcsa.dot.gov/./pdfs/08-tanquesdecarga.pdf>
26. "CFR Title 49 Parte 178 a 180", año 2003.
27. "CFR Title 49", página web: http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?&c=ecfr&tpl=/ecfrbrowse/Title49/49tab_02.tpl
28. Reglamentos del "DOT", página web: <http://www.myregs.com/dotrspa/>
29. Tecnologías del transporte por materiales peligrosos, página web: www.safehazmat.com
30. "Emergency Response Guidebook, a guide for first responders during the initial phase of a dangerous goods/ hazardous materials incident", año 2000.
31. "Procuraduría Federal de Protección al Ambiente" (PROFEPA), página web: www.profepa.gob.mx
32. Estadísticas. Análisis Nacional de las emergencias químicas (1993 – 2001), "PROFEPA", página web: http://www.profepa.gob.mx/seccion.asp?sec_id=136&it_id=2252&com_id=0
33. Estadísticas de las Emergencias Ambientales, años 1993 – 2001, "PROFEPA", página web: http://www.profepa.gob.mx/seccion.asp?sec_id=136&it_id=244&com_id=0
34. Ponencias en Materia de Manejo de Materiales Peligrosos y Respuesta a Emergencias Químicas. Seminario "Materiales Peligrosos y Respuesta a Emergencias", Semanas de "Seguridad, Salud y Protección al Ambiente", Septiembre 2001 - Mayo 2002, "PROFEPA", página web: http://www.profepa.gob.mx/seccion.asp?sec_id=136&it_id=777&com_id=0
35. "Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales" (SEMARNAT), página web: www.semarnat.gob.mx
36. "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente" año 2003 (LGEEPA)
37. "Secretaría del Trabajo y Previsión Social" (STPS), página web: www.stps.gob.mx
38. "Dirección General de Protección Civil" (DGPV)
39. "Coordinación de Protección Civil de la Delegación Azcapotzalco"
40. "Coordinación de Protección Civil de la Delegación Iztapalapa"
41. "Coordinación de Protección Civil de la Delegación Miguel Hidalgo"
42. "Coordinación de Protección Civil de la Delegación Tlalpan"
43. "Coordinación de Protección Civil de la Delegación Venustiano Carranza"
44. "Coordinación de Protección Civil de la Delegación Xochimilco"
45. "Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana" CENAPRED, Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de Protección Civil, Primera Edición, México 2000.
46. "Asociación Nacional de la Industria Química" (ANIQ), página web: www.aniq.org.mx
47. "Sistema de Emergencias en Transporte para la Industria Química" (SETIQ), página web: <http://www.aniq.org.mx/setiq/setiq.htm>
48. "Secretaría de Seguridad Pública" (SSP), página web: www.ssp.gob.mx
49. Simulador de computadora, "ARCHIE".
50. Base de datos por computadora, "CAMEO".
51. Bases de datos, página web: www.chemfinder.com
52. "Secretaría del Medio Ambiente del D.F.", página web: www.sma.df.gob.mx
53. Base de datos REDMET, página web: <http://www.sma.df.gob.mx/simat/pnredmet2.htm#mide>

54. "United Nation of Europe Economic Committee". página web: <http://www.unece.org/>
55. El "GHS", página web: <http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs.html>
56. "Global Harmonized System" (GHS), Capítulo 1.
57. "Prevención y Preparación de la respuesta en caso de accidentes químicos en México y en el Mundo". Serie Monografías, No. 5. SEDESOL, 1994.
58. "NFPA", Robert Duval, *Alert Bulletin*, Number 98-1, December 1998.
59. Comunicación personal
60. "Ley Orgánica de la Administración Pública", año 2003.