



Tecnología, Ciencia, Educación

ISSN: 0186-6036

imiqac@sercom.com.mx

Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos A.C
México

López-Atamoros, Luis Gerardo; Fernández-Villagómez, Georgina; Cruz-Gómez, M. Javier; Durán-de-Bazúa, Carmen

Integración de una Base Nacional de Datos de Accidentes durante el Transporte de Gas LP (BNDAT@GLP) 1998-2009: Sustento para un estudio de evaluación de riesgo

Tecnología, Ciencia, Educación, vol. 25, núm. 2, julio-diciembre, 2010, pp. 99-112

Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos A.C
Monterrey, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48215903005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Integración de una Base Nacional de Datos de Accidentes durante el Transporte de Gas LP (BNDAT@GLP) 1998-2009: Sustento para un estudio de evaluación de riesgo

Integration of a National Database of Accidents in the Transportation of LPG (BNDAT@LPG) 1998-2009: Support for a risk assessment study

Luis Gerardo López-Atamoros*, Georgina Fernández-Villagómez¹, M. Javier Cruz-Gómez, Carmen Durán-de-Bazúa

UNAM, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química, México D.F. México

¹UNAM, Facultad de Ingeniería, Mexico D.F. Mexico

*Correo-e (E-mail): atamoros@comunidad.unam.mx

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos en la integración y desarrollo de una Base Nacional de Datos de Accidentes para el Transporte de Gas LP (BNDAT@GLP), para el periodo 1998-2009, recopilada mediante los datos libremente disponibles al público en México; ya sea a través de información disponible en instituciones públicas o de datos reportados por los medios de comunicación, especialmente los disponibles como noticias publicadas por Internet en forma de reportes periodísticos. Partiendo del total de más de 250 informes de accidentes recopilados a nivel nacional, en los que hay en algunos información incompleta, se presenta un estudio orientado a mostrar la recurrencia y distribución de los accidentes, así como a establecer las principales causas que los originan y que permita proponer mecanismos alternativos para su abatimiento. El factor humano representa el 50% de las causas, por lo que se recomienda enfatizar la capacitación para minimizar el riesgo.

ABSTRACT

Results of the integration and development of a National Data Base of Accidents in the Transportation of LPG 1998-2009 (BNDAT@GLP), compiled by data freely available to the public in Mexico are reported. The information was available either from official data bases or in the media reports, especially news reports in the internet. Based on the total

Palabras clave: Gas LP, base de datos de accidentes, materiales peligrosos, análisis de riesgos

Keywords: LPG, accidents database, hazardous materials, risk assessment

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia

(Recibido: Julio 25, 2010,

Aceptado: Noviembre 28, 2010)

of 250 accident reports compiled at the national level, where some have insufficient information, a study to show the recurrence and distribution of accidents, is presented, establishing the main causes that originated them, and proposing alternative mechanisms for risk minimization. Human factors represent 50% of the causes, and thus, education should be the main task to minimize the risk.

INTRODUCCIÓN

Importancia de la información en el transporte de materiales peligrosos

La primera condición para la toma acertada de decisiones se basa primordialmente en la disponibilidad de información adecuada sobre el tema a tratar. Lo anterior es especialmente cierto en el área del transporte de materiales peligrosos dado que pocos peligros de origen antropogénico conllevan un riesgo tan grande sobre la salud humana, el ambiente o la propiedad como los asociados a la industria de las sustancias químicas. Además, dentro de la industria química, una de las áreas que representa mayor riesgo es la de la transportación (AIChE, 2000), debido principalmente a la gran variedad de sustancias y materiales transportados, a la diversidad de condiciones a lo largo de la ruta y al extenso número de variables y factores involucrados.

Para la evaluación del riesgo por el transporte de materiales peligrosos se han desarrollado una variedad de métodos que, dependiendo del tipo particular de sustancia y el objetivo del estudio, efectúan estimaciones

con base en la definición convencionalmente aceptada (USDOT, 1994) del riesgo como producto de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno multiplicada por la magnitud de las consecuencias (Ecuación 1); también equivalentemente definido como el producto de la frecuencia por la vulnerabilidad:

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} * \text{Consecuencias} \quad (1)$$

La anterior definición, mundialmente empleada, depende tanto de la estimación acertada de la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos que suscitan el daño, como de la evaluación precisa de las consecuencias.

Existen, para la estimación de consecuencias, una amplia variedad de reglas heurísticas, modelos matemáticos e inclusive programas de cómputo, tanto de libre acceso como condicionados al pago de licencias, que evalúan con diversos grados de precisión una amplia gama de factores que arrojan resultados con diferentes grados de confianza.

Por otro lado, el cálculo de probabilidades generalmente es obviado, dado que la obtención de la probabilidad es un proceso relativamente sencillo (AIChE, 2000) que suele estar basado en el Análisis Histórico de Accidentes (AHA) que depende de la correcta evaluación del campo muestral y de la disponibilidad de la información relevante.

Es, sin embargo, en este tema que surgen obstáculos –al menos para México– en la estimación del riesgo, ya que sin la información precisa que considere todas las principales fuentes de peligros, cualquier resultado que arroje la ecuación 1 tendrá imprecisiones.

Expertos a nivel mundial en evaluación de riesgos por materiales peligrosos comúnmente ponderan la influencia de la probabilidad de riesgos (Torbjørn, 2006) pero estas ponderaciones deben basarse en datos confiables. De aquí la relevancia de integrar una base de datos pública.

Problemática

Por una parte, en México es común encontrar una carencia de información relacionada con los registros de accidentes durante la transportación de materiales peligrosos. Esta carencia es originada, tanto porque los datos recopilados están incompletos, como porque los datos existentes son de difícil acceso o están restringidos para el público. En casi todos los países desarrollados y de economías emergentes se realizan esfuerzos para recopilar y publicar toda la información posible. Por tanto, para la estimación del riesgo y prevenir sus causas, integrando las estadísticas

de accidentes empleando los modelos disponibles mundialmente para la estimación del riesgo por transporte de materiales peligrosos (Rivera-Balboa, 2001) resulta complicado.

Por otra parte, México es el principal consumidor de Gas LP a nivel mundial (SENER, 2007) y una gran parte de este combustible es consumido en los hogares, hasta donde es transportado principalmente por dos vías: mediante cilindros portátiles o con auto-tanques para el abasto de tanques estacionarios. Se estima que diariamente se efectúan 1,000,000 de entregas de Gas LP ya sea de cilindros portátiles o a tanques estacionarios (UACM, 2010) por lo que una adecuada evaluación del riesgo es fundamental para la toma adecuada de decisiones que permitan reducir el riesgo al que se somete a la población, al ambiente y a la propiedad.

Propuesta

Se plantea y desarrolla aquí la integración de una Base Nacional de Datos de Accidentes durante el Transporte de Gas LP (BNDAT@GLP, 1998-2009) que facilite desarrollar cálculos y evaluaciones de riesgo realistas que permitan el estudio serio y sistemático de los factores que influyen sobre la seguridad en el transporte de materiales peligrosos, específicamente del Gas LP en México.

Instituciones en México con injerencia en el transporte de Gas LP e información disponible

En México existen varias instituciones, tanto públicas como privadas, con algún tipo de injerencia en el área de la transportación de los materiales peligrosos. Entre ellas destacan:

i. CENAPRED (Centro Nacional para la Prevención de Desastres) perteneciente a la Secretaría de Gobernación. Dirección de Investigación – Subdirección de Riesgos Químicos. Donde su misión declarada es: (entre otros) (CENAPRED, 2010).

“Desarrollar investigaciones y metodologías sobre el manejo de sustancias, materiales y residuos peligrosos durante su almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final, para la prevención de daños a la salud, a las propiedades y al ambiente”.

Y uno de sus tres objetivos manifiestos es:

“Colaborar en la generación de procedimientos de mitigación, bases de datos y documentos técnicos de amplia distribución mediante la sistematización de información relacionada con los fenómenos químicos”.

En la base de datos accesibles al público se reportan los siguientes incidentes y accidentes que involucran al Gas LP: Se muestran 7 gráficos (ver las Figuras 1 y 2, hechas en esta investigación).

ii. STC (Secretaría de Comunicaciones y Transportes) - Dirección General de Autotransporte Federal - Subdirección de Normas del Autotransporte de Materiales y Residuos Peligrosos. Depende del Poder Ejecutivo Federal.

En esta subdirección se encuentra custodiada una de las bases más extensa de datos de accidentes durante la transportación de materiales peligrosos en México. La base de datos ACARMEX (Base de Datos de Accidentes Carreteros) fue iniciada por el CENAPRED y posteriormente transferida a la SCT para regular el acceso a la información disponible vía Acceso a la Información Pública. Esta base NO es accesible al público ya que está catalogada como “confidencial”.

iii. PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente)- Subprocuraduría de Auditoría Ambiental - Dirección General de Riesgo Ambiental en Auditorías - Dirección de Emergencias Ambientales. Su misión es: (entre otros) (PROFEPA, 2010). Depende del Poder Ejecutivo Federal.

“Llevar el *Registro Nacional de las Emergencias Ambientales asociadas con sustancias químicas*, investigar las causas que las motivan, evaluar los Planes de Respuesta a Emergencias asociados con sustancias químicas y, a través del Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales, COATEA ofrecer la asesoría e información técnica necesaria para la adecuada atención de estos eventos y, en general, para el manejo seguro de los materiales peligrosos.”

iv. COATEA - Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales- Servicios que Presta (entre otros):

- Información y análisis estadístico de las emergencias en México.
- Centro de comunicación y enlace con otros organismos públicos y privados, nacionales y/o internacionales, involucrados en la atención de emergencias ambientales.

La información, en principio, está disponible a través del portal de acceso a la información pública federal. Para el periodo considerado en el presente estudio se

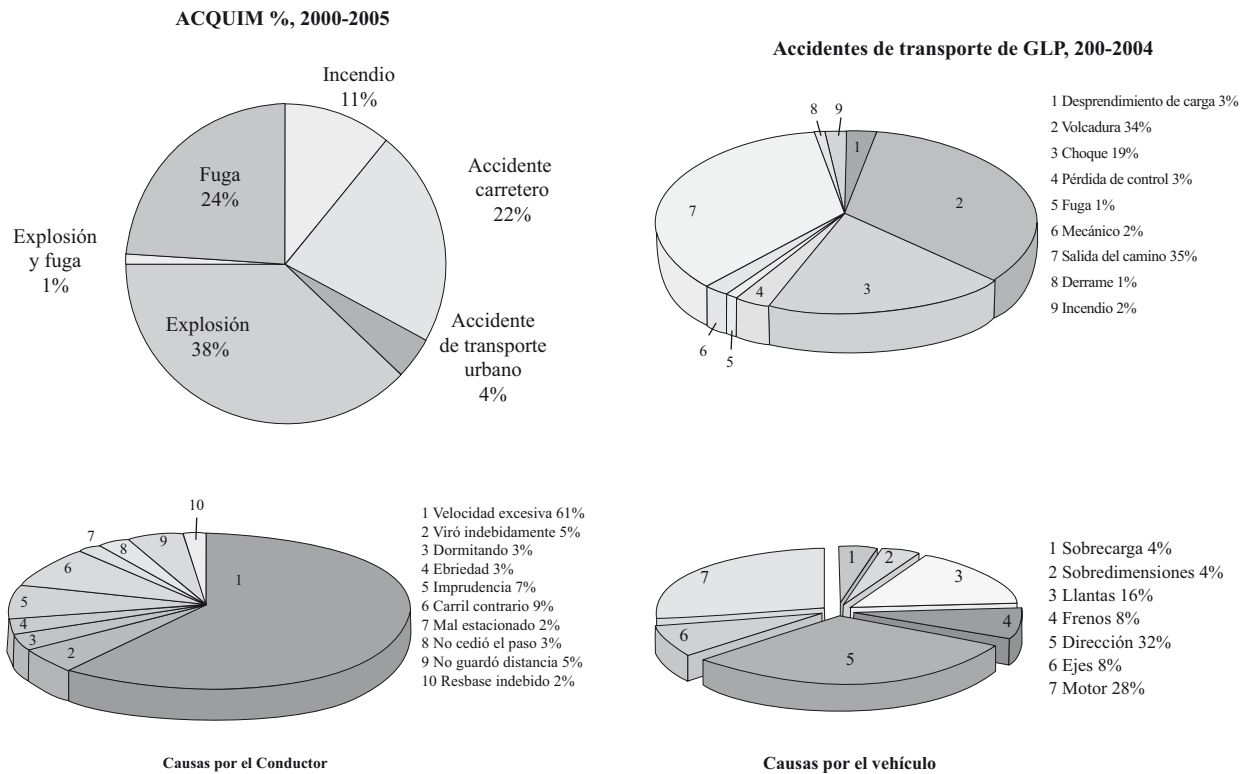


Figura 1. Gráficos con la información del CENAPRED (2010) de accidentes con Gas LP

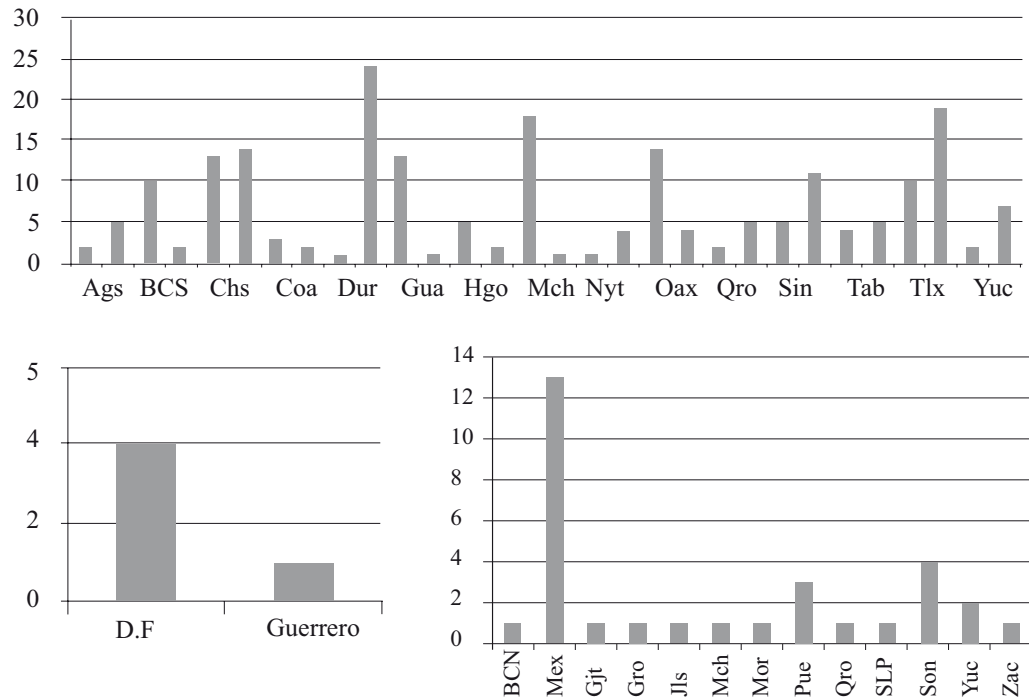


Figura 2. Gráficos con la información del CENAPRED de accidentes con Gas LP

reportaron verbalmente aproximadamente 100 registros que involucraron Gas LP durante la transportación (PROFEPA, 2009, 2010)

v. Oficinas de Protección Civil locales

Para la Ciudad de México, México, existe la Secretaría de Protección Civil. Sus principales funciones son entre otras (SPC, 2010):

(a) Dirección General de Prevención de la SPC:

XI.- Realizar, proponer y coadyuvar en la *realización de estudios, investigaciones, análisis y opiniones de carácter técnico*, científico y académico, en materia de protección civil; y, XVII.- Dirigir estudios para determinar los riesgos potenciales a los que se encuentran expuestos los habitantes de la Ciudad de México.

(b) Dirección General de Emergencias de la SPC:

III.- Elaborar, operar, evaluar y actualizar el *registro estadístico único* de Situaciones de Emergencia del Distrito Federal. Y, IV.- Recabar, captar y sistematizar la información, para conocer la situación del Distrito Federal en condiciones normales y de emergencia. El *registro estadístico único* mencionado en este punto no se encuentra disponible.

vi. SE-DGGLP

(Secretaría de Energía- Subsecretaría de Hidrocarburos - Dirección General de Gas Licuado de

Petróleo) – Dirección de Enlace, Estadística y Asuntos Especiales.

En esta Dirección se cuenta con una base de datos de los accidentes ocurridos en diversas etapas del ciclo de vida del Gas LP, incluye tanto los ocurridos durante el transporte como durante su empleo en instalaciones de los usuarios. Pese a ser una institución oficial federal muchos de sus registros se basan en los datos publicados por los medios de comunicación. Es la base más completa accesible a todo público en México y se encuentra clasificada de acuerdo con las siguientes categorías:

- Fecha
- Suceso
- Entidad
- Municipio
- Capacidad
- Tipo de transporte
- Causa y/producto
- Observaciones
- Autoridad responsable en el lugar de los hechos
- Fuente

Contiene, entre otros, los siguientes registros de 2001-2009:

- 223 incidentes registrados
- 56 durante el transporte
- 18 choques
- 30 volcaduras
- 2 fugas
- 2 flamazos
- 2 incendios
- 2 explosiones
- 43 son con autotank *pipa*
- 2002 Casos: 1
- 2003 Casos: 1
- 2005 Casos: 7
- 2006 Casos: 11
- 2007 Casos: 9
- 2008 Casos: 27

vii. Cuerpo de Bomberos locales - En el caso de la Ciudad de México, el Reglamento del Heroico Cuerpo de Bomberos del DF: (establece, entre otros artículos) (Bomberos DF, 2010) Artículo 31- Además de las facultades que señala la Ley, el Consejo del HCBDF, tiene las atribuciones siguientes: I. *Proponer* medidas, *políticas*, acciones y procedimientos de vinculación al Programa General de Protección Civil para el Distrito Federal, por lo que hace al Subprograma de *Prevención* y *Auxilio*, *especialmente* respecto a los agentes perturbadores derivados de los fenómenos geológicos, *físico-químicos* e hidrometeorológicos. No se tienen datos disponibles.

viii. ANIQ-SETIQ (Asociación Nacional de la Industria Química – Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química) (ANIQ-SETIQ, 2010). Aunque “su función es servir de enlace con otros grupos de emergencia... y así coordinar la atención adecuada del accidente (...) químico”, posee una base que contiene los registros de accidentes en que han prestado auxilio.

Los datos relacionados con accidentes en el transporte de Gas LP que facilitan se presentan en las Figuras 3 y 4 y la Tabla 1.

ix. Central de Fugas - (Cooperativa entre empresas distribuidoras de Gas LP para atender reportes y emergencias con Gas LP). Su visión es: “Ser líder en métodos y procedimientos en la prevención y supresión de fugas de Gas LP, tanto en su aplicación como en la capacitación de personal.” (Central de Fugas, 2010). No se tienen datos disponibles.

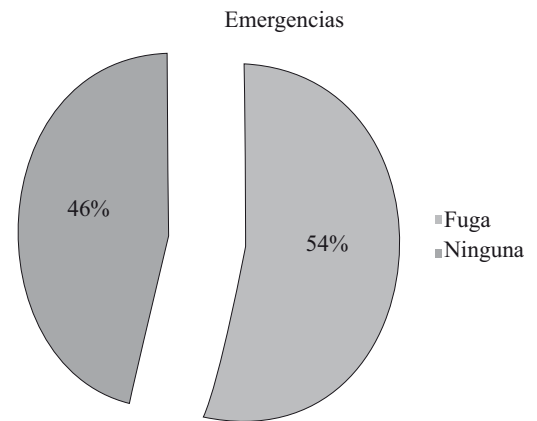
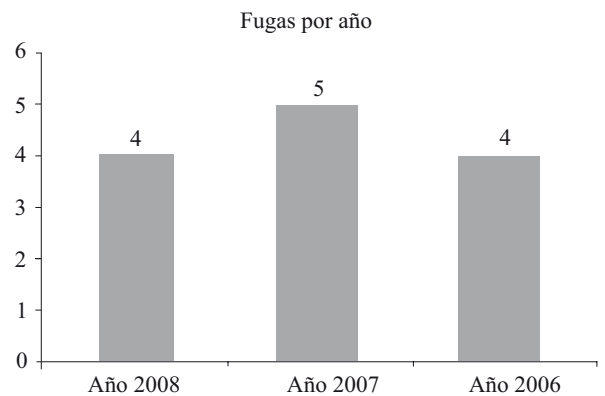
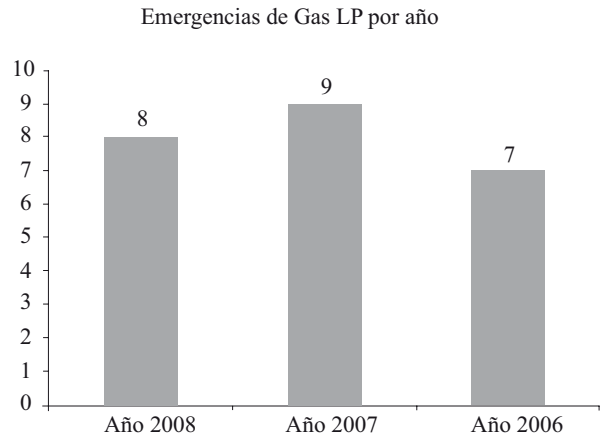


Figura 3. Emergencias con Gas LP 2006-2008 (ANIQ-SETIQ, 2010)

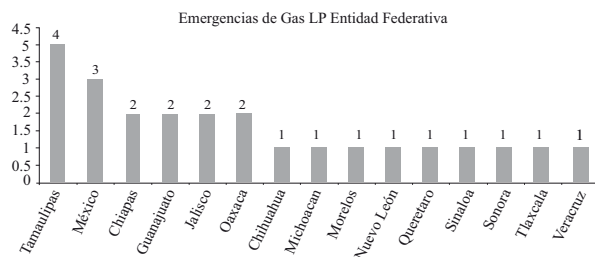


Figura 4. Emergencias con Gas LP por estados 2006-2008 (ANIQ-SETIQ, 2010)

Tabla 1

Información reportados por el SETIQ para accidentes con Gas LP (ANIQ-SETIQ, 2010)

Año	Fecha	Hora	Incidente	Sustancia	Estado
2008	16-oct	17:45	no	Gas LP	Chiapas
2008	02-oct	05:26	fuga	Gas LP	Tamaulipas
2008	17-ago	06:34	fuga	Gas LP	Sonora
2008	13-ago	19:15	fuga	Gas LP	Morelos
2008	28-jul	19:16	no	Gas LP	Guanajuato
2008	10-jun	21:16	no	Gas LP	Oaxaca
2008	19-mar	23:20	no	Gas LP	Sinaloa
2008	03-mar	18:18	fuga	Gas LP	Jalisco
2007	15-sep	15:39	fuga	Gas LP	Tamaulipas
2007	13-ago	12:26	no	Gas LP	Chihuahua
2007	04-jun	08:43	fuga	Gas LP	Veracruz
2007	15-may	13:55	no	Gas LP	Guanajuato
2007	27-abr	19:15	no	Gas LP	México
2007	27-abr	14:38	no	Gas LP	Tamaulipas
2007	11-abr	23:26	fuga	Gas LP	Tlaxcala
2007	01-abr	11:35	fuga	Gas LP	Querétaro
2007	03-mar	07:02	fuga	Gas LP	Oaxaca
2006	28-dic	10:20	no	Gas LP	Michoacán
2006	28-dic	03:53	fuga	Gas LP	México
2006	23-jul	22:11	fuga	Gas LP	Jalisco
2006	10-jul	05:15	fuga	Gas LP	Chiapas
2006	16-jun	s/i	fuga	Gas LP	México
2006	10-jun	10:38	no	Gas LP	Nuevo León
2006	15-feb	20:42	no	Gas LP	Tamaulipas

x. Información publicada - En las Memorias del XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, realizado en 2002, González Morán y otros publicaron el documento "Estudio retrospectivo sobre accidentes carreteros durante el transporte de sustancias peligrosas en la República Mexicana (1996 - 2000)". Los autores dispusieron de la información de la base ACARMEX (elaborada por el CENAPRED y actualmente custodiada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con carácter "confidencial", no disponible). En la Tabla 2 se presenta el porcentaje de las causas que originaron los accidentes carreteros para el periodo reportado. Se encuentran resaltados los datos que son directamente atribuibles a errores humanos debidos a la falta de

capacitación o de supervisión del personal aunque no se excluye la posibilidad de la influencia del mismo factor humano en algunas de las otras causas reportadas.

Tabla 2

Causas que originan los accidentes carreteros (González-Morán, 2002)

Causa del accidente	Porcentaje (%)
Exceso de velocidad	35.75
Causa no reportada o especificada	21.90
Fallas mecánicas	12.86
Invasión del carril contrario	6.41
Choque con objetos fijos o vehículos	3.45
Pérdida de control del vehículo	3.99
No se respetó la distancia de seguridad	3.31
Alguno de los vehículos involucrados no cedió el paso al otro	342
Cansancio / Somnolencia del conductor	2.24
Mala ejecución de vuelta	1.64
Incendio del material transportado o del vehículo	0.96
Explosión del vehículo o del material transportado	0.57
Camino en malas condiciones	0.82
El peatón es causa principal del accidente	0.57
Condiciones climáticas adversas: lluvia, niebla, etc.	0.46
Estado de ebriedad del conductor	0.46
Falta de señalamiento (detención momentánea, accidente, etc.)	0.46
Carga mal sujeta	0.25
Cruce de semoviente (asno, caballo, etc.)	0.28
Objetos sobre la superficie de rodamiento o choque con puente	0.14
Asalto	0.04
Total	100

Fuente: Base de datos ACARMEX (2000)

xi. Información adicional disponible mundialmente

- A continuación se muestran algunos datos mundiales (Cruz-Gómez, 2009) obtenidos como ejemplo de la información que se puede extraer de los métodos comparativos, en este caso del Análisis Histórico de Accidentes aplicado, tanto a GLP como a materiales peligrosos, en general. Los datos presentados son obtenidos de datos reportados por países en los que la recolección de información se encuentra sistematizada y deben ser considerados con reservas antes de plantear su aplicación en condiciones diferentes de las que fueron extraídos (Figuras 5-9).

Algunos datos respecto al Gas LP en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) es una de las zonas conurbadas más grandes y pobladas del mundo; con más de 19 millones de habitantes y 7815 km². México posee el mayor consumo por persona de Gas LP (74 kg/habitante y año), donde el 70% es consumido por los hogares. El 40% del total nacional es consumido en la región centro

(Área que incluye a la ZMCM). Aproximadamente el 54% del Gas LP es distribuido a los usuarios mediante cilindros portátiles y el otro 46% mediante alimentación con auto-tanques a tanques estacionarios y mediante redes de distribución (SENER, 2007).

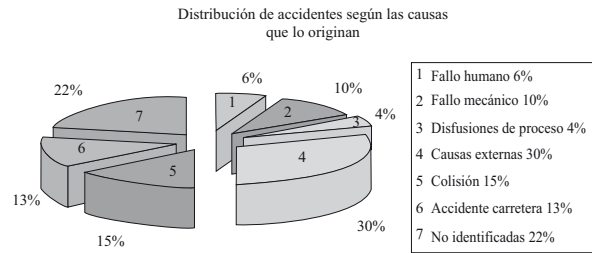


Figura 5. Distribución de accidentes con materiales peligrosos según causas de origen
Tomado de Cruz-Gómez (2009)

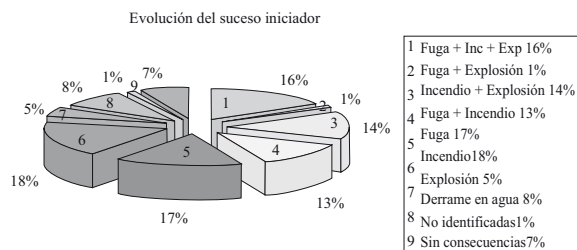


Figura 6. Distribución de accidentes con materiales peligrosos según suceso inicial
Tomado de Cruz-Gómez (2009)

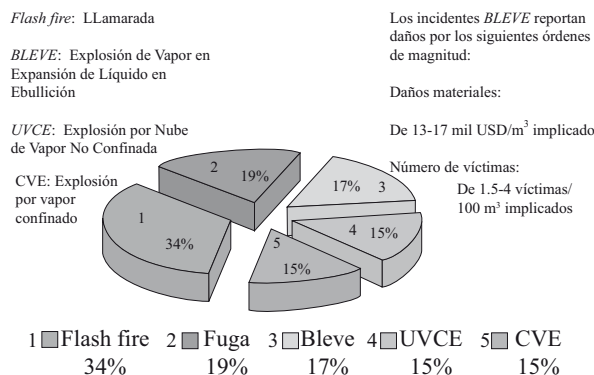


Figura 7. Distribución de accidentes con Gas LP, según tipo de accidente
Basado en Cruz-Gómez (2009)

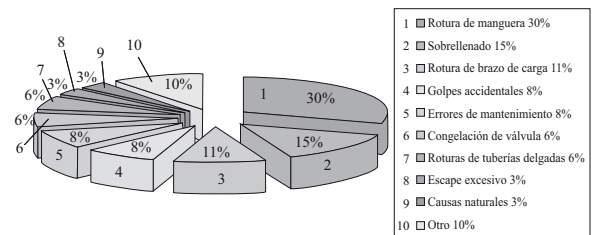


Figura 8. Distribución de accidentes con Gas LP, según causa de inicio
Basado en Cruz-Gómez, (2009)

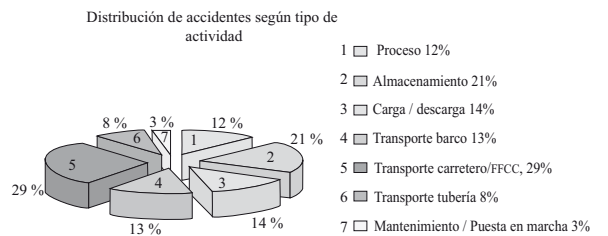


Figura 9. Accidentes con materiales peligrosos según la actividad
Tomada de Cruz-Gómez (2009)

En todo el país existen aproximadamente 6,400 auto-tanques (que transportan entre 5,500 y 13,000 litros), para el reparto de Gas LP a tanques estacionarios (desde 100 hasta 5,000 litros de capacidad). Hay casi 13,800 vehículos destinados a repartir los casi 15 millones de recipientes portátiles en circulación (de 10, 20, 30 y 45 kg de Gas LP) y, aproximadamente, 2,395 remolques y dobles semirremolques (con capacidades desde 45,000 hasta 70,000 litros) para el transporte terrestre de Gas LP entre las plantas de suministro y los distribuidores privados (SENER, 2007).

Aunque existen antecedentes de accidentes con Gas LP en México, no hay un organismo que se dedique al estudio del riesgo por el transporte de materiales o mercancías peligrosas y aunque existen instituciones con alguna jurisdicción en cuanto a la administración de riesgos, no existe una estructura claramente delimitada en cuanto a sus funciones ni sus alcances.

Con lo anterior se conjugan una amplia variedad de situaciones propias de un país con economía emergente como son: Existencia de oligopolios en la distribución del Gas LP, ya que 8 familias poseen el 50% de las empresas distribuidoras de gas (Jiménez, 2007).

Existe una ocurrencia frecuente de incidentes fácilmente prevenibles relacionados con la falta de mantenimiento o la falta de capacitación de los conductores.

También hay condiciones adicionales como la falta de equipos y de capacitación para los cuerpos

de respuesta en incidentes con materiales peligrosos; conductas cívicas de riesgo (como la compra del Gas LP en lugares y horarios expresamente prohibidos por la leyes vigentes, la falta de información sobre el manejo apropiado del combustible o la omisión del reporte a las autoridades ante incidentes o accidentes menores) y, en general, carencias en el manejo, la prevención y la respuesta por parte de los distribuidores, los particulares y las autoridades involucradas (Tabla 3).

Tabla 3
Valores estimados para vehículos y entregas de Gas LP en México (M= millones)

Cilindros (tanques portátiles) para Gas LP en circulación en el país	23.5 M
Cilindros (tanques portátiles) para Gas LP en circulación en la ZMCM	8.5 M (36%)
Tanques estacionarios para Gas LP en el país	2 M
Tanques estacionarios para Gas LP instalados en ZMCM	700,000 (35%)
Camiones para reparto de tanques portátiles para Gas LP en el país	18,000
Camiones de reparto a tanques estacionarios para Gas LP en ZMCM	7,500 (42%)
Hogares con servicio de Gas LP en el país	20 M
Hogares con servicio de Gas LP en la ZMCM	7 M (35%)
Repartos diarios de tanques portátiles de Gas LP en el país	800,000
Repartos diarios de tanques portátiles de Gas LP en ZMCM	280,000 (35%)
Repartos diarios a tanques estacionarios de Gas LP en el país	200,000 (35%)
Repartos diarios a tanques estacionarios de Gas LP (ZMCM)	70,000 (35%)
Empresas distribuidoras de Gas LP en el país	450
Empresas distribuidoras de Gas LP en la zona metropolitana del D.F.	45 (10%)

Tomado de *Revista Transportes y Turismo*, Núm. 1144, Abril 2007 (UACM, 2010)

DESARROLLO

Para la elaboración de la Base Nacional de Datos de accidentes durante el transporte de Gas LP (1998-2009) aquí presentada se emplearon únicamente dos bases de datos: la proporcionada por la Secretaría de Energía y la base de datos desarrollada por los autores. Las otras bases se descartaron por haber sido suministradas con datos demasiado generales que no fueron de utilidad para la elaboración de la base aquí propuesta (fecha del accidente, localización, volumen transportado, tipo de contenedor, causa del accidente, etc. Con excepción de la base de datos de la SE-DGGLP, toda la información reunida se integra en la muestra que sigue).

Base Nacional de Datos de Accidentes con Gas LP desarrollada por los autores

Los autores desarrollaron una base de datos mediante la búsqueda a través de “internet” (noticias y reportes periodísticos). La elección se realizó en función de lo señalado en la base de datos de la SE-DGGLP con algunas adiciones para determinar la causa raíz de los accidentes. Entre estas categorías sobresalen:

- Fecha y hora
- Tipo de transporte
- Referencia de la información
- Causa
- Localización
- Consecuencia del accidente
- Efectos cuantificables
- Observaciones
- Tipo de accidente:
 - Accidente de tránsito
 - Volcadura
 - Fuga o derrame
 - Incendio
 - Explosión o flamazo

La presentación final de la base de datos, se obtuvo integrando los datos de SE-DGGLP. La categoría con información faltante se deja en blanco y la información proporcionada por las bases anteriores que no se consideró de utilidad fue descartada con el fin de mejorar la accesibilidad y la calidad de la información reportada. En todos los casos se supuso que la información era verídica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 256 accidentes para un periodo de 12 años (1998-2009), la información se ordenó de acuerdo con las categorías arriba mencionadas. En cada uno de los reportes se procuró obtener el máximo posible de información relevante. Aún así, se tiene una falta aproximada de información del 39.5% (número de casillas en blanco entre el total de casillas).

Se presentan algunos datos selectos obtenidos de la Base Nacional de Datos de Accidentes durante el Transporte de Gas LP (1998-2008), BNDAT@GLP. Se destacan en la Tabla 4 algunos de los valores principales. En las Figuras 10 a 20 se ilustran gráficamente algunos de los resultados seleccionados. El conjunto completo de datos que integran la base BNDAT@GLP (1998-2009) se encuentran a disposición del público vía correo electrónico del primer autor de los editores de esta revista.

Tabla 4
Valores destacables de la Base Nacional de Datos de Accidentes durante el transporte de Gas LP, BNDAT@GLP (1998-2009)

Total de accidentes reportados en la base, en México:	256
Total de accidentes reportados en la base, en la ZMCM:	91
Accidentes que presentan: Accidente de tránsito:	81
Volcadura / Fuga o derrame:	83 / 54
Incendio / Explosión o flamazo:	32 / 44
% Accidentes iniciados por causa de la unidad:	30%
Del personal:	50%
De la ruta:	8%

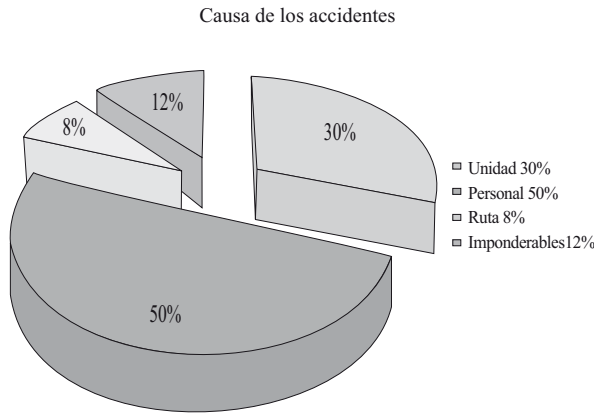


Figura 10. Causas de los accidentes durante el transporte de Gas LP, Base Nacional de Datos de Accidentes Durante el Transporte de Gas LP (BNDAT@GLP)

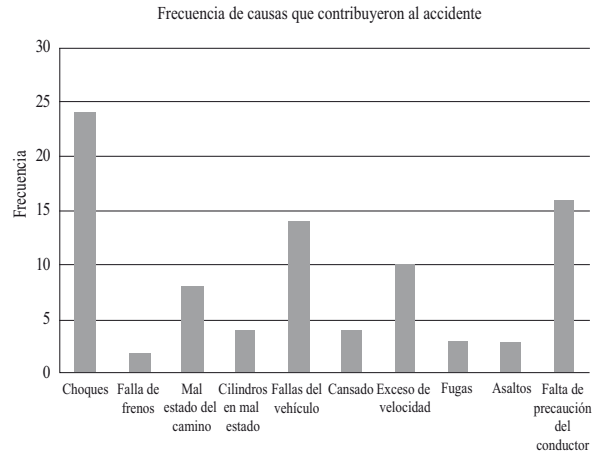
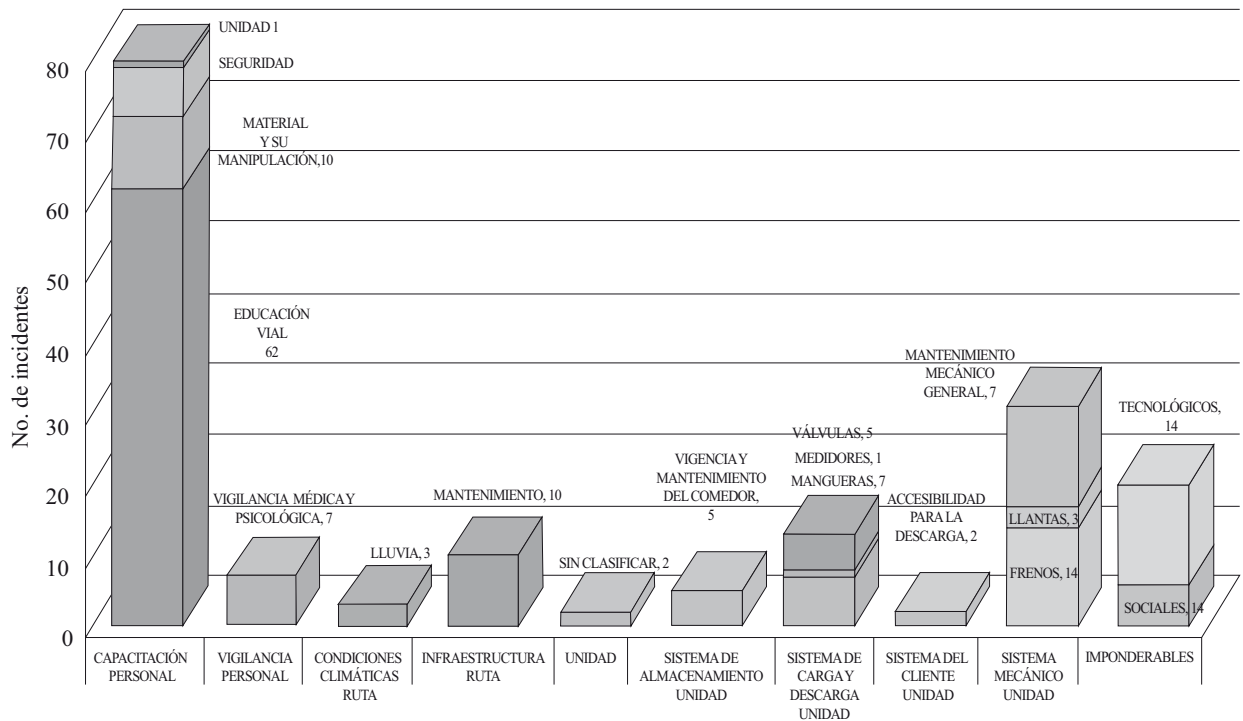


Figura 11. Frecuencia de causas contribuyentes al accidente, BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP (BNDAT@GLP)

Clasificación de accidentes con GLP en México según su causa inicial



Clasificación para Personal-Ruta-Unidad-Imponderables

Figura 12. Clasificación de los accidentes por causa inicial, BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP (BNDAT@GLP)

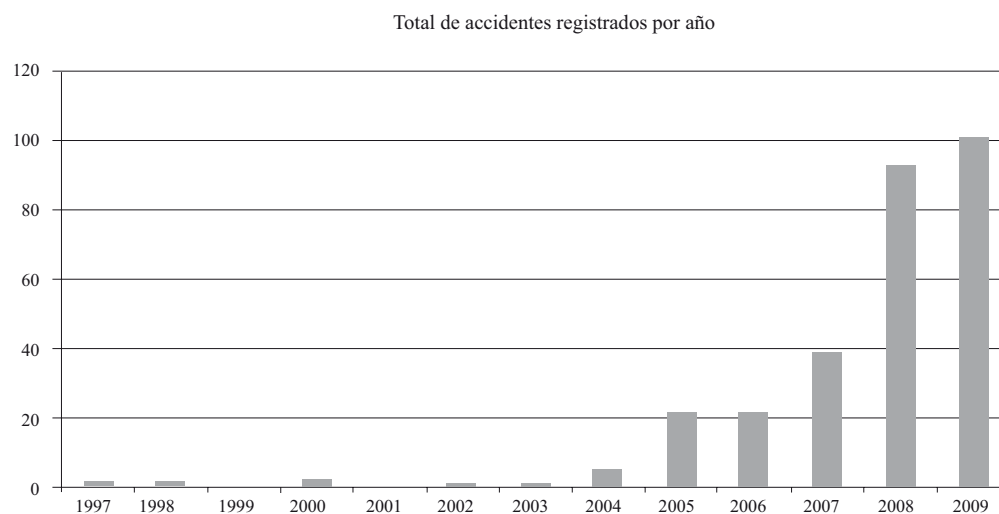


Figura 13. Total de accidentes por año registrados en la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP

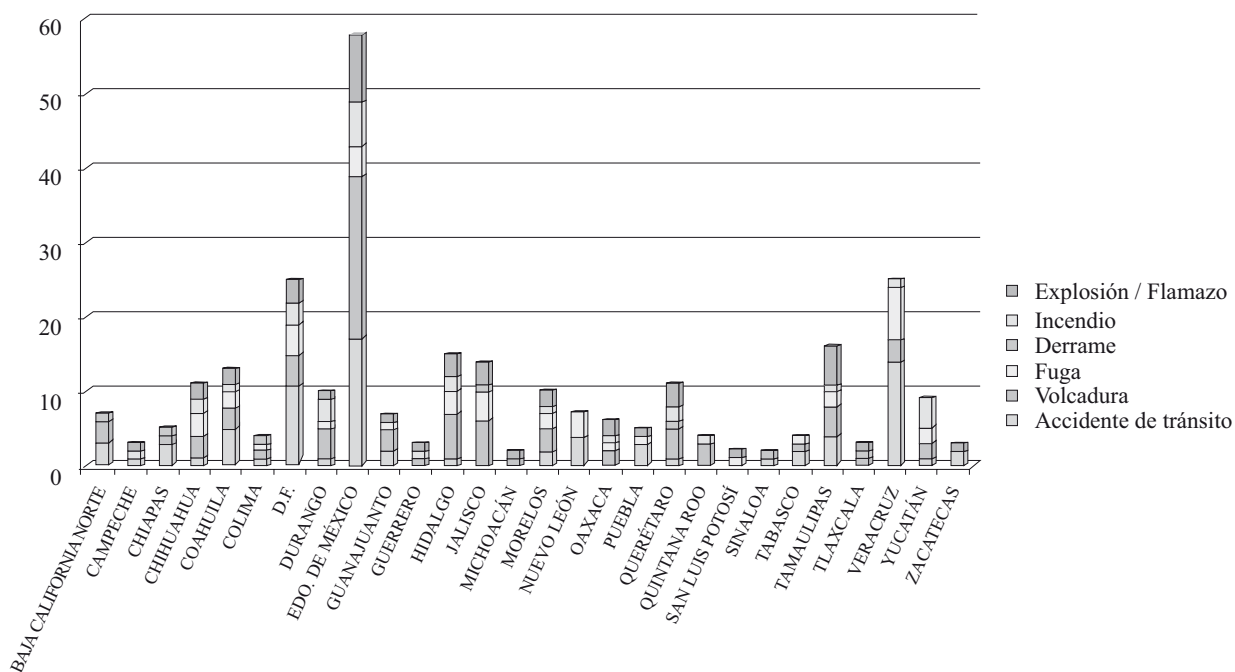


Figura 14. Frecuencia de principales consecuencias por estado federativo de México de la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP

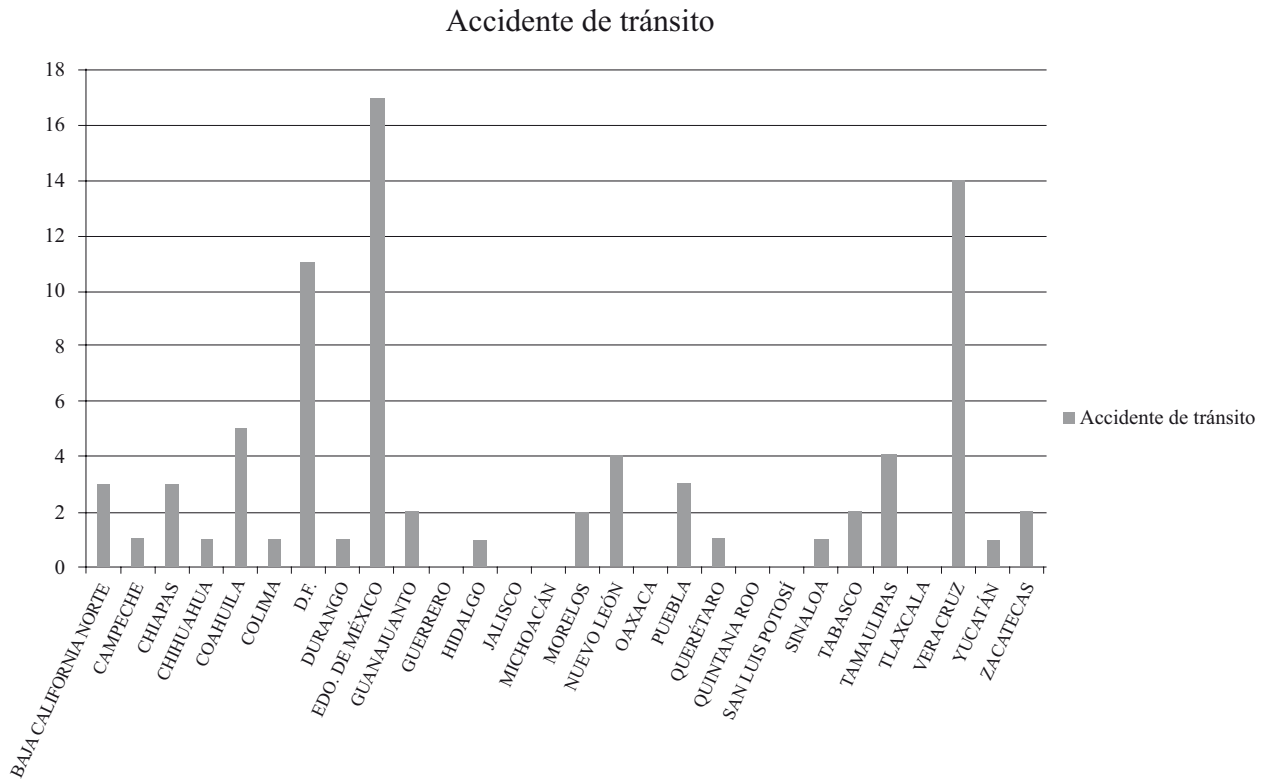


Figura 15. Frecuencia por estados de las principales consecuencias, de acuerdo con la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP

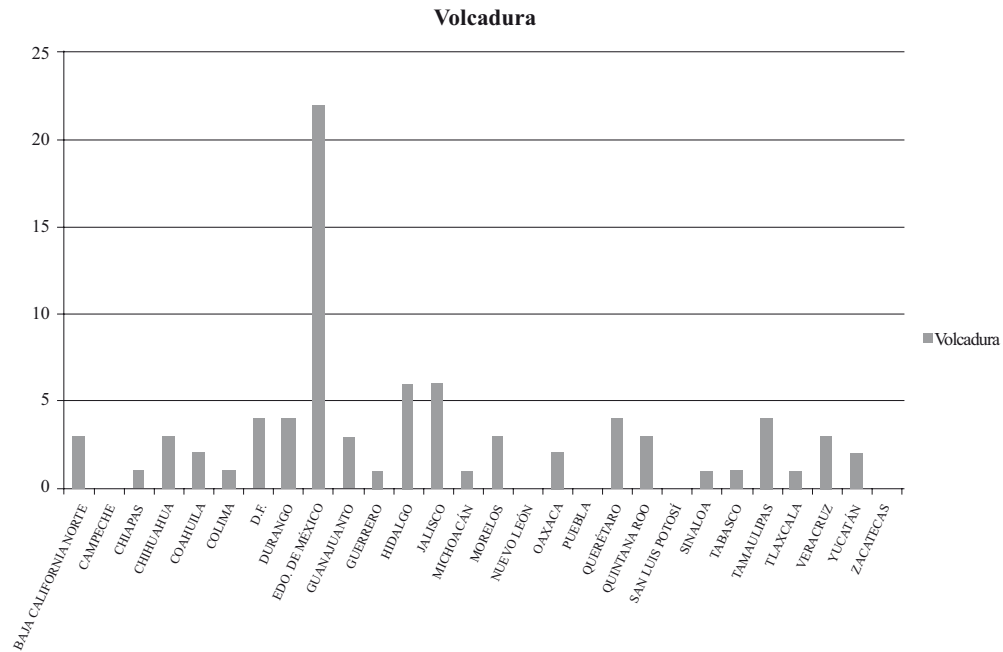


Figura 16. Frecuencia por estados de las principales consecuencias, de acuerdo con la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP

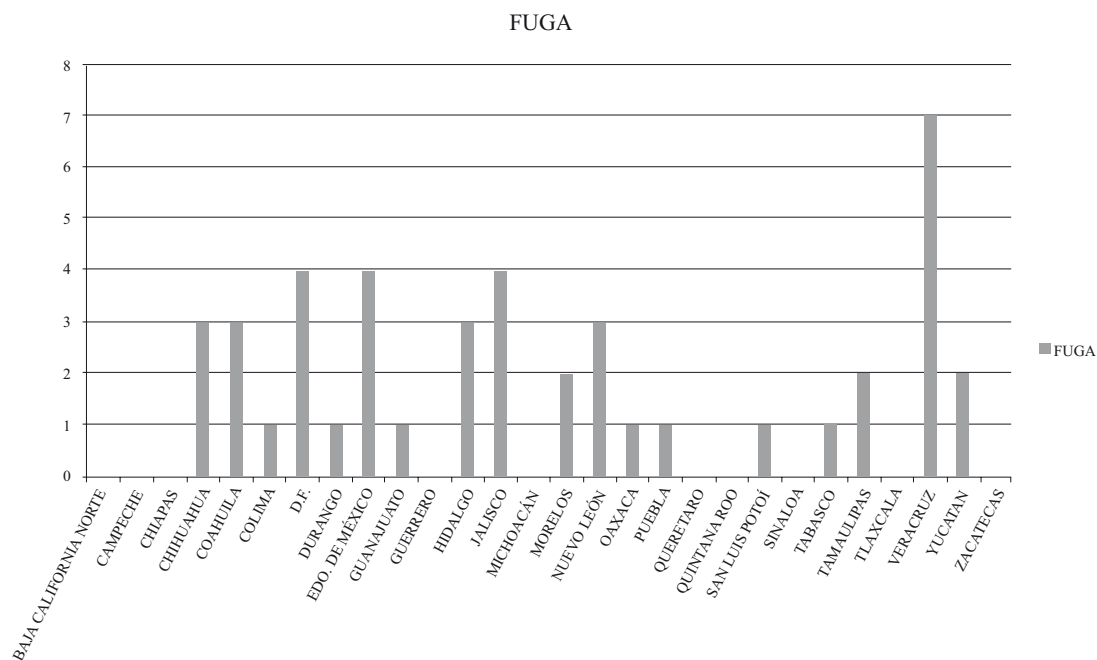


Figura 17. Frecuencia por estados de las principales consecuencias, de acuerdo con la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP

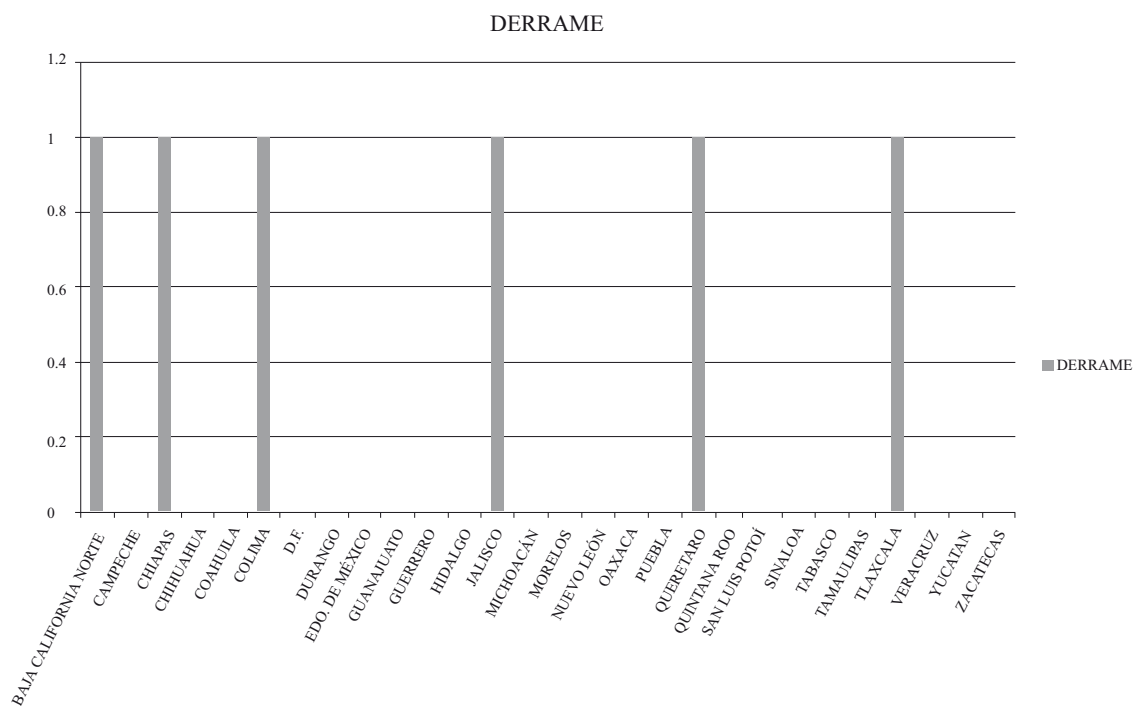


Figura 18. Frecuencia por estados de las principales consecuencias, de acuerdo con la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP

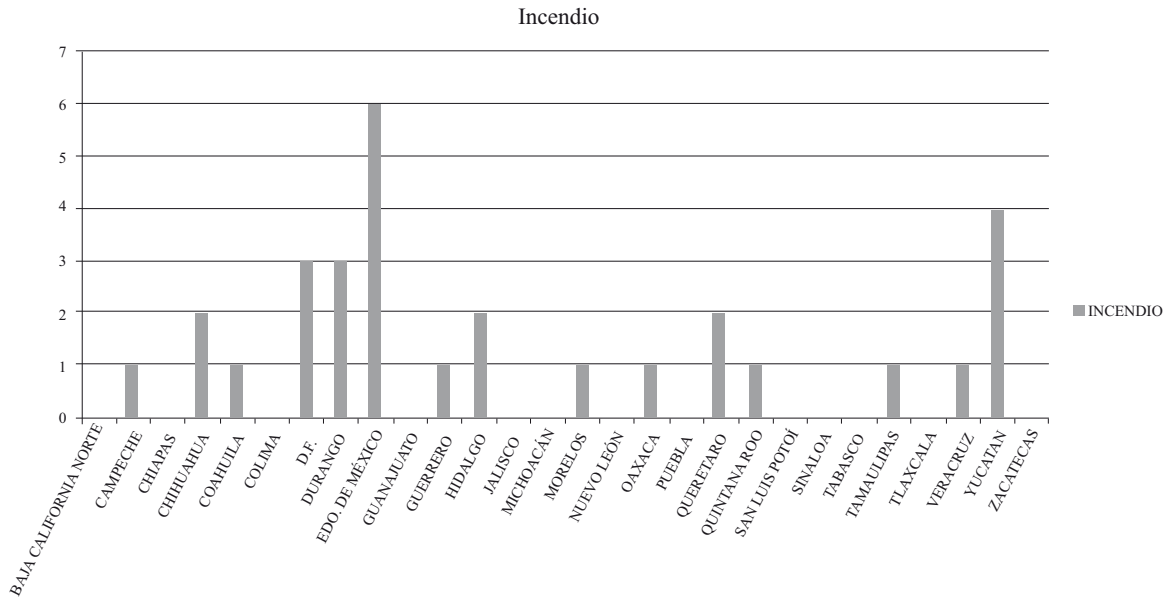


Figura 19. Frecuencia por estados de las principales consecuencias, de acuerdo con la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP

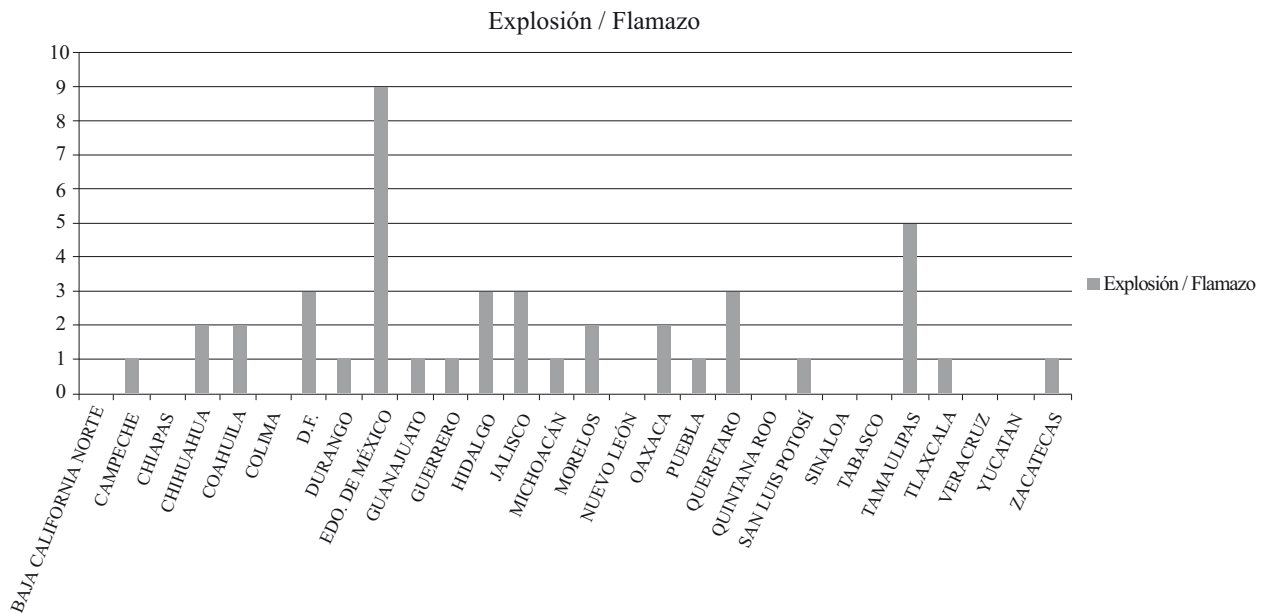


Figura 20. Frecuencia por estados de las principales consecuencias, de acuerdo con la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la información disponible al público con respecto a datos actualizados, que reflejen la realidad del transporte de materiales peligrosos en México, especialmente de la sustancia más fácilmente identificable y directamente relacionada con la población general, el Gas LP, la mayor incidencia de ellos se debe directamente al factor humano (50%).

La información disponible en forma de bases oficiales sirve para comparar resultados con los datos adquiridos por cada grupo interesado en la evaluación de riesgos.

Para establecer de forma pública y coordinada una base de datos formal institucional que aloje los resultados de las investigaciones efectuadas de incidentes, accidentes y causas raíz, se recomienda abrir una página electrónica donde se inserte esta información danto un formato para ello.

Es recomendable liberar el acceso a las bases de datos con la información pública y fomentar la participación de los diferentes sectores para procurar la reducción del riesgo que representan los materiales peligrosos, especialmente durante su transporte, para la integridad y salud de la población, el ambiente y la propiedad.

La nueva base de datos propuesta e integrada en este artículo y nombrada Base Nacional de Datos de Accidentes durante el Transporte de Gas LP (BDNAT@GLP) con la información correspondiente al periodo 1998 – 2009 presenta la mayor cantidad de información disponible en México sobre los accidentes ocurridos durante el transporte de Gas LP. Como ya se mencionó, la información recopilada en esta base de datos queda a disposición del público interesado a través del correo del primer autor y de los editores de la revista.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer la información de las bases de accidentes durante el transporte de Gas LP suministrada por las instituciones mencionadas. El primer autor desea agradecer al CONACyT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por la beca otorgada para sus estudios doctorales.

REFERENCIAS

- AICHe. 2000. *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*. American Institute of Chemical Engineers. 3 Park Avenue, NY, EEUU.
- ANIQ – SETIQ. 2010. *Asociación Nacional de la Industria Química – Sistema de Emergencias en el Transporte de la Industria Química*. Dirección electrónica (redes internacionales): www.aniq.org.mx/setiq/
- Bomberos DF. 2010. *Reglamento del heroico cuerpo de bomberos del Distrito Federal*. Dirección electrónica (redes internacionales): http://www.bomberos.df.gob.mx/wb/hcb/normatividad_del_heroico_cuerpo_de_bomberos
- CENAPRED. 2010. *Sustancias más comúnmente involucradas en accidentes carreteros (1996-2000)*. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Dirección electrónica (redes internacionales): <http://www.cenapred.unam.mx/es/Investigacion/RQuimicos/TransporteSustancias/>
- Central de Fugas. 2010. Dirección electrónica (redes internacionales): <http://centraldefugaslp.org/>
- Cruz-Gómez, M.J. 2009. *Material didáctico. Curso de evaluación de riesgos de proceso. Facultad de Química*. UNAM. México, D.F. México.
- González-Morán, T., De-la-Cruz, R., González-Gutiérrez, J. 2002. Estudio retrospectivo sobre accidentes carreteros durante el transporte de sustancias peligrosas en la República Mexicana (1996-2000). En *Memorias del XXVIII Congreso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental*. Cancún, México.
- Jiménez, R. 2007. Incurren 55% de gaseras en irregularidades. El Universal. Dirección electrónica (redes internacionales): <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/81639.html>
- PROFEPA. 2009. Entrevista personal con Ing. Jaime Castro.
- PROFEPA. 2010. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Dirección electrónica (redes internacionales): www.profepa.gob.mx/PROFEPA/InspeccionIndustrial/
- Rivera-Balboa, R. D. 2002. *Metodologías para la evaluación del riesgo en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos*. Ed. CENAPRED. México, D.F. México.
- SENER. 2007. *Prospectiva del mercado de gas licuado de petróleo 2007-2016*. Secretaría de Energía. Poder Ejecutivo Federal. Pp. 33-50. México, D.F. México.
- SPC. 2010. Secretaría de Protección Civil. Dirección electrónica (redes internacionales): <http://www.proteccioncivil.df.gob.mx/>
- Torbjörn, R., Björg-Elin, M. 2006. Risk Perception and Demand for Risk Mitigation in Transport: A Comparison of Lay People, Politicians, and Experts. *Journal of Risk Research* 9(6): 623–640.
- UACM. 2010. *Revista Transportes y Turismo, Núm. 1144, Abril 2007*. Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Dirección electrónica (redes internacionales): www.energiauacm.org.mx/numeraliahistorica.html
- USDOT. 1994. *Guidelines for Applying Criteria to Designate Routes for Transportation of Hazardous Materials*. FHWA-SA-94-083. Department of Transportation. Federal Highway Administration, Washington, DC, EEUU.