



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA**  
**QUÍMICA – PROCESOS**

Propuesta de una metodología de evaluación de riesgo para el transporte de gas licuado de petróleo en una delegación política del Distrito Federal de México

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
DOCTOR EN INGENIERÍA

PRESENTA  
Luis Gerardo López Atamoros

TUTOR PRINCIPAL  
Dra. María del Carmen Durán Domínguez de Bazúa, Facultad de Química UNAM  
COMITÉ TUTOR  
Dra. Georgina Fernández Villagómez, Facultad de Ingeniería UNAM  
Dr. Modesto Javier Cruz, Gómez, Facultad de Química UNAM

MÉXICO, D. F. DICIEMBRE 2013



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.

## **JURADO ASIGNADO**

Presidente: Dr. Rafael Herrera Nájera (Facultad de Química, UNAM)

Secretario: Dr. Pedro Roquero Tejeda (Facultad de Química, UNAM)

Vocal: Dra. Cecilia Izcapa Treviño (Centro Nacional de Prevención de Desastres)

1<sup>er</sup> Suplente: Dr. Modesto Javier Cruz Gómez (Facultad de Química, UNAM)

2<sup>do</sup> Suplente: Dra. María del Carmen Durán Domínguez de Bazúa  
(Facultad de Química, UNAM)

Lugar donde se realizó la tesis

Laboratorios de Ingeniería Química Ambiental y de Química Ambiental (E-301 a 303),  
Conjunto E, Facultad de Química, UNAM

## **TUTOR DE TESIS**

---

Dra. Ing. María del Carmen Durán Domínguez de Bazúa

## **SUSTENTANTE**

---

Cand. Dr. Luis Gerardo López Atamoros

## Votos Aprobatorios

Propuesta de una metodología de evaluación de riesgo para el transporte de gas licuado de petróleo en una delegación política del Distrito Federal de México

DOCTOR EN INGENIERÍA

el alumno

091262215,

Ingeniero Químico, Maestro en Ingeniería (Ambiental)

Luis Gerardo López Atamoros

Rafael Herrera Nájera

Pedro Roquero Tejada

Dra. Cecilia Izcapa Treviño

Javier Cruz Gómez



## **Reconocimientos**

### **Al Comité Tutorial**

Dra. Ma. Del Carmen Durán Domínguez

Dra. Georgina Fernández Villagómez

Dr. Modesto Javier Cruz Gómez

### **A los Revisores**

Dr. Alejandro Rodríguez Valdés

Dra. Georgina Fernández Villagómez

### **Al Jurado Asignado**

Dr. Rafael Herrera Nájera

Dr. Pedro Roquero Tejeda

Dra. Cecilia Izcapa Treviño

Dr. Modesto Javier Cruz Gómez

Dra. Ma. Del Carmen Durán Domínguez

## **Agradecimientos**

El doctorante agradece al CONACyT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por el apoyo económico prestado para la realización de esta investigación a través de una beca doctoral durante tres años.

A la doctora Carmen Durán por tanto apoyo, orientación y paciencia en este largo proceso de aprendizaje. Siempre un ejemplo de trabajo, dedicación y entrega infatigable.

A los miembros del Comité Tutoral, a los Revisores y a los miembros del Jurado.

Al maestro Eduardo Marambio.

Gracias

## **Dedicatoria**

A mi Padre,

A mi Madre,

A mis Maestros, a mis Guías, a mis amigos

A mi compañera

Gracias por lo que he llegado a ser, gracias por lo que seré

## **Localización del doctorante**

M. en I. Luis Gerardo López Atamoros

atamoros@comunidad.unam.mx

55136-24671; 5575-7453

## **Notas**

Esta tesis usa el punto decimal, de acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2009) Todo lo señalado en ella fue obtenido para los Estados Unidos Mexicanos (México) El símbolo @ se usa en el contexto de este documento como una forma de referirse al material peligroso; aunque generalmente se le asigna el significado “en”, aquí es tratado para decir “de”. i.e.: @GLP significa “de GLP”.

## Contenido

Reconocimientos.....	4
Al Comité Tutorial.....	4
A los Revisores.....	4
Al Jurado Asignado.....	4
Agradecimientos.....	5
Dedicatoria.....	5
Localización del doctorante.....	5
Notas.....	5
Contenido.....	6
Índice de tablas y figuras.....	10
Resumen.....	11
Abstract.....	12
Capítulo 1. Introducción.....	13
1.1 Problemática.....	13
1.2 Propuesta de solución y originalidad.....	14
1.3 Hipótesis.....	15
1.4 Objetivo.....	15
1.5 Objetivos específicos.....	16
1.6 Limitaciones.....	16
Capítulo 2. Fundamentos.....	18
2.1 El riesgo por materiales peligrosos y sus métodos de evaluación.....	18
2.1.1 Riesgo.....	18
2.1.2 Evaluación de riesgos.....	18
2.1.3 Métodos comparativos de evaluación.....	20
2.1.4 Métodos generalizados.....	22
2.1.5 Métodos de jerarquización relativa.....	23
2.1.5.1 Escala tipo intervalo.....	23
2.1.5.2 Ventajas del empleo de una metodología de jerarquización relativa.....	24
2.1.5.3 Ejemplo del método: Índice de Riesgo Dow.....	25
2.2 Transporte de Gas L.P. en México.....	28
2.2.1 Información general y riesgos debidos al Gas L.P.....	28
2.2.2 Transporte de Gas L.P. en la Z.M.C.M.....	29
2.2.3 Incidentes y accidentes en México con Gas L.P.....	30
2.2.3.1 Extracto de la BaDaNAT@GLP.....	31

2.2.3.2 Casos destacados en México .....	36
2.2.3.3 Casos destacados en la Z.M.C.M. ....	36
2.2.3.4 Accidentes diversos en la transportación de materiales peligrosos .....	37
2.3 Evaluación de riesgos durante el transporte de materiales peligrosos .....	38
2.3.1 Evaluación en México .....	39
2.3.2 Actualidad en la evaluación de riesgos por Gas L.P. en México .....	40
2.3.3 Entidades en México relacionadas con la evaluación del riesgo y el registro de incidentes .....	40
2.3.3.1 Subdirección de Riesgos Químicos- CENAPRED .....	40
2.3.3.2 Subdirección de Normas del Autotransporte de Materiales y Residuos Peligrosos- SCT .....	42
2.3.3.3 PROFEPA- SEMARNAT .....	43
2.3.3.3.1 COATEA .....	43
2.3.3.4 Oficinas locales de Protección Civil .....	44
2.3.3.4.1 Dirección General de Prevención .....	44
2.3.3.4.2 Dirección General de Emergencias .....	44
2.3.3.5 DGGLP- SENER .....	44
2.3.3.6 Bomberos locales .....	45
2.3.3.7 SETIQ- ANIQ .....	45
2.3.3.8 Central de Fugas A.C. ....	46
Capítulo 3. Desarrollo metodológico .....	49
3.1 Evaluación preliminar de CAM durante el transporte de Gas L.P. ....	51
3.1.1 Información disponible publicada .....	51
3.2 Búsqueda de metodologías de evaluación de riesgos .....	53
3.2.1 Metodologías relacionadas .....	53
3.2.2: Guías internacionales relacionadas .....	54
Recomendaciones acerca del transporte de mercancías peligrosas: Reglamentaciones modelo .....	55
TransAPELL .....	55
Guía para la Prevención, Preparación y Respuesta ante Accidentes Químicos .....	56
Guías para la Transportación, Protección, Seguridad y Adm. del Riesgo por Sustancias Químicas .....	56
3.3 Recopilación de información oficial de accidentes disponible en México .....	56
3.4 Desarrollo de un estudio sistemático de causas de accidentes en México .....	57
3.4.1. Causas principales de accidentes por categoría .....	58
Categoría A: Material Peligroso .....	58
Categoría B: Unidad Transportadora .....	59
Categoría C: Personal Repartidor .....	60
Categoría D: Ruta .....	60
Categoría E: Riesgos Imponderables .....	61
3.5 Cuantificación provisional del Estudio Sistemático de CAM .....	62
3.6 Propuesta inicial de la metodología IRT@GLP .....	64
3.7 Adquisición de información de accidentes en medios de comunicación .....	64
3.8 Integración de la base de accidentes BaDaNAT@GLP .....	64
3.9 Clasificación de la BaDaNAT@GLP en sus CAM .....	65
3.10 Ponderación del IRT@GLP: Equitativa (30%) y de la BaDaNAT@GLP (70%) .....	67
Capítulo 4. Resultados y discusión .....	69
4.1 Integración de la metodología IRT@GLP .....	69
4.1.1 Bonificaciones por Cumplimiento .....	69
4.1.2 Cálculo del Índice .....	70
4.1.3 Escala de referencia .....	72
4.2 Presentación final de la metodología IRT@GLP .....	72
4.3 Elaboración de la Guía de Clasificación de Peligros .....	75
4.4 Acciones para reducir riesgos en el transporte de Gas L.P. en la Z.M.C.M. ....	75
4.5 Discusión .....	77

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones.....	79
5.1 Conclusiones .....	79
5.2 Recomendaciones para continuar la línea de investigación.....	81
5.2.1. Validación mediante Panel de Expertos .....	81
5.2.1.1 Entrevistas a profundidad.....	82
5.2.2. Socialización con los propietarios y expendedores de Gas L.P.....	82
5.2.3 Integración a la normativa nacional.....	82
5.3 Líneas futuras de investigación.....	82
Referencias.....	83
Fuentes consultadas .....	86
Anexos .....	87
Anexo 1: Metodología IRT@GLP y su Guía de Clasificación de Peligros.....	87
Guía de Peligros del IRT@GLP .....	87
Memoria de uso de la metodología IRT@GLP. Índice de Riesgo por Transporte de Gas L. P. ....	87
Presentación.....	88
Propósito .....	88
Requisitos de información .....	89
Procedimiento .....	90
Material y sus condiciones.....	95
Propiedades físicas:.....	95
Estado físico.....	95
Temperatura de ebullición .....	96
Intervalo de inflamabilidad.....	96
Propiedades químicas.....	96
Peligros.....	97
Condiciones particulares .....	97
Calificación de la categoría.....	97
Unidad.....	98
Sistema mecánico.....	98
Mantenimiento mecánico general.....	98
Frenos .....	99
Llantas .....	100
Sistema de almacenamiento.....	101
Vigencia y mantenimiento del contenedor .....	101
Inspección visual .....	102
Sistema de carga y descarga.....	103
Válvulas y mangueras.....	103
Medidores y hermeticidad del sistema.....	103
Revisión ocular .....	104
Sistema de sujeción de los cilindros .....	104
Practicidad .....	105
Revisión ocular de los cilindros en carga y descarga .....	105
Sistema del cliente .....	105
Accesibilidad para la descarga.....	106
Mantenimiento del sistema .....	106
Sistemas de seguridad .....	107
Indicadores de fallas .....	107
Sistemas de alerta .....	107
Equipos de emergencia .....	108

Calificación de la categoría.....	108
Personal.....	109
Capacitación.....	109
Unidad, Material y su manipulación, Educación vial, Seguridad y Respuestas a emergencias .....	109
Vigilancia.....	110
Médica y psicológica.....	110
Procedimientos de operación.....	111
Calificación de la categoría.....	112
Ruta.....	112
Generales.....	112
Recorrido.....	112
Antecedentes de seguridad.....	113
Densidad poblacional.....	114
Número de entregas.....	114
Ambientales.....	115
Condiciones climáticas.....	115
Lluvia.....	115
Viento.....	115
Visibilidad.....	116
Infraestructura.....	116
Aptitud y mantenimiento.....	116
Señalización vial.....	117
Semovientes.....	118
Calificación de la categoría.....	118
Imponderables.....	119
Riesgos naturales.....	119
Sociales.....	120
Tecnológicos.....	120
Calificación de la categoría.....	121
Bonificaciones.....	121
Calificación de la categoría.....	122
Integración del valor del Índice de Riesgo.....	122
Tabla de intervalos del Índice de Riesgo.....	122
Anexo 2: Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. ....	123
Anexo 3: Formato periodístico: Guía para el reporte de incidentes <i>HAZMAT</i> .....	165
Anexo 4: Publicaciones derivadas de esta tesis en revistas indizadas.....	170
Anexo 5: Presentaciones en eventos de pares derivadas de esta tesis.....	202

## Índice de tablas y figuras

Ecuación 2-1: Riesgo = Probabilidad * Magnitud de las consecuencias.....	18
Tabla 2.1: Costo del análisis de riesgo para una planta química de proceso.....	19
Figura 2.1: Distribución de accidentes con materiales peligrosos según causas de origen.....	20
Figura 2.2: Distribución de accidentes con materiales peligrosos según suceso inicial.....	21
Figura 2.3: Distribución de accidentes con Gas L.P. según tipo de accidente.....	21
Figura 2.4: Distribución de accidentes con Gas L.P. según causa de inicio.....	22
Tabla 2.2: Escalas de medición y sus características.....	24
Tabla 2.3: Nivel de riesgo asignado por el Índice Dow F&EI.....	26
Figura 2.5: Metodología para el cálculo del <i>Fire and Explosion Index</i> , F&EI, de <i>Dow Chemical</i> .....	27
Tabla 2.4: Características físicas del Gas L.P. (aproximadas, función de la composición).....	28
Tabla 2.5: Número de empresas relacionadas con el Gas L.P. (aproximadas).....	29
Tabla 2.6: Valores estimados para vehículos y entregas de Gas L.P. en México.....	30
Tabla 2.7: Valores destacables de la BaDaNAT@GLP (2008-2012).....	32
Figura 2.6a: Número de accidentes registrados por año (BaDaNAT@GLP).....	32
Figura 2.6b: Total de accidentes clasificados según tipo de contenedor (BaDaNAT@GLP).....	33
Figura 2.6c: Frecuencia de accidentes según Causa Primaria (BaDaNAT@GLP).....	33
Figura 2.6d: Frecuencia de accidentes según Causa Secundaria (BaDaNAT@GLP).....	34
Figura 2.6e: Frecuencia de accidentes por Estado de 1997 - 2013 (BaDaNAT@GLP).....	34
Figura 2.6f: Frecuencia de accidentes según el Mes de 1997 - 2013 (BaDaNAT@GLP).....	35
Figura 2.6g: Porcentaje accidentes según Contenedor vs Primaria y Secundaria (BaDaNAT@GLP).....	35
Figura 2.7: Accidentes con materiales peligrosos según la actividad.....	39
Figura 2.8.a: Gráficas con información del CENAPRED de accidentes con Gas L.P. ....	41
Figura 2.8.b: Gráficos con información del CENAPRED de accidentes con Gas L.P. ....	42
Figura 2.9a: Emergencias con Gas L.P. 2006-2008 (ANIQ-SETIQ, 2010).....	46
Figura: 2.9b: Emergencias con Gas L.P. por estados 2006-2008 (ANIQ-SETIQ, 2010).....	46
Tabla 2.8: Información reportada por SETIQ para accidentes con Gas L.P. (ANIQ-SETIQ, 2010).....	47
Tabla 2.9: Resumen de Información Institucional.....	48
Figura 3.1: Esquema de trabajo para el desarrollo de la metodología IRT@GLP.....	50
Tabla 3.1: Causas que originan los accidentes carreteros (González-Moran et al. 2002).....	52
Tabla 3.2: Grupo de riesgos debidos al material peligroso.....	59
Tabla 3.3: Grupo de riesgos debidos a la unidad transportadora.....	59
Tabla 3.4: Grupo de riesgos debidos al personal.....	60
Tabla 3.5: Grupo de riesgos debidos a la ruta.....	60
Tabla 3.6: Grupo de riesgos debidos a factores imponderables.....	61
Figura 3.3: Esquema del Estudio Sistemático de Causas de Accidentes en México (ESCAM).....	62
Figura 3.4: Cuantificación inicial basada en una ponderación equitativa.....	63
Figura 3.5: Porcentaje ponderado de accidentes según la clasificación de la BaDaNAT@GLP.....	66
Figura 3.6: Fusión de las clasificaciones, homogénea con BaDaNAT@GLP, usada para obtener la ponderación final de la Figura 3.7 empleada en el IRT@GLP.....	67
Figura 3.7: Ponderación final para el Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P. (IRT@GLP).....	68
Tabla 4.1: Factores que influyen para otorgar bonificaciones.....	70
Ecuación 4-1: Valor del Índice de Riesgo: $2.5 A + 2.3 B + 5.1 C + 1.3 D + 1.3 E - F$ .....	70
Figura 4.1: Causas de los accidentes por categoría según la evaluación final.....	71
Figura 4.2: Diagrama de flujo de la metodología IRT@GLP para el cálculo del riesgo.....	71
Tabla 4.2: Escala de Referencia.....	72
Figura 4.3: Anverso del IRT@GLP, “Hoja Azul”.....	73
Figura 4.4: Reverso del IRT@GLP, “Hoja Azul”.....	74
Tabla 4.3: Acciones prioritarias sugeridas para la reducción del riesgo por transporte de Gas L.P.....	76

## **Resumen**

Se presenta el planteamiento y las necesidades que motivan el desarrollo de una metodología de tipo jerarquización relativa creada específicamente para evaluar el riesgo debido al transporte de gas licuado de petróleo (GLP o Gas L.P.) en un país con economía emergente como México. Se considera el caso de la Ciudad de México, que reúne una serie de condiciones que presentan retos y características particulares, como por ejemplo: Es una de las ciudades más grandes del mundo; su densidad poblacional es extremadamente alta; se encuentra en la región de mayor consumo de Gas L.P., a nivel mundial; posee zonas de geografía variada y por sus calles circulan todo tipo de vehículos, incluyendo los dedicados al transporte del gas licuado de petróleo. Dada su situación de país “en desarrollo” y ante la carencia de datos oficiales, se realiza una recolección sistemática de datos disponibles en medios masivos de comunicación digitales para un periodo significativo de 5 años (2008-2012) y, con base en los resultados obtenidos y una aproximación sistemática, se establecen los parámetros relevantes, la ponderación y la forma de evaluación que integran la metodología de Índice de Riesgo aquí propuesta. Ante la carencia de información relevante encontrada en los reportes de los medios de comunicación se propuso y desarrolló un formato que sirva de guía a los reporteros en el lugar del incidente. Una vez completada la metodología, nombrada Índice de Riesgo en el Transporte de Gas Licuado de Petróleo (IRT@GLP) se generó un manual como una Guía de llenado para ilustrar su correcta aplicación. Se desarrolla un ejemplo numérico para demostrar la aplicabilidad y los valores obtenidos con el Índice de Riesgo en el Transporte de Gas L.P. (IRT@GLP), así como las acciones sugeridas para la reducción del riesgo.

**Palabras clave:** Jerarquización relativa, Gas L.P., transporte de materiales peligrosos, país con economía emergente, índice de riesgo



## **Abstract**

The development, as well as the driving reasons for the development of a relative ranking methodology created specifically to assess the risk due transportation of Liquefied Petroleum Gas (LP Gas or LPG) in Mexico, a country with emerging economy is reported. It considers the case of Mexico City, which has a number of conditions that present challenges and specific characteristics, some of them similar to other megacities in the World: Its population density is extremely high, its consumption of Liquefied Petroleum Gas (LPG) is one of the highest worldwide, it has areas of varied geography, and by its streets circulate all sorts of vehicles, including those used to transport Liquefied Petroleum Gas. Given Mexico's status as "emerging economy country" and, in the absence of official data, a systematic collection of information on the digital media for a significant period of 5 years (2008-2012) was performed. Based on the results obtained through this systematic approach, to establish relevant parameters, the weight and form of assessment that make up the Risk Index methodology proposed here were carried out. Due the lack of relevant information on the media reports, a template for the reporters of the media in the place of the incident was developed. Once the methodology was established a guide to de adequate filling of it was made. An example of the application with supposed numbers was carried out, and with the results derived of them, suggested actions for risk mitigation were proposed.

**Keywords:** Relative ranking, Liquefied Petroleum Gas, hazardous materials transportation, emerging economy country, risk index

## Capítulo 1. Introducción

De la problemática que esta tesis pretende resolver. De la propuesta original en la solución del problema. De la hipótesis planteada como guía y los objetivos alcanzados en cada etapa. Del alcance del proyecto que describe las limitaciones a las que se encuentra restringido.

### 1.1 Problemática

El transporte de sustancias químicas (de uso industrial y en grandes volúmenes) es un fenómeno cotidiano y necesario en el mundo industrializado actual. Pese a que la mayoría de estas sustancias, (también conocidas como materiales peligrosos, *hazardous materials*, *HAZMAT* o *dangerous goods*) pueden tener efectos adversos sobre la salud o la integridad física de las personas, el ambiente o la propiedad, la mayoría de los desplazamientos son efectuados sin contratiempos. Aún así, la certeza de que los incidentes y accidentes ocurrirán, sin que se pueda predecir con exactitud su localización ni sus consecuencias, junto con el potencial efecto catastrófico que tales sucesos pueden generar, incita a estudiar con el mayor detalle posible los diversos factores que pueden incidir para determinar si un evento inesperado se convertirá en una catástrofe o quedará como un incidente sin mayor repercusión.

En la actualidad se emplea el análisis de riesgos como un conjunto de estrategias –que contemplan desde el estudio cuidadoso del fenómeno hasta la aplicación de medidas preventivas y correctivas para minimizar los efectos indeseados- para evaluar los diferentes niveles de exposición al riesgo que cada fenómeno particular estudiado representa. Se logra así, gracias al mayor conocimiento y comprensión del fenómeno, evaluar situaciones, acciones y consideraciones que permitan incrementar la seguridad – y la certeza- en el proceso estudiado.

A nivel mundial han sido desarrolladas estrategias, metodologías, reglamentaciones y acciones en general, para permitir establecer comparaciones mediante la evaluación del riesgo al que se exponen los diferentes sectores productivos, incluido el de los transportes, durante el desarrollo de sus actividades. En el México actual, con todas sus características de economía emergente, un problema adicional que debe enfrentarse es la carencia de información que permita evaluar el riesgo que se

presenta por el transporte de los materiales peligrosos. Dicha carencia de información incluye desde las estadísticas detalladas de accidentes, adecuadamente clasificadas, hasta elementos tan básicos como el conocimiento mismo de las sustancias transportadas, su cantidad o su recorrido.

Dado lo anterior, es claro que las metodologías aplicadas a nivel mundial, -que requieren, entre otras cosas, de políticas y reglamentaciones claramente definidas, de la información confiable respecto a las actividades que ocurren en el territorio y de una administración que les brinde el énfasis que requieren-, no son todavía aplicables en México. De todos los obstáculos antes mencionados, el más conspicuo es la carencia de la información mínima requerida acerca de los datos reales respecto al transporte y de los incidentes y accidentes ocurridos con los materiales peligrosos.

Derivado de lo ya expuesto, sobresale la importancia de contar con metodologías de evaluación de riesgos que sean aplicables a México y, en el caso particular aquí tratado, al transporte de materiales peligrosos. Con el fin de desarrollar una metodología aplicable a México pese a las condiciones antes descritas, se mencionan algunas consideraciones adicionales:

En México, con una población superior a los 100 millones de habitantes, se consume la mayor proporción de Gas L.P. en el mundo. La Zona Metropolitana de la Ciudad de México -con una población superior a los 20 millones de habitantes- y los estados de la zona centro concentran el 41% del consumo nacional (SENER, 2007).

En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Z.M.C.M.), el material peligroso más usualmente transportado y más generalizadamente identificable es el gas licuado de petróleo, Gas L.P. Adicionalmente, el Gas L.P. participa con 1 de cada 4 accidentes que involucran sustancias químicas durante su transporte (CENAPRED, 2010).

## **1.2 Propuesta de solución y originalidad**

En el presente desarrollo se aborda el problema de la evaluación del riesgo por transporte de materiales peligrosos con una perspectiva que difiere de los acercamientos a la fecha comúnmente realizados. Éstos pretenden ajustar los valores investigados en otros países al caso de México mediante suposiciones tales que vuelven los resultados poco realistas, o que requieren que se efectúen las indagaciones pertinentes para obtener datos confiables con los cuales aplicar las metodologías (Rivera-Balboa, 2002).

La originalidad y la aportación del presente trabajo de investigación consiste en emplear un tipo de técnica de evaluación de riesgos ya claramente probada, denominada Jerarquización Relativa (*Relative Ranking*), adoptada a nivel mundial incluso, y hasta sobrepasada en varios países desarrollados –debido principalmente a que en éstos sí se cuenta con la información requerida por otras metodologías más recientes-. Dichas técnicas de evaluación de riesgos de jerarquización relativa permiten obtener valores consistentes en las evaluaciones de riesgos incluso cuando no se dispone de datos para el cálculo más moderno de los riesgos, como son los índices de frecuencias o las consecuencias estimadas. El obstáculo que se enfrenta en México es que, debido a lo proclive de los países con economías emergentes de emular las acciones realizadas en países desarrollados, se observa una marcada tendencia a adoptar técnicas y metodologías de análisis de riesgos que a la postre resulta que exceden las posibilidades reales de los aplicadores, ya sea por falta de información o por otras razones. Con el enfoque aquí presentado se ha procurado crear una metodología adecuada, específicamente desarrollada para el caso de México que, si bien no permite obtener resultados en una escala absoluta de riesgo, sí permite obtener valores consistentes y técnicamente sustentados que permiten evaluar el estado presente del riesgo impuesto por el transporte de materiales peligrosos, evaluar las diferentes alternativas de reducción del riesgo y mensurar el estado alcanzado tras la adopción de medidas preventivas.

En este estudio se ha considerado específicamente una metodología que permita evaluar el riesgo por el transporte terrestre de Gas L.P., en una zona urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y se ha planeado su aplicabilidad a nivel delegacional.

### **1.3 Hipótesis**

Mediante una metodología de evaluación de riesgo del tipo jerarquización relativa es posible efectuar una evaluación realista que permita cuantificar el riesgo debido al transporte de Gas L.P. en México y específicamente en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Z.M.C.M.).

### **1.4 Objetivo**

Desarrollar una metodología de evaluación de riesgos del tipo jerarquización relativa, para el transporte de Gas L.P. en México y específicamente en la Ciudad de México; para la cuantificación del riesgo en empresas dedicadas a dicha distribución; a través del estudio de los factores preponderantes de riesgo, su clasificación y su valoración, definiendo las acciones prioritarias para su abatimiento.

## **1.5 Objetivos específicos**

Revisar las metodologías actuales y las soluciones aplicadas a nivel mundial, México incluido, en el área de evaluación de riesgos por transporte de materiales peligrosos, a través de la investigación bibliográfica y hemerográfica digital, para su integración en una evaluación de aplicabilidad en el caso particular del riesgo por transporte de Gas L.P. en la Ciudad de México.

Recopilar la información disponible en México relativa a los incidentes y accidentes ocurridos durante el transporte de Gas L.P., mediante la solicitud a las instituciones pertinentes y la búsqueda digital, formando una base de datos para el análisis e identificación de los factores preponderantes de riesgo (Esta base de datos fue denominada BaDaNAT@GLP, o Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas Licuado de Petróleo).

Proponer una metodología de evaluación de riesgos del tipo jerarquización relativa, mediante la adaptación o discriminación, complementación e integración de la información recabada, permitiendo la cuantificación del riesgo por transporte de Gas L.P. en una delegación política de la Ciudad de México.

Identificar y proponer acciones prioritarias para el abatimiento del riesgo, a través del empleo de los resultados obtenidos en este estudio, mostrando la utilidad y finalidad de la metodología.

## **1.6 Limitaciones**

Aunque la metodología propuesta tiene como objetivo último el ser aplicable para la evaluación del riesgo por el transporte de cualquier material peligroso, durante la presente etapa y debido a la necesidad de comprobar su efectividad y las limitaciones de tiempo, se restringió el alcance de la metodología a la evaluación exclusiva de una sustancia conocida, el Gas L.P., en condiciones relativamente constantes, como las que ocurren en la Ciudad de México. El plan de trabajo consideró originalmente hacer algunas pruebas de campo para determinar la aplicabilidad de la metodología en alguna delegación política específica de la Ciudad de México, sin embargo, debido a que no se contó con la cooperación de ninguna de las empresas distribuidoras que venden el Gas L.P. en esta zona se optó por considerar toda la información obtenida a nivel nacional.

La metodología aquí desarrollada es creada específicamente para la Ciudad de México, D.F., y para su zona conurbada, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Z.M.C.M. En caso de resultar positivos los resultados obtenidos con esta metodología, en investigaciones subsecuentes -ya como la

línea de investigación del doctorante-, se ampliará su espectro a diversas sustancias que conlleven diferentes riesgos y, extendiendo su campo de aplicación, se probará su aplicabilidad a diferentes tipos de rutas, que incluyan, entre otras, diversas ciudades en México –o en países donde la carencia de información estadística de accidentes con los materiales peligrosos (*HAZMAT*) sea la norma-.

En general, ninguna metodología de evaluación de riesgos está exenta de obviar algún elemento o fuente de riesgo (Jacobo-Vargas y Bolaños-Delgado, 1997) que pudiera tergiversar radicalmente los resultados. Lo anterior es cierto para la presente propuesta, por ello se procuró no dejar de lado factor alguno. La ponderación asignada a cada factor se efectuó de acuerdo con los análisis previos y con los resultados de la Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP) de modo que, conforme se sigan obteniendo resultados, se pueda jerarquizar apropiadamente cada valor.

La presente metodología comparte con todas las técnicas del tipo jerarquización relativa las limitaciones comunes a éstas, como que los resultados son óptimos sólo en la situación desarrollada y que no son válidos en una escala absoluta. Se requiere también, para posterior desarrollo, un análisis estadístico –incluyendo la prueba piloto con datos de campo y del análisis de resultados para determinar la adecuada relevancia y ponderación de cada factor de riesgo –que permita evitar la acumulación masiva de datos tradicionalmente requeridos por estas técnicas.

No se efectuó en la presente investigación el seguimiento de la aplicación de la metodología y no se comparó con otras técnicas de evaluación de riesgos con el fin de homologar resultados. Finalmente, la metodología aquí propuesta no se construye con base en un amplio registro de experiencias acumuladas en una empresa individual sino con base en una aproximación racional técnicamente sustentada, los valores disponibles para México y la experiencia de algunos especialistas nacionales en el área.

## **Capítulo 2. Fundamentos**

Sobre la definición más comúnmente aceptada de riesgo, la utilidad que reporta evaluarlo y los diferentes tipos de métodos para su evaluación. De los métodos de jerarquización relativa, sus ventajas y limitaciones y las ventajas del empleo de la jerarquización relativa para la evaluación del riesgo en el transporte de materiales peligrosos. Del Índice Dow como un ejemplo conocido del método. Sobre el transporte de Gas L.P. en México y en la Z.M.C.M., información general del material peligroso y algunos accidentes ocurridos. De la evaluación de riesgos en la actualidad en México y en el mundo por el transporte de materiales peligrosos y, específicamente, de Gas L.P.

### **2.1 El riesgo por materiales peligrosos y sus métodos de evaluación**

#### **2.1.1 Riesgo**

El riesgo es definido formalmente como la contingencia de un daño (RAE, 2009), esto es, la posibilidad de que suceda o no dicho daño. Generalmente se emplea la definición alternativa propuesta, para fines de evaluación, por el Departamento de Transporte de EEUU (USDOT, 1994): Riesgo, es igual a Probabilidad de ocurrencia del evento considerado, multiplicado por Magnitud (o gravedad) de las consecuencias –alternativamente expresado como la vulnerabilidad– (Ecuación 2-1). Se puede resaltar que el riesgo es un parámetro cuantificable –en mayor o menor medida- a diferencia del peligro, que se considera una característica cualitativa.

Ecuación 2-1:  $\text{Riesgo} = \text{Probabilidad} * \text{Magnitud de las consecuencias}$

En el presente contexto de los materiales peligrosos, el peligro se suele definir como la característica intrínseca –física o química- de la sustancia, que es capaz de provocar un daño (de cualquier índole) sobre las personas, el ambiente o la propiedad. Dado que generalmente no es posible reducir o eliminar el peligro asociado a las sustancias, normalmente el objetivo perseguido para que su manejo sea más seguro suele ser la reducción del riesgo.

#### **2.1.2 Evaluación de riesgos**

Aunque pueda resultar obvio, la manera de lograr la reducción del riesgo es a través de la toma de decisiones y acciones, adecuadamente fundamentadas, basadas en el análisis de los factores que lo

constituyen. Así, con el fin de calificar las medidas tomadas para lograr esta reducción del riesgo es necesario contar con técnicas confiables para su evaluación. Existe diversidad de técnicas para la evaluación de peligros y de riesgos. Cabe resaltar que cuando la técnica arroja un resultado cualitativo, se considera específica para peligros; en caso de que arroje un resultado cuantitativo o semicuantitativo, aún con una escala reducida, se considera específica para riesgos.

Conocer los riesgos, y cuantificarlos, proporciona una amplia gama de beneficios de toda índole: ambientales, sociales, en salud, personales o económicos. Dado que, para muchas personas, la mejor forma de explicar la conveniencia de algunas situaciones es plantearlas en términos económicos, es posible, asignando valor aún a factores intangibles, observar y considerar ventajas económicas derivadas del incremento en la seguridad, la calidad de vida, la protección al ambiente, la imagen pública, la conservación del patrimonio, etc.

Para ilustrar claramente una de las ventajas de efectuar el análisis de riesgos se toma el ejemplo (Tabla 2-1) del costo monetario directo que representa para una planta química de proceso efectuar un Análisis de Peligros y Operación, HAZOP, y los beneficios que dicho análisis conlleva.

Tabla 2.1: Costo del análisis de riesgo para una planta química de proceso

<b>Costo del capital total</b>	<b>100%</b>
Costo del estudio de riesgo	0.20%
Costo de correcciones	1.7%
Costo de correcciones si el estudio no se lleva a cabo	3.9%
Ahorros	2.0%
Ahorros en costos continuos	0.7/año

Expresado como porcentaje esperado del costo total. Tomada de Cruz-Gómez (2009)

Los resultados que se pueden obtener, en función del tipo de método para el cálculo del riesgo empleado, incluyen desde resultados simples en donde el estudio indica únicamente la presencia o la ausencia de un riesgo (técnicas de análisis de peligros, donde los métodos comparativos son un ejemplo) hasta valores numéricos precisos correlacionados con un riesgo particular y que permiten incluso –bajo las consideraciones adecuadas y con un universo de estudio suficientemente amplio– efectuar predicciones sobre la ocurrencia de accidentes con un margen adecuado de confiabilidad.



### 2.1.3 Métodos comparativos de evaluación

Tal como su nombre lo indica, los métodos comparativos establecen la existencia de un riesgo (peligro) contrastando el estado presente observable en una situación determinada, contra un valor de referencia considerado como adecuado. Entre los métodos comparativos se puede resaltar la técnica conocida como Lista de Verificación (*check list*), empleada para identificar peligros contrastando contra una lista que refleja la experiencia y el análisis previamente desarrollados.

Otras técnicas comparativas reconocidas son, por ejemplo (Cortés-Cedillo, 2004), la evaluación de la situación contra normas, códigos y estándares; o el Análisis Histórico de Accidentes (AHA) del valor de referencia, que permite contrastar e identificar desviaciones en un periodo determinado. También dentro de los métodos comparativos se encuentran las revisiones y las auditorías de seguridad (Cruz-Gómez, 2009).

En las Figuras 2.1 a 2.4 se muestran, a modo de ejemplo de la información que se puede extraer de los métodos comparativos -en este caso del Análisis Histórico de Accidentes- algunas gráficas con información de accidentes con Gas L.P. en el mundo. Los datos presentados fueron obtenidos de datos reportados por países desarrollados en los que la recolección de información se encuentra sistematizada; claramente deberían ser considerados con reservas antes de su aplicación en México, en un contexto ajeno a aquel en que fueron desarrollados.

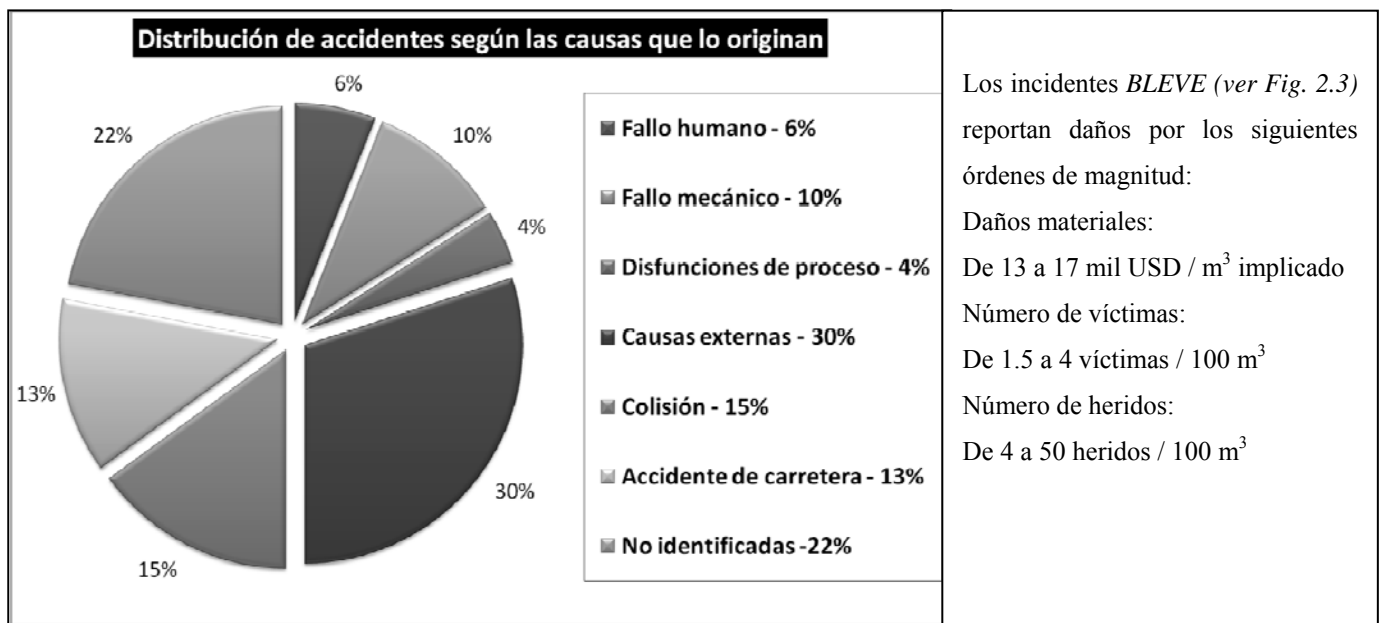


Figura 2.1: Distribución de accidentes con materiales peligrosos según causas de origen

Tomado de Cruz-Gómez (2009)

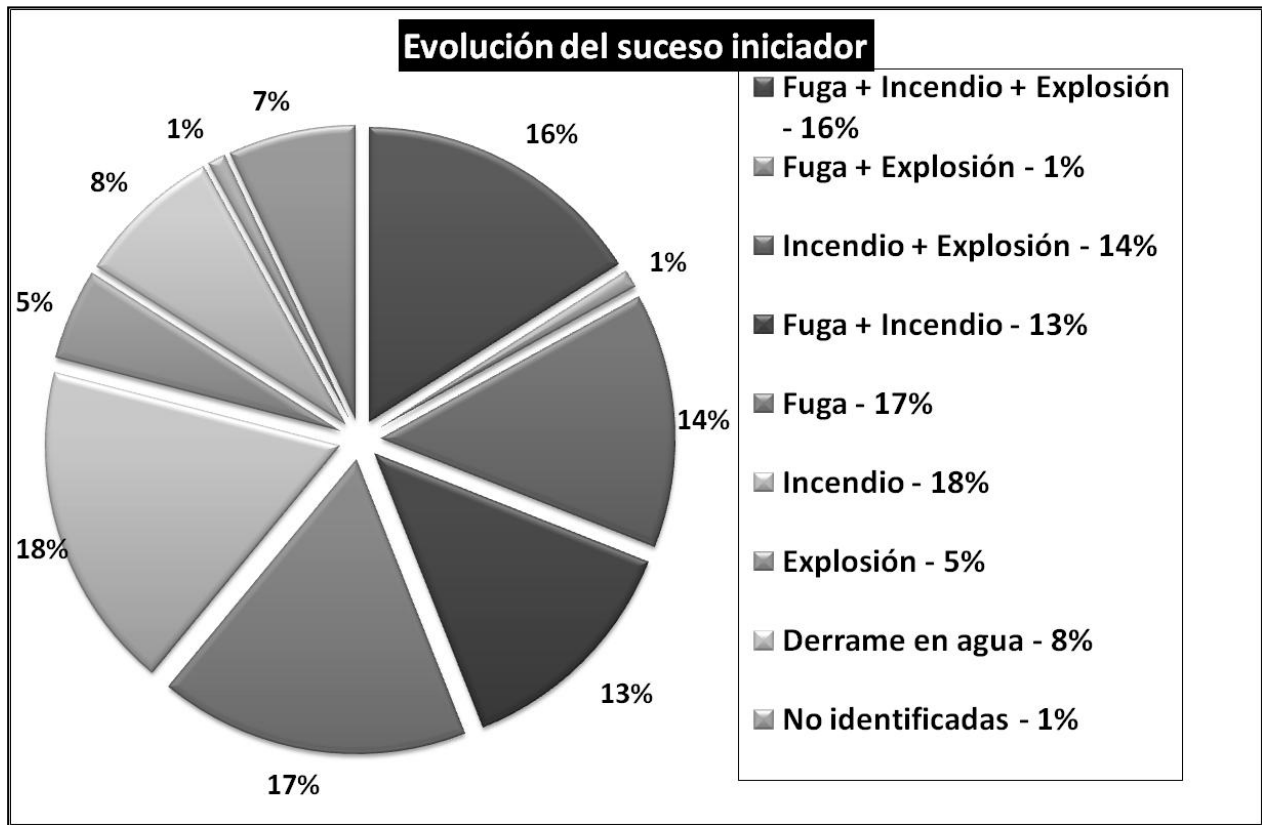


Figura 2.2: Distribución de accidentes con materiales peligrosos según suceso inicial

Tomado de Cruz-Gómez (2009)

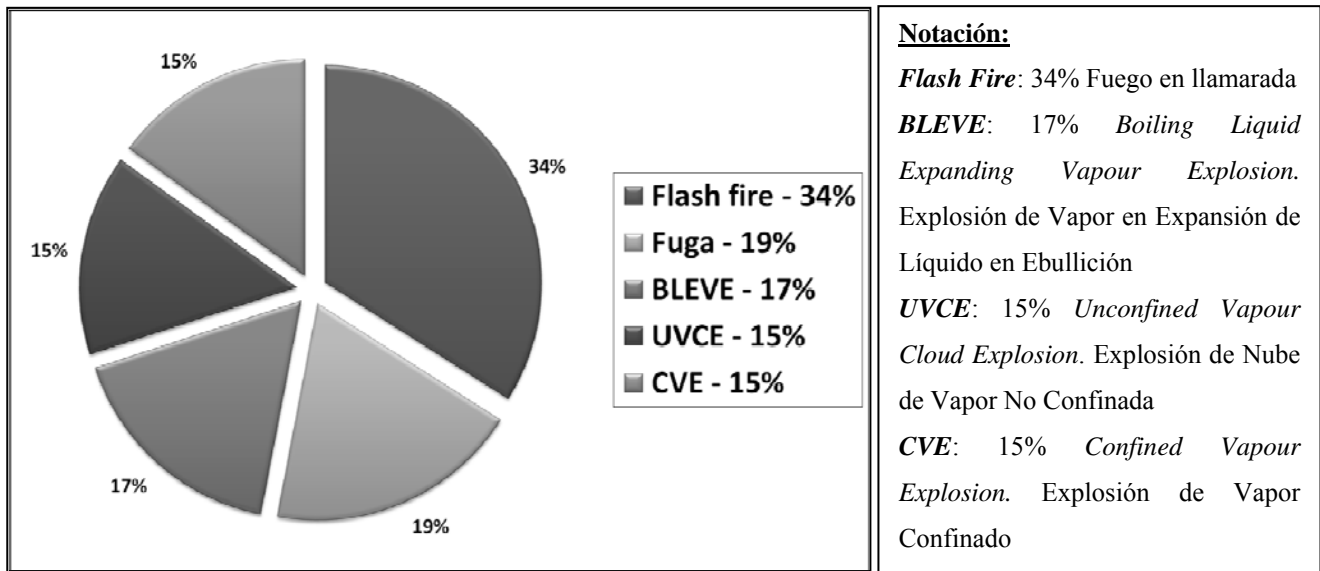


Figura 2.3: Distribución de accidentes con Gas L.P. según tipo de accidente

Tomado de Cruz-Gómez (2009)

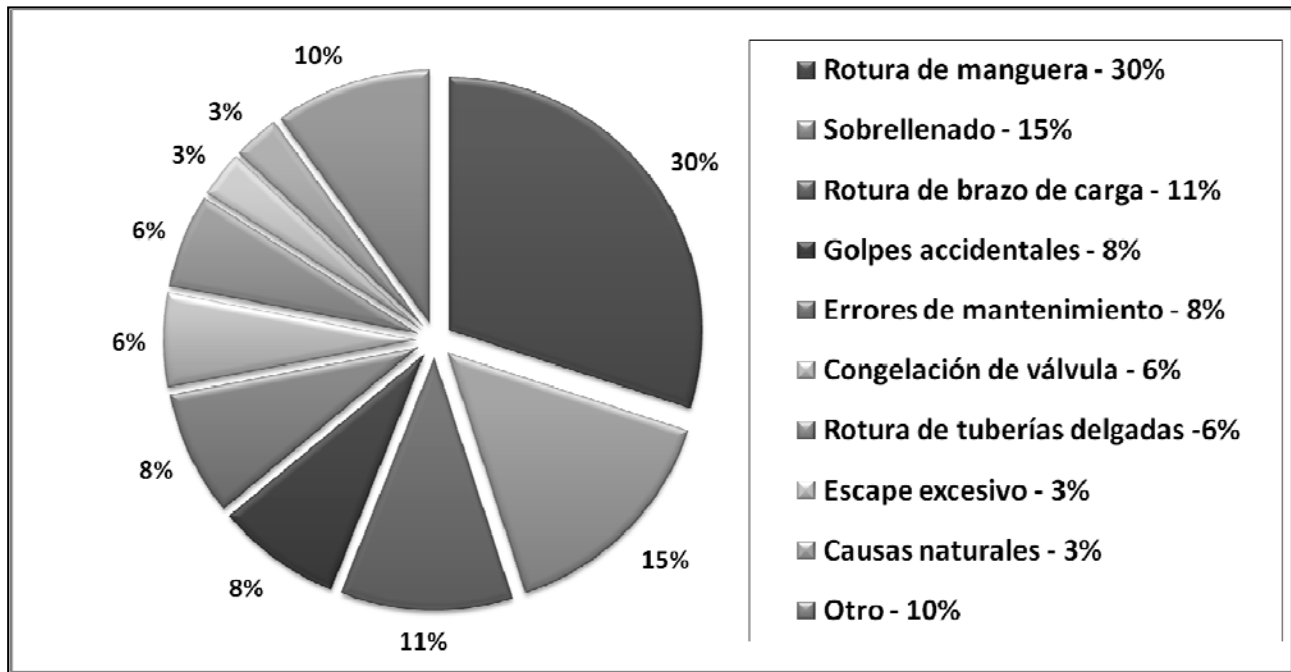


Figura 2.4: Distribución de accidentes con Gas L.P. según causa de inicio

Tomado de Cruz-Gómez (2009)

#### 2.1.4 Métodos generalizados

Los métodos generalizados de análisis de riesgos son metodologías sistemáticas que estudian a detalle en una forma estructurada cada uno de los componentes del sistema que se analiza. Se basan en una serie lógica de parámetros básicos de evaluación y una revisión detallada donde se tratan de deducir los diversos factores de riesgo que afectan al sistema. Estos métodos son conducidos generalmente por especialistas tanto en el sistema estudiado como en el método de análisis en sí mismo.

Existen dos tipos principales de métodos generalizados, los específicos para la determinación de peligros y para la determinación de riesgos, -como ya se ha mencionado, dependiendo del tipo de resultado que arrojen- ya sean cualitativos o cuantitativos, respectivamente- (CSPRyPC, 2000). Entre los métodos generalizados más ampliamente reconocidos y empleados mundialmente se encuentran los siguientes: ¿Qué pasa si? (*What if?*), Análisis de modo de falla y efectos (*Failure Mode and Effect Analysis, FMEA*), Análisis de árbol de eventos (*Event Tree Analysis*), Análisis de árbol de fallas (*Fault Tree Analysis*), Análisis de consecuencias (*Consequence Analysis*), Estudio de peligros y operación (*Hazard and Operability Study, HAZOP*), así como variantes de todos ellos.

### **2.1.5 Métodos de jerarquización relativa**

Existe una categoría especial de métodos de evaluación de riesgos, conocidos como del tipo Índice de Riesgo o de Jerarquización Relativa (*Relative Ranking*), que permiten subsanar las deficiencias debidas a la imposibilidad de cuantificar los peligros en los casos en que se carece de la información suficiente para efectuar un análisis de riesgos con un método generalizado. Se denominan “relativos” debido a que no emplean para la medición una escala “de razón” (Ver el inciso 2.1.5.1). Si bien los resultados que arrojan no son directamente comparables con otros métodos<sup>1</sup>, permiten establecer parámetros de referencia y asignar una calificación al estado presente evaluado. Estos métodos también son conocidos como de índice de riesgo, dado que asignan un valor arbitrario, pero consistente, con base en su propia escala de valor.

Los métodos de jerarquización relativa se clasifican de acuerdo con los resultados obtenidos, como por ejemplo los semicuantitativos –que ofrecen resultados numéricos aproximados-, y también, por las características de la técnica de aplicación, como por ejemplo, del tipo Índice de Riesgo que, aunque no identifican peligros específicos, sí permiten identificar las áreas de mayor concentración de riesgo y determinar, con base en el nivel de riesgo encontrado, la necesidad o no de hacer un estudio más profundo usando técnicas generalizadas. Entre sus propósitos se mencionan: “Cuantificar la expectativa de daños (...) en términos realistas”, o “Comunicar a la gerencia el potencial de riesgo {señalado por} el índice” (Cruz-Gómez, 2009).

#### **2.1.5.1 Escala tipo intervalo**

En la teoría formal de la medida existen 4 tipos de escalas de medición, a saber: Nominal, Ordinal, de Intervalo y de Razón. Cada una de ellas presenta diferentes operaciones matemáticas permitidas y un tratamiento estadístico particular. Los métodos de jerarquización relativa pueden considerarse como ejemplos de la escala tipo intervalo. Entre las características sobresalientes de estas escalas se encuentran algunas mencionadas en la siguiente tabla (Tabla 2-2) (Salkind, 2007).

---

<sup>1</sup> Cabe aclarar que, en general, aunque empleen la misma Ecuación 1 de riesgo, que implica una escala absoluta de valor, los diferentes métodos generalizados raramente coinciden en su evaluación. Esta deficiencia en la consistencia deja entrever que la certeza sobre el riesgo obtenida es, al menos parcialmente, subjetiva.

Tabla 2.2: Escalas de medición y sus características

<b>Escala de medición</b>	<b>Características</b>
Nominal	Simplemente asigna etiquetas (nombre o número) como símbolos a las categorías. La única operación permitida es el conteo de sus elementos. La estadística permitida es elemental: frecuencias, porcentajes.
Ordinal	Los números reflejan un orden, o predominancia de la característica medida, sin especificar la cantidad. Permite el ordenamiento por grados o niveles, y estadística como el cálculo de percentil, mediana o moda.
De intervalo	La numeración posee intervalos equivalentes que permiten comparar las diferencias entre sus valores –esto es, se puede cuantificar la diferencia entre dos valores-, el valor cero es asignado arbitrariamente y no implica la ausencia del parámetro medido. Le aplican rango, media, desviación estándar y estadística más elemental.
De razón	Los valores numéricos se presentan en una escala absoluta –donde el cero representa la ausencia total de la característica medida- y permiten el cálculo en la relación entre ellos. Le son aplicables todas las operaciones matemáticas y toda la estadística.

Dicho coloquialmente, la escala nominal sólo nombra objetos, en la escala ordinal sólo se puede decir quién está más alto o más bajo, con la escala de intervalo se puede decir qué tan alto es uno con respecto a otro, mientras que para una escala de razón, tiene que haber significado en la proporción entre dos valores (Anderson, 2008).

### 2.1.5.2 Ventajas del empleo de una metodología de jerarquización relativa

La principal ventaja para el empleo de una metodología del tipo de jerarquización relativa es que permite considerar en la evaluación cualquier factor o tipo de factores que se consideren pertinentes, independientemente de que pertenezcan formalmente o no a la categoría que se está evaluando. Esto es, con estos métodos es posible asignar valores arbitrarios a cualquier parámetro, siempre y cuando los resultados sean cuantificables, mensurables y repetibles.

Así, factores complejos difíciles de evaluar con otras metodologías, como por ejemplo el riesgo debido a la edad de los conductores de los autotankers asociado al tipo de accidente, pueden ser calificados y jerarquizados apropiadamente en una escala que en la práctica refleje la correlación entre el parámetro evaluado y su riesgo asociado.

Por contraparte y como característica intrínseca de la técnica, al ser los factores arbitrariamente elegidos, no se excluye la posibilidad de redundar u omitir factores que puedan revestir una importancia capital o, simplemente, asignar erróneamente (aunque consistentemente) la escala de valor que represente al riesgo cuantificado.

### **2.1.5.3 Ejemplo del método: Índice de Riesgo Dow**

Ejemplo de uno de los métodos más conocidos de determinación del riesgo por medio de la jerarquización relativa es el Índice de Fuego y Explosión, *Fire and Explosion Index (F&EI)* –conocido también como “Índice Dow”, debido a que fue desarrollado por *Dow Chemical Corporation*-. En él se asignan valores a un listado de situaciones que, de acuerdo con la experiencia de la compañía, son los contribuyentes más representativos al riesgo de incendio o explosión. Su principal característica es la semejanza que presenta con una lista de verificación donde convenientemente se ha asignado una escala para cada factor de riesgo que permite jerarquizar la situación presente evaluada. Entre las dificultades que presenta se encuentran la necesidad de un especialista que comprenda adecuadamente el método y la dependencia de la escala con la situación particular en la que fue desarrollada.

Expresado más formalmente, el Índice Dow de Fuego y Explosión (Figura 2.5) evalúa el riesgo de fuego y/o explosión asociado con “unidades de proceso” (conjunto de equipos que interactúan con un material inflamable o explosivo). Considera una variedad de factores que incluyen: propiedades del material, condiciones de proceso, diseño del proceso, características de operación, la existencia de los sistemas de seguridad y de protección contra incendio. El resultado final es un índice (una calificación) para cada unidad de proceso analizada (Cruz-Gómez, 2009).

Fue publicado por primera vez en 1964, como resultado de una guía diseñada por *Factory Mutual* (EEUU) para clasificar instalaciones químicas. Desde 1973, la guía está a disposición de la industria química en general a través de su edición por el Instituto Norteamericano de Ingenieros Químicos, *American Institute of Chemical Engineers (AIChE, 1994)*. A continuación se muestra un listado de elementos que la aplicación del Índice Dow permite cuantificar numéricamente: (Cruz-Gómez, 2009).

Un Nivel de Riesgo, que se establece a través de un valor numérico denominado Índice de Fuego y Explosión y que normalmente se sitúa en el intervalo de 1 a 200 (intervalo que comprende diferentes calificativos de peligro, que van de “ligero” a “severo”) (Tabla 2-3).

Un Área de Exposición, identificada con un círculo de radio proporcional al índice de Fuego y Explosión, y que normalmente se sitúa en el intervalo de 0 a 50m.

El Máximo Daño Probable, evaluado como costo económico del accidente debido a la pérdida de instalaciones. Se evalúa como una fracción del costo de las instalaciones afectadas por el área de exposición.

Los Máximos Días Probables de Indisponibilidad, desde el momento del accidente hasta el momento en que puede reanudarse la producción.

El Daño Derivado de la Pérdida de la Producción, como producto de los días de indisponibilidad de la planta por el valor perdido de la producción.

Tabla 2.3: Nivel de riesgo asignado por el Índice Dow F&EI

<b>Intervalo del F&amp;EI</b>	<b>Grado de riesgo</b>
1-60	Ligero
61-96	Moderado
97-127	Intermedio
128-158	Alto
$\geq 159$	Severo

# FIRE & EXPLOSION INDEX

AREA / COUNTRY	Business group	LOCATION	DATE
SITE	MANUFACTURING UNIT	PROCESS UNIT	
PREPARED BY:	APPROVED BY: (Production Manager)	BUILDING	
REVIEWED BY: (Management)	REVIEWED BY: (Technology)	REVIEWED BY: (Safety/Environment)	
MATERIALS IN PROCESS UNIT			
STATE OF OPERATION <input type="checkbox"/> DESIGN <input type="checkbox"/> START UP <input type="checkbox"/> NORMAL OPERATION <input type="checkbox"/> SHUTDOWN		BASIC MATERIAL(S) FOR MATERIAL FACTOR	
<b>MATERIAL FACTOR</b> (See Table 1 or Appendices A or B) Note requirements when unit temperature over 140 °F (60 °C) <b>PENALTY FACTORS USED.</b> These range from 0.0 (where not applicable or where requirements are fully met) to the appropriate indicated maximum. All figures referred to are in the Fire and Explosion Index Guide			
<b>1. General Process Hazards</b>		<b>Penalty Factor Range</b>	<b>Penalty Factor Used(1)</b>
<b>Base Factor</b>		1.00	1.00
A.	Exothermic Chemical Reactions	0.00 to 1.25	0
B.	Endothermic Processes	0.00 to 0.40	0
C.	Material Handling and Transfer	0.00 to 1.05	0
D.	Enclosed or Indoor Process Units	0.00 to 0.90	0
E.	Access	0.00 to 0.35	0
F.	Drainage and Spill Control _____ gal or cu.m.	0.00 to 0.50	0
<b>General Process Hazards Factor (F<sub>1</sub>) (SUM A to F)</b>			
<b>2. Special Process Hazards</b>			
<b>Base Factor</b>		1.00	1.00
A.	Toxic Material(s)	0.0 to 0.80	0
B.	Sub-Atmospheric Pressure (< 500 mm Hg)	0.50	0
C.	Operation In or Near Flammable Range <input type="checkbox"/> Inerted <input type="checkbox"/> Not Inerted		
1.	Tank Farms Storage Flammable Liquids	0.50	
2.	Process Upset or Purge Failure	0.30	
3.	Always in Flammable Range	0.80	0
D.	Dust Explosion (See Table 3)	0.00 to 2.00	0
E.	Pressure (See Figure 2)    Operating Pressure _____ psig or kPa gauge Relief Setting _____ psig or kPa gauge		0
F.	Low Temperature	0.0 to 0.30	0
G.	Quantity of Flammable/Unstable Material:    Quantity _____ lb or kg H <sub>C</sub> = _____ BTU/lb or kcal/kg		
1.	Liquids or Gases in Process (See Figure 3)		0
2.	Liquids or Gases in Storage (See Figure 4)		
3.	Combustible Solids in Storage, Dust in Process (See Figure 5)		
H.	Corrosion and Erosion	0.00 to 0.75	0
I.	Leakage – Joints and Packing	0.00 to 1.50	0
J.	Use of Fired Equipment (See Figure 6)		0
K.	Hot Oil Heat Exchange System (See Table 5)	0.00 to 1.15	0
L.	Rotating Equipment	0.00 - 0.50	0
<b>Special Process Hazards Factor (F<sub>2</sub>) (A to L)</b>			
<b>Process Unit Hazards Factor (F<sub>1</sub> x F<sub>2</sub>) = F<sub>3</sub></b>			
<b>Fire and Explosion Index (F<sub>3</sub> x MF = F&amp;EI)</b>			

(1) For no penalty use 0.00.

Figura 2.5: Metodología para el cálculo del Fire and Explosion Index, F&EI, de Dow Chemical



## 2.2 Transporte de Gas L.P. en México

### 2.2.1 Información general y riesgos debidos al Gas L.P.

El gas licuado de petróleo es una fuente vital de energía en México al ser el principal combustible utilizado para uso doméstico en más de 70% de los hogares. México es el principal consumidor de Gas L.P. doméstico y comercial en el mundo, 74 kg por habitante. La región centro concentra la mayor densidad en volumen de ventas con 41% de la demanda nacional. El Estado de México e Hidalgo cuentan con el mayor número de consumidores (SENER, 2007).

Las importaciones de Gas L.P. representaron en 2006, cerca de una cuarta parte de la oferta disponible del país. La principal vía de ingreso es la terrestre al representar el 69% de los movimientos, el restante lo comprende la vía marítima. El 89% del abasto en la producción del Gas L.P. corresponde a PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) y el restante lo suministra PEMEX Refinación por medio de sus seis refinерías (SENER, 2007). Algunas de las características físicas más relevantes del Gas L.P. en México se presentan en la Tabla 2.4 que se muestra a continuación:

Tabla 2.4: Características físicas del Gas L.P. (aproximadas, función de la composición)

Características físicas	Valores (dependiendo de la proporción de la mezcla)	Implicación de Riesgo
Composición:	Mezcla de Propano/Butano (30%/70%, normal)	Combustible altamente energético, de composición variable, olorizado por seguridad
Calor de Combustión:	11,500 kcal/kg ( $\Delta H_{vap}H_2O=540kcal/kg$ )	1 kg tiene la energía suficiente para vaporizar más de 20 kg de agua
Densidad relativa:	1.859 (vs. aire)	En caso de fuga se acumula en zonas bajas y estancas
Vapor que produce 1L de líquido:	247.8 L	En caso de derrame, cada 1L produce aproximadamente 250L de vapor al 100%
Intervalo de inflamabilidad:	2-10% en aire	Junto con el punto anterior, por cada 1L de líquido derramado, se obtienen entre 2500 L y 12,500 L de mezcla inflamable
Densidad relativa del líquido:	0.5 (vs. agua)	En caso de que el derrame ocurra sobre el agua, el líquido flota y los vapores se acumulan cerca de la fuente

Del volumen de Gas L.P. consumido en 2006, aproximadamente 54% fue distribuido en forma de recipientes portátiles (cilindros) de diversa capacidad y 46% fue repartido a través de redes y tanques estacionarios (Rosas-Soledad, 2007).

De las 78 gaseras que existen en la Z.M.C.M. (1,200 en el país), en el Distrito Federal existen ocho plantas distribuidoras de Gas L.P., mientras que en el Estado de México operan 70 plantas, “360 empresas son dueñas de 1,200 plantas; 50% pertenece sólo a ocho familias de un mercado que vale 70 mil millones de dólares al año” (Jiménez, 2007).

El Gas L.P. es empleado tanto para el consumo en los hogares como en plantas industriales de aprovechamiento, se usa en comercios y para la carburación de transportes, principalmente de pasajeros y de flotillas de reparto. Algunos datos reportados del número de plantas se muestran en la Tabla 2.5 a continuación:

Tabla 2.5: Número de empresas relacionadas con el Gas L.P. (aproximadas)

<b>Gas L.P. en cifras</b>	<b>Nacional</b>	<b>Z.M.C.M.</b>
Empresas distribuidoras de Gas L.P. (Gas Licuado de Petróleo)	450	45
Número de plantas de almacenamiento de Gas L.P. en el país	925	60
Estaciones de carburación de Gas L.P. en el país	2,951	500

Tomada de Rosas-Soledad (2007)

### **2.2.2 Transporte de Gas L.P. en la Z.M.C.M.**

El Gas L.P. ha de ser llevado a los consumidores finales para ser aprovechado, este transporte se realiza por alguno de los siguientes mecanismos: redes de distribución, remolques y dobles semirremolques, autotanques (en México comúnmente llamados “pipas”) y camiones de reparto de cilindros portátiles.

Dado el gran volumen de Gas L.P. consumido, y que una gran proporción se desplaza por la superficie, se tiene que una gran cantidad de vehículos son movilizados, así como entregas son efectuadas diariamente en la Z.M.C.M. y en México en general (Tabla 2.6).

Tabla 2.6: Valores estimados para vehículos y entregas de Gas L.P. en México

<b>Gas L.P. en cifras</b>	<b>Nacional</b>	<b>Z.M.C.M.</b>
Cilindros en circulación	23.5 M	8.5 M
Tanques estacionarios	2 M	700 k
Camiones de reparto de portátiles	18,000	7,500
Camiones de reparto a estacionarios	6,000	2,100
Tractocamiones con semirremolque	2,800	
Servicios diarios	1,000,000	350,000
Reparto diario de cilindros portátiles	800,000	280,000
Reparto diario a tanques estacionarios	200,000	70,000
Hogares con servicio	20 M	7 M
Crecimiento anual de la demanda	3.1%	

Tomada de Rosas-Soledad (2007)

### 2.2.3 Incidentes y accidentes en México con Gas L.P.

Siendo México uno de los países que más demanda tiene de Gas L.P. en el mundo -junto con EEUU, Japón y China-; y siendo también, como ya se mencionó, el primero en consumo doméstico y comercial en el mundo (Rosas-Soledad, 2007), es claro que el riesgo originado por este combustible es muy grande, especialmente porque gran parte de este volumen –necesariamente- se moviliza subdividida y recurrentemente por zonas habitadas, y mientras más habitada una zona, mayor el reparto de Gas L.P. y mayor el riesgo. Los accidentes ocurren y, natural e ineludiblemente, seguirán ocurriendo; sin embargo, el análisis de riesgos se enfoca precisamente en reducir tanto la frecuencia como la gravedad de éstos. Lo anterior se logra, entre otras formas –algunas ya mencionadas en forma de métodos de análisis de riesgos (inciso 2.1)- mediante el estudio de los accidentes pasados y la investigación, reporte y difusión de las causas de los accidentes, sus causas raíz y las acciones tomadas tanto para la mitigación como para evitar la recurrencia. Así, dado que una fuente valiosa de información se encuentra en el estudio de accidentes pasados, se muestran algunos casos selectos de incidentes y accidentes ocurridos en México durante el transporte de Gas L.P. en años recientes. Se procuró que los casos aquí asentados (inciso 2.2.3.1) correspondieran con los más frecuentemente reportados –de acuerdo con la “Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP 2008-2012)”-, desarrollada y actualizada como parte de la presente investigación y

presentada en el Anexo 2. Una descripción más detallada sobre el desarrollo de la BaDaNAT@GLP se incluye más adelante en el inciso 3.8. De la información contenida en esta base se desprende inmediatamente que la información no siempre es igualmente útil ni reportada de modo semejante.

Con respecto a las marcadas deficiencias tanto en la disponibilidad como en la accesibilidad de la información de accidentes con materiales peligrosos en México, y como una alternativa que contribuya a subsanar dichos inconvenientes se ha propuesto un formato para periodistas o para personal de atención del incidentes que concurra al lugar del accidente: “Formato periodístico: Guía para el reporte de Incidentes *HAZMAT*” (Anexo 3), el cual funciona como una guía de la información relevante que reportará mayor utilidad durante el análisis del accidente. Este formato ha de ser evaluado por especialistas nacionales en riesgos por materiales peligrosos y entregado a las fuentes periodísticas a través de la Dirección General de Información de la UNAM.

En México se tiene registrado uno de los peores accidentes industriales relacionados con el proceso de distribución de Gas L.P. ocurrido en el mundo. El accidente ocurrió en 1984 en San Juan Ixhuatepec, Edo. de México y reportó oficialmente 452 muertos, 4,248 heridos y 31,000 evacuados. Aunque el accidente no ocurrió propiamente durante la transportación sí puede ser considerado como parte del proceso de distribución, dentro del ciclo de vida del producto, dado que ocurrió en una planta de almacenamiento previo al envío a los distribuidores y consumidores industriales. Aunque éste es un caso extremo, ilustra la gran variedad de riesgos que se enfrentan cotidianamente por la distribución del Gas L.P. a la población. Aunque afortunadamente estos accidentes catastróficos son excepcionales, hay que considerar que los accidentes de menor magnitud pueden tener a largo plazo mayores consecuencias debido a lo recurrente de la situación y a que, al no atraer la atención ni del público ni de los tomadores de decisiones, no generan conciencia, ni provocan un cambio de fondo que prevenga su repetición.

### **2.2.3.1 Extracto de la BaDaNAT@GLP**

Se presentan algunos datos selectos obtenidos de la Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (2008-2012) que fue obtenida como parte del desarrollo de esta tesis. Se destacan en la Tabla 2.7 algunos de los valores principales. En las Figuras 2.6 a-g se ilustran gráficamente algunos de los resultados seleccionados. El conjunto completo de datos que integran la base BaDaNAT@GLP (2008-2012) se muestra en el Anexo 2.

Tabla 2.7: Valores destacables de la BaDaNAT@GLP (2008-2012)

<b>Total de accidentes registrados en la base (1997-2013)</b>	<b>907</b>
Accidentes reportados en la base: (2005-2012)	874
Accidentes que presentan: Accidente de tránsito	323
Volcadura	228
Fuga o derrame	145
Incendio	73
Explosión o flamazo	106
Porcentaje de accidentes iniciados por causa de la unidad	23%
Porcentaje de accidentes iniciados por causa del personal	51%
Porcentaje de accidentes iniciados por causa de la ruta	13%

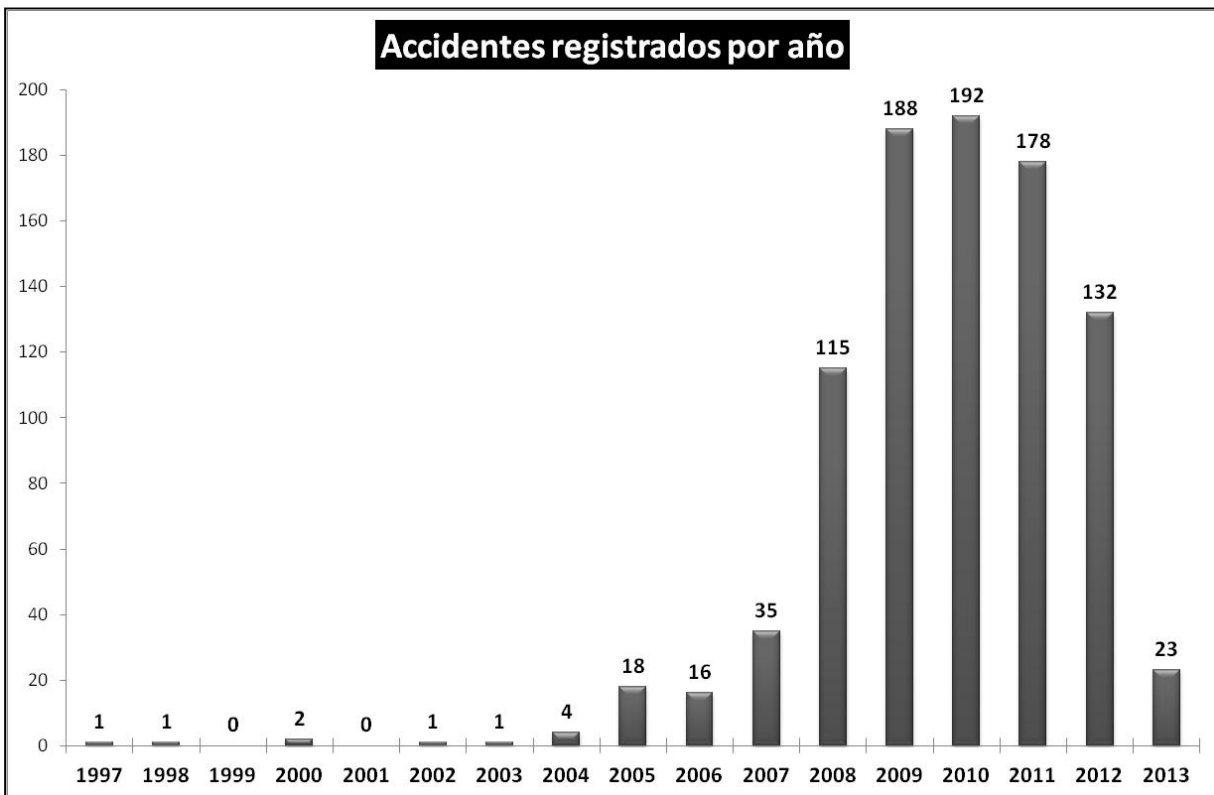


Figura 2.6a: Número de accidentes registrados por año (BaDaNAT@GLP)

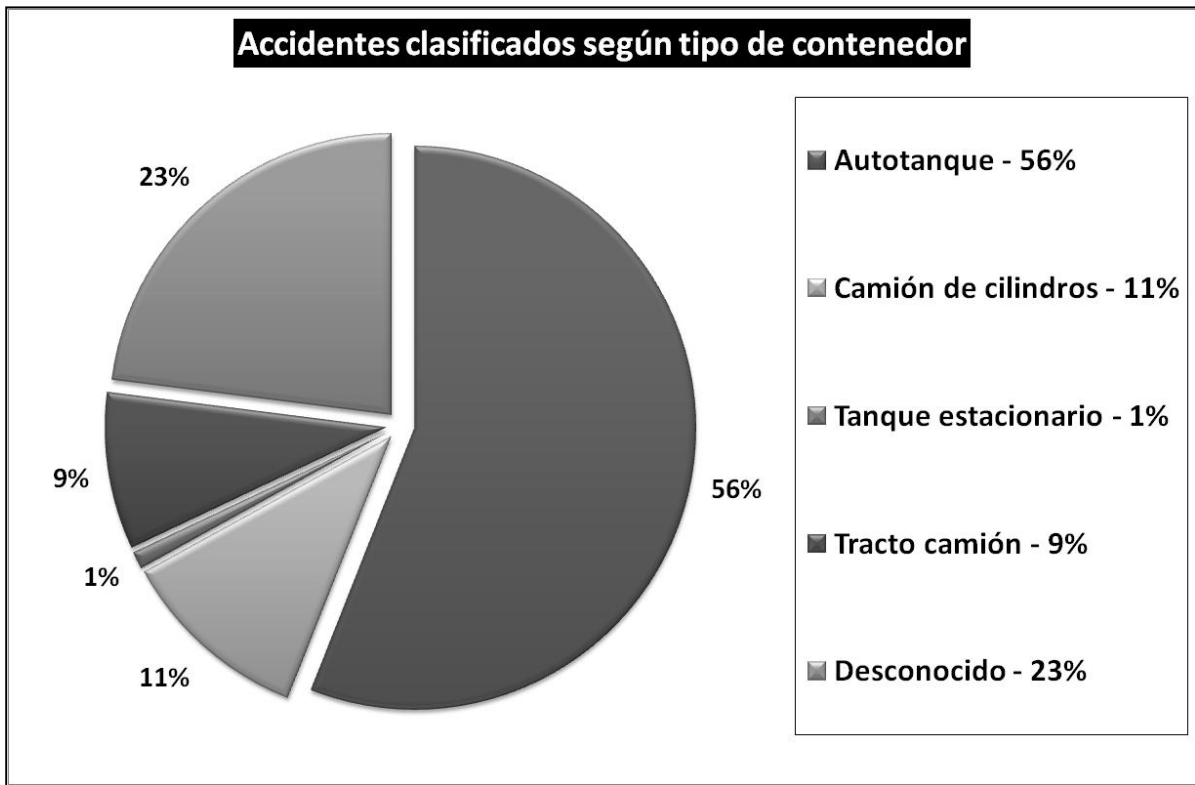


Figura 2.6b: Total de accidentes clasificados según tipo de contenedor (BaDaNAT@GLP)

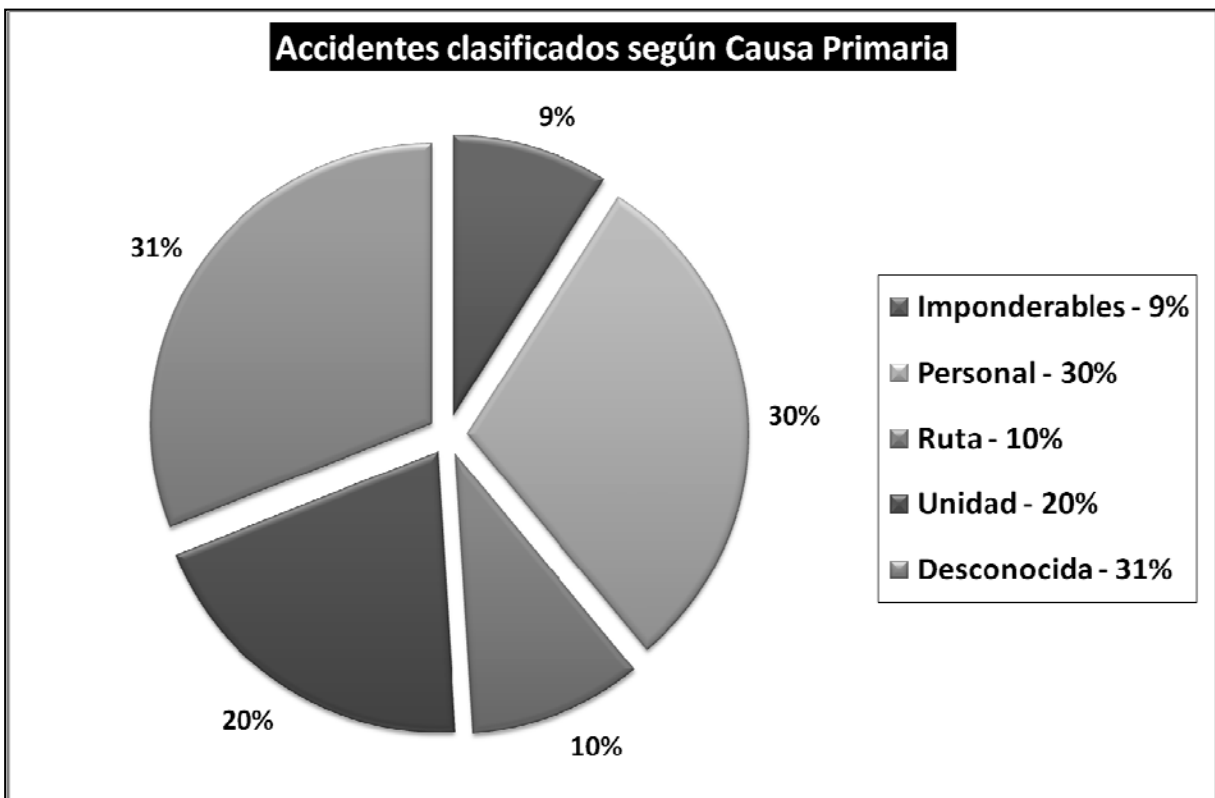


Figura 2.6c: Frecuencia de accidentes según Causa Primaria (BaDaNAT@GLP)

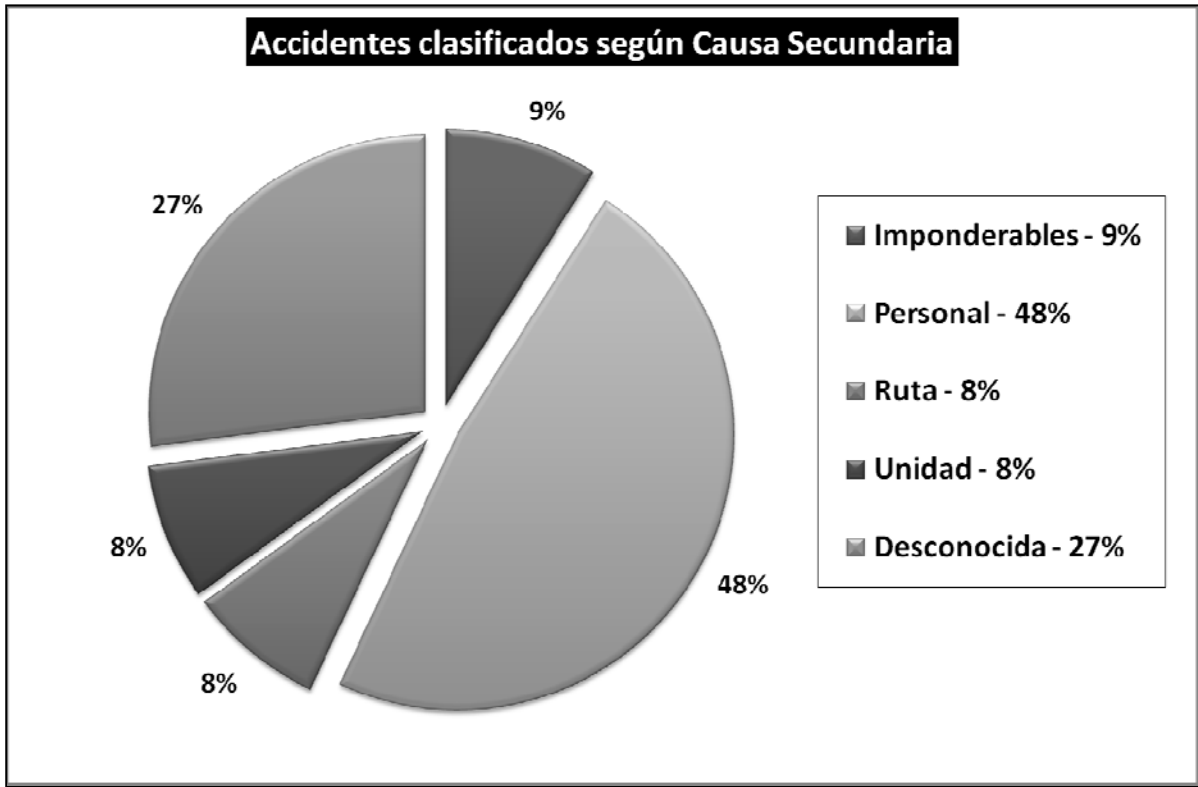


Figura 2.6d: Frecuencia de accidentes según Causa Secundaria (BaDaNAT@GLP)

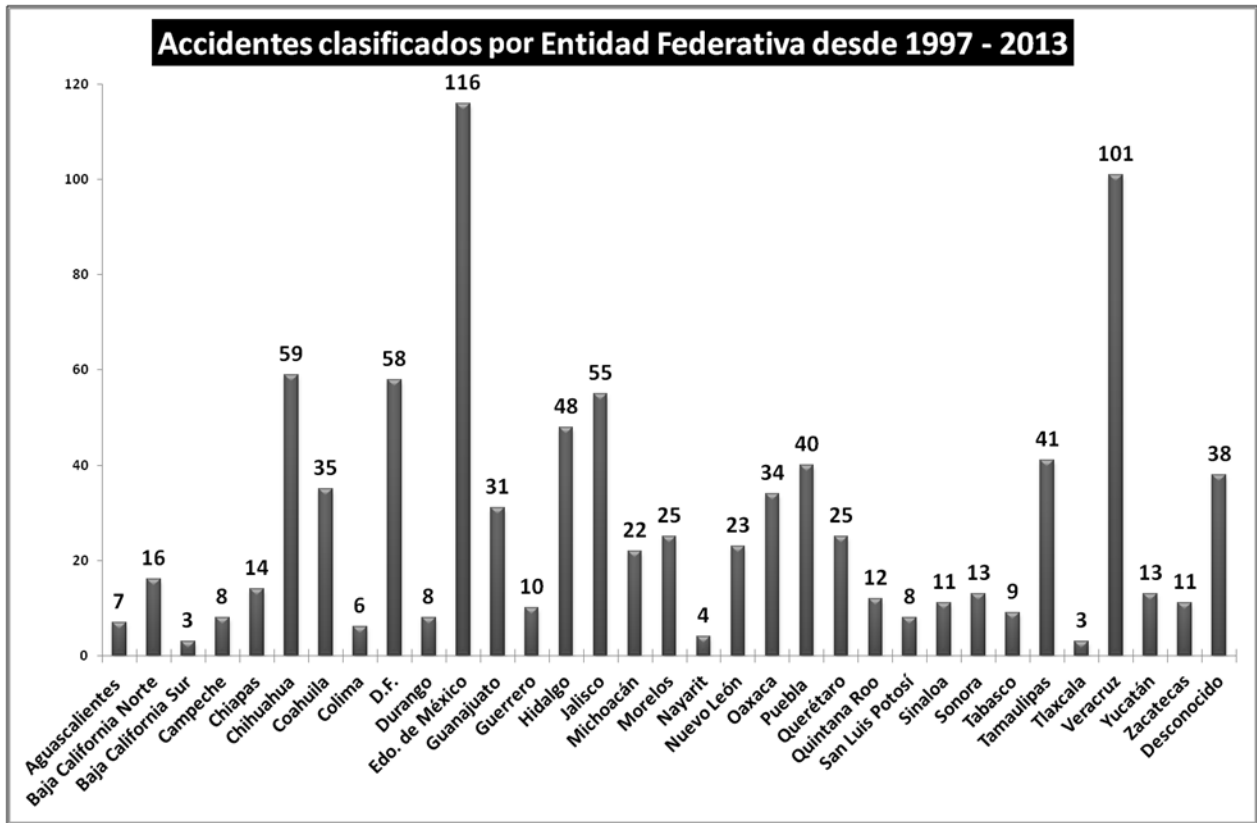


Figura 2.6e: Frecuencia de accidentes por Estado de 1997 - 2013 (BaDaNAT@GLP)

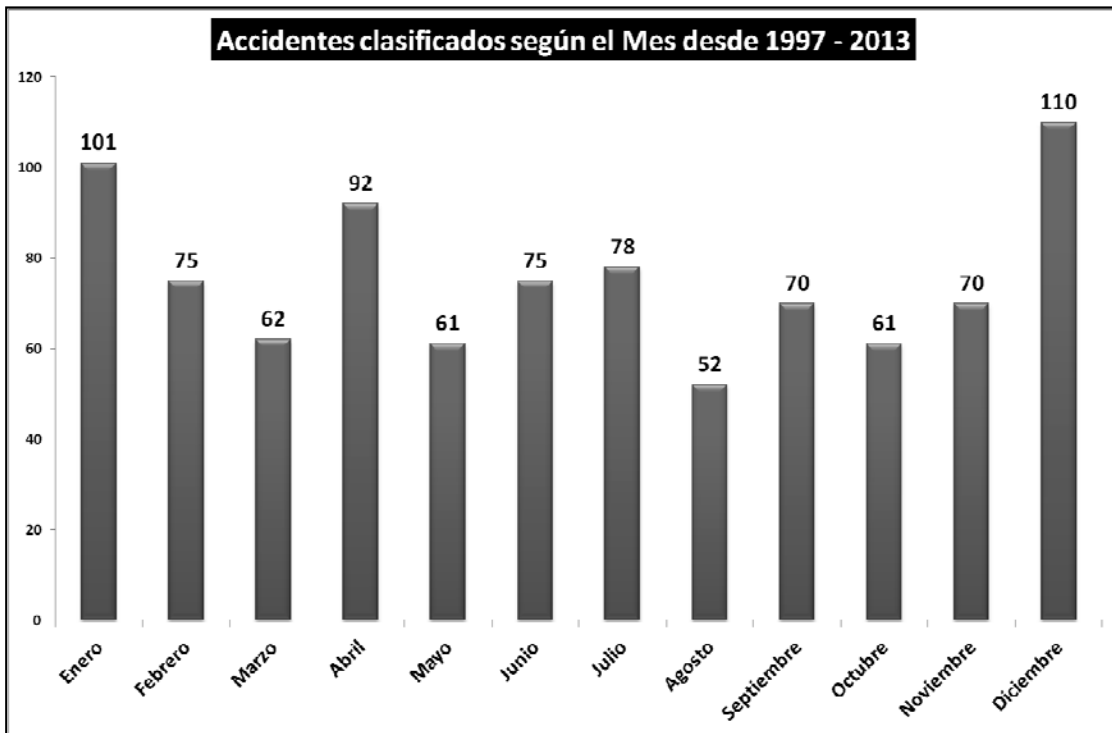


Figura 2.6f: Frecuencia de accidentes según el Mes de 1997 - 2013 (BaDaNAT@GLP)

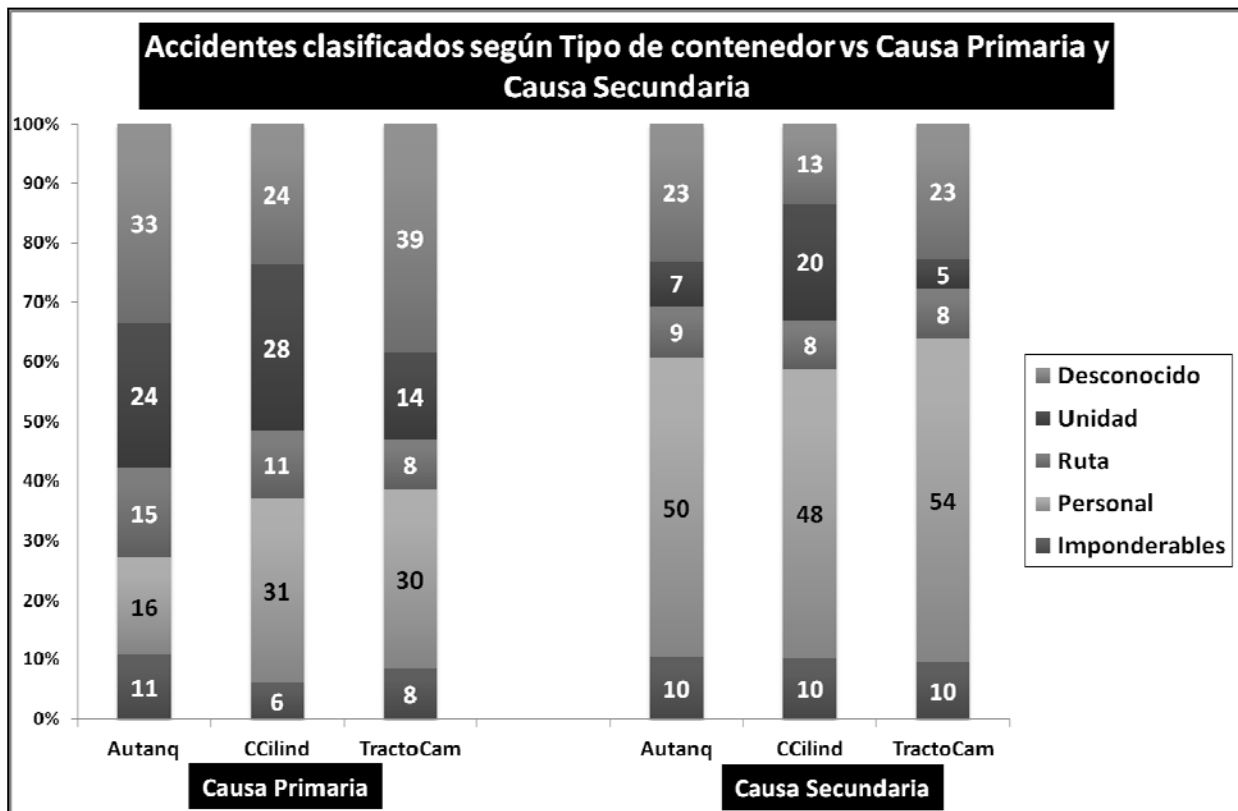


Figura 2.6g: Porcentaje accidentes según Contenedor vs Primaria y Secundaria (BaDaNAT@GLP)



### **2.2.3.2 Casos destacados en México**

Se resaltan algunos casos de accidentes durante la transportación de Gas L.P. que en función de su gravedad, su localización o de las repercusiones que genera, han tenido diversos niveles de cobertura y de investigación. Únicamente a modo de ejemplo se mencionan algunos casos hallados durante el desarrollo de la presente investigación.

Caso 1. El 29 de marzo de 2008 en Durango un tractocamión que transportaba 80,000 litros de Gas L.P. se vuelca generando un incendio y una posterior explosión. Como consecuencia del accidente se reporta un muerto y el cierre de la circulación por 12 horas.

Caso 2. El 5 de mayo de 2008 en Chihuahua un doble semirremolque con 70,000 litros aproximadamente de Gas L.P. se vuelca provocando una fuga, incendio y explosión. Al explotar, uno de los tanques sale volando a 1.5 kilómetros del lugar -aunque se recuperan partes a 2 kilómetros del lugar-. Un grupo de bomberos llega tras 1.5 horas sin agua para combatir el incendio, otro grupo, falto de combustible, tarda más de dos horas en llegar. Como consecuencia final, se reportan 2 muertos y el cierre de la circulación por 5 horas.

Caso 3. El 6 de septiembre de 2008 en Jalisco un autotank con 17,000 litros de Gas L.P. se sale de la carretera y cae en un barranco de 5 metros. No se presenta fuga. Se reporta un muerto y un herido, se cierra la circulación durante dos horas, las maniobras duran 12 horas.

Cabe resaltar que, según consta en el inciso anterior 2.2.3.1, una gran cantidad de los accidentes son originados por causas imputables al personal y a los conductores de la unidad, ya sea por negligencia o por falta de capacitación. Como se ilustra en el caso 2, la respuesta ante la emergencia tampoco es, generalmente, la adecuada. La información completa disponible de éste y otros accidentes se encuentra en la Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP, Anexo 2).

### **2.2.3.3 Casos destacados en la Z.M.C.M.**

En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Z.M.C.M.) se presenta un gran número de accidentes durante la transportación de Gas L.P., de acuerdo con la base de BaDaNAT@GLP los casos registrados en la Z.M.C.M. triplican los casos en los estados con más accidentes (ver las Figuras 2.6 a-g), esto se puede deber a varios factores, entre otros: más información disponible, más transporte de materiales peligrosos, más fuentes de riesgo como mayor población o mayor tránsito de vehículos, etc. Se menciona algunos de los casos más destacados de los accidentes en la Z.M.C.M.

Caso 1. El 30 de junio de 1997 en Ecatepec un tren arrolla a un autotank de 18,000 litros que trató de ganarle el paso. El impacto provocó una fuga, incendio y la posterior explosión *BLEVE* de todo el contenido de la unidad. El accidente fue videograbado por la televisión y aún se difunde mundialmente en segmentos de accidentes industriales.

Caso 2. El 11 de marzo de 2000 en Naucalpan, al interior de una planta de distribución una fuga en un autotank genera confusión y provoca percances con otros 10 autotank. El accidente provoca un incendio y explosión. Entre las principales afectaciones se menciona el desalojo de 150 familias en 3 cuadras a la redonda del lugar.

Caso 3. El 23 de abril de 2005 en Tultepec, un tren impacta un autotank de 4,000 litros que trató de ganarle el paso. El choque provoca un incendio que resulta en 2 personas muertas.

Caso 4. El 6 de abril de 2010, en Ecatepec una pipa vacía trata de ganarle el paso al tren. Se cierra la circulación durante media hora.

Caso 5. Incidente: El 20 de agosto de 2011 las autoridades detienen un autotank abasteciendo sin las autorizaciones y licencias correspondientes. A las empresas que venden gas sin estar legalmente constituidas se les conoce como “empresas fantasma”. En el nombre rotulado en la pipa se leía: “Gasparín”.

Caso 6. El 7 de mayo de 2013 en Xalostoc, Ecatepec, Estado de México se registra una explosión por accidente de tránsito, presuntamente exceso de velocidad. Se reportan más de 20 muertos, decenas de heridos, autos y casas dañadas. El incidente se vuelve fenómeno mediático.

Estos casos se mencionan sólo a modo de ejemplo, fueron seleccionados para enfatizar el hecho de que los accidentes en México, además de ser provocados en su mayoría por causas imputables al personal (Figura 2.6c), generalmente no permean en un aprendizaje que tienda a reducir su incidencia.

#### **2.2.3.4 Accidentes diversos en la transportación de materiales peligrosos**

Por lo que se puede observar de la información de accidentes obtenida durante la presente investigación -descartada de la BaDaNAT@GLP por tratarse de sustancias diferentes al Gas L.P.- los accidentes con materiales peligrosos son tan comunes como los accidentes con cualquier tipo de carga; lo que los hace relevantes es el potencial de riesgo sobre la población, la salud, el ambiente o la propiedad. Para ilustrar la amplia gama que abarca el fenómeno de los accidentes con materiales peligrosos en México y el que las causas son semejantes a las encontradas en esta investigación, se mencionan algunos ejemplos recientes que involucran a diversas sustancias peligrosas:

Caso 1. Explosión en Nadadores, Chihuahua. El 9 de septiembre de 2007 explota un camión cargado con 22 toneladas de nitrato de amonio tras chocar con una camioneta en la autopista. Se reportan 37 muertos, 3 de ellos reporteros, todos por acercarse al lugar del accidente para curiosear.

Caso 2. Robo de cianuro de sodio en Puebla. El 10 de mayo de 2002 se roban en ruta a Hidalgo 76 tambos con 96 toneladas, llenos con cianuro de sodio de Degussa México. Se produce una intensa operación de búsqueda dada la peligrosidad del producto, éste aparece casi 3 semanas después en Puebla.

##### Casos con Gasolina:

15 de septiembre de 2012 en Nuevo León, incendio en autotank de 12 mil L.

26 de julio de 2012, Durango, 30 mil L.

29 de junio de 2012, Oaxaca, explosión e incendio, 8 muertos.

28 de junio de 2012, Coahuila, incendio, 1 muerto.

23 de febrero de 2012, Guanajuato, 30 mil L, 2 muertos.

Casos con Diesel:

17 de octubre de 2012, Tabasco, 31 mil L.

13 de mayo de 2013, San Luis Potosí, incendio.

19 de abril de 2012, Tamaulipas, incendio.

14 de marzo de 2012, Michoacán, secuestro de autotanques de Diesel y de Gas L.P.

19 de febrero de 2012, San Luis Potosí, incendio, 30 mil L.

Casos con Combustóleo:

15 de marzo de 2012, Zacatecas, incendio, 4 heridos.

25 de enero de 2012, Guanajuato, incendio.

Estos ejemplos son sólo algunos de los casos ocurridos recientemente y son tomados como muestra de entre todos los registros que se obtuvieron durante la presente investigación. Como se puede apreciar con la revisión de las bases de datos, los mecanismos que promueven los accidentes durante el transporte de materiales peligrosos en México son consistentes y reflejan las carencias de la sociedad con respecto al manejo, concientización, respuesta a incidentes y, especialmente, la capacitación del personal responsable del manejo de las sustancias.

## **2.3 Evaluación de riesgos durante el transporte de materiales peligrosos**

La evaluación de riesgos durante el transporte de materiales peligrosos es primordial debido a varias características relevantes; por mencionar algunas:

Durante el transporte se expone a la población general y al ambiente al riesgo originado por las sustancias.

Debido a la diversidad geográfica, el estudio y previsión del comportamiento del material en caso de una liberación se vuelve más complejo.

Al haber una gran variedad de sustancias en tránsito, los equipos de respuesta enfrentan un reto mayúsculo en cuanto a la preparación, el equipo y los recursos necesarios.

De acuerdo con la Figura 2.7 la mitad de los accidentes con materiales peligrosos ocurren durante su transporte –en caso de considerar a las operaciones de carga y la descarga (relacionadas necesariamente con el transporte) la cifra aumenta hasta 2 de cada 3 accidentes (Cruz-Gómez, 2009) –.

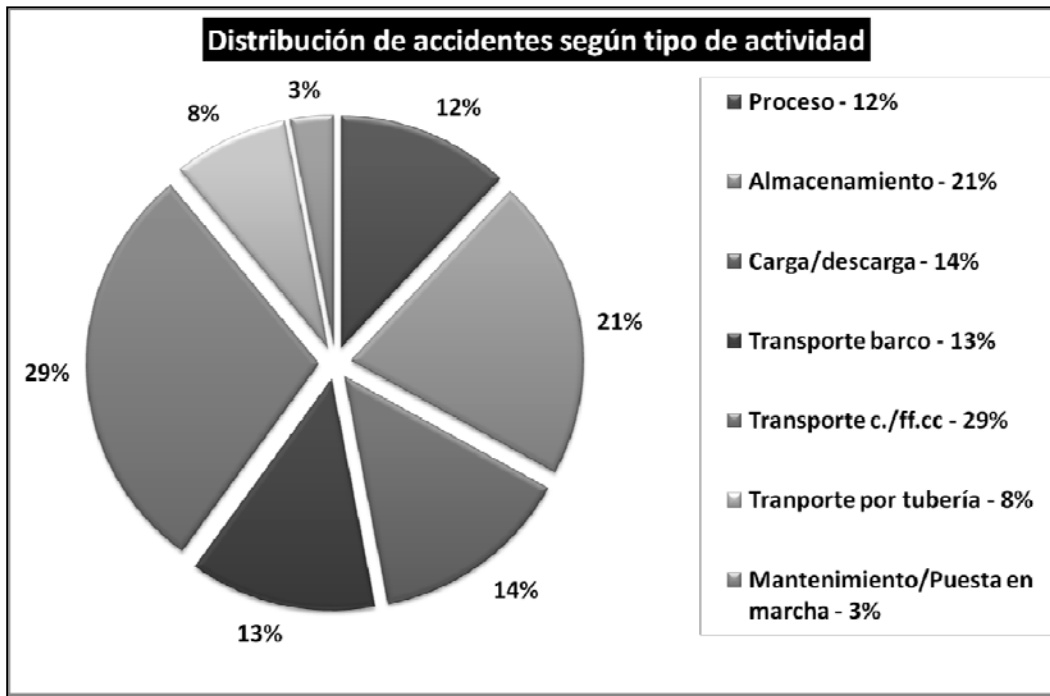


Figura 2.7: Accidentes con materiales peligrosos según la actividad.

Tomada de Cruz-Gómez (2009)

### 2.3.1 Evaluación en México

En México la técnica empleada generalmente para el control del riesgo es el método comparativo de aplicación de normas. Se presupone que los transportistas responsables de los materiales peligrosos verificarán siempre que se cumpla con toda la normativa aplicable. Este sistema, si bien es funcional para la reducción del riesgo cuando es adecuadamente aplicado, no considera el conflicto de intereses ni el costo que representa para los distribuidores y no permite su apropiada evaluación por lo que, al carecer de información suficiente sobre el riesgo, sus factores o su comportamiento, siempre existe la posibilidad de que ocurran incidentes y accidentes no contemplados o en proporciones inesperadas.

En México hay poca información disponible para la evaluación de riesgos por transporte de materiales peligrosos; un intento por subsanar esta deficiencia lo realizó en 2002 el Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED, mediante la publicación del libro “Metodologías para la evaluación del riesgo en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos” (Rivera-Balboa, 2002). Desafortunadamente, como en la misma publicación se indica, las metodologías requieren de datos inexistentes en México por lo que resultan inaplicables. Una descripción más detallada se puede encontrar más adelante en el inciso 3.2.

### **2.3.2 Actualidad en la evaluación de riesgos por Gas L.P. en México**

Dado que difícilmente se encuentran metodologías para la evaluación del riesgo por transporte de materiales peligrosos en general, menos aún existen metodologías específicas para la evaluación de riesgos por transporte de Gas L.P.; -y siguiendo con el modelo nacional tradicionalmente usado para prevenir riesgos, en que se emplean las Normas Oficiales Mexicanas, NOMs, para reglamentar los requisitos de seguridad-, la principal norma oficial mexicana aplicable para la evaluación de riesgos por el transporte de Gas L.P. es la Norma Oficial Mexicana NOM-010-SEDG-2000, “Valoración de las condiciones de seguridad de los vehículos que transportan, suministran y distribuyen Gas L.P., y medidas mínimas de seguridad que se deben observar durante su operación”. Cabe recalcar que si bien esta norma provee estándares que deben ser seguidos, no permite evaluar su cumplimiento. Por lo anterior, se puede afirmar que en la actualidad, el riesgo por transporte de Gas L.P. en México no es evaluado, y no existen mecanismos que permitan efectuar tal evaluación más allá de la determinación cumplimiento/no cumplimiento.

### **2.3.3 Entidades en México relacionadas con la evaluación del riesgo y el registro de incidentes**

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:

#### **2.3.3.1 Subdirección de Riesgos Químicos- CENAPRED**

El CENAPRED, Centro Nacional de Prevención de Desastres, es un elemento del Sistema Nacional de Protección Civil mexicano que tiene como objetivo: "Promover la aplicación de las tecnologías para la prevención y mitigación de desastres; impartir capacitación profesional y técnica sobre la materia, y difundir medidas de preparación y autoprotección entre la sociedad mexicana expuesta a la contingencia de un desastre" (CENAPRED, 2010).

Se destaca por contar con áreas de investigación para la prevención de riesgos geológicos, hidrometeorológicos, químicos, geotécnicos y estructurales, y económico-sociales.

Es perteneciente a la Secretaría de Gobernación. En la Dirección de Investigación – Subdirección de Riesgos Químicos, su misión declarada es (entre otras):

“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” (CENAPRED, 2010).

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” (CENAPRED, 2010).

En la base de datos accesibles al público se reportan incidentes y accidentes que involucran Gas L.P., la información obtenida se muestra en las Figura 2.8a-b.

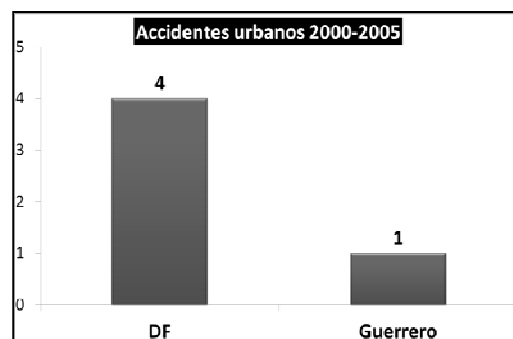
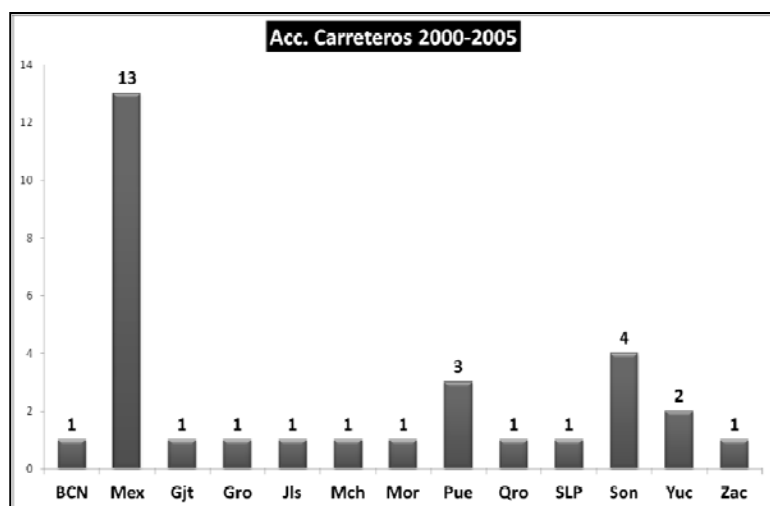
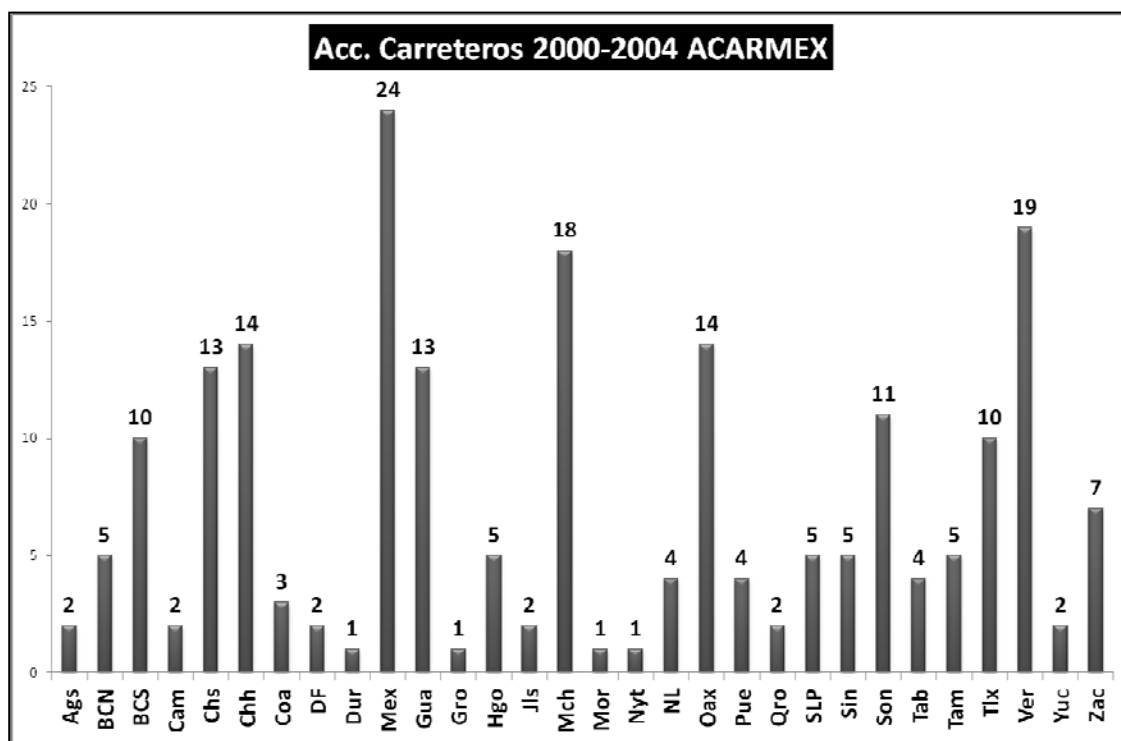


Figura 2.8.a: Gráficas con información del CENAPRED de accidentes con Gas L.P.

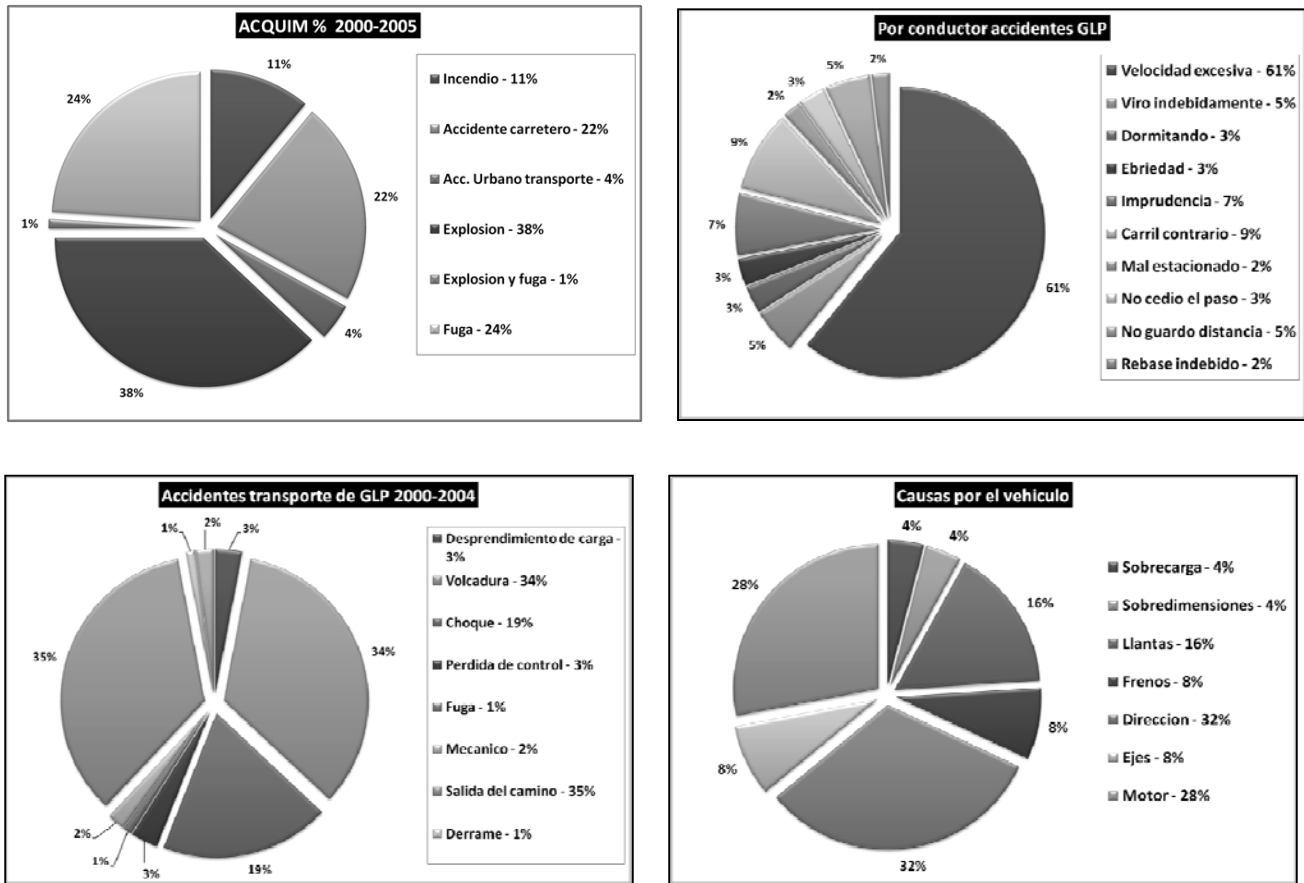


Figura 2.8.b: Gráficos con información del CENAPRED de accidentes con Gas L.P.

### 2.3.3.2 Subdirección de Normas del Autotransporte de Materiales y Residuos Peligrosos- SCT

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT, tiene entre muchas otras funciones, y a través de la Dirección General de Autotransporte Federal en la Subdirección de Normas del Autotransporte de Materiales y Residuos Peligrosos, la tarea de normar el transporte de materiales y residuos peligrosos a través del territorio nacional.

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 (Centro Nacional de Prevención de Desastres) y posteriormente transferida a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT, para regular el acceso del público general a la información.

Esta base no es accesible al público, aduciendo que la información es “confidencial”. Se solicitó formalmente tanto a través del Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos, IFAI, como personalmente, pero por ninguno de los dos canales fue accesible dicha base de datos.

### **2.3.3.3 PROFEPA- SEMARNAT**

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, PROFEPA, tiene entre otras funciones: “la de regular las actividades industriales riesgosas, la contaminación al suelo y al aire, y el cuidado de los recursos naturales” (PROFEPA, 2010). Mediante la Subprocuraduría de Auditoría Ambiental en la Dirección General de Riesgo Ambiental en Auditorías y en su Dirección de Emergencias Ambientales, su misión es (entre otras):

“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, 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” (PROFEPA, 2010).

#### **2.3.3.3.1 COATEA**

El Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales, COATEA, parte de la PROFEPA, presta específicamente, entre otros, los servicios de: (PROFEPA, 2010)

- 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 de emergencias en México está disponible, en principio, a través del portal de acceso a la información pública federal. Para el periodo considerado en el presente estudio se reportaron verbalmente en entrevista personal aproximadamente 100 registros que involucraron Gas L.P. durante la transportación, sin embargo no se concedió acceso a dichos datos (PROFEPA, 2009). La información de esta base fue solicitada oficialmente a través del Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos, IFAI, pero nunca fue entregada.



#### **2.3.3.4 Oficinas locales de Protección Civil**

Como parte del sistema de gobierno en México y con la función explícita de proteger a la población, específicamente frente a riesgos que atenten contra su integridad física en caso de fenómenos naturales o sociales, existen a nivel local oficinas de Protección Civil que se encargan de coordinar los esfuerzos institucionales respecto a la prevención o mitigación de situaciones de riesgo.

En el Distrito Federal (D.F.), México, tiene jurisdicción la Secretaría de Protección Civil del D.F., que se divide en dos direcciones: Prevención y Emergencias. Sus funciones son, entre otras (SPC, 2010):

##### **2.3.3.4.1 Dirección General de Prevención**

Artículo 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 (SPC, 2010).

##### **2.3.3.4.2 Dirección General de Emergencias**

Artículo 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 (SPC, 2010).

El registro estadístico mencionado en el Artículo III, no se encuentra disponible.

#### **2.3.3.5 DGGLP- SENER**

Como parte de la Secretaría de Energía se encuentra la Subsecretaría de Hidrocarburos que a su vez cuenta con la Dirección General de Gas Licuado de Petróleo. En la Dirección de Enlace, Estadística y Asuntos Especiales de ésta se cuenta con una base de datos de los accidentes acaecidos en diversas etapas del ciclo de vida del Gas L.P., 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 y aunque no se encuentra dentro de las atribuciones explícitas de la Dirección, cuenta con la información más completa de accidentes con Gas L.P accesible al público en México. Dicha base está integrada de forma tal que incorpora información relevante para el estudio tanto de los accidentes como de sus causas y se encuentra clasificada de acuerdo con las siguientes categorías: Fecha, Suceso, Municipio, Entidad,

Capacidad, Tipo de transporte, Causa y/producto, Observaciones, Autoridad responsable en el lugar de los hechos.

Cabe destacar que esta base de datos de accidentes es la que se usó como modelo para el desarrollo posterior de la Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P., BaDaNAT@GLP, detallada más adelante en el inciso 3.8 del presente documento.

### **2.3.3.6 Bomberos locales**

Aunque a los bomberos se les identifica comúnmente con intervención de tipo técnico y operativo, generalmente poseen entre sus atribuciones algunas funciones de prevención y son ellos quienes tienen una mayor participación en la atención de incidentes y accidentes durante el transporte de materiales peligrosos. En el Distrito Federal (D.F.), México, está constituido el Heroico Cuerpo de Bomberos del D.F. (HCBDF) que establece en su Reglamento, entre otros, el Artículo 31 que indica: “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” (HCBDF, 2010).

Aunque en principio cuentan con un registro de los incidentes atendidos, la extensión de sus funciones y la dificultad de mantener el registro actualizado hace que éste no sea accesible.

### **2.3.3.7 SETIQ- ANIQ**

La Asociación Nacional de la Industria Química, ANIQ, reúne a miembros del sector químico privado mexicano. Cuenta con un departamento especializado en prestar ayuda –telefónica principalmente- en caso de accidentes durante el transporte de sustancias químicas en México. Es denominado Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química, SETIQ, y 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 (ANIQ-SETIQ, 2010).

Se le solicitó a la ANIQ acceso a su base de datos de accidentes para la presente investigación pero no fue concedida, aunque sí proporcionaron algunos datos propios de sus registros. Los datos relacionados con accidentes en el transporte de Gas L.P. que facilitaron se presentan en la Figura 2.9a y b, y en la Tabla 2.8.

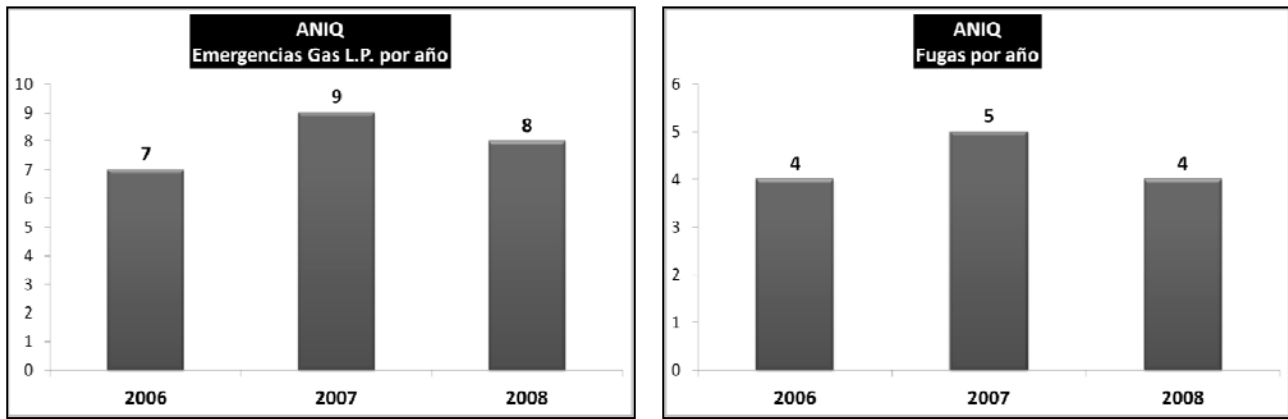


Figura 2.9a: Emergencias con Gas L.P. 2006-2008 (ANIQ-SETIQ, 2010)

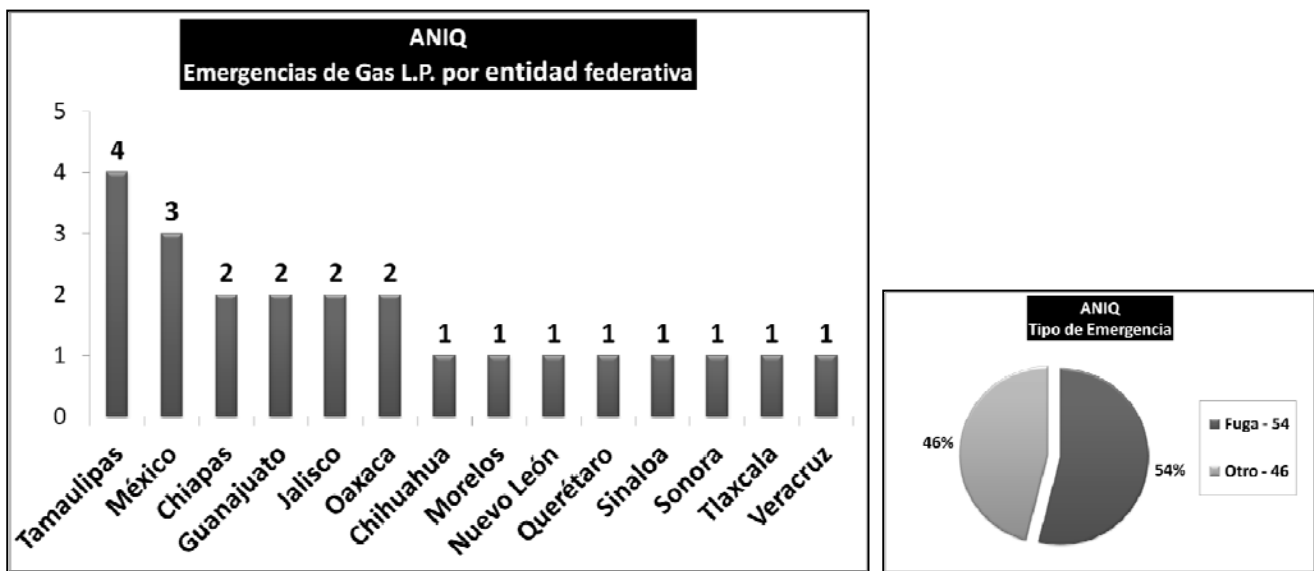


Figura: 2.9b: Emergencias con Gas L.P. por estados 2006-2008 (ANIQ-SETIQ, 2010)

### 2.3.3.8 Central de Fugas A.C.

Central de Fugas, Asociación Civil, es una Cooperativa entre empresas distribuidoras de Gas L.P. para atender reportes y emergencias con Gas L.P., repartir los costos y mejorar la efectividad de la respuesta. Su visión es: “Ser líder en métodos y procedimientos en la prevención y supresión de fugas de Gas L.P., tanto en su aplicación como en la capacitación de personal” (Central de Fugas, 2010).

Pese a que se solicitó acceso a sus registros de atención de incidentes, únicamente para fines estadísticos de investigación, mencionaron que no tienen datos disponibles de los casos atendidos.

Tabla 2.8: Información reportada por SETIQ para accidentes con Gas L.P. (ANIQ-SETIQ, 2010)

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

A continuación se muestra, en la Tabla 2.9, un resumen de la información institucional ya mencionada recopilada en esta investigación:

Tabla 2.9: Resumen de Información Institucional

<b>Institución</b>	<b>Disponibilidad de Información</b>	<b>Observaciones</b>
CENAPRED	✓	Los 7 gráficos proporcionados no aportaron información relevante que pudiera ser procesada
SCT	X	No proporcionaron información
PROFEPA	X	No proporcionaron información
Protección Civil	X	No proporcionaron información
DGGLP	✓	La base más completa disponible para análisis de accidentes
Bomberos	X	No proporcionaron información
SETIQ	✓	Los 4 gráficos proporcionados y la tabla no aportaron información relevante que pudiera ser procesada
Central de Fugas	X	No proporcionaron información

### **Capítulo 3. Desarrollo metodológico**

Del procedimiento realizado para el desarrollo de la metodología propuesta en esta tesis, sus pasos y su secuencia de desarrollo. Del procedimiento detallado de cada paso y de los resultados obtenidos en cada uno de ellos, hasta la formulación concreta de la nueva metodología. La metodología final para la evaluación del riesgo y sus componentes se presentan en el Capítulo 4.

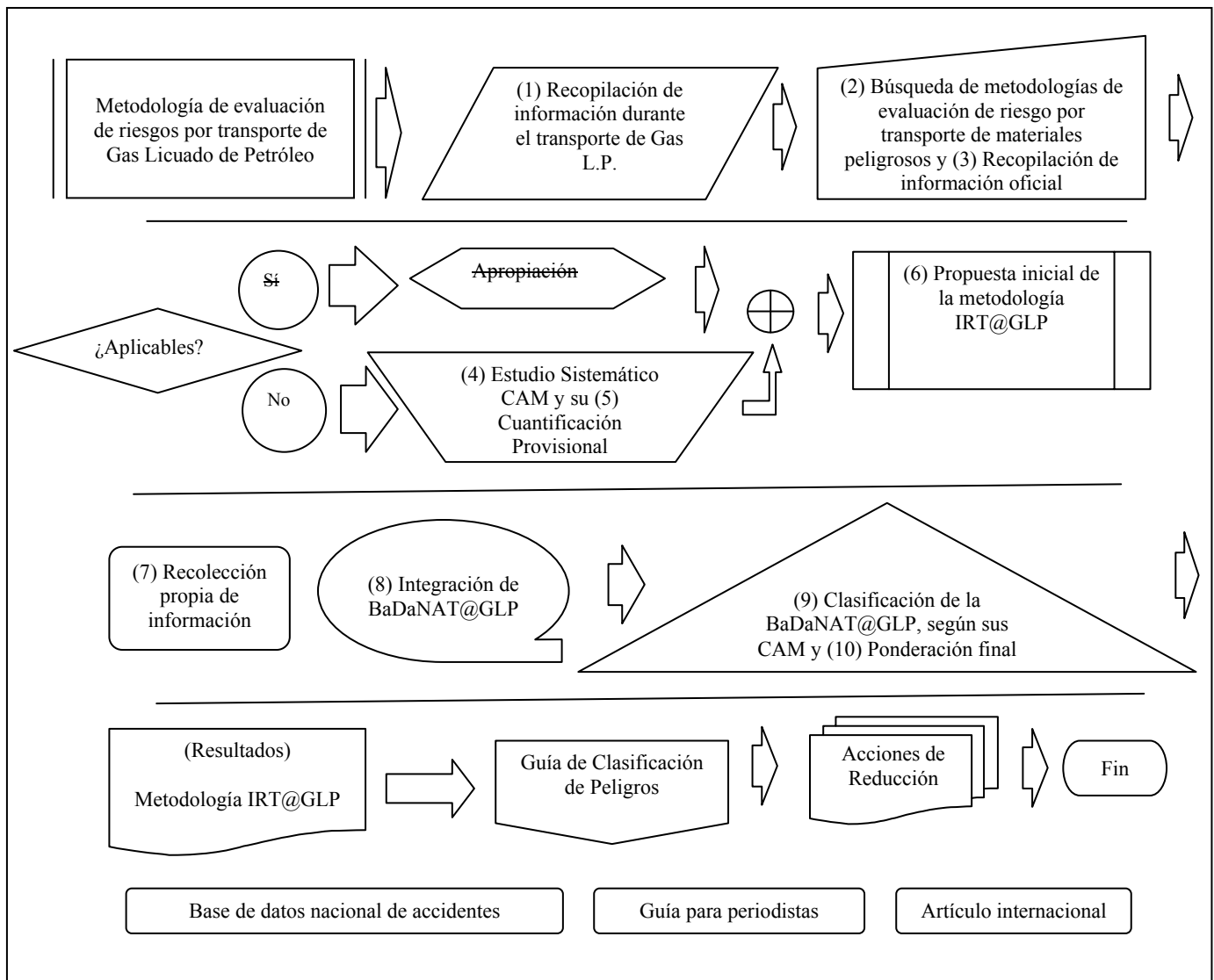
El proceso desarrollado para elaborar el Índice de Riesgo presentado en esta tesis se detalla en la Figura 3.1 donde se describe de manera general. Cada paso es tratado más a profundidad en su inciso correspondiente. Para la elaboración del Índice de Riesgo se desarrollaron varios pasos que pueden ser agrupados como sigue:

1. Evaluación preliminar de Causas de Accidentes en México (CAM) durante el transporte de Gas L.P.
2. Búsqueda de metodologías de evaluación de riesgos (y sus requisitos de información para determinar su aplicabilidad al caso de la Z.M.C.M. en México).
3. Recopilación de información oficial de accidentes disponible en México (para permitir determinar las Causas de Accidentes en México, CAM).
4. Desarrollo de un Estudio Sistemático de Causas de Accidentes en México (ESCAM).
5. Cuantificación provisional del Estudio Sistemático de Causas de Accidentes en México.
6. Propuesta inicial de la metodología Índice de Riesgo por Transporte de Gas Licuado de Petróleo (IRT@GLP), con ponderación provisional, obtenida como resultado del (4) Estudio sistemático y la (1) Evaluación preliminar de las Causas de Accidentes en México.
7. Adquisición de información de accidentes disponible en medios de comunicación.
8. Integración de una Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP).
9. Clasificación de los accidentes registrados en la Base de Datos Nacional de accidentes en sus diferentes causas (CAM) de acuerdo con el Estudio Sistemático
10. Ponderación del índice de riesgo mediante la integración de la (5) Cuantificación provisional y la (9) Clasificación obtenida de la BaDaNAT@GLP

Los puntos siguientes se desarrollan en el Capítulo 4. Resultados y Discusión

1. Integración de la metodología Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP
  - a. Bonificación por cumplimiento
  - b. Cálculo del Índice de Riesgo
  - c. Escala de referencia
2. Presentación final de la metodología Índice de Riesgo por Transporte de Gas Licuado de Petróleo, IRT@GLP
3. Elaboración de la Guía de clasificación de peligros
4. Propuesta de acciones prioritarias para la reducción de riesgos durante el transporte de Gas L.P. en la Z.M.C.M., basadas en los resultados arrojados por la BaDaNAT@GLP

Figura 3.1: Esquema de trabajo para el desarrollo de la metodología IRT@GLP



### **3.1 Evaluación preliminar de CAM durante el transporte de Gas L.P.**

El primer paso del presente trabajo de investigación consistió en buscar la información disponible para poder dilucidar si las Causas de los Accidentes en México (CAM) son similares a aquellas usualmente reportadas en el mundo, principalmente en países desarrollados. El primer resultado observado es que la falta de información es la constante en México, pero más allá de esto, las causas de accidentes reportadas resultan drásticamente diferentes de aquellas reportadas mundialmente. En las Figuras 2.1 a-d (Cruz-Gómez, 2009) se puede observar que las principales causas de accidentes reportadas en un país industrializado son las causas externas (no imputables al sistema) (30%) y las causas no identificadas (22%), mientras los accidentes imputables a fallos humanos constituyen únicamente el 6% de los casos. Por contraste, como se detalla más adelante en los datos reportados para México, Tabla 3.1, se puede observar que cerca del 50% de los accidentes son directamente atribuibles a errores humanos. De la gráfica reportada para México se puede apreciar que las Causas de Accidentes en México (CAM) son diferentes tanto en proporción como, sobre todo, en origen. Resulta obvio entonces, que para poder realizar cualquier estimación de riesgos válida y con algún grado de confiabilidad es necesario contar con información propia y adecuada.

#### **3.1.1. Información disponible publicada**

En las memorias del XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, González Moran y otros publicaron en 2002 el “Estudio retrospectivo sobre accidentes carreteros durante el transporte de sustancias peligrosas en la República Mexicana (1996 - 2000)”, la información clave reportada en este estudio se presenta a continuación. Los autores dispusieron de la información de la base ACARMEX (Accidentes Carreteros en México-, elaborada originalmente por el CENAPRED y actualmente resguardada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con el estado de “confidencial”, no disponible de acuerdo con lo ya descrito en el inciso 2.3.3.2). En la Tabla 3.1 se presenta el porcentaje de las causas que originaron los accidentes carreteros para el periodo reportado. Se encuentran señalados (\*) los datos que son directamente atribuibles a errores humanos debidos a falla de capacitación o de supervisión del personal. Como puede observarse, este tipo de causa –la atribuible directamente a errores humanos- representa prácticamente la mitad (49.81%) del total de casos reportados.



Tabla 3.1: Causas que originan los accidentes carreteros (González-Moran et al. 2002)

<b>Causa del accidente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
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	3.42
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 %
* Causas imputables directamente al personal	49.81%

## **3.2 Búsqueda de metodologías de evaluación de riesgos**

En el mundo se han desarrollado una amplia variedad de metodologías específicas para evaluar el riesgo por el transporte de materiales peligrosos y de Gas L.P., su característica principal es que están basadas en el concepto tradicional de riesgo (Goh et al., 1995; Boulton, 2000; Bubbico et al., 2000), esto es, describen al riesgo como una función de la probabilidad de ocurrencia. Dado que las frecuencias y probabilidades de accidentes son propias de cada país y situación particular no es posible emplear los mismos valores para una evaluación en México. Lo anterior imposibilita la aplicación de dichas metodologías en los casos en que no se dispone de la información adecuada sobre frecuencias. En México no fue posible hallar una metodología específica para la evaluación de riesgos por transporte de Gas L.P. aunque, durante la búsqueda de otras metodologías aplicables sí se encontraron publicaciones relacionadas con la evaluación de riesgos por transporte de sustancias químicas.

### **3.2.1 Metodologías relacionadas**

En México la aproximación más común para la prevención de riesgos es la imposición de normas. Se ha creado todo un esquema normativo para tratar de dar a conocer y controlar el riesgo, pero el principal inconveniente de esta aproximación es que no se corrobora su aplicación, ni se evalúan los resultados (aunado a los inconvenientes aparejados con un estilo impositivo que no requiere, ni cuenta, con la comprensión de sus fundamentos ni con los elementos suficientes para forzar su cumplimiento).

Como se mencionó previamente en el inciso 2.3.1, para el caso de México se localizaron un par de metodologías propuestas por Rivera-Balboa (2002), en el libro publicado por el CENAPRED “Metodologías para la evaluación del riesgo en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos”. En él se detallan los pasos a seguir para efectuar una evaluación de riesgos por el transporte de sustancias químicas peligrosas. Se presentan, a saber, dos metodologías diferentes.

La primera metodología para la evaluación del riesgo en el transporte es “una adaptación aplicable al transporte desarrollada originalmente por el Instituto Americano de Ingenieros Químicos, *AIChE*, (por sus siglas en inglés), y otras instituciones para instalaciones industriales” (Rivera-Balboa, 2002). La metodología define el riesgo individual como “la probabilidad de un incidente durante el transporte multiplicado por la probabilidad de que el individuo experimente las consecuencias de interés” y al riesgo individual total como “la suma de los riesgos individuales, en la localización, para todos los casos particulares resultado de los incidentes”. La segunda metodología, es “una integración y adaptación de las propuestas por diferentes investigadores” (Rivera-Balboa, 2002).

En ambos casos se emplea la definición tradicional de riesgo (Ecuación 2.1) por lo que es medular el cálculo de las probabilidades de ocurrencia de los accidentes para la obtención de resultados. Así, propone el empleo de tablas de probabilidad publicadas en los EEUU aunque reconoce explícitamente que “(...) los valores mostrados en las tablas pueden ser muy diferentes a los que específicamente se obtengan para los vehículos y carreteras de México, (...)” (Rivera-Balboa, 2002).

Dado que –como lo afirma el citado libro- los valores de probabilidad que solicita la metodología no se encuentran disponibles en México, se concluye que no es aplicable para el presente caso de estudio. De esta forma, resulta que las escasas metodologías que más específicamente han sido publicadas para México por un organismo federal especializado en la prevención de riesgos, no resultan de utilidad por la falta de datos que permitan calcular las probabilidades de accidentes requeridas por la mayoría de los modelos de cálculo de riesgo. Así, considerando este factor relevante –la carencia de datos para México, de acuerdo con el CENAPRED- se buscaron metodologías que permitieran la estimación del riesgo en un modelo que no requiera de manera medular las estadísticas de frecuencias de accidentes.

Otra metodología relacionada de evaluación de riesgo por materiales peligrosos es la propuesta por Martínez–Alegría y otros (2003): “Un modelo conceptual para analizar los riesgos involucrados en la transportación de bienes peligrosos: implementación en un sistema de información geográfica”, aunque este modelo emplea el concepto tradicional de riesgo definido como gravedad multiplicado por probabilidad, propone varios elementos originales para el cálculo rápido de la gravedad del accidente. La metodología describe un sistema para calcular los riesgos, debidos al transporte de mercancías peligrosas, sobre las personas y el ambiente en caso de un accidente. Aclara explícitamente: “El riesgo es calculado con base en el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de un accidente y la gravedad del daño...”. Si bien la restricción anterior también implica que no puede ser aplicable para México, presenta algunas innovaciones interesantes como, por ejemplo, el empleo para el cálculo del término correspondiente al “daño inherente”, de un promedio de los valores asignados al material por su inflamabilidad, reactividad y toxicidad, más un valor correspondiente a la capacidad oxidante del material; así, aún en una escala reducida, contempla los peligros propios del material. Otra de sus contribuciones es la inclusión en el rubro de “vulnerabilidad ambiental”, de factores tales como áreas naturales protegidas o patrimonio histórico o artístico.

### **3.2.2: Guías internacionales relacionadas**

En un esfuerzo por regular y brindar parámetros de referencia mínimos que incrementen la seguridad en el transporte mundial de materiales peligrosos, se han desarrollado internacionalmente guías que, si

bien no son directamente metodologías para la evaluación del riesgo, sí representan un estándar con una referencia internacional. Se mencionan a continuación algunas de estas guías y recomendaciones – que se pueden considerar bajo la categoría de los métodos comparativos de evaluación de riesgos– publicadas para el transporte seguro de los materiales peligrosos que, en general, son también aplicables al transporte de Gas L.P.:

### **Recomendaciones acerca del transporte de mercancías peligrosas: Reglamentaciones modelo**

*Recommendations on the transport of dangerous goods: model regulations*, de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2011) (También conocido como “Libro Naranja”).

De carácter general, considera recomendaciones aplicables por cualquier país para el transporte seguro de los materiales peligrosos. Su propósito es: “ofrecer un marco de normas fundamentales respecto al cual se puedan ir complementando las normas nacionales e internacionales por las que se rige el transporte (...)” manteniéndose “suficientemente adaptable para dar cabida a las exigencias que hayan de satisfacerse en circunstancias particulares”. Así, las recomendaciones modelo contenidas resultan de carácter general y específicas para mejorar la seguridad en el transporte.

### **TransAPELL**

Siglas del documento Guía de Planeación para Emergencias durante el Transporte de Mercancías Peligrosas a Nivel de Comunidad Local, *Guidance for Dangerous Goods Transport Emergency Planning in a Local Community*, tomado del PNUMA, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2000).

Tiene como base el programa conocido como *APELL*, siglas en inglés para el Programa de Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local, *Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level*, y está diseñado específicamente para el caso del transporte de materiales peligrosos. El TransAPELL, al igual que el *APELL*, tiene como objetivos principales: “Generar y promover mayor conciencia en las comunidades (...) de los riesgos (...) en la producción y manejo de materiales peligrosos” y “Desarrollar planes de respuesta ante emergencias en cooperación con las comunidades locales (...)”. El objetivo específico de *TransAPELL* es: “identificar enfoques ya probados para la preparación para emergencias ocurridas durante el transporte (de materiales peligrosos)”. Por lo anterior no se le puede considerar un método para la estimación del riesgo (si bien, puede hacer uso de esta información para cumplir su más amplio propósito).

Cabe resaltar que la recomendación manifiesta en el documento, en su apartado “identificación y evaluación de riesgos”, considera como uno de los pasos a seguir el cálculo de la probabilidad basado en el historial de accidentes y, como sugerencia, agrega: “Recolectar y analizar datos estadísticos de accidentes ocurridos en el pasado”. Una vez más, dado que se carece de esta información en México, el paso debe ser omitido o considerado con la debida reserva.

### **Guía para la Prevención, Preparación y Respuesta ante Accidentes Químicos**

*Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, *OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)* (OECD, 2003).

Considera recomendaciones para el tratamiento adecuado de las sustancias. Presenta una “guía para la industria, las autoridades, la comunidad y partes interesadas”. Incluye un apartado específico para la interfase entre las instalaciones fijas y el transporte. Las recomendaciones son de índole general.

### **Guías para la Transportación, Protección, Seguridad y Adm. del Riesgo por Sustancias Químicas**

*Guidelines for Chemical Transportation, Safety, Security and Risk Management*, del Centro para la Seguridad de los Procesos Químicos, *CCPS (Center for Chemical Process Safety)* del Instituto Norteamericano de Ingenieros Químicos (*American Institute of Chemical Engineers*) (CCPS, 2008).

Trata los sistemas administrativos primarios, que incluyen el cumplimiento normativo y las partes de los sistemas administrativos del transporte; temas de la evaluación del riesgo, los fundamentos, análisis cualitativo, semicuantitativo y cuantitativo; consideraciones de seguridad en el transporte; y estrategias para la reducción del riesgo. Cabe mencionar que las evaluaciones de riesgo se basan en la definición del riesgo como función del escenario, la probabilidad y las consecuencias.

## **3.3 Recopilación de información oficial de accidentes disponible en México**

Una vez que se hubo establecido en el inciso 3.1 un panorama general acerca de las causas de los accidentes en México, y habiendo establecido en el inciso 3.2 que las metodologías de evaluación de riesgo generalmente requieren de la información estadística de los accidentes ocurridos con características similares, se procedió a solicitar todas las bases de datos disponibles en México en las instituciones relacionadas con la transportación de materiales peligrosos o de Gas L.P. Se encontró que aunque existían varias instancias que declaraban en sus atribuciones tener un registro de accidentes ya fuera con materiales peligrosos en general, o concretamente con Gas L.P. (SCT, PROFEPA, Protección

Civil, Bomberos, Central de Fugas, CENAPRED, ANIQ, DGGLP-SENER – ver el inciso 2.3.3) sólo las tres últimas dieron al autor acceso a los datos y únicamente la base de datos de la Dirección General de Gas L.P. de la Subsecretaría de Hidrocarburos de la Secretaría de Energía (DGGLP- SENER) contaba con información suficiente y útil para estimar y/o determinar las causas de los accidentes. Esta base se encuentra en actualización constante y representa un esfuerzo para conjuntar la información oficial disponible acerca de accidentes con Gas L.P. en territorio nacional; se encuentra disponible al público en dicha Dirección General de Gas L.P. e incluye información de todo tipo de incidentes y accidentes con el combustible, no únicamente los relacionados con el transporte.

Dado que la información proporcionada por medios oficiales no fue suficiente para establecer con confianza un tabulador real para el estudio sistemático, se mostró indispensable el desarrollo de una base de datos adicional, adquirida mediante la búsqueda de noticias publicadas digitalmente en los medios de comunicación, con énfasis en las noticias de los periódicos publicadas en Internet, de todos los accidentes reportados con Gas L.P. en México para un periodo de 5 años (2008-2012). Todos los datos recolectados fueron integrados en la Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP) descrita a detalle más adelante en el inciso 3.7.

### **3.4 Desarrollo de un estudio sistemático de causas de accidentes en México**

Después de analizar los datos proporcionados por las instituciones en México, se desarrolló un estudio sistemático de las posibles causas de accidentes incluyendo cada etapa en el proceso de distribución de Gas L.P.; esto permitió agrupar las causas más probables en categorías y subcategorías que comprendieran los factores que se consideraron de mayor relevancia. Para determinar estas contribuciones se efectuó un análisis del ciclo de reparto del Gas L.P. buscando identificar las diferentes etapas y factores que razonablemente se puede esperar que intervengan recurrentemente en la incidencia de accidentes. Los factores identificados se usaron como base para delimitar las categorías de riesgo. Las categorías de Causas de Accidentes en México fueron nombradas respectivamente como: (Riesgos originados por) 1) Material, 2) Unidad, 3) Personal, 4) Ruta y 5) Imponderables. Un esquema de lo mencionado se muestra en la Figura 3.2. Posteriormente cada categoría fue subdividida nuevamente en subcategorías y a su vez en los factores que contribuyen en mayor medida a incrementar el riesgo. Se agregaron 2 categorías de factores que no se derivan naturalmente pero que son claramente identificables al efectuar la evaluación de Causas de Accidentes en México (CAM) con los datos disponibles: Primero, los riesgos originados por el material peligroso en sí mismo (el Gas L.P. en este caso), considerando que esta metodología pueda ser ampliada posteriormente al transporte de otras

sustancias peligrosas en México; y por otro lado, los riesgos imponderables que se vuelven patentes al considerar que se tienen antecedentes de accidentes que han sido provocados por causas fortuitas que no eran razonablemente previsibles o que no resultan siquiera probables o factibles de cuantificación. El esquema que refleja el resultado del Estudio Sistemático de Causas de Accidentes en México (ESCAM) se muestra en la Figura 3.3. A continuación se detalla lo expuesto.

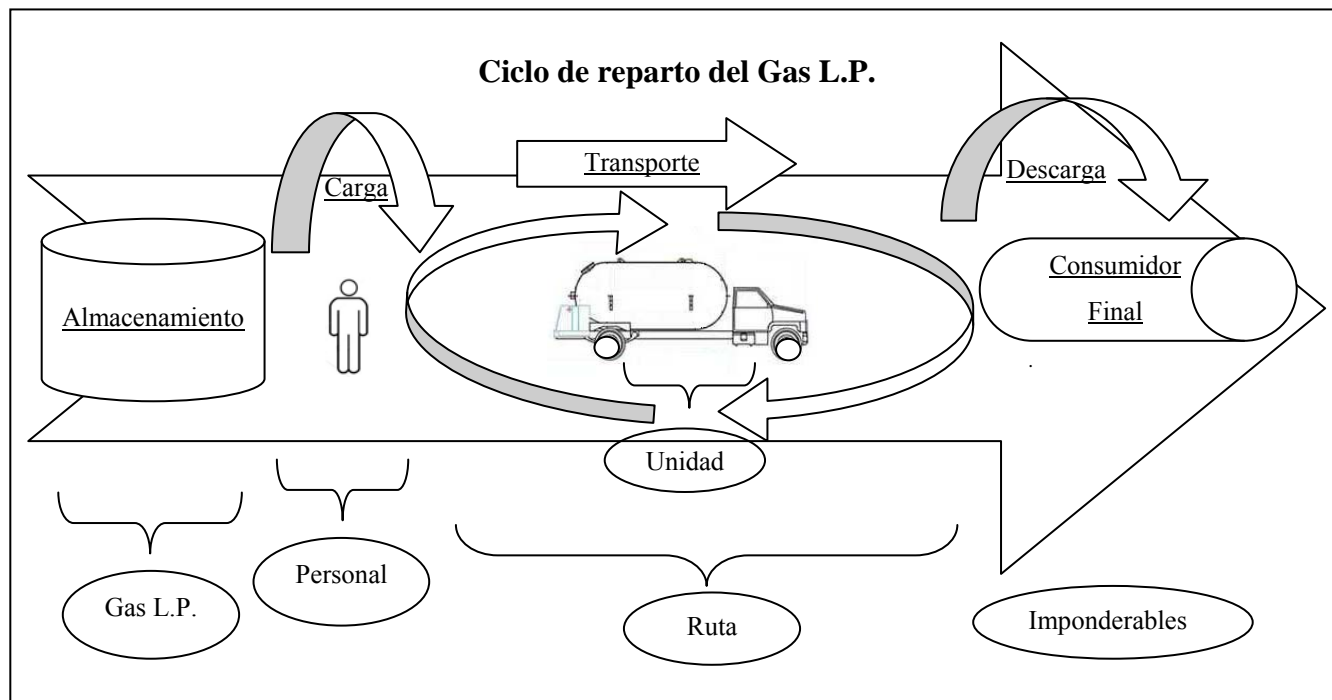


Figura 3.2: Esquema del ciclo de reparto del Gas L.P.

### 3.4.1. Causas principales de accidentes por categoría

Se establecieron las causas, o factores de riesgo, más relevantes dentro de cada uno de los grupos mencionados arriba; se obtuvieron así las siguientes categorías:

#### Categoría A: Material Peligroso

Como primer categoría (categoría A) se incluyó un apartado específico del material transportado, Gas L.P. Aunque todo el contenido de dicho apartado es fijo, dado que el material transportado y las condiciones son semejantes en todo el campo de aplicación de la metodología aquí propuesta, permite dejar un registro de algunas consideraciones hechas para su estimación y sienta un precedente para la posterior inclusión de nuevas sustancias que permitirá eventualmente la creación de un sistema de evaluación mediante Índices de Riesgo en el Transporte para diferentes sustancias en México, especialmente de aquellas consideradas como especialmente riesgosas. En la Tabla 3.2 se mencionan los factores considerados.

Tabla 3.2: Grupo de riesgos debidos al material peligroso

<b>Categoría A: Material Peligroso</b>
Propiedades Físicas: Se consideran propiedades tales como densidad, volatilidad, límites de inflamabilidad, etc.
Propiedades Químicas: Se consideran propiedades tales como calor de combustión, reactividad, toxicidad, etc.
Peligros: Propiedades clasificadas según la NOM-018-STPS-2000 Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
Condiciones Particulares de transporte de la sustancia: Criogénica, Presurizada, Inerte, etc.

### **Categoría B: Unidad Transportadora**

Respecto de las principales causas debidas a la unidad transportadora, sea ésta un auto tanque (conocido coloquialmente en México como “pipa”), o un camión de reparto de cilindros portátiles, ambos responsables de llevar el Gas L.P. desde las instalaciones del distribuidor a las instalaciones de los usuarios finales en la Z.M.C.M., se estableció la categoría reflejada en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3: Grupo de riesgos debidos a la unidad transportadora

<b>Categoría B: Unidad transportadora</b>
Sistema mecánico: Se refiere a los elementos comunes de cualquier vehículo automotor de carga.
Sistema de almacenamiento del material: Se refiere al recipiente destinado al transporte y contención del material peligroso.
Sistema de carga y descarga del Gas L.P. Se refiere a todos los elementos para cargar o descargar el combustible al Sistema de Almacenamiento.
Sistema de carga y almacenamiento del usuario: Se refiere a todos los elementos del cliente para cargar el Gas L.P. al sistema de almacenamiento.
Sistema de seguridad: Se refiere a todos los elementos destinados a brindar seguridad, minimizar o mitigar los riesgos debidos al Gas L.P.-



### **Categoría C: Personal Repartidor**

Se refiere a las causas de accidentes principales debidas a los empleados de la compañía distribuidora de Gas L.P. (personal contratado por las empresas distribuidoras para la labor de reparto y responsable tanto del manejo de las unidades transportadoras como de la entrega del Gas L.P. en las instalaciones del usuario final). En la Tabla 3.4 se presentan los factores de riesgo debidos al personal repartidor que se consideraron de mayor relevancia durante el presente estudio.

Tabla 3.4: Grupo de riesgos debidos al personal

<b>Categoría C: Personal</b>
Riesgos por falta de Capacitación: Se refiere a la capacitación que todo el personal involucrado debe recibir para su correcto proceder, sobre cada una de las categorías de factores. Se considera la capacitación para el adecuado manejo de: la Unidad, el Material y su manipulación, suficiente Educación vial, la Seguridad en el manejo del material y la correcta Respuesta a emergencias.
Riesgos por falta de Vigilancia <sup>(a)</sup> : Se refiere a la supervisión que el personal debe tener, de toda índole, para garantizar que es capaz y que opera adecuadamente según las instrucciones recibidas. Se consideran: vigilancia Médica, vigilancia Psicológica, y vigilancia del cumplimiento de los Procedimientos de operación.

<sup>(a)</sup> Esto es debido a que en países en desarrollo como México la capacitación del personal no es suficiente y requiere estrecha supervisión, dadas las condiciones socioeconómicas. Los operadores se ven tentados a ignorar u omitir normas y procedimientos con el fin de incrementar sus beneficios personales, aún a costa de su seguridad o la de los demás. Se pueden observar semejanzas con este fenómeno en Gupta (1997)

### **Categoría D: Ruta**

Las principales causas atribuibles a la ruta consideran el trayecto seguido por las unidades transportadoras desde las instalaciones de la compañía distribuidora de gas hasta el sitio de entrega al usuario, así como las características variadas que se puede deducir que tienen una influencia directa sobre el riesgo originado por los múltiples factores durante la movilización del Gas L.P. Se muestran las subcategorías en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5: Grupo de riesgos debidos a la ruta

<b>Categoría D: Ruta</b>
Características generales: Considera generalidades como longitud, tortuosidad, desnivel, duración, etc.
Características ambientales: Considera factores horarios o climatológicos esperados
Características de la infraestructura: Considera al tipo de vía transitable, su señalización, etc.

## **Categoría E: Riesgos Imponderables**

Adicionalmente, con el propósito de incluir posibles factores no explícitamente considerados y difícilmente cuantificables se agregó un grupo denominado Imponderables (Tabla 3.6), si bien estos factores son difíciles de evaluar, permiten reflejar numéricamente la apreciación subjetiva del evaluador con respecto a algunos factores imprevisibles pero significativos que pueden contribuir al resultado en la cuantificación del riesgo. Este grupo de factores Imponderables es tal vez el que mayor experiencia y capacidad de previsión requiera por parte del evaluador. Idealmente y conforme se progresa en la prevención de riesgos en México, se espera llegar a una situación semejante a la de los países desarrollados en la que los riesgos se originan efectivamente en situaciones inesperadas, muy poco probables o excepcionales –a diferencia de la situación actual en que los riesgos se deben a la falta de atención de factores ya detectados y que tienen soluciones conocidas–. Dada la naturaleza compleja de los factores que pueden resultar involucrados, se decidió únicamente agruparlos en subcategorías y dar la libertad al evaluador de considerar, incluir y cuantificar los riesgos que sea capaz de identificar dada su situación particular. En la Guía de Peligros se presenta únicamente a modo de referencia, una lista de factores excepcionales y la calificación propuesta para orientar al especialista en el uso de esta categoría de forma que se refleje su percepción del riesgo en su caso particular.

Tabla 3.6: Grupo de riesgos debidos a factores imponderables

<b>Categoría E: Imponderables</b>
Naturales: Considera todos los riesgos asociados a fenómenos naturales imprevisibles, por ejemplo: terremotos, hundimientos, relámpagos, ventarrones, interacción con fauna fuera de lo considerado en la categoría Ruta, etc. Ejemplo registrado: Una lluvia torrencial fractura un desagüe a cielo abierto y provoca una colisión múltiple en que una pipa con Gas L.P. se ve involucrada y genera una explosión.
Sociales: Incluye todos los riesgos originados por las personas y sus conductas –intencionales o relacionadas - alrededor del fenómeno de transporte de Gas L.P. Se contemplan situaciones tales como: manifestaciones, mítines, vandalismo, asaltos, inseguridad, terrorismo, etc. Ejemplo registrado: Una manifestación campesina cierra la circulación y amenaza con incendiar la pipa con Gas L.P.
Tecnológicos: Contempla fenómenos fortuitos de baja probabilidad difíciles de cuantificar, que se originen en la influencia antropogénica y que afecten al riesgo. Por ejemplo: Caídas de objetos en ruta, líneas de electricidad, falla de represas, colapso de las vías de tránsito, accidentes ocurridos en las cercanías de la Unidad, entre otros.

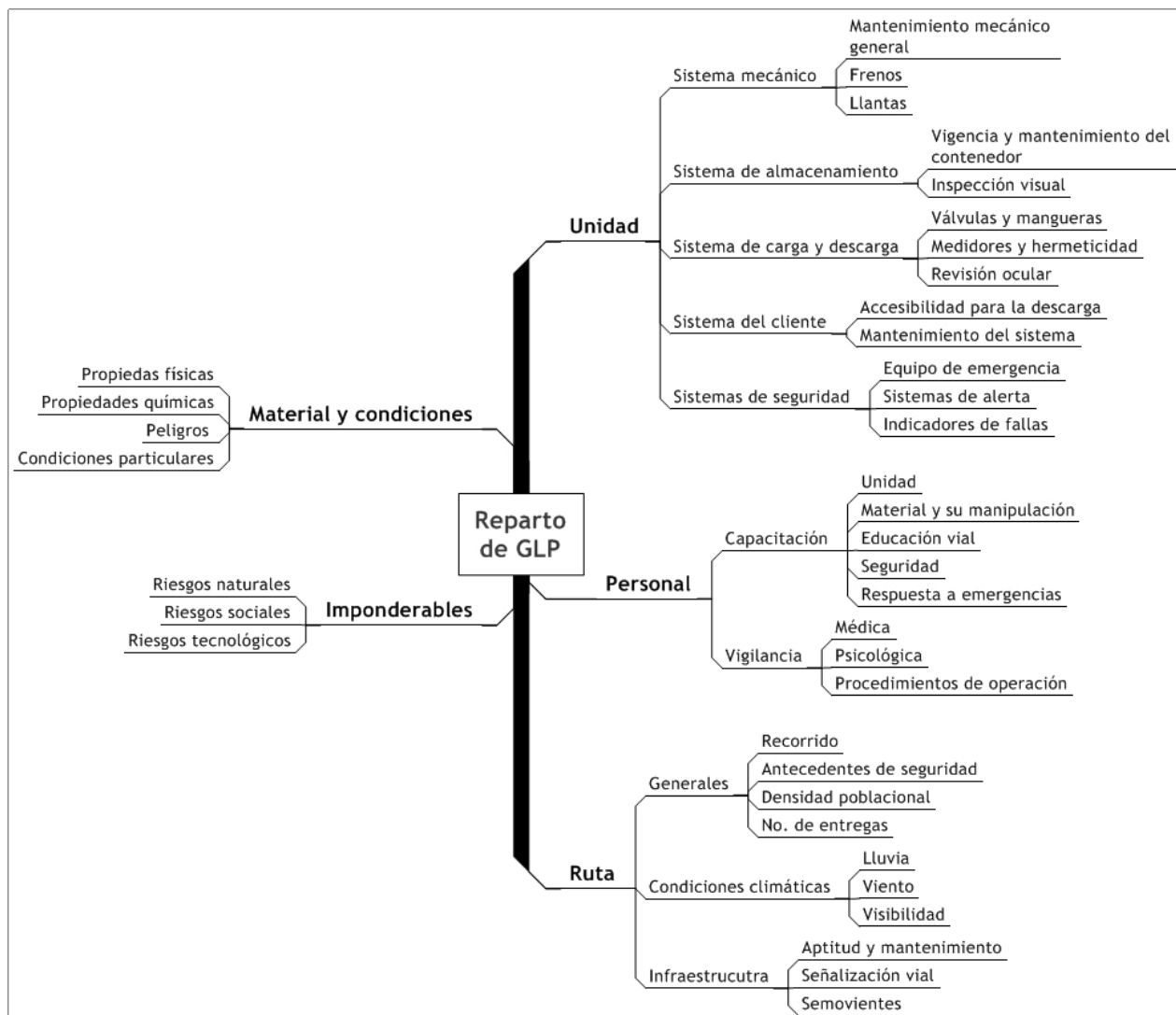


Figura 3.3: Esquema del Estudio Sistemático de Causas de Accidentes en México (ESCAM)

### 3.5 Cuantificación provisional del Estudio Sistemático de CAM

Con el fin de establecer un mecanismo de cuantificación que permitiera evaluar a cada una de las categorías de riesgo mencionadas, se asignaron arbitrariamente 100 puntos que fueron repartidos de manera aproximadamente equitativa de acuerdo con la recurrencia esperada de las causas que constituían cada factor de riesgo. La ponderación relativa entre categorías fue dada por los valores derivados de la evaluación preliminar de Causas de Accidentes en México (CAM) – (inciso 3.1). La cuantificación provisional de cada uno de estos factores de riesgo se presenta en la Figura 3.4. La ponderación de cada categoría, se basó en la evaluación preliminar de causas de accidentes (descrita en el inciso 3.1.1 y presentada en la Tabla 3.1). Dado que la categoría de Riesgos Imponderables fue agregada en el estudio sistemático, también fue ponderada con la misma escala de 100 puntos, dividida equitativamente, entre las sub categorías que se propusieron.

# Causa inicial de accidentes con Gas L.P. de acuerdo con la ponderación equitativa inicialmente supuesta

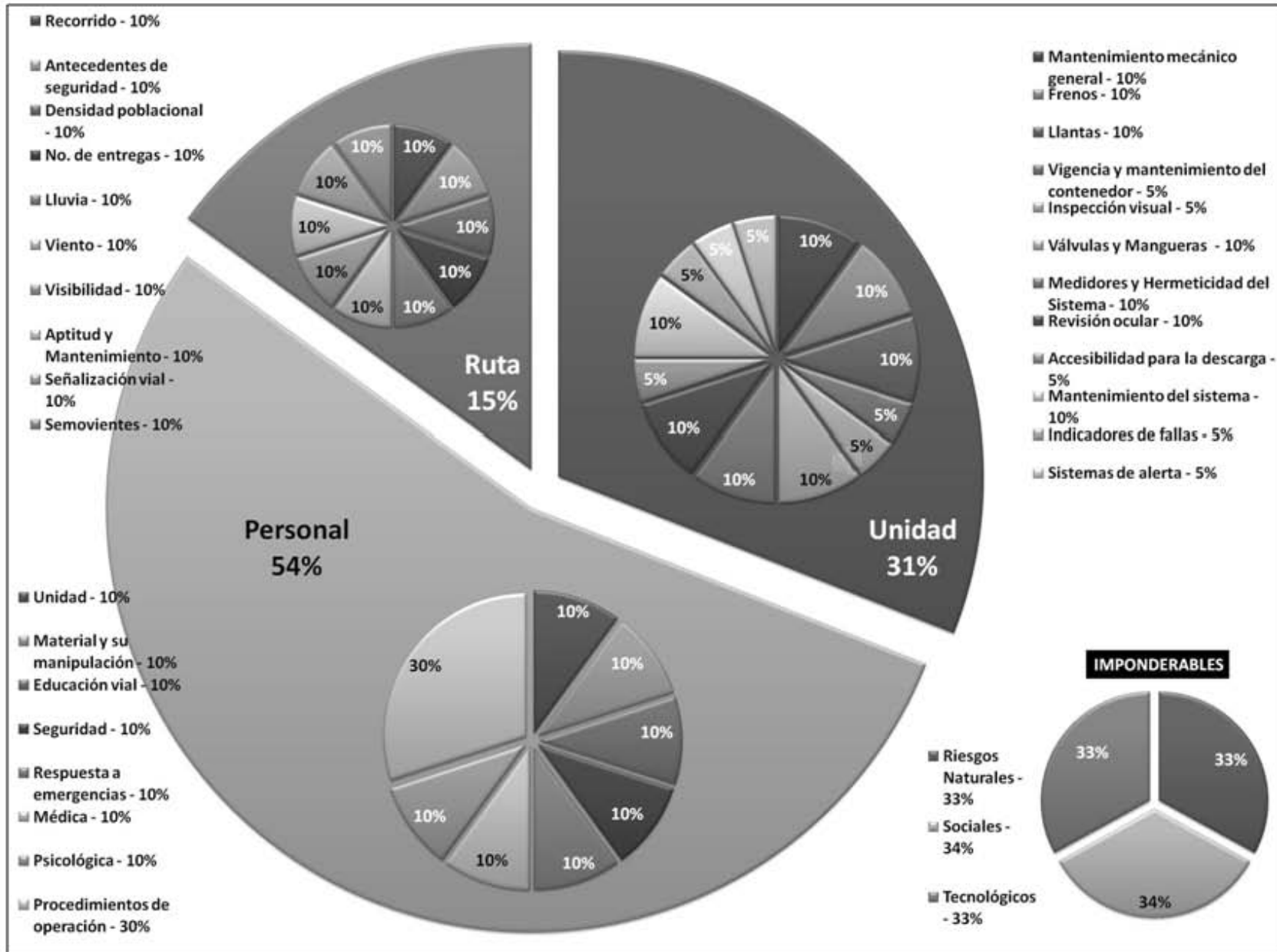


Figura 3.4: Cuantificación inicial basada en una ponderación equitativa.

### **3.6 Propuesta inicial de la metodología IRT@GLP**

Tanto la clasificación derivada del Estudio Sistemático de Causas de Accidentes en México (CAM) como la cuantificación provisional, se ordenaron para parecerse al conocido Índice Dow -F&EI- y emular su mecánica y sencillez de aplicación. En esta etapa se ideó tanto el formato de dos páginas para el Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP, -con el fin de simplificar su presentación-, como el adjuntar una Guía de Clasificación de Peligros que describa el mecanismo de evaluación que permita asentar los datos en el IRT@GLP de la manera apropiada. El desarrollo de la Guía de Clasificación de Peligros se detalla más adelante en el inciso 4.2. Ya definida en este punto la presentación que se habría de dar al Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P. se procedió con la recopilación de información de accidentes durante el transporte de Gas L.P. en México que permitió asignar una ponderación más acertada y que corresponde con los accidentes observados en México.

### **3.7 Adquisición de información de accidentes en medios de comunicación**

Ante la carencia de información útil en las bases de datos proporcionadas por las instituciones consultadas, -ver el inciso 2.3.3-, se inició una búsqueda de información digital en medios masivos de comunicación que reportaran incidentes y accidentes ocurridos durante el periodo de 5 años de 2008 a 2012; no se descartó la información localizada para accidentes anteriores, el primer registro se tiene de 1997 y los últimos de 2013, durante el transporte terrestre de Gas L.P. al interior del territorio nacional. La información se recopiló mediante la búsqueda en internet, tanto mediante búsqueda manual, a través de las respectivas páginas de Internet de los periódicos nacionales, como mediante búsqueda automatizada del sistema de notificación de noticias *Google Alerts*. Los resultados fueron posteriormente complementados con la Base de Datos de Accidentes de la DGGLP de la Secretaría de Energía y se integraron como parte de la Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P., BaDaNAT@GLP (2008-2012) que se adjunta en este estudio en el Anexo 2. El procedimiento para la obtención de esta base de datos se describe a continuación.

### **3.8 Integración de la base de accidentes BaDaNAT@GLP**

La base se integró unificando las dos bases mencionadas en el inciso anterior, tanto la base de datos de accidentes propia -obtenida de la búsqueda digital de información en los medios masivos de comunicación-, como la base de datos provista por la DGGLP-SENER -única base institucional accesible con datos útiles para la evaluación de riesgos-. A esta nueva base de datos unificada, llamada Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP), se integraron las mismas categorías de clasificación que contenían inicialmente (Fecha, hora, lugar, descripción, etc.) ambas bases de origen y se agregó la información correspondiente que se

halló disponible. Algunos de los resultados obtenidos del análisis estadístico de esta base se presentaron en el inciso 2.2.3.1. La Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. se presenta completa en el Anexo 2, por motivos de espacio en esta publicación, sólo se presentan algunas de las categorías: Número de Incidente/accidente, Fecha, Hora, Localización, Descripción, Tipo de Contenedor, Causa Primaria y Causa Secundaria del accidente.

En total, la BaDaNAT@GLP recaba información disponible de más de 900 accidentes para un periodo de 17 años (1997-2013), aunque se estima que el número de accidentes en la realidad es mucho mayor dado que muchos no son reportados ni registrados. El periodo más significativo de datos recopilados de accidentes abarca 5 años (2008 a 2012). Aunque el primer registro data de 1997, la recopilación significativa de datos comienza en 2008 -fecha de inicio de esta investigación-, probablemente, debido a la conversión de los medios masivos a la comunicación a través de Internet o a la eliminación progresiva de los registros más antiguos. Con base en la información de la descripción del accidente, -cuando ésta existía y era suficiente-, fue asentada, o supuesta, la causa más probable de los accidentes e integrada a la BaDaNAT@GLP. Cada uno de estos accidentes fue clasificado de acuerdo con sus causas y de acuerdo con los factores de riesgo obtenidos del estudio sistemático, tal como se describe a continuación.

### **3.9 Clasificación de la BaDaNAT@GLP en sus CAM**

Una vez que la Base de Datos Nacional se tuvo disponible, junto con la clasificación de sus más probables Causas de Accidentes en México, CAM, estos accidentes fueron clasificados de acuerdo con el esquema presentado en la Figura 3.3. A cada uno de los accidentes registrados se le clasificó asignando –cuando la información así permitía suponerlo- una posible Causa Primaria (la causa principal a la que se puede imputar la ocurrencia del accidente/incidente) y una Causa Secundaria (el factor de riesgo que refuerza, agrava o determina las consecuencias del incidente o accidente) de entre los factores de riesgo determinados en el Estudio Sistemático de Causas de Accidentes en México. Una vez hecha la clasificación de los diferentes accidentes registrados en la BaDaNAT@GLP, su conteo permitió crear la gráfica mostrada en la Figura 3.5. Para elaborarla, cada incidencia fue contabilizada y ponderada considerando que las Causas Primarias tenían el doble de peso relativo que las Causas Secundarias.

## Causa inicial de accidentes con Gas L.P. de acuerdo con la BaDaNAT@GLP, ponderando causas primarias y secundarias (2:1)

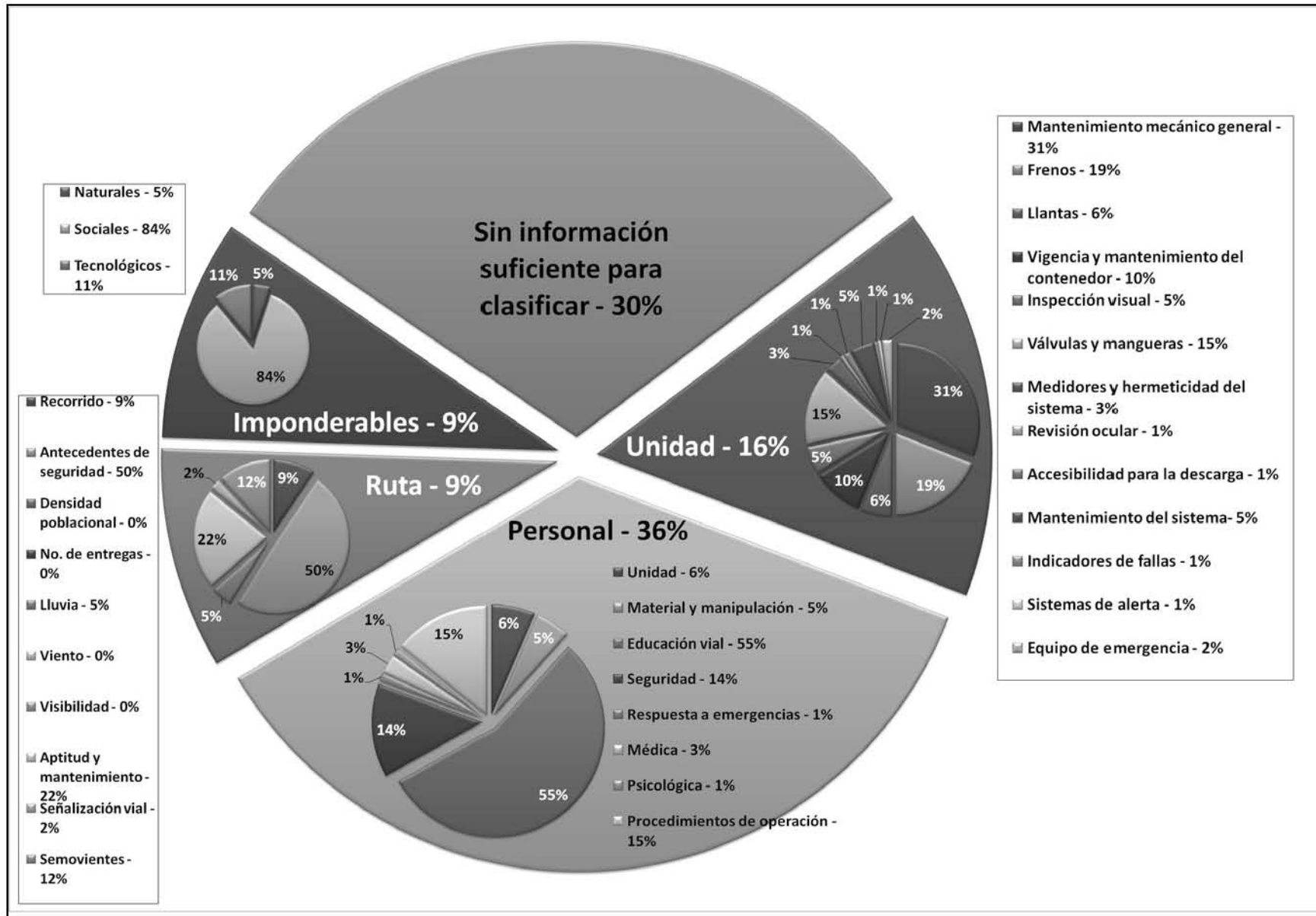


Figura 3.5: Porcentaje ponderado de accidentes según la clasificación de la BaDaNAT@GLP.

### 3.10 Ponderación del IRT@GLP: Equitativa (30%) y de la BaDaNAT@GLP (70%)

Durante la clasificación de accidentes de acuerdo con el estudio sistemático se encontró que sólo el 70% de los datos de la BaDaNAT@GLP tenían información suficiente para poder ser clasificados de acuerdo con las categorías establecidas (Figura 3.5) en el Estudio Sistemático de CAM, por esta razón, el restante 30% fue ponderado de acuerdo con la clasificación equitativa provisional (Figura 3.4) que se había propuesto previamente. Un esquema de lo anterior se muestra en la Figura 3.6 que representa la fusión ponderada de las dos clasificaciones previas, las causas no especificadas en la base (Sin información suficiente - 30%) se consideraron como distribuidas según la ponderación equitativa tentativa. En la Figura 3.7 se muestran los factores de riesgo que conforman al IRT@GLP así como la ponderación final asignada en función de las dos ponderaciones previas: la ponderación inicial tentativa (30%) y la ponderación según la BaDaNAT@GLP (70%).

Una vez integrada toda la información anterior se procedió a consolidar formalmente la metodología para la evaluación del riesgo por Gas L.P., objetivo de esta investigación, mediante un “Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P.” (IRT@GLP). La metodología que se obtuvo como resultado final, así como los elementos adicionales que se desarrollaron, se detallan a continuación en el Capítulo 4.

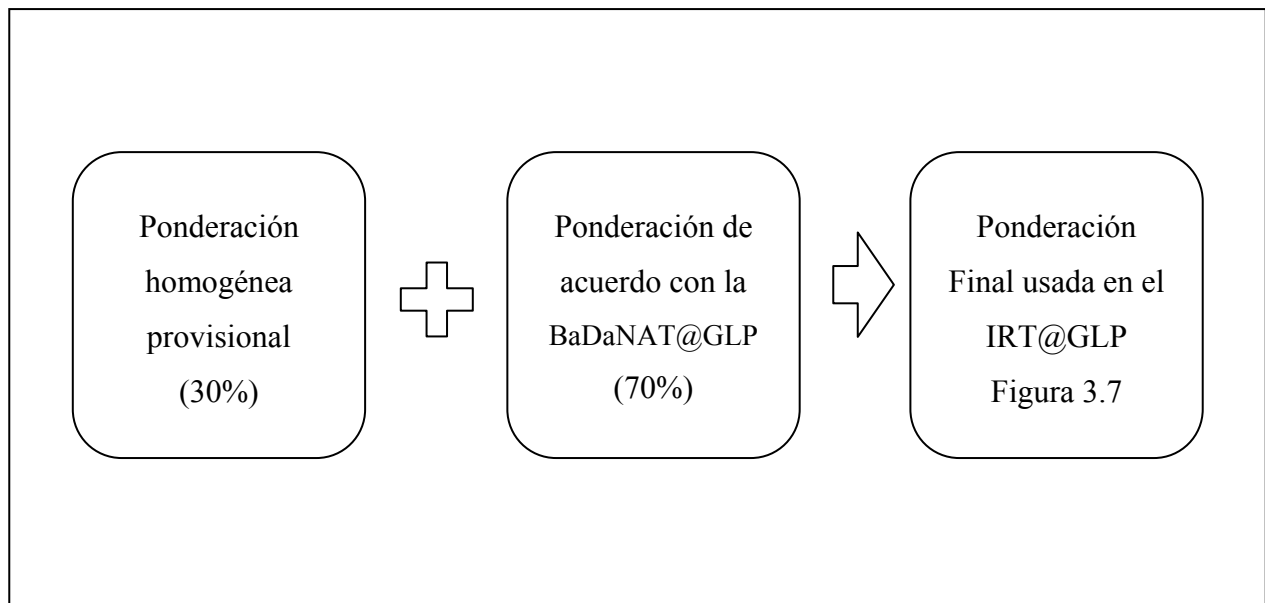


Figura 3.6: Fusión de las clasificaciones, homogénea con BaDaNAT@GLP, usada para obtener la ponderación final de la Figura 3.7 empleada en el IRT@GLP



## Ponderación final de causas iniciales de accidentes que se emplea para calificar el riesgo en la metodología de Índice de Riesgo en el Transporte de Gas L.P.

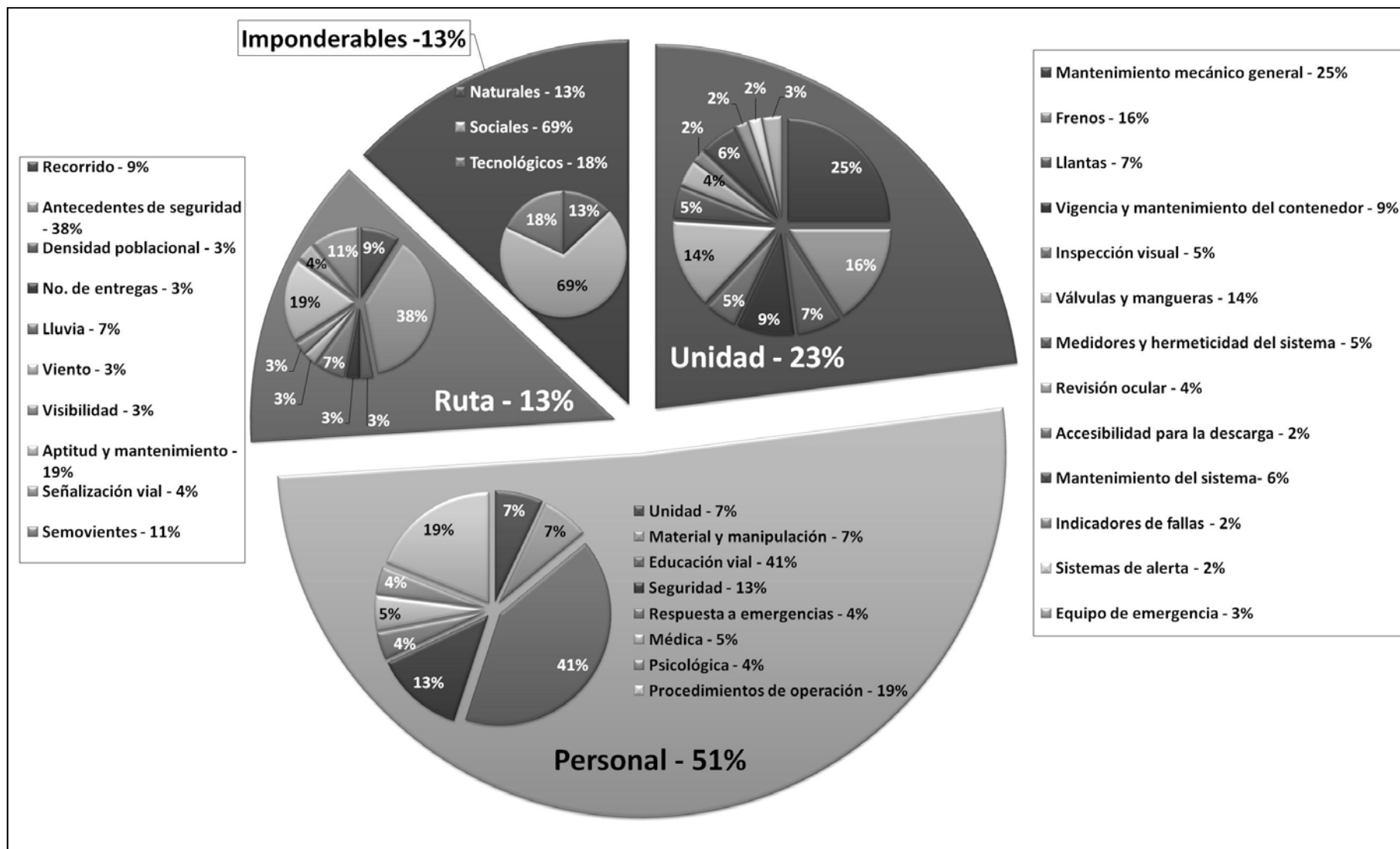


Figura 3.7: Ponderación final para el Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P. (IRT@GLP)

## **Capítulo 4. Resultados y discusión**

De la metodología de evaluación de riesgos desarrollada y su procedimiento de uso, de la Guía de clasificación de peligros (Guía de llenado) y de las acciones generales que se pueden implementar para la reducción del riesgo con base en los resultados que arroja la metodología IRT@GLP aquí propuesta. Discusión acerca del desarrollo metodológico y las presuposiciones que se consideraron.

### **4.1 Integración de la metodología IRT@GLP**

Una vez que se establecieron los factores preponderantes de riesgo, que fueron divididos en categorías y subcategorías (Figura 3.3), y habiendo establecido la ponderación correspondiente para cada uno de éstos (Figura 3.7), se completó la propuesta de la metodología del Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP dándole su formato final simplificado de dos páginas

Se obtuvo así, una metodología de evaluación de riesgos que permite –mediante la asignación de “calificaciones” a cada una de las situaciones de riesgo planteadas con el fin de obtener una calificación global- cuantificar, comparar y comunicar al interior de las empresas transportistas y a las autoridades involucradas, el riesgo asociado con el transporte de Gas L.P., en un contexto realista que refleja las condiciones actuales que inciden sobre el riesgo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Z.M.C.M.). En su formato final, la metodología incluye varias secciones que representan las principales áreas de riesgo (Figura 3.3). Las principales categorías se justificaron en el inciso 3.4, a la que se agrega únicamente, la sección de Bonificaciones por Cumplimiento tratada a continuación.

#### **4.1.1 Bonificaciones por Cumplimiento**

La sección de Bonificaciones se incluyó para considerar algunos factores atenuantes que permitan estimar una reducción del riesgo debida al cumplimiento de normatividad o estándares -nacionales o internacionales-, relacionados con seguridad o calidad en los procesos involucrados, específicamente los directamente relacionados con los factores de riesgo señalados por la presente metodología.

Esta sección pretende también incentivar el cumplimiento regulatorio, considerando la implementación a futuro de la metodología, mediante la verificación voluntaria con base en normas y certificaciones, así como tomar en consideración las acciones tomadas por las empresas privadas de distribución de Gas L.P. para mejorar la seguridad de sus procesos en conjunto; dicha mejora puede ser en forma de certificaciones de desempeño

ambiental, seguridad o incluso calidad (que se puede esperar que conlleve una mejora en la seguridad), o también mediante la auditoría voluntaria en el cumplimiento de las normas oficiales vigentes en México.

Tabla 4.1: Factores que influyen para otorgar bonificaciones

<b>Categoría F: Bonificaciones</b>
a) Cumplimiento con normas nacionales
b) Cumplimiento con normas internacionales
c) Certificaciones

#### 4.1.2 Cálculo del Índice

Una vez evaluados todos los factores a considerar para el cálculo del Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP, se integró un esquema (Figura 4.2) que representa el procedimiento a seguir para aplicar esta metodología. Asimismo, con los factores establecidos y la asignación de valores para la calificación de cada una de las categorías se formuló una relación que permite determinar el valor del Índice de Riesgo en el Transporte de Gas L.P. a través de la Ecuación 4.1 que se muestra a continuación:

$$\text{Ecuación 4-1: Valor del Índice de Riesgo: } 2.5 A + 2.3 B + 5.1 C + 1.3 D + 1.3 E - F$$

Donde: A: Valor de riesgo debido al Material y sus condiciones particulares

B: Valor del riesgo debido a la Unidad transportadora

C: Valor del riesgo debido al Personal

D: Valor del riesgo debido a la Ruta

E: Valor del riesgo debido a factores Imponderables

F: Valor establecido como Bonificaciones

En la Ecuación 4.1 el coeficiente de la categoría A está relacionado con la fracción del total de accidentes ocurridos con Gas L.P. durante el transporte terrestre de materiales peligrosos en México (25%) (CENAPRED, 2010). Los coeficientes de las categorías B, C y D son asignados de acuerdo con la proporción de accidentes registrados en México según su causa de origen, como se muestra en la Figura 4.1.

El valor de Riesgo resultante puede ser comparado con otros valores obtenidos con el mismo instrumento, el IRT@GLP, aplicado tanto en diferentes compañías de distribución de Gas L.P., como en los diferentes tiempos

en que se considere un cambio en las condiciones de riesgo o sus factores, para obtener así, un “valor relativo” de riesgo por el transporte de Gas L.P. en México.

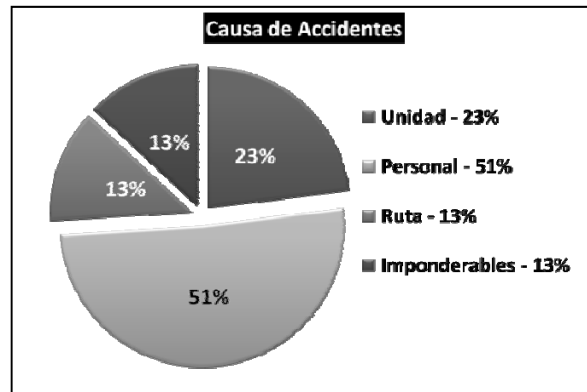


Figura 4.1: Causas de los accidentes por categoría según la evaluación final

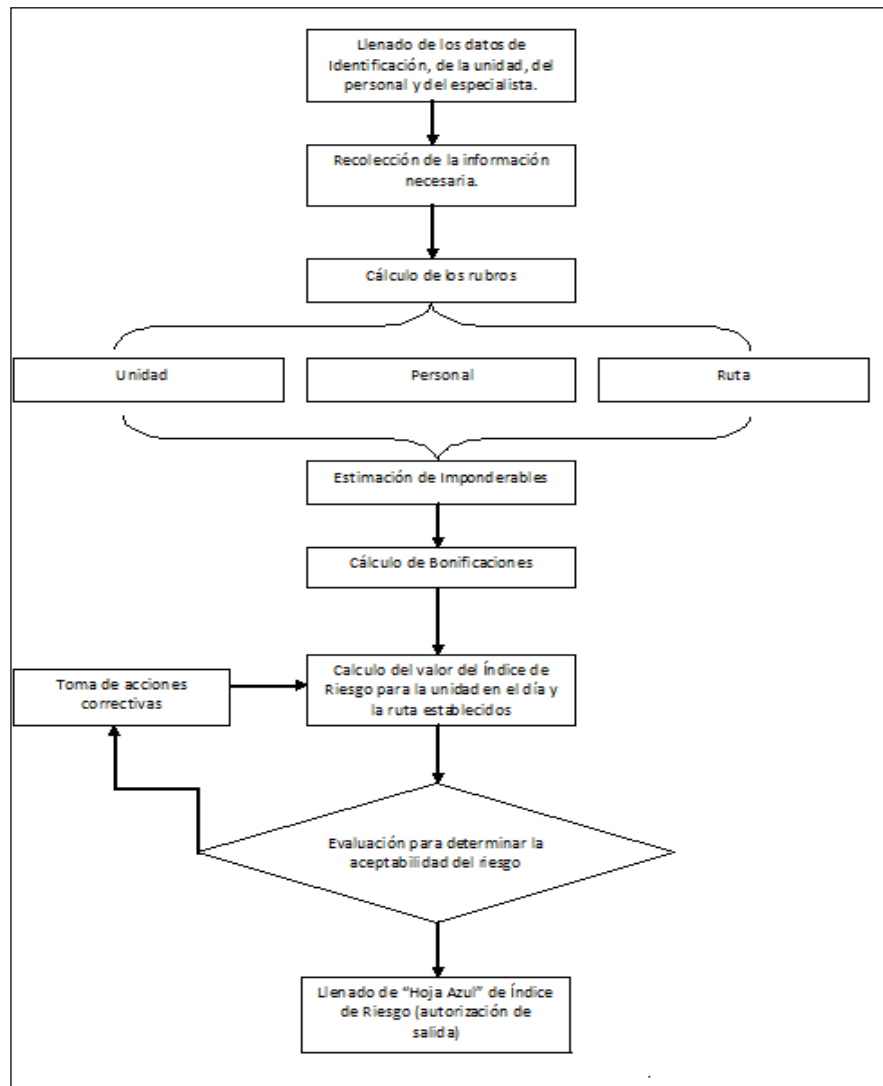


Figura 4.2: Diagrama de flujo de la metodología IRT@GLP para el cálculo del riesgo

### 4.1.3 Escala de referencia

Adicionalmente al valor numérico que arroja el IRT@GLP y que representa por sí mismo un resultado aplicable para fines comparativos, se estableció una escala de referencia que permite categorizar cualitativamente el resultado obtenido dentro de un Nivel de Riesgo que facilite aproximar un criterio de decisión respecto a la urgencia de las acciones a tomar para reducir dicho riesgo.

La Escala de Referencia se obtiene del intervalo de puntos de riesgo obtenidos respecto del total posible. Se divide arbitrariamente en décimos y se clasifican únicamente los 6 intervalos mayores, formando una escala con 7 divisiones. El resultado se muestra en la Tabla 4.2. El aspecto general del IRT@GLP en su formato final se adecuó para semejarse al Índice Dow de Fuego y Explosión, F&EI, y que resultara más sencillo de manejar.

Tabla 4.2: Escala de Referencia

<b>Intervalo de la calificación final de riesgo</b>	<b>Categoría</b>
37 - 300	Despreciable
301 - 400	Riesgo Aceptable
401 - 500	Riesgo Bajo
501 - 600	Riesgo Moderado
601 - 700	Riesgo Elevado
701 - 800	Riesgo Mayor
801 - Mayor	Riesgo Inaceptable

## 4.2 Presentación final de la metodología IRT@GLP

La metodología final que se desarrolló en el presente proyecto de investigación se presenta en las Figuras 4.3 y 4.4. Consiste en un formato de una hoja a dos caras con tres secciones principales: 1) Datos generales de la Ruta de Reparto 2) Evaluación del Riesgo y 3) Resultado y Autorización. Se propone también su presentación en una hoja de color azul e impresa por ambas caras que se podría denominar como “hoja azul” para facilitar su identificación y su integración en el sistema de distribución de Gas L.P. en la Z.M.C.M.

En caso de ser aceptada la propuesta, esta “hoja azul” habrá de ser parte de los documentos de seguridad que debe portar el conductor de la unidad repartidora y servirá para avalar la evaluación de riesgo que el especialista responsable de seguridad de la compañía gasera ejecuta sobre la “Ruta de Reparto” -entrega/día/unidad/personal- en particular. El formato del IRT@GLP indica claramente el nivel de riesgo de la Ruta de Reparto a las autoridades responsables que efectúen la verificación y permite, mediante los datos de contacto incluidos, corroborar la información.

# IRT@GLP

## Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P.

Identificación					
Empresa:			Fecha:		
Dirección completa:				Teléfono:	
Nombre del conductor:					
Nombre del (de los) ayudante (s):					
<b>Ruta:</b>			Placas de la Unidad:		
Horario de la ruta:					
Ciudad/ Delegación /Municipio de la ruta:			Colonia / Zona de la ruta:		
<b>Elaborado/ Fecha/ Hora:</b>		<b>Aprobado/ Fecha/ Hora:</b>		<b>Revisado/ Fecha/ Hora:</b>	
Categorías, subcategorías y factores de riesgo				Intervalo	Calificación
Material y condiciones "A"	Propiedades físicas			1-10	8
	Propiedades químicas			1-40	21
	Peligros			1-12	5
	Condiciones particulares			1-10	3
	Subtotal A (4 – 72)				
Unidad "B"	Sistema mecánico	Mantenimiento mecánico general		0-25	
		Frenos		0-16	
		Llantas		0-7	
	Sistema de almacenamiento	Vigilancia y mantenimiento del contenedor		0-9	
		Inspección visual		0-5	
	Sistema de carga y descarga	Para autotanques		Para cilindros	
		Válvulas y mangueras	0-14	Sistema de sujeción de los cilindros	0-14
		Medidores y hermeticidad del sistema	0-5	Practicidad	0-5
		Revisión ocular	0-4	Revisión ocular	0-4
	Sistema del cliente	Accesibilidad para la descarga		0-2	
		Mantenimiento del sistema		0-6	
	Sistemas de seguridad	Indicadores de fallas		0-2	
		Sistemas de alerta		0-2	
Equipo de emergencia		0-3			
Subtotal B (0-100)					

Figura 4.3: Anverso del IRT@GLP, "Hoja Azul"

Personal "C"	Capacitación	Unidad	0-7	
		Material y su manipulación	0-7	
		Educación vial	0-41	
		Seguridad	0-13	
		Respuesta a emergencias	0-4	
	Vigilancia	Médica	0-5	
		Psicológica	0-4	
Procedimientos de operación		0-19		
Subtotal C (0 - 100 )				
Ruta "D"	Generales	Recorrido	0-9	
		Antecedentes de seguridad	0-38	
		Densidad poblacional	0-3	
		No. de entregas	0-3	
	Condiciones climáticas	Lluvia	0-7	
		Viento	0-3	
		Visibilidad	0-3	
	Infraestructura	Aptitud y mantenimiento	0-19	
		Señalización vial	0-4	
Semovientes		0-11		
Subtotal D (0 - 100 )				
Imponderables "E"	Riesgos naturales		0-13	
	Riesgos sociales		0-69	
	Riesgos tecnológicos		0-18	
	Subtotal E (0 - 100 )			
<b>Bonificaciones</b>				
Bonificaciones "F"	Cumplimiento con Normas o Certificaciones		A restar:	0
	0.75 < Resultado parcial < 1			0
<b>Índice de Riesgo = 2.5 (...) + 2.3 (...) + 5.1 (...) + 1.3 (...) + 1.3 (...) - (...) = Total</b>				
<b>Excesos</b>				

$$\text{Índice de Riesgo} = 2.5 A + 2.3 B + 5.1 C + 1.3 D + 1.3 E - F$$

Intervalo de la calificación final de riesgo	Categoría
37 - 300	Despreciable
301 - 400	Riesgo aceptable
401 - 500	Riesgo bajo
501 - 600	Riesgo moderado
601 - 700	Riesgo elevado
701 - 800	Riesgo mayor
801 - Mayor	Riesgo inaceptable

Nombre y firma del responsable:

\_\_\_\_\_

Teléfono (24h):

\_\_\_\_\_

Formato para el cálculo del **IRT@GLP**, Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., en zona urbana para el reparto al consumidor final. El formato debe ser completado por el especialista en seguridad de la compañía repartidora dentro de las 12 horas previas a la salida de la unidad a la ruta especificada.

Figura 4.4: Reverso del IRT@GLP, "Hoja Azul"

### **4.3 Elaboración de la Guía de Clasificación de Peligros**

La Guía de Clasificación de Peligros, que cumple la función de una guía de llenado, fue creada para establecer los criterios de evaluación para cada factor del IRT@GLP, Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P. Proporciona también homogeneidad a la hora de asignar calificaciones y permite que las evaluaciones sean sustentadas en criterios constantes y congruentes, además tiene la función de permitir la rastreabilidad de los cálculos. El uso de esta guía permite que los responsables de evaluar el riesgo por el transporte de Gas L.P. en cada compañía distribuidora, unifiquen criterios de evaluación, a la vez que les brinda una técnica establecida para sustentar sus decisiones de seguridad.

La guía contiene una descripción detallada de la forma sugerida en que se debe calcular el índice de riesgo y de las diversas variables que se han tomado en cuenta para el desarrollo del Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP. La Guía de Clasificación de Peligros se divide, de la misma forma que el IRT@GLP, de manera modular en cada una de las categorías y subcategorías propuestas en el presente desarrollo, con el fin de facilitar su revisión y evaluar los resultados que arroja para mejorar así, progresivamente, su precisión. Cada uno de los componentes de la metodología presentada en esta investigación puede, eventualmente, ser modificado para incorporar nuevos criterios de evaluación que permitan mejorar tanto la precisión de los resultados como la sencillez o efectividad de la aplicación.

### **4.4 Acciones para reducir riesgos en el transporte de Gas L.P. en la Z.M.C.M.**

De acuerdo con los resultados obtenidos de la BaDaNAT@GLP (adjunta en el Anexo 2), los principales factores de riesgo que se observaron (Tabla 4.3) fueron –en orden de mayor a menor-: Capacitación del personal en 1) Educación Vial, 2) Procedimientos, 3) Seguridad, 4) Unidad. Así, las acciones prioritarias que se han de seguir pueden ordenarse con base en una evaluación de costo-beneficio que jerarquice cuáles acciones son las más sencillas, económicas o de rápida implementación para lograr reducciones significativas de riesgo. Dado que los riesgos debidos al personal son los de mayor incidencia en México –de acuerdo tanto con los resultados previamente publicados como con los obtenidos durante la presente investigación-, son éstos los primeros que han de atenderse y los que correspondiente e inmediatamente, reducirán ostensiblemente el riesgo. Dentro de la categoría Personal, la subcategoría Capacitación es la que presenta una mayor incidencia, por lo que se deduce que implementando un programa sólido de capacitación del personal en las habilidades necesarias para realizar su labor se pueden obtener beneficios considerables –no únicamente para la operación cotidiana de la empresa sino también por la reducción de los riesgos asociados con el mal manejo del Gas L.P. A continuación se propone (Tabla 4.3) un listado de las prioridades sugeridas para tomar acciones para reducir el riesgo de modo significativo al interior del proceso de reparto de Gas L.P. en la Z.M.C.M. de acuerdo con los resultados más



recurrentes de la BaDaNAT@GLP. Cada una de las prioridades puede evaluarse simultáneamente para determinar cuáles serán las acciones que disminuirán más rápida, sencilla y económicamente el riesgo.

Tabla 4.3: Acciones prioritarias sugeridas para la reducción del riesgo por transporte de Gas L.P.

No. Casos	Factor de Riesgo	Acción sugerida <sup>2</sup>	Prioridad/Beneficio <sup>3</sup>
180	Personal - Capacitación - Educación vial	Capacitar al Personal	1
69	Imponderables Sociales	Variable: Ej.: Hacer más visible la Unidad o aumentar protecciones	2
46	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Mejorar el mantenimiento mecánico y su verificación	3
46	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	Establecer mecanismos de control	4
45	Personal - Capacitación - Seguridad	Capacitar al Personal	5
42	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Variable: Ej.: Aumentar protección	6
28	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Mejorar el mantenimiento mecánico y su verificación	7
22	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	Mejorar el mantenimiento y su verificación	8
21	Personal - Capacitación - Unidad	Capacitar al Personal	9
19	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Variable: Ej.: Supervisar las rutas	10
17	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Capacitar al Personal	11
15	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Mejorar el mantenimiento y su verificación	12
10	Ruta - Infraestructura - Semovientes	Variable: Ej.: Aumentar la notoriedad	13
9	Unidad - Sistema mecánico - Llantas	Mejorar el mantenimiento y su verificación	14
9	Personal - Vigilancia - Médica	Implementar y controlar las evaluaciones	15
9	Imponderables Tecnológicos	Variable	16
8	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual	Capacitar y supervisar	17
8	Ruta - Generales - Recorrido	Variable	18
7	Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema	Variable: Ej.: Condicionar servicio	19

<sup>2</sup> Algunos resultados dependerán de la evaluación particular de cada empresa de distribución.

<sup>3</sup> Cada empresa debe efectuar su propia evaluación de costo-beneficio para determinar las prioridades.

## 4.5 Discusión

Cada una de las categorías que se propusieron en esta metodología puede ser modificada conforme se obtengan datos más precisos de los accidentes sucedidos en México o conforme cambien las condiciones que los promueven.

Idealmente, la presencia y correcta aplicación del presente Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP, debería influir para reducir la ocurrencia de los factores de riesgo más fácilmente identificables, así como los más sencillos de reducir o eliminar. Eventualmente se evolucionaría a una etapa en que los riesgos y los accidentes por el transporte de materiales peligrosos, con Gas L.P. en este caso, serían semejantes, tanto en causa como en recurrencia, a los que ocurren en países desarrollados donde el riesgo por transporte de Materiales Peligrosos se trata apropiadamente y se considera relevante para el desarrollo seguro de las actividades y la salud de la sociedad.

La escala de referencia de 7 categorías aquí propuesta, se puede modificar para ajustar los niveles de riesgo para que coincidan con las cifras observadas en la aplicación, para reducir la escala o el número de criterios de decisión, o incluso para llevarla al extremo de separarla en una decisión binaria del tipo aprobar o no aprobar el riesgo impuesto por la “Ruta de Reparto” y por ende su ejecución (“Ruta de Reparto” se refiere a la salida para distribuir Gas L.P. que realiza un conductor dado, en una unidad determinada, en una ruta específica y en un día señalado). Esta modificación se debe hacer con base en los resultados que se obtengan de las estadísticas de accidentes que se irán recopilando, siendo éstas en principio, de mejor calidad debido a la cultura de evaluación de riesgo que se desarrollará, idealmente, con la aplicación del presente índice.

De manera global, las categorías, las subcategorías, los factores de riesgo, la ponderación de los factores de riesgo, los coeficientes de la Ecuación 4.1, la ecuación misma, el procedimiento para evaluar el IRT@GLP o la Guía de Peligros, están diseñados para que se puedan ajustar o modificar separadamente –de manera modular– con el fin de mejorar la precisión en la estimación del riesgo.

Durante la aplicación del Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP en las empresas de distribución de Gas L.P. se propone que para simplificar el seguimiento de la Guía de Peligros, el contenido se puede tanto digitalizar como programar en computadora para que algunos valores se ajusten de manera automática y que sólo sean necesarios de completar algunos datos puntuales, logrando así que el procedimiento de autorización de reparto mediante la “Hoja Azul” se facilite para el responsable de seguridad de la empresa distribuidora.

El formato para Periodistas (mencionado en el inciso 2.2.3 y adjunto en el Anexo 3) se puede refinar para que arroje sólo los resultados que resulten relevantes para la evaluación del riesgo conforme se extienda, se ponga a prueba y se generalice su aplicación.

El índice se puede aplicar para el transporte terrestre de cualquier material peligroso en México (en una primera aproximación burda y tomada con las debidas reservas) dado que se observaron causas muy similares de accidentes, para todas las sustancias transportadas (ver el inciso 2.2.3.4), siendo el error humano debido a la falta de capacitación y supervisión del personal, el factor de riesgo preponderante. Esta posible línea de investigación se discute con más detalle en el inciso 5.3.

## Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

De las conclusiones que se derivan de la presente investigación, en acuerdo con los objetivos propuestos; de las recomendaciones para ampliar la investigación y de las líneas futuras planteadas.

### 5.1 Conclusiones

Se realizó una revisión de las metodologías disponibles mundialmente para la evaluación del riesgo por transporte de Gas L.P. y se determinó que ninguna de ellas era aplicable al caso de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

Se recopiló la información sobre accidentes durante el transporte de Gas L.P. disponible en México, proveniente tanto de las instituciones nacionales relacionadas, como de las fuentes digitales disponibles de los medios de comunicación y se integró en una Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P., denominada BaDaNAT@GLP. Esta base de datos permitió la identificación y análisis de los factores preponderantes de riesgo que ocurren durante el proceso de transporte del Gas L.P.

Se desarrolló una metodología “hecha a la medida” del tipo jerarquización relativa para la evaluación del riesgo mediante un Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P. (IRT@GLP) en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

La metodología del Índice de Riesgo IRT@GLP es semejante a la del Índice Dow de Fuego y Explosión (F&EI) en cuanto a la propuesta para evaluar el riesgo, renunciando a una escala que pretenda una cuantificación absoluta pero obteniendo a cambio un mejor ajuste con la información disponible y las experiencias de los desarrolladores y de los involucrados.

Se identificaron y propusieron las áreas de acción prioritarias, con base en la frecuencia, para la reducción del riesgo por el transporte de Gas L.P. en México mostrando así, la utilidad y razón de ser de la metodología propuesta en este trabajo.

Como planteamiento innovador, la metodología presenta al transporte de materiales peligrosos como su campo de aplicación, es desarrollada a través del empleo de la jerarquización relativa del riesgo y va de acuerdo con las necesidades particulares de un país con economía emergente.

Las categorías establecidas en el IRT@GLP son congruentes con las causas más recurrentes de accidentes en México previamente reportadas (González-Moran et al., 2002) y con los resultados obtenidos de la base de datos

generada para esta investigación, BaDaNAT@GLP, y reflejan las categorías que más probablemente incidan en el desarrollo de un accidente.

El sistema de calificación es asignado arbitrariamente pero con base en los resultados obtenidos de las bases de datos de accidentes con Gas L.P. disponibles en México y complementadas *ex profeso* por el autor.

El conjunto de acciones que se requieren para reducir hasta un nivel aceptable y de manera eficiente (ver el punto 4.4) el riesgo asociado con cada evento de distribución de Gas L.P. en la Z.M.C.M. se deriva de manera natural de la calificación obtenida en las diferentes categorías del IRT@GLP. Así, donde mayor sea la calificación de riesgo, mayor será la prioridad, del mismo modo cada rubro de riesgo señala las causas de riesgo a corregir.

La evaluación mediante la metodología de Índice de Riesgo aquí desarrollada sienta precedente para la evaluación de riesgos en México empleando metodologías “hechas a la medida”, especialmente cuando (como ya se discutió en el inciso 3.2) los métodos generalizados no son aplicables –que es el caso más común en el país-.

La recolección y el análisis de la información relevante es el proceso clave que permite desarrollar una evaluación realista del riesgo y definir si una metodología ya establecida es aplicable y suficiente o si es necesario aplicar correcciones apropiadas para cada caso; o en el caso extremo, la creación de una metodología con un planteamiento diferente que considere las necesidades particulares del caso.

En la presente investigación se encontró que metodologías publicadas en México para la evaluación de riesgos (Rivera-Balboa, 2002) por el transporte de materiales peligrosos resultaban inadecuadas, principalmente por la carencia de los datos requeridos, pero también por adolecer de las variables con mayor influencia en los accidentes en México (i.e. factores directamente relacionados con el personal). Es entonces imprescindible para países como México ser cautelosos en la aplicación de metodologías generadas en países desarrollados.

Se concluye de esta forma que una aproximación funcional y realista desarrollada en México para evaluar el riesgo por el manejo y transporte de materiales peligrosos es, no solamente posible, sino necesaria. Esta aproximación es meramente una de las acciones requeridas de un conjunto integral orientado a la concientización de la población general, la industria y el gobierno con el fin de reducir los riesgos que se presentan por la necesaria manipulación de materiales peligrosos en una sociedad en proceso de desarrollo como la nuestra.

Un beneficio derivado del desarrollo de la presente investigación acerca del riesgo por transporte de Gas L.P. es, además de la ya mencionada concientización sobre el adecuado manejo de los materiales peligrosos en la sociedad, la posibilidad de dar preponderancia a la formación de recursos humanos altamente especializados en el manejo de esta sustancia peligrosa, -que sería extrapolable a otras que se manejan en la industria química y de

proceso-, y que resulta indispensable si hemos de progresar como país hacia una nueva etapa de desarrollo en que los incidentes y accidentes ocurridos con materiales peligrosos sucedan sólo por causas fortuitas y ya no por negligencia, descuido o ignorancia.

## 5.2 Recomendaciones para continuar la línea de investigación

Con el fin de llevar la presente investigación hasta su etapa final -idealmente a su implementación a nivel local para la evaluación de riesgos y su incorporación a la legislación aplicable-, se presentan las siguientes etapas recomendadas para sustentar la validez de la metodología desarrollada en esta tesis.

### 5.2.1. Validación mediante Panel de Expertos

La metodología del tipo jerarquización relativa Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP, se encuentra en su primera versión y se recomienda que pase a una fase de revisión por parte de un panel de expertos nacionales en el área de la transportación de materiales peligrosos y de la industria del Gas L.P. en México para determinar su pertinencia, aplicabilidad, conveniencia y constitución. Durante esta etapa se pretende que se agreguen o eliminen factores relevantes y que se obtengan sugerencias para la evaluación más precisa del riesgo.

Idealmente se invitará a personal involucrado en evaluación de riesgos y en atención de emergencias con sustancias químicas de diferentes sectores de nuestro país. Con la información actual –primer semestre de 2013-, se propone invitar a los siguientes especialistas a que evalúen y den comentarios sobre la metodología Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP:

PROFEPA	Ing. Enrique Ortiz, Ing. Jaime Castro, Ing. José Álvarez
CENAPRED	Ing. Enrique Bravo Medina, Dra. Cecilia Izcapa Treviño, M. en Ing. Rubén Rivera Balboa
Facultad de Química	Dr. Javier Cruz Gómez, Q. Benjamín Ruiz Loyola, M.C. Eduardo Marambio Dennett
Facultad de Ingeniería	Dr. Georgina Fernández Villagómez
Instituto de Ingeniería	Dr. Alejandro Rodríguez Valdez
ANIQ	Ing. Ulises López, Ing. David Estrada
SENER	Dir. General de Gas L.P.
SCT	Lic. Irma Flores Herrera
Secretaría de Protección Civil GDF	Ing. Fausto Lugo García, Secretario
Miembros sugeridos del Subcomité 1 de Transporte de Materiales Peligrosos de SCT	---

### **5.2.1.1 Entrevistas a profundidad**

Dependiendo de los resultados obtenidos en la etapa de validación por Panel de Expertos se recomienda considerar la aplicación de entrevistas a profundidad para ajustar la metodología Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP a las condiciones actuales, tanto técnicas, como regulatorias –o incluso políticas-, de tal forma que la metodología se pueda implementar con el mínimo de obstáculos y que permita disponer en el menor periodo posible de una forma confiable de evaluación por riesgos asociados al transporte de materiales peligrosos y por el gas licuado de petróleo, Gas L.P., para el caso particular aquí tratado.

### **5.2.2. Socialización con los propietarios y expendedores de Gas L.P.**

Como una etapa siguiente, y con el fin de obtener resultados propios del estado actual del sistema de distribución mexicano, se recomienda su aplicación piloto en la industria mexicana de la distribución de Gas L.P. para corroborar así su aplicabilidad y utilidad.

En función de la respuesta, por parte de la industria y la academia a la metodología IRT@GLP, esta propuesta ha de ser revisada, corregida y aprobada nuevamente por un grupo de especialistas en la evaluación de riesgos por materiales peligrosos en México según el inciso anterior.

### **5.2.3 Integración a la normativa nacional**

Considerando que las etapas subsecuentes a esta propuesta señaladas hasta este momento se desarrollen apropiadamente y con resultados satisfactorios, el paso final recomendado consiste en proponer formalmente la metodología IRT@GLP para su incorporación a la normativa nacional, idealmente, en la forma de una norma oficial mexicana que regule su implementación y seguimiento. El procedimiento adecuado contemplará recurrir nuevamente a los miembros del Subcomité No.1 de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

## **5.3 Líneas futuras de investigación**

De acuerdo con los objetivos propuestos en el desarrollo de la presente metodología, inciso 1.5, con las limitaciones que la acotan –inciso 1.6-, y en caso de que los resultados favorables obtenidos así lo reflejen, se propone extrapolar la metodología desarrollada en la presente investigación a otras sustancias químicas peligrosas que representen riesgos significativos para la sociedad, ya sea en cuanto a salud pública, ambiente o propiedad (entre otros), sea por el volumen transportado, por su amplia distribución o por las consecuencias inaceptables que podrían presentarse en caso de que hubiera un accidente con ellas.

Entre las posibles sustancias propuestas para el desarrollo de Índices de Riesgo específicos se proponen las siguientes: -con base en los datos presentados por el CENAPRED (2010)-.

Hidrocarburos	Combustóleo, gasolina, diesel, turbosina, asfalto, etc.
Corrosivas	Ácido sulfúrico, sosa caústica, ácido fosfórico, etc.
Tóxicas	Amoniaco, hipoclorito de sodio, etc.
Otras sustancias	Cianuro de sodio, etc.

Para un incremento en la precisión del índice de riesgo de cada sustancia, IRT@\_\_\_ (por mencionar algunos ejemplos: IRT@HCs, IRT@H2SO4 o IRT@NaOH) se deberán recopilar en una primera etapa, estadísticas de accidentes ocurridos durante el transporte de la sustancia a evaluar con el fin de determinar si existen diferentes frecuencias en los factores de riesgo considerados o, incluso, si hay factores adicionales o que no se hubieran contemplado para el caso del Gas L.P.

La metodología de Índice de Riesgo “a la medida” puede ser aplicada para una amplia gama de situaciones en que las metodologías, los datos o las condiciones en que fueron desarrolladas difieran significativamente de las circunstancias reales de aplicación en México. Gracias al uso de este tipo de técnicas de evaluación de riesgos se puede incluso proponer un conjunto de medidas para diferentes ámbitos del riesgo en el país (Como ejemplo: Índice de Riesgo por Transporte en Ductos de Hidrocarburos, IRTD@HCs; Índice de Riesgo por Transporte Marítimo de Gas Natural Licuado, IRTM@GNL; Índice de Riesgo por Almacenamiento de XYZ, IRA@XYZ; y así progresivamente).

## Referencias

- AIChE. 1994. Dow’s fire & explosion index hazard classification guide. American Institute of Chemical Engineers. 7ª Ed. New York, N.Y., USA
- Anderson, D.; Sweeney, D.; Williams, T. 2008. Estadística para administración y economía. Cengage Learning Editores, México, D.F., México
- ANIQ–SETIQ. 2010. Asociación Nacional de la Industria Química – Sistema de Emergencias en el Transporte de la Industria Química. Disponible en: [www.aniq.org.mx/setiq/](http://www.aniq.org.mx/setiq/)
- Boulton, M. 2000. Risk management of LPG transport activities in Hong Kong. Journal of Hazardous Materials, Volumen 71, pp. 85-100
- Bubbico, R.; Ferrari, C.; Mazzarotta, B. 2000. Risk analysis of LPG transport by road and rail. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 13, pp. 27-31
- CCPS. 2000. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. Center for Chemical Process Safety. American Institute of Chemical Engineers. New York City, NY, USA



- CCPS. 2008. Guidelines for Chemical Transportation, Safety, Security and Risk Management. Center for Chemical Process Safety. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, USA
- CENAPRED, Centro Nacional de Prevención de Desastres. 2010. Sustancias más comúnmente involucradas en accidentes carreteros (1996 - 2000). Disponible en: <http://www.cenapred.unam.mx/es/Investigacion/RQuimicos/TransporteSustancias/>
- Central de Fugas. 2010. Disponible en: <http://centraldefugaslp.org/>
- Cortés-Cedillo, L.A. 2004. Determinación de los índices Mond y Dow para una planta de isomerización. Facultad de Química. UNAM. México, D.F., México
- Cruz-Gómez, M.J. 2009. Material del curso de evaluación de riesgos de proceso. Facultad de Química. UNAM. México, D.F., México
- CSPRyPC. 2000. Evaluación de riesgos. Coordinación de Seguridad, Prevención de Riesgos y Protección Civil. Facultad de Química, UNAM. México, D.F., México
- DOF. 2009. Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida. Tabla 21-Reglas para la escritura de los números y su signo decimal. Signo decimal. Diario Oficial de la Federación. México, D.F., México
- Erkut, E.; Ingolfsson, A. 2000. Catastrophe avoidance models for hazardous materials route planning. *Transportation Science*. Volumen 34(2), pp. 665-179
- Fabiano, B.; Currò, F.; Palazzi, E.; Pastorino, R. 2002. A framework for risk assessment and decision-making strategies in dangerous good transportation. *Journal of Hazardous Materials*. Volumen 93, pp. 1-15
- Goh, C.; Chi, B.; Reginald, T. 1995. Risk analysis for the road transportation of hazardous chemicals in Singapore -a methodology. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 8(1), pp. 35-39
- González-Moran, 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). XXVIII Congreso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental. Cancún, Q.R., México
- Gupta, J. 1997. Application of DOW's fire and explosion index hazard classification guide to process plants in the developing countries. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. Vol. 10(1), pp. 7-15
- Gupta, J.; Khemani, G.; Mannan, M. 2003. Calculation of fire and explosion index (F&EI) value for the Dow guide taking credit for the loss control measures. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. Vol. 16, pp. 235-241
- Cifuentes, L; Gutiérrez, V.; Bronfman, N. 2007. The Influence of Information Delivery on Risk Ranking by Lay People. *Journal of Risk Research*. Volumen 9(6), pp. 641-655
- HCBDF. 2010. Heroico Cuerpo de Bomberos del Distrito Federal. Disponible en: [http://www.bomberos.df.gob.mx/wb/hcb/normatividad\\_del\\_heroico\\_cuerpo\\_de\\_bomberos](http://www.bomberos.df.gob.mx/wb/hcb/normatividad_del_heroico_cuerpo_de_bomberos)

- Jiménez, R. 2007. Incurren 55% de gaseras en irregularidades. El Universal. Disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/81639.html>
- Jacobo-Vargas, C. R.; Bolaños-Delgado, P. 1997. Guía general para la selección y aplicación de técnicas de evaluación de riesgos industriales. Facultad de Química, UNAM. México, DF. México
- List, G.; Mirchandani, P; Turnquist, M; Zografos, K. 1991. Modeling and Analysis for Hazardous Materials Transportation-Risk Analysis, Routing-Scheduling and Facility Location; Transportation Science. Volumen 25(2), pp. 100-114
- Martínez-Alegría, R.; Ordoñez, C.; Taboada, J. 2003. A conceptual model for analyzing the risks involved in the transportation of hazardous goods: implementation in a geographic information system. Human and Ecological Risk Assessment. Volumen 9(3), pp. 857-873
- Nozick, L; List, G.; Turnquist, M. 1997. Integrated Routing and Scheduling in Hazardous Materials Transportation. Transportation Science. Vol. 31, pp. 200-215
- OECD. 2003. Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response. Organization for Economic Co-Operation and Development. Paris, Francia
- ONU. 2011. Recommendations on the transport of dangerous goods: model regulations. Organización de las Naciones Unidas. Vol. I. 17<sup>th</sup> Ed. New York and Geneva
- PNUMA, 2000. TransAPELL Una guía de planeación para emergencias durante el transporte de materiales peligrosos a nivel de comunidad local. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
- RAE. 2009. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española. Disponible en: [www.rae.es](http://www.rae.es)
- Rivera-Balboa, R. D. 2002. Metodologías para la evaluación del riesgo en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. CENAPRED. México, DF. México
- Pet-Armacost, J.; Sepúlveda, J.; Sakude, M. 1999. Montecarlo sensitivity analysis of unknown parameters in hazardous materials transportation risk assessment. Risk Analysis. Volumen 19(6), pp. 1173-1184
- PROFEPA. 2010., Entrevista personal con Ing. Jaime Castro. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- Salkind, N.J. 2007. Encyclopedia of Measurement and Statistics. Sage Publications, Inc. Thousand Oaks, California. USA
- SENER. 2007. Prospectiva del mercado de gas licuado de petróleo 2007-2016, pp. 33-50. Secretaría de Energía, México D.F., México
- SPC. 2010. Secretaría de Protección Civil. Disponible en: <http://www.proteccioncivil.df.gob.mx/>
- Suardin, J.; Mannan, M.; Mahmoud, E. 2007. The integration of Dow's fire and explosion index (F&EI) into process design and optimization to achieve inherently safer design. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Vol. 20, pp. 79-90.

- Rosas-Soledad, N. 2007. ¿Cómo se distribuye el gas LP? Revista de Transportes y Turismo. Núm. 1144, pág. 30-31. México, D.F., México.
- USDOT (Department of Transportation). 1994. Guidelines for Applying Criteria to Designate Routes for Transportation of Hazardous Materials. FHWA-SA-94-083. Federal Highway Administration, Washington, DC, USA.

### **Fuentes consultadas**

- Datos físicos del Gas L.P.: <http://www.altenergy.com/technology/lpgproperties.htm>
- Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) [www.sct.gob.mx](http://www.sct.gob.mx)
- Sistema de Emergencias en el Transporte de la Industria Química ([www.aniq.org.mx/setiq/](http://www.aniq.org.mx/setiq/))
- SEMARNAT-PROFEPA-Emergencias Ambientales [www.profepa.gob.mx/PROFEPA/InspeccionIndustrial/](http://www.profepa.gob.mx/PROFEPA/InspeccionIndustrial/)
- SEGOB-Protección Civil [www.proteccioncivil.gob.mx](http://www.proteccioncivil.gob.mx)
- SEGOB-CENAPRED [www.cenapred.unam.mx](http://www.cenapred.unam.mx)
- SS-COFEPRIS [www.cofepris.gob.mx](http://www.cofepris.gob.mx)
- Gobierno del Distrito Federal (GDF)-Bomberos- grupo materiales peligrosos [www.bomberos.df.gob.mx](http://www.bomberos.df.gob.mx)
- Gobierno del Distrito Federal -Protección civil [www.proteccioncivil.df.gob.mx](http://www.proteccioncivil.df.gob.mx)
- Environmental Protection Agency (EPA) [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- Department of Transportation (DOT) [www.dot.gov](http://www.dot.gov)
- Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration [www.phmsa.dot.gov](http://www.phmsa.dot.gov)
- National Fire Protection Agency (NFPA) [www.nfpa.org](http://www.nfpa.org)
- Chemical Safety Board (CSB) [www.chemsafety.gov](http://www.chemsafety.gov)
- Center for Chemical Process Safety (CCPS) [www.aiche.org/ccps](http://www.aiche.org/ccps)
- The International Association of Hazardous Material Technicians (IAHMT) [www.iahmt.com](http://www.iahmt.com)

## **Anexos**

### **Anexo 1: Metodología IRT@GLP y su Guía de Clasificación de Peligros**

Manual con la metodología desarrollada, la justificación teórica y su mecanismo de aplicación.

## **Guía de Peligros del IRT@GLP**

Memoria de uso de la metodología IRT@GLP. Índice de Riesgo por Transporte de Gas L. P.



Índice de Riesgo por Transporte de Gas Licuado de Petróleo

(IRT@GLP)

Guía de Peligros

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

12/01/2012

Luis Gerardo López Atamoros

atamoros@comunidad.unam.mx, 55136-24671

Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería

Universidad Nacional Autónoma de México

Método para la jerarquización relativa del riesgo debido a las unidades terrestres para el transporte de Gas Licuado de Petróleo

## **Presentación**

El Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP, propone un método para evaluar el potencial de daño debido al transporte del Gas L.P. en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Z.M.C.M. Las medidas y los intervalos propuestos se basan en la revisión de las estadísticas y la información de accidentes disponibles, en el volumen de material transportado y en los mecanismos y sistemas de prevención y seguridad ya existentes. El factor humano es también considerado y se proponen parámetros y valores para su cuantificación.

## **Propósito**

Los propósitos del Índice de Riesgo IRT@GLP, incluyen: Cuantificar de forma realista y objetiva el riesgo generado durante el transporte de Gas L.P. sobre las personas, el ambiente o la propiedad.

Identificar los factores que más probablemente contribuyan para provocar o agravar un incidente o un accidente durante el transporte de Gas L.P.

Establecer un valor de referencia para facilitar la toma adecuada de decisiones para la prevención y la mitigación de accidentes, que se base en los factores clave que han demostrado ser los que más influyen en la ocurrencia de incidentes.

Así, el objetivo más importante del Índice de Riesgo es permitir a los especialistas en prevención que se percaten del posible daño con que contribuiría cada uno de los factores involucrados y colaborar en la identificación de soluciones para reducir las pérdidas o la gravedad de la forma más eficiente posible.

El cálculo del Índice y la metodología aquí propuesta se aplica individualmente a cada entrega diaria para el reparto de Gas L.P., donde la evaluación adecuada de los factores depende de que el especialista que calcula el riesgo, comprenda la técnica y posea el criterio para determinar las diferencias y similitudes de cada caso.

La aplicación de la presente metodología corresponde al primer paso dentro de un análisis formal de riesgos, que debe conducirse sobre el sistema administrativo de seguridad completo. No pretende ser la única ni suficiente fuente de información para la determinación del riesgo.

El Índice de Riesgo pretende dar una aproximación realista al nivel de riesgo impuesto por el material sobre la ruta, el ambiente y la población. La metodología para el cálculo del Índice es aplicable para cantidades mayores a las que suele manipular el público en general, por tanto se considera el transporte de cantidades superiores a 400 kg de material.

Al igual que en cualquier evaluación mediante jerarquización relativa -caso de esta metodología-, es necesario tener presentes los casos particulares y complejidades propias de cada situación diferente. Algunos de los factores pueden no ser aplicables así como pueden existir factores de bonificación a considerar. De esta forma, la aplicación del criterio de cada especialista que realiza la evaluación es ineludible.

**Nota:** Es importante para los especialistas que vayan a emplear este Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., IRT@GLP, que tengan siempre presente que se deben usar el sentido común y el buen juicio para efectuar adecuadamente el cálculo e interpretación de resultados. Los factores considerados en este Índice de Riesgo son los más comunes e influyentes, pero **sólo la experiencia del especialista de cada compañía** y su conocimiento de las políticas, las unidades, las rutas establecidas y su personal **pueden precisar el cálculo para que el resultado sea veraz, confiable y útil** para alcanzar los objetivos de este Índice y de la comunidad: la minimización del riesgo.

## **Requisitos de información**

Para desarrollar el procedimiento para el cálculo del Índice de Riesgo se necesita:

Información completa de la unidad transportadora –antigüedad, mantenimiento, bitácora-.

El conocimiento adecuado de la ruta a seguir por la unidad transportadora –ya sea autotanque “pipa” o camión de reparto de cilindros portátiles-.

Un procedimiento implementado a seguir por el personal para cada función que desempeñe y que considere desde la carga del material a la unidad transportadora hasta su descarga y retiro de la unidad.

Datos de cada uno de los componentes críticos -tales como tipos, edades y mantenimiento- de: contenedores, válvulas, mangueras o mecanismos de seguridad.

Datos del personal y del puesto tales como: perfil de puesto, evaluación médica, capacitación, horario de trabajo, registro de actividad y de desempeño.

Datos geográficos y estadísticos de la población, el ambiente y la propiedad en la ruta que sigue la unidad transportadora (como densidad de población, población expuesta).

Disponibilidad de planes y recursos para incidentes o accidentes. Equipo suficiente y funcional, personal suficiente y técnicamente preparado, voluntad cívica y responsabilidad moral para el reporte de incidentes.

Conocer la capacidad de respuesta propia y la capacidad local por parte de las autoridades y los cuerpos de respuesta ante emergencias.

Otros datos que permitan al especialista en seguridad de cada empresa de distribución de Gas L.P., evaluar a su criterio los factores que considere pertinentes para la adecuada estimación del riesgo.

## Procedimiento

El procedimiento para el cálculo del Índice de Riesgo mediante la metodología IRT@GLP –“Hoja Azul”- consiste en los siguientes pasos:

1. Llenado de los datos de Identificación, de la unidad, del personal y del especialista en seguridad encargado de completarlo
2. Recolección de la información necesaria
3. Cálculo de los factores de riesgo
4. Unidad
5. Personal
6. Ruta
7. Estimación de Imponderables
8. Estimación de Bonificaciones
9. Cálculo del valor del Índice de Riesgo para la unidad y su personal en el día y la ruta establecidos
10. Evaluación para determinar la aceptabilidad del riesgo
11. Toma de acciones correctivas y nueva evaluación
12. Firma de salida de “Hoja Azul” de Índice de Riesgo (autorización de salida)

Cada uno de los pasos arriba mencionados es desarrollado y explicado adelante en esta Guía de Llenado.

Al efectuar el cálculo es recomendable contar con la presencia –o con la información previamente recopilada- de los responsables de las áreas críticas, que permita precisar la estimación del riesgo.

Definiciones:

Accidente: *Suceso eventual o acción de que involuntariamente resulta daño para las personas o las cosas.*<sup>4</sup>\*Se considera el efecto a evitar, producto de fenómenos naturales, fallos del equipo o errores humanos.

---

<sup>4</sup> \* Definición según la Real Academia de la Lengua Española. [www.RAE.es](http://www.RAE.es)

**Incidente:** *Que sobreviene en el curso de un asunto o negocio y tiene con este algún enlace.\** Se considera cualquier suceso que, teniendo el potencial para provocar un accidente, y que, ya sea por las medidas de prevención tomadas o gracias a causas fortuitas, no deviene en daño.

**Peligro:** *Riesgo o contingencia inminente de que suceda algún mal. Lugar, paso, obstáculo o situación en que aumenta la inminencia del daño.\** Se considera como la característica intrínseca a la situación o al material que tiene el potencial de causar daño.

**Riesgo:** *Contingencia o proximidad de un daño.\** Se considera como el resultado, producto de la probabilidad y la frecuencia, de que ocurra un suceso específico que pueda provocar daño.

**Cliente:** Se considera el usuario final al que se reparte el Gas L.P. para su consumo.

**Gas Licuado de Petróleo, o Gas L.P.:** Mezcla de gases inflamables constituida mayoritariamente de propano y butano, generalmente en proporción 40% - 60%.

### **Glosario de Abreviaturas:**

AGEB: Área GeoEstadística Básica

*BLEVE: Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion.* Explosión de Vapor en Expansión de Líquido en Ebullición

IRT@GLP: Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P.

Gas L.P.: Gas licuado de petróleo

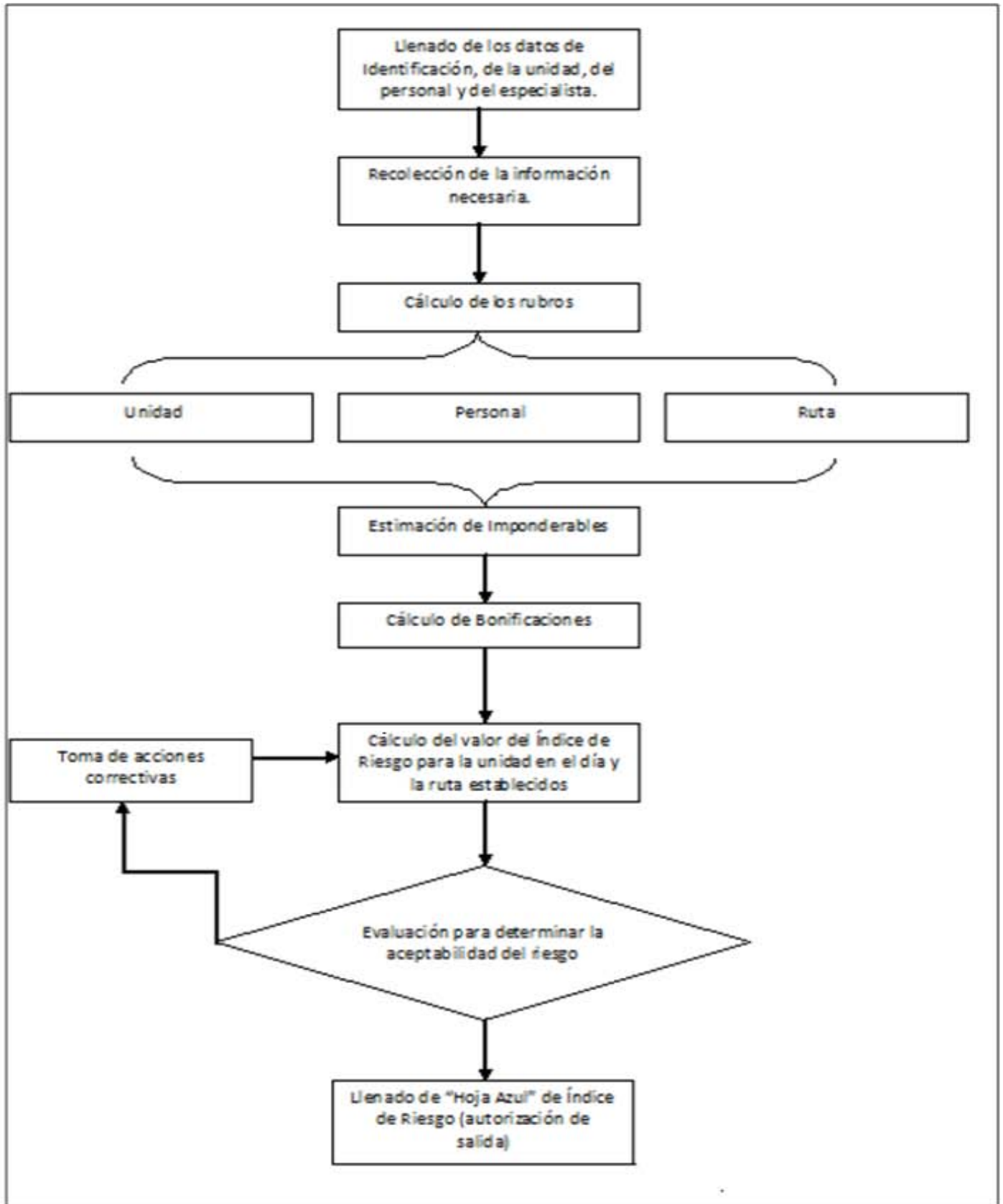
INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

Temperatura Eb.: Temperatura de ebullición

Z.M.C.M.: Zona Metropolitana de la Ciudad de México



## Procedimiento para el cálculo del Índice de Riesgo cálculo



**IRT@GLP**

Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P.

Identificación						
Empresa: <b>GASTADO S.A.</b>			Fecha: <b>30 de febrero de 2000</b>			
Dirección completa: <b>Calle Gasero #000-000</b>			Teléfono: <b>55-4433-2211</b>			
Nombre del conductor: <b>Cuasimodo Pérez Oso</b>						
Nombre del (de los) ayudante (s): <b>Torcuato Cienfuegos</b>						
<b>Ruta: Santo Domingo VIII (calles 1,3,5,7,9,11)</b>			Placas de la Unidad: <b>GLP-457</b>			
Horario de la ruta: <b>De 6 a.m. a 15 p.m.</b>						
Ciudad/ Delegación /Municipio de la ruta: <b>México, D.F., Iztapalapa</b>			Colonia / Zona de la ruta: <b>Santo Domingo</b>			
<b>Elaborado/ Fecha/ Hora:</b> <b>29/2/10 22:18</b>	<b>Aprobado/ Fecha/ Hora:</b> <b>30/2/2010 05:15</b>		<b>Revisado/ Fecha/ Hora:</b> <b>30/2/2010 05:25</b>			
Categorías, subcategorías y factores de riesgo				Intervalo	Calificación	
Material y condiciones	Propiedades físicas		1-10		8	
	Propiedades químicas		1-40		21	
	Peligros		1-12		5	
	Condiciones particulares		1-10		3	
	<b>SUBTOTAL A (4 – 72)</b>				<b>37</b>	
Unidad	Sistema mecánico	Mantenimiento mecánico general		0-25		<b>10</b>
		Frenos		0-16		<b>8</b>
		Llantas		0-7		<b>7 *</b>
	Sistema de almacenamiento	Vigencia y mantenimiento del contenedor		0-9		<b>6</b>
		Inspección visual		0-5		<b>4</b>
	Sistema de carga y descarga	Para autotanques		Para cilindros		<b>14*</b>
		Válvulas y mangueras	0-14	Sistema de sujeción de los cilindros	0-14	
		Medidores y hermeticidad del sistema	0-5	Practicidad	0-5	<b>2</b>
		Revisión ocular	0-4	Revisión ocular	0-4	<b>0</b>
	Sistema del cliente	Accesibilidad para la descarga		0-2		<b>2</b>
		Mantenimiento del sistema		0-6		<b>1</b>
	Sistemas de seguridad	Indicadores de fallas		0-2		<b>2*</b>
		Sistemas de alerta		0-2		<b>1</b>
		Equipo emergencia		0-3		<b>1</b>
	<b>SUBTOTAL B (0-100)</b>				<b>58****</b>	
Personal	Capacitación	Unidad		0-7		<b>6</b>
		Material y su manipulación		0-7		<b>7*</b>
		Educación vial		0-41		<b>41*</b>
		Seguridad		0-13		<b>13*</b>

	Vigilancia	Respuesta a emergencias	0-4	<b>4*</b>
		Médica	0-5	<b>2</b>
		Psicológica	0-4	<b>3</b>
		Procedimientos de operación	0-19	<b>15</b>
SUBTOTAL C (0 - 100 )				<b>91****</b>
Ruta	Generales	Recorrido	0-9	<b>8</b>
		Antecedentes de seguridad	0-38	<b>19</b>
		Densidad poblacional	0-3	<b>2</b>
		No. de entregas	0-3	<b>3</b>
	Condiciones climáticas	Lluvia	0-7	<b>4</b>
		Viento	0-3	<b>2</b>
		Visibilidad	0-3	<b>0</b>
	Infraestructura	Aptitud y mantenimiento	0-19	<b>10</b>
		Señalización vial	0-4	<b>3</b>
Semovientes		0-11	<b>4</b>	
SUBTOTAL D (0 - 100 )				<b>55</b>
Imponderables	Riesgos naturales		0-13	<b>5</b>
	Riesgos sociales		0-69	<b>30</b>
	Riesgos tecnológicos		0-18	<b>9</b>
	SUBTOTAL E (0 - 100 )			<b>44</b>
<b>Bonificaciones</b>				
Bonificaciones	Cumplimiento con normas o certificaciones		A restar:	<b>0</b>
	0.75 < Resultado parcial < 1			<b>0</b>

<b>Índice de Riesgo = 2.5 (37) + 2.3 (58) + 5.1 (93) + 1.3 (58) + 1.3 (44) - (0) = Total</b>	<b>818.7</b>
<b>Excesos</b>	<b>7 *</b>

$$\text{Índice de Riesgo} = 2.5 A + 2.3 B + 5.1 C + 1.3 D + 1.3 E - F$$

<b>Intervalo de la calificación final de riesgo</b>	<b>Categoría</b>
37 - 300	Despreciable
301 - 400	Riesgo bajo
401 - 500	Riesgo aceptable
501 - 600	Riesgo moderado
601 - 700	Riesgo elevado
701 - 800	Riesgo mayor
801 - Mayor	<b><i>Riesgo inaceptable</i></b>

Nombre y firma del responsable:

***Ingeniero Tranquilino Pérez***

Teléfono (24h):

***5566-7788***

Formato para el cálculo del **IRT@GLP**, Índice de Riesgo por Transporte de Gas L.P., en zona urbana para el reparto a consumidor final. El formato debe ser completado por el especialista en seguridad de la compañía repartidora dentro de las 12 horas previas a la salida de la unidad a la ruta especificada.

Los datos en ***negrita cursiva*** pertenecen al ***ejemplo*** que se desarrolla a la largo de esta guía

## **Material y sus condiciones**

En la estructura de este índice de Riesgo, se encuentran consideradas 6 grandes categorías que agrupan los factores de riesgo a evaluar: Material y sus condiciones, Unidad, Personal, Ruta, Imponderables y Bonificaciones.

La primera categoría llamada Material y condiciones es constante en este Índice de Riesgo, por lo que no necesita evaluación y se muestra como referencia para hacer más claro el desarrollo. Se refiere a las propiedades y a los peligros que representa el transporte del Gas L.P. debido a su naturaleza intrínsecamente peligrosa para el ser humano. Los peligros debidos a este material provienen de diversas causas que van desde su calor de combustión (que es la energía que libera cierta cantidad del material al inflamarse en presencia del oxígeno del aire) hasta las condiciones particulares en las que el Gas L.P. es transportado. Al interior de esta categoría se han considerado las propiedades y características que más influyen para determinar el riesgo debido al transporte de esta sustancia.

Se subdivide así, en propiedades físicas, propiedades químicas, peligros – según son clasificados en la normatividad mexicana - y en condiciones particulares, donde se agrupan las demás características que podrán influir directamente en el valor de riesgo.

### **Propiedades físicas:**

Se considera el estado físico, la temperatura de ebullición, el intervalo de inflamabilidad, la densidad del líquido y densidad de los vapores, así como la presión de vapor.

### **Estado físico**

El estado físico juega un papel clave en la determinación del riesgo debido a los materiales peligrosos, dado que en estado sólido las sustancias sólidas conservan su forma, volumen y generalmente es más sencillo su manejo para el mismo tipo de peligro. Los líquidos al ser susceptibles de cambiar de forma, se vuelven más difíciles de contener, son más sensibles a los desniveles del terreno y pueden fácilmente provocar contaminación por contacto al ser absorbidos en materiales no repelentes. Finalmente, dado que los gases no poseen un volumen constante tienden a dispersarse con extrema facilidad y su transporte y recolección se hace prácticamente imposible a menos que se cuente con un recipiente herméticamente cerrado apropiado para el material. Por lo anterior, el riesgo se incrementa de acuerdo con el siguiente principio:

El riesgo aumenta progresivamente conforme cambia el estado físico:

Menos riesgo – Sólido < Líquido < Gas – Mayor riesgo

Si el material peligroso se encuentra en estado gaseoso, el riesgo es mayor

## **Temperatura de ebullición**

La temperatura de ebullición es un factor a considerar porque permite conocer en una situación dada, a qué temperatura se producirá el cambio de estado que puede dificultar el manejo del material.

Para líquidos, la temperatura de ebullición es inversamente proporcional al riesgo:

Menor riesgo—Mayor temperatura Eb. > Menor temperatura Eb. —Mayor Riesgo

## **Intervalo de inflamabilidad**

El intervalo de inflamabilidad determina qué tan rápidamente se puede alcanzar una atmósfera inflamable cuando se presenta una fuga y cuánto tiempo es capaz de mantener la condición de riesgo conforme la atmósfera inflamable se va concentrando o diluyendo con el material peligroso. Para el caso del Gas L.P. el intervalo de inflamabilidad va de una concentración en aire del 2% hasta el 10% en volumen. A modo de comparación, el Gas Natural posee un intervalo de inflamabilidad del 5% hasta el 15% en volumen. Así, el Gas Natural tiene un intervalo mayor de inflamabilidad pero la concentración mínima tarda más en alcanzarse.

**Evaluación:** (Intervalo 0-10)

Justificación: Es un gas —y por lo tanto, es más peligroso que un líquido o un sólido—, es 2 veces más denso que el aire, lo que le hace mantenerse cerca de la superficie y acumularse en lugares bajos o cerrados. Es altamente inflamable, pero no es tóxico aunque funciona como asfixiante simple. Es invisible pero está olorizado para su reconocimiento. Es detectable por el olfato a 1/5 de su límite inferior de inflamabilidad.

Gas, licuado a presión. Temperatura de ebullición:  $-40^{\circ}$ . Densidad del gas: 2 veces la del aire. Presión de vapor: Aprox. 12 atmósferas.

Con base en las consideraciones anteriores, se asigna una calificación de **8 (ocho)**.

## **Propiedades químicas**

En el caso de este material, cuyo principal peligro es la inflamabilidad, se considera el calor de combustión relacionado con el valor material dado por el Índice Dow.

**Evaluación:** (Intervalo 0-40)

Justificación: Tomado del Índice Dow, aproxima una medida de la energía que libera.

De acuerdo con el Índice Dow, al Gas L.P. se le asigna un valor de **21 (veintiuno)**.

## Peligros

Evaluados conforme a la NOM-018-STPS-2000 para cada material peligroso.

**Evaluación:** (Intervalo 0-12)

De acuerdo con la NOM-018-STPS-2000, los valores que corresponden para el caso de Gas L.P son: 1 (peligro a la salud), 4 (peligro de inflamabilidad) y 0 (peligro por reactividad). Sumando estos números, se asigna una calificación de **5 (cinco)**.

## Condiciones particulares

Alude a cualquier peligro específico, como la susceptibilidad a cambios súbitos de estado, o a cualquier situación particular a la que el material se encuentre sometido, por ejemplo, que se tenga que refrigerar para su transporte o disolver en otra sustancia. En general, mientras más grande sea la diferencia entre las condiciones de transporte y sus condiciones normales, mayor será el riesgo.

**Evaluación:** (Intervalo 0-10)

El Gas L.P. es un gas licuado susceptible de sufrir explosiones tipo *BLEVE* (Explosión del vapor en expansión de un líquido en ebullición) en caso de falla del contenedor. No se encuentra en su estado natural gaseoso sino licuado bajo presión; no requiere condiciones particulares de refrigeración.

Sus condiciones particulares son:

No se transporta en su estado físico natural, sino bajo presión.

Es susceptible de explosión tipo *BLEVE*, Explosión de Vapor en Expansión de Líquido en Ebullición, pero requiere calentamiento.

Por lo anterior se asigna una calificación de **3 (tres)**.

## Calificación de la categoría

Para obtener la calificación de la categoría Material y sus Condiciones se suman las calificaciones obtenidas en cada uno de los factores considerados, así:

$$\mathbf{A. \text{ Material y sus condiciones} = a + b + c + d = 8 + 21 + 5 + 3 = 37 \text{ (treinta y siete)}}$$

## **Unidad**

La unidad transportadora – la Unidad- es el medio de transporte mediante el cual se lleva el material peligroso de un lugar al otro. En esta Guía se consideran los Autotanques, -mejor conocidos en México como pipas-, y los camiones repartidores de cilindros. En general la unidad tiene que soportar, además del contacto prolongado con el material peligroso, las cargas generadas por el viaje sobre sus mecanismos, -ya sean fuerzas centrífugas, vibratorias, choques internos por las irregularidades de los caminos o los esfuerzos propios de la conducción como frenados y aceleraciones-.

Por lo anterior, es indispensable que cada uno de los sistemas de la Unidad – divididos en esta Guía como Sistemas mecánico, de almacenamiento, de carga y descarga, y de seguridad, (se ha agregado también un apartado correspondiente al Sistema de recepción del cliente)- se encuentre siempre en un estado óptimo de mantenimiento y con el registro apropiado de sus componentes incluyendo su edad, fecha de instalación, número de reparaciones, etc.

Nota respecto a los intervalos: A partir de este punto es posible que el riesgo calculado con las tablas exceda el máximo señalado en los intervalos, en ese caso siempre se pondrá el riesgo mayor junto con un (\*) para señalar el exceso. Al final del recuento del riesgo la suma de todos los excesos se registra y se les considera prioritarios.

### **Sistema mecánico**

En el sistema mecánico se considera todo componente y equipo, mecánico o motriz, que sea común con otros sistemas de transporte terrestre que no se dediquen a los materiales peligrosos; incluyendo desde las llantas o el sistema de frenos hasta el chasis o el estado de la pintura. Pese a que puede resultar obvio que el adecuado mantenimiento es primordial para el funcionamiento seguro de la unidad, una gran cantidad de accidentes durante el transporte en general, y en el transporte de materiales peligrosos en particular, son originados por un deficiente mantenimiento sobre partes claves del sistema. Existen registros de accidentes causados por muy variados motivos, desde la rotura del chasis por corrosión y falta de mantenimiento hasta falla del freno de mano y reventado de la llanta a alta velocidad. Estos dos últimos factores de frenos y llantas son tan comunes que se les ha considerado en una evaluación particular.

### **Mantenimiento mecánico general**

**Evaluación:** (Intervalo 0-25) Este factor de riesgo será evaluado considerando tanto el historial de mantenimiento de la Unidad como la opinión del jefe de mantenimiento o la persona encargada de verificar las unidades antes de su salida. El evaluador asignará la calificación de riesgo en escala del 0 al 25 de acuerdo a los parámetros

revisados y a su criterio. Mientras menor sea la calificación del mantenimiento mecánico general, mayor será el riesgo, o lo que es lo mismo, mientras más desviaciones o errores haya, mayor será el riesgo.

*Ejemplo:*

*Si el mecánico declara que en una escala del 0 al 10, se califica a la unidad con 4 desviaciones (4 errores de 10 errores posibles), entonces la calificación que será asentada en el formato será igual a  $4/10$  de 25 = 10; por lo tanto, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para Unidad-Sistema mecánico-Mantenimiento mecánico general es: 10 (diez).*

*Nota: Cabe recordar lo importante de aplicar el criterio del evaluador para que los resultados sean congruentes y lógicos. Si hay muchos errores, la calificación de riesgo debe ser alta.*

## Frenos

**Evaluación:** (Intervalo 0-16) Para esta prueba, se asigna una calificación base que corresponde al porcentaje de vida de los frenos (**Tabla 1**) ya sea estimada conforme al kilometraje recomendado o al tiempo de vida establecido en los procedimientos de cada compañía; una vez determinado este parámetro, se sumará lo que se obtenga en la Revisión integral de frenos de acuerdo con lo siguiente:

Para la Revisión integral del sistema de frenos, se evaluarán las siguientes anomalías:

Evaluación	Puntos a agregar
Corrosión	1
Desgaste	1
Falta de mantenimiento	1
Prueba de frenado	1
Cualquier desplazamiento con freno de mano	2

Tabla 1: Calificación de Riesgo en función del tiempo teórico de vida de los frenos

% de vida teórica de los frenos	Puntos a agregar
0 – 10%	0
10- 20%	1
20 -30%	2
30 – 40%	3
40 -50%	4



50 - 60%	5
60 – 70%	6
70- 80%	7
80 -90%	8
90 – 100%	9
> 100%	10

*Ejemplo:*

*Si el porcentaje de vida de los frenos está entre el 60-70% (6) y se encontraron anomalías por falta de mantenimiento (1) y en la prueba de frenado (1), entonces el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Unidad-Sistema mecánico-Frenos** es:  $6 + 2 = 8$  (ocho).*

### **Llantas**

**Evaluación:** (Intervalo 0-7) Para esta prueba, se asigna una calificación base que corresponde al porcentaje de vida de las llantas (km recorridos de acuerdo con lo establecido por el fabricante) (**Tabla 2**); una vez determinado este parámetro, se sumará lo que se obtenga en la revisión integral de las llantas de acuerdo con lo siguiente:

Para la Revisión integral de llantas, se evaluarán las siguientes anomalías:

<b>Evaluación (Por cada llanta)</b>	<b>Puntos a agregar</b>
Por cada abolladura	1
Por cada agrietamiento	1
Por cada zona sin grabado	1
Desviación mayor al 10% de la presión nominal de trabajo de la llanta	1

Tabla 2: Calificación de Riesgo en función del recorrido teórico de vida de las llantas

<b>% vida de las llantas (en km recorridos)</b>	<b>Puntos a agregar</b>
0 – 10%	0
10- 20%	1
20 -30%	2
30 – 40%	3
40 -50%	4

50 - 60%	5
60 – 70%	6
70- 80%	7
80 -90%	8
90 – 100%	9
> 100%	10

*Ejemplo:*

*Si el porcentaje de vida de las llantas está entre el 40-50% y se encontraron anomalías en la llanta 1 por abolladura, en la llanta 2 se encontró agrietamiento, en la llanta 3 una abolladura y en la llanta 4 hubo una desviación en la presión, entonces el valor de riesgo obtenido es  $4 + 4 = 8$ ; pero:*

*Dado que el intervalo de riesgo especifica que la calificación máxima es 7, entonces la calificación que se coloca en el recuadro de Calificación para **Unidad-Sistema mecánico-Llantas** es: **7\*** (*siete\**); agregando un (\*) para permitir la fácil identificación de los parámetros que exceden los límites de riesgo y así establecer las prioridades en la atención y el mantenimiento.*

## Sistema de almacenamiento

El Sistema de almacenamiento consiste en el contenedor de Gas L.P. y de las tuberías y accesorios que lleva integrados y que no se empleen constantemente con cada cliente para la Carga y la descarga del Gas L.P. de la Unidad. En el caso de los camiones de reparto, el Sistema de almacenamiento está integrado por cada uno de los cilindros portátiles que la unidad transporta. Aunque este sistema es seguro, sus especificaciones se encuentran en las Normas Oficiales Mexicanas y suelen registrarse pocas fallas, las consecuencias de una falla en el Sistema de almacenamiento son tan graves que el riesgo que originan debe ser considerado. Dado que las fallas han resultado ser prevenibles sólo con mantenimiento adecuado y una revisión sistemática, ambos factores son integrados aquí.

## Vigencia y mantenimiento del contenedor

**Evaluación:** (Intervalo 0-9) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

Valoración externa (Anual)	Calificación	Valoración interna desde la última revisión (cada 5 años)	Calificación
Primer bimestre	0	0 años	0
Segundo bimestre	2	1 año	2

Tercer bimestre	4	2 años	4
Cuarto bimestre	6	3 años	6
Quinto bimestre	8	4 años	8
Mayor a Sexto bimestre	10	5 o más años	10
Nota: Se coloca la calificación de riesgo más alta entre la calificación obtenida en la valoración externa y la valoración interna.			

Ejemplo:

<i>Si la última <b>valoración externa</b> fue el 01Mar09 y la fecha actual es 10Jul09 (han pasado 2 bimestres), entonces el valor de riesgo que le corresponde a esta evaluación es: <b>2 (dos)</b>.</i>	<i>Si la última <b>valoración interna</b> fue el 05Abr06 y la fecha actual es del 10Jul09 (han pasado más de 3 años), entonces el valor de riesgo que le corresponde a esta evaluación es <b>6 (seis)</b>.</i>
<i>Una vez obtenidas las calificaciones de la Valoración externa y de la Valoración interna, se coloca la mayor de las dos en el recuadro de Calificación para <b>Unidad-Sistema de almacenamiento-Vigencia y mantenimiento del contenedor</b> que en este caso es: <b>6 (seis)</b>, correspondiente a la Valoración interna.</i>	

### Inspección visual

**Evaluación:** (Intervalo 0-5) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado. Para la Inspección visual del Sistema de almacenamiento, se evaluarán las siguientes anomalías:

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
Por cada abolladura o protuberancia	1
Por cada incisión	1
Por cada grieta o hendidura	1
Por cada cople dañado	1
Corrosión y marcas de fuego (hollín o tanque flameado)	1

Ejemplo:

*Si se encontraron anomalías en el tanque por 3 abolladuras y corrosión en 1 punto, entonces el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Unidad-Sistema de almacenamiento-Inspección visual** es: **4 (cuatro)**.*

## Sistema de carga y descarga

El Sistema de carga y descarga es el conjunto de mecanismos que permiten el paso del Gas L.P. desde el Sistema de Almacenamiento en la Unidad hacia el Sistema de almacenamiento del cliente. En el caso de los autotankes este sistema incluye la manguera y su carrete, el medidor de gas entregado y la válvula de cerrado rápido. En el caso de los camiones repartidores, que no extraen el gas de sus contenedores, considera a cualquier sistema que facilite y haga seguro el movimiento de los cilindros desde la Unidad hasta el lugar asignado por el cliente para su colocación.

### C.1 Para autotankes:

#### Válvulas y mangueras

**Evaluación:** (Intervalo 0-14) De excederse, agregar un (\*) para permitir la fácil identificación de los parámetros que exceden los límites de riesgo

Evaluación	Calificación
Por cada año de antigüedad que tenga la válvula más vieja	1
Por cada año de antigüedad que tenga la manguera	1
Si falta el volante de la válvula	2
Si existe fuga en las válvulas	4
Si las mangueras presentan uniones o parchaduras	4
Si la malla de la manguera está rota	4
Por cada fuga y por cada mal funcionamiento de juntas rotatorias	4

#### Medidores y hermeticidad del sistema

**Evaluación:** (Intervalo 0-5)

Evaluación	Calificación
Si no hay medidor de nivel	1
Si no hay manómetros	1
Si no hay termómetro	1
Si presenta fuga en el lugar donde está el medidor de nivel, los manómetros o el termómetro, se coloca la calificación indicada en forma acumulativa	1

Si existen los medidores de nivel, manómetros y termómetro pero son ilegibles, se suma 1 punto en cada caso	1
Una fuga detectada en cualquier parte del tanque	5

### Revisión ocular

**Evaluación:** (Intervalo 0-4)

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b> Por cada anomalía
Si externamente existen anomalías en la integridad, desgaste y en el mantenimiento de todo el sistema, el evaluador asignará una calificación del 0-4	1

Ejemplo:

Si se tiene una junta rotatoria que no funciona bien (4) y una junta rotatoria que tiene fuga (4), si la válvula tiene 3 años de antigüedad (3) y la manguera presenta parchaduras (4), entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para <b>Unidad-Sistema de carga y descarga-Válvulas y mangueras</b> es: $4+4+3+4 = 15$ Como se excede, asentar: <b>14* (catorce*)</b> .
Si el manómetro y el termómetro son ilegibles, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para <b>Unidad-Sistema de carga y descarga-Medidores y hermeticidad del sistema</b> es: <b>2 (dos)</b> .
Si la valoración de revisión ocular no presentó anomalías en la integridad, desgaste o mantenimiento en el sistema, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para <b>Unidad-Sistema de carga y descarga-Revisión ocular</b> es: <b>0 (cero)</b> .

## C.2 Para cilindros:

### Sistema de sujeción de los cilindros

**Evaluación:** (Intervalo 0-14) En caso de que se exceda el intervalo señalado se agregará un (\*) para permitir la fácil identificación de los parámetros que exceden los límites de riesgo y así establecer las prioridades en la atención y el mantenimiento

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
Por cada cilindro que no tenga un dispositivo que le impida caerse	1

## Practicidad

**Evaluación:** (Intervalo 0-5)

Evaluación	Calificación
El manejo es riesgoso para el operario que carga y descarga los tanques	5

### Revisión ocular de los cilindros en carga y descarga

(Incluye al cilindro y las válvulas)

**Evaluación:** (Intervalo 0-4) De excederse, agregar un (\*) para permitir la fácil identificación de los parámetros que exceden los límites de riesgo

Evaluación	Calificación
Si externamente cualquiera de los cilindros presenta alguna anomalía o mal estado se suma:	1 punto para cada caso

*Ejemplo:*

<i>Si existen 10 cilindros que no presentan un dispositivo que les impida caerse, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para <b>Unidad-Sistema de carga y descarga-Sistema de sujeción de los cilindros</b> es: <b>10 (diez)</b>.</i>
<i>Si el operador presenta dificultad al bajar los cilindros o al subirlos a la unidad, con riesgo para el cilindro, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para <b>Unidad-Sistema de carga y descarga-Practicidad</b> es: <b>5 (cinco)</b>.</i>
<i>Si en la valoración de revisión ocular, 5 cilindros presentaron anomalías en la integridad porque estaban abollados o con corrosión, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para <b>Unidad-Sistema de carga y descarga-Revisión ocular</b> será 5. Como excede el intervalo se asienta <b>4* (cuatro*)</b>.</i>

## Sistema del cliente

El Sistema del cliente es el conjunto de elementos como válvulas, tuberías y tanques instalados para la recepción y almacenamiento del combustible en las instalaciones de aprovechamiento por parte de los consumidores de Gas L.P. En este caso la evaluación se torna delicada debido a que aunque las empresas que suministran el gas están obligadas por las Normas Oficiales Mexicanas a no suministrar el combustible a quién no cumpla con un mínimo de requisitos de seguridad en sus instalaciones de aprovechamiento, esta inacción repercute negativamente en las

ventas. A pesar de lo anterior, después de una sencilla consideración se desprende que requerirle al cliente que le dé un adecuado mantenimiento a sus instalaciones y que cumpla con la normatividad redundante en beneficio de todos ya que los mismos proveedores del Gas L.P. -en su calidad de especialistas- pueden dar el mantenimiento y garantizar la seguridad de sus clientes, así como evitar que sucedan accidentes y fatalidades, -tanto entre sus clientes como entre sus empleados-. Reducen así, el riesgo que corren al suministrar el material peligroso en instalaciones que no cuentan con los requisitos adecuados de seguridad. La evaluación se aplica sobre la instalación del cliente que represente mayor riesgo en la ruta de reparto que se está evaluando.

### Accesibilidad para la descarga

**Evaluación:** (Intervalo 0-2). En este factor de riesgo se considera que el acceso desde el lugar de estacionamiento de la Unidad repartidora de Gas L.P. hasta la conexión para alimentar al tanque estacionario o para colocar el cilindro, se encuentre despejado y libre de obstáculos que puedan poner en riesgo la integridad del personal, de la manguera (para el caso de pipas), de los cilindros de Gas L.P. o de las conexiones en general.

Evaluación	Calificación
Si no cuenta con acceso fácil y seguro al sitio de conexión del cliente	2
Nota: se califica con el mayor riesgo que presente cualquiera de los clientes	

### Mantenimiento del sistema

**Evaluación:** (Intervalo 0-6) En este factor de riesgo se considera el mantenimiento periódico y los cuidados elementales que los clientes deben tener en sus instalaciones para recibir y almacenar el Gas L.P., considera la instalación segura y la protección contra daños del sistema.

Evaluación	Calificación
Si no cuenta con una instalación: en buen estado, con espacio suficiente para maniobrar con seguridad, si existe riesgo para el personal debido a cables, alambres, altura, animales u otros factores que pudieran afectar	1 punto para cada fuente de riesgo
Nota: se califica con el mayor riesgo que presente cualquiera de los clientes	

*Ejemplo:*

*Si uno de los domicilios donde se va a surtir el gas presenta una instalación con riesgo para el personal en su acceso (2) y carece de mantenimiento (1), entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Unidad-Sistema del cliente-Accesibilidad para la descarga** es: **2 (dos)** y para **Mantenimiento del sistema** es: **1 (uno)**.*

## Sistemas de seguridad

Los Sistemas de seguridad son todos aquellos elementos destinados a detectar y a alertar en caso de falla, y a contribuir para reducir el riesgo en caso de presentarse una emergencia en alguno de los otros sistemas de la Unidad; esta subcategoría se divide en Indicadores de falla, Mecanismos de alerta y Equipo de emergencia.

### Indicadores de fallas

**Evaluación:** (Intervalo 0-2)

Evaluación	Calificación
Si faltan detectores de atmósfera explosiva	1
Si faltan detectores de pérdida de presión	1
Si faltan detectores de frenos	1
Si falta detector de velocidad	1
Propuesta: Establecer un sistema de detección ciudadana que informe anónimamente a la empresa si los conductores incurren en faltas de operación	

*Ejemplo:*

*Si en la unidad no se cuenta con detectores de atmósfera explosiva (1), si no hay una alarma que avise que se está perdiendo presión (1) y no cuenta con tacómetro funcional (1), entonces, el valor de riesgo (que suma 3) que se coloca en el recuadro de Calificación para **Unidad-Sistema de seguridad-Indicadores de falla** es 2\* (dos\*). Por excederse se agrega (\*) para permitir la fácil identificación de los parámetros que exceden los límites de riesgo.*

### Sistemas de alerta

**Evaluación:** (Intervalo 0-2) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

Evaluación en secuencia progresiva:	Calificación
Si la empresa no tiene enlace automático para rastrear los parámetros del camión	1
Si el operador no cuenta con un radio comunicador para alertar de problemas	1
Si no cuentan con teléfono celular a prueba de explosión	1



Ejemplo:

Si la unidad no cuenta con enlace automático (1), pero sí cuenta con teléfono celular a prueba de explosión y con radio, entonces el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Unidad-Sistema de seguridad-Sistemas de alerta** es: **1 (uno)**.

### Equipos de emergencia

**Evaluación:** (Intervalo 0-3) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

Evaluación de la Unidad	Calificación
Si no cuenta con el equipo para control de fugas	1
Si cuenta con sólo un extintor	1
Si no cuenta con ropa a prueba de fuego	1
Si no cuentan con ropa y equipo antiestático	1

Ejemplo:

Si la unidad no cuenta con ropa a prueba de fuego, pero sí con los otros elementos, entonces el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Unidad-Sistema de seguridad-Equipos de emergencia** es: **1 (uno)**.

### Calificación de la categoría

Para obtener la calificación de la categoría Unidad se suman las calificaciones obtenidas en cada uno de los factores considerados, así:

$$\mathbf{B. Unidad} = \text{S. Mecánico} + \text{S. Almacenamiento} + \text{S. Carga y Descarga.} + \text{S. Cliente} + \text{S. Seguridad} = (10 + 8 + 7^*) + (6 + 4) + (14^* + 2 + 0) + (2 + 1) + (2^* + 1 + 1) = \mathbf{58^{***}} \text{ (cincuenta y ocho^{***}) (Constan los 3 excesos)}$$

## Personal

Se sabe que la mayoría de los accidentes son debidos a “Fallas del Sistema Administrativo”, esto es, que casi todos los accidentes –se estima que arriba del 80%- tienen una falla humana en algún nivel de autoridad. Lo anterior se ejemplifica considerando que aún en el caso de falla de algún elemento mecánico, generalmente se conocen las especificaciones para operarlo con seguridad durante su vida recomendada y con el mantenimiento adecuado; si la pieza falla usualmente es porque no se tomaron en cuenta estos factores, siendo entonces responsabilidad del Sistema Administrativo las consecuencias que se presenten.

Adicional a lo anterior, existe también la responsabilidad directa en los incidentes y accidentes del personal que labora cotidianamente con el Gas L.P.; el personal debe tener la aptitud, la preparación y la vigilancia apropiada para desarrollar sus labores de forma segura. De acuerdo con las estadísticas disponibles al menos el 50% de los accidentes se pueden prevenir tomando precauciones especiales con el personal para la operación segura durante su labor.

## Capacitación

La capacitación del personal debe ser especializada, rigurosa y de calidad, y debe hacer énfasis en la importancia que reviste el que cada conductor y ayudante sean los responsables de la distribución del material peligroso entre la población. La capacitación debe incluir el menos los siguientes rubros:

### Unidad, Material y su manipulación, Educación vial, Seguridad y Respuestas a emergencias

**Evaluación:** (Intervalo 0-72) Cada una de los 5 exámenes califica de 0 – 10 puntos de Riesgo; el riesgo puede ser mayor al sugerido en caso de tener pocos aciertos o de transcurrir un periodo largo sin examinar a los operarios. De excederse el valor agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

Evaluación	Calificación de riesgo
<b>Sin examen:</b> Por cada examen de capacitación que <b>no</b> tenga sobre los temas de a) Unidad, b) Material y su manipulación, c) Educación vial, d) Seguridad y e) Respuestas a emergencias	20 puntos por cada uno de los 5 exámenes nunca efectuado
<b>Con examen:</b> Cada <b>error</b> en escala del 0 al 10, <b>suma</b> un punto a la calificación de riesgo. (3/10 errores = 3 puntos de riesgo) (10/10 errores = 10 puntos de riesgo)	De 0 a 10 puntos de riesgo en cada uno de los 5 exámenes
Por cada mes de antigüedad tras el primer bimestre después del último examen se suma la calificación de la Tabla 3 para cada uno de los temas de la capacitación	Ver Tabla 3

Tabla 3: Aumento de riesgo desde el último examen presentado (curva de aprendizaje)

Meses transcurridos desde el último examen	Puntos de agregados
1 meses	0
2 meses	0
3 meses	1
4 meses	2
Por cada mes adicional (hasta 11 meses), sumar 1 punto cada mes. Más de 11 meses: (10) puntos de riesgo.	1 punto cada mes
Nota: Esta tabla implica que después de un año sin exámenes de capacitación el riesgo regresa al nivel máximo, entonces se califica como no realizado	

Ejemplo:

<p><i>Si la persona que manejará el vehículo cuenta con 4 de los 5 exámenes con una calificación <b>de errores</b> de 2, 5, 7, 10 y NP respectivamente en a) Unidad, b) Material, c) Educación, d) Seguridad y e) Respuesta, pero <b>han pasado 7 meses</b> desde el último examen, entonces, el valor de riesgo es:</i></p>	
<i>Tema de examen: calificación de riesgo en base 10</i>	<i>(Calificación) por (intervalo superior)</i>
<i>Unidad es: 2 (errores) + 7 (por tiempo)= 9</i>	<i>Riesgo: (9/10) (7) = 6.3, Registra 6</i>
<i>Material manipulación es: 5 (errores)+ 7 (por tiempo) = 12</i>	<i>Riesgo: (12/10) (7) = 8, Registra 7*</i>
<i>Educación vial es: 7 (errores) + 7 (tiempo)= 14</i>	<i>Riesgo: (14/10) (41) = 57, Registra 41*</i>
<i>Seguridad es: 10 (errores) + 7 (tiempo) = 17</i>	<i>Riesgo: (17/10) (13) = 22, Registra 13*</i>
<i>Respuesta a emergencias es: No presentado; NP = 20</i>	<i>Riesgo: (20/10) (4) = 8, Registra 4*</i>
	<i>Al excederse, se asienta el máximo intervalo señalado y se agrega (*)</i>

## Vigilancia

### Médica y psicológica

La evaluación médica y la evaluación psicológica resultan factores clave para la estimación del riesgo durante las operaciones de distribución de materiales peligrosos. Se ha observado que muchos accidentes ocurren por errores prevenibles con una sencilla evaluación previa de aptitud para laborar. En algunos casos basta con verificar que el personal labore con un mínimo de coordinación motora, que no se encuentre insomne, que no tenga resaca o que no esté bajo la influencia de sustancias que alteren sus capacidades. Una evaluación médica o psicológica más cuidadosa puede ayudar a detectar otros riesgos con antelación: por ejemplo, desórdenes de conducta, situaciones

personales que afecten el desempeño o problemas emocionales graves. Cabe recordar que el conductor y los ayudantes llevan en sus manos la corresponsabilidad sobre todas las personas que puedan ser afectadas en caso de un accidente con el Material Peligroso.

**Evaluación:** (Intervalo 0-9) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
Calificación médica de riesgo diaria previa a la labor (0-5)	Calificación del médico
Calificación psicológica de riesgo diaria previa a la labor (0-4)	Calificación del médico
Si no se evalúa médicamente	Sumar 10 puntos
Si no se evalúa psicológicamente	Sumar 10 puntos

*Ejemplo:*

*Si la persona que manejará el vehículo se realizó los dos exámenes, médico y psicológico, y el evaluador, el médico o el psicólogo asigna una calificación de riesgo de 2 y 3 respectivamente, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de calificación es:*

***Vigilancia médica es: 2 (dos)***

***Vigilancia psicológica es: 3 (tres)***

***La calificación en Vigilancia médica es 2 (dos) y Psicológica: 3 (tres)***

### **Procedimientos de operación**

**Evaluación:** (Intervalo 0-19) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
a) Si no existe supervisión de procedimientos por personal responsable de seguridad en las rutas de reparto	20
b) Si existe supervisión de procedimientos por personal de seguridad en ruta, el evaluador califica con base en su experiencia (en escala de riesgo del 0 al 20)	0 a 20 de riesgo
Si la empresa proporciona un teléfono visible en cartel alentando al público para reporte de anomalías	Restar <u>1 punto</u> a la calificación
Si existen sistemas automatizados de registros de fallas en el procedimiento (por ejemplo discos integrados en las llanta para medir la velocidad)	Restar <u>2 puntos</u> por cada sistema

*Ejemplo:*

*Si el supervisor en campo califica todos los parámetros que contempla en sus procedimientos de operación y asigna una calificación alta de riesgo de 16 de 20 y, pero adicionalmente, tienen implementado un sistema de reporte de anomalías, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Procedimientos de operación** es:  $16 - 1 = 15$  (quince).*

## **Calificación de la categoría**

Para obtener la calificación de la categoría Personal se suman las calificaciones obtenidas en cada uno de los factores considerados, así:

*C. Personal = Capacitación + Vigilancia = **91\*\*\*\*** (noventa y uno \*\*\*\*) (c/4 excesos)*

## **Ruta**

En esta categoría Ruta se consideran además de los factores propios del camino, como su longitud o mantenimiento, también su historial de seguridad, el clima o el tiempo esperado durante el recorrido. Accidentes involucrando materiales peligrosos imputables a la ruta no son comunes pero sus consecuencias son difíciles de cuantificar y pueden contribuir considerablemente al riesgo una vez ocurrido el accidente, por la gran cantidad de elementos involucrados, como la población aledaña o la afectación a otros transportes.

## **Generales**

El evaluador asignará una calificación, con base en su conocimiento de la ruta, a cada uno de los parámetros calificados en el entendido de que si el número es alto, el riesgo también lo es. Se sugiere tomar el valor de riesgo más alto que se presente en cada caso. También que inicialmente se asigne un valor promedio de calificación, aumentando o disminuyendo el riesgo en función de la sinuosidad o pendiente, de la longitud o de la duración del recorrido.

## **Recorrido**

Esta categoría contemplará los parámetros siguientes: Irregularidad, sinuosidad o pendientes pronunciadas (Tabla 4), longitud de la ruta, duración.

**Evaluación:** (Intervalo 0-9) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación (tomar la más alta)</b>
Si la ruta presenta irregularidad, sinuosidad ó pendientes pronunciadas	A criterio del evaluador en escala del 0 < 5 < 10
Longitud de la ruta	A criterio del evaluador en escala del 0 < 5 < 10
Duración (o algún otro riesgo particular de la ruta; como puentes, ríos, otros)	A criterio del evaluador en escala del 0 < 5 < 10

Tabla 4: Referencia sugerida para calificar el riesgo por pendiente máxima

<b>Inclinación en grados</b>	<b>Calificación</b>
Cada 2° de pendiente máxima en algún punto de la ruta representa 1 punto de riesgo	1 punto cada 2° de pendiente máxima en la ruta
10° de pendiente máxima en la ruta	5
20°	10

*Ejemplo:*

*Si en algún punto de la ruta la pendiente máxima es 10° (5 puntos de riesgo), la longitud es promedio (5) y la duración es superior al promedio de ese día (8) (porque tiene que detenerse muchas veces en una zona muy poblada), entonces, el valor de riesgo que se coloca es el mayor (8). Para **Ruta-Generales-Recorrido** es: **8 (ocho)**, que corresponde al mayor valor de riesgo de las tres evaluaciones.*

### **Antecedentes de seguridad**

**Evaluación:** (Intervalo 0-38) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
Número de incidentes registrados ocurridos en la ruta que seguirá el camión en ese día en los últimos 5 años	1 por cada accidente
Si se realizó la investigación del incidente y se tomaron acciones correctivas	No se contabiliza el incidente
En caso de no conocer o no tener un registro de los incidentes de un cierto año dado	Se agregarán 12 por cada año que no cuente con registro

*Ejemplo:*

*Si se registraron 9 incidentes en los últimos 4 años, (9), pero si en 2 casos ya se ha realizado la investigación y se han realizado las acciones correctivas necesarias para evitar su repetición: (-2). Se desconoce información del año anterior (12) para la ruta que seguirá el autotanque; entonces el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Ruta-Generales-Antecedentes de seguridad** es:  $9 - 2 + 12 = 19$  (diecinueve).*

### **Densidad poblacional**

**Evaluación:** (Intervalo 0-3) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
La calificación está dada por la densidad en la colonia más densamente poblada por la que atraviesa la ruta (se consulta en los AGEBS del INEGI)	A criterio del evaluador: (0 a 3)
En caso de no conocer la densidad de población de la(s) colonia(s)	(Sugerida de 1 por cada delegación que atravesase la ruta)

*Ejemplo:*

*Si se desconoce la densidad, pero se sabe que la Unidad pasa por 2 delegaciones, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Ruta-Generales-Densidad poblacional** es 2 (dos).*

### **Número de entregas**

**Evaluación:** (Intervalo 0-3) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
Por cada 4 entregas que se realicen:	1 punto de riesgo

*Ejemplo:*

*Si el camión realiza 12 entregas en el día, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Ruta-Generales-No. de entregas** es 3 (tres).*

## Ambientales

### Condiciones climáticas

#### Lluvia

**Evaluación:** (Intervalo 0-7) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

Evaluación	Calificación
Si no está lloviendo, verificar si existe probabilidad de precipitación	A criterio del evaluador. Se sugiere el valor que indique la probabilidad de precipitación (en % / 10) en el pronóstico del día.
Si está lloviendo, dependiendo de la intensidad y la experiencia:	A criterio del evaluador. Entre 5 y 10 de riesgo

*Ejemplo:*

*Si el pronóstico del tiempo comunica un 40% de probabilidad de precipitación, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Ruta- Condiciones climáticas-Lluvia** es  $(40 / 10) = 4$  (cuatro).*

#### Viento

**Evaluación:** (Intervalo 0-3) La presencia o ausencia de viento tiene una cierta influencia sobre el riesgo por transporte de Gas L.P., especialmente en casos de accidentes o fugas. El viento facilita la dispersión del material y reduce el riesgo, pero de mayor intensidad puede representar riesgos sobre la visibilidad o el personal.

Evaluación	Calificación de riesgo
Sin viento	2
Ligero	0
Moderado	1
Fuerte	3
A criterio del evaluador: se sugiere usar los pronósticos climatológicos	

*Ejemplo:*

*Si el pronóstico del tiempo comunica **sin viento**, el valor de riesgo que se coloca para **-Condiciones climáticas-Viento** es 2 (dos).*



## Visibilidad

La visibilidad tiene una cierta influencia sobre el riesgo por transporte de Gas L.P., entre los factores a considerar se encuentran los antropogénicos (objetos que estorben como lonas, follaje, letreros, mantas, etc. que puedan afectar la visibilidad del conductor y provocar accidentes) y los ambientales (factores climatológicos de visibilidad, si es de día o de noche y si la ruta pasa por zona de polvaredas)

**Evaluación:** (Intervalo 0-3) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b> (se toma el mayor)
Factores antropogénicos a juicio del evaluador	0 – 3
Factores ambientales	0 – 3
Número de horas en que el recorrido es nocturno	1 punto por hora sin luz natural

*Ejemplo:*

*Si el pronóstico del tiempo indica buena visibilidad y no transita por polvaredas o no existen zonas críticas en la ruta con objetos o letreros que afecten su visibilidad, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Ruta- Condiciones climáticas-Visibilidad** es 0 (cero).*

## Infraestructura

### Aptitud y mantenimiento

**Evaluación:** (Intervalo 0-19) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
<u>Si en algún tramo:</u> la ruta no tiene cinta asfáltica	1
la ruta tiene baches o hundimientos	1
la ruta no tiene alcantarillas	1
en ruta los desperfectos no se arreglan rápidamente	1
Si los conductores reportan el camino en mal estado	1
Si la ruta pasa por zona cavernosa o de hundimientos	1
Si la ruta pasa por zona de derrumbe o caída de objetos	1

Si la ruta no es apta para el tránsito de vehículos pesados	1
Si el ancho de carril efectivo en la zona no es suficiente para maniobrar cómodamente	1
Si hay reparaciones u obras aledañas	1
Por cualquiera de los parámetros anteriores desconocido	2 por cada factor
Si no se realiza la evaluación mensual de la ruta	1 cada mes pasado desde la última evaluación

*Ejemplo:*

*Si un tramo no tiene cinta asfáltica (1), una parte del camino presenta baches (1), la ruta pasa por zona cavernosa (1), los carriles son insuficientes para maniobrar (1), los otros factores son aceptable, y no se ha realizado la evaluación mensual por 6 meses, entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Ruta-Infraestructura-Aptitud y mantenimiento** es  $(1+1+1+1+6) = 10$  (diez).*

### Señalización vial

**Evaluación:** (Intervalo 0-4) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

Evaluación	Calificación
Si falta algún semáforo en cruces importantes	1
Si no hay indicaciones viales adecuadas o suficientes	1
Si la población no respeta las indicaciones viales	1
Si falta iluminación artificial adecuada a la ruta	1
Si no están indicadas las velocidades máximas permitidas	1
Si la población no respeta las velocidades máximas en la ruta	1
Por cada parámetro anterior desconocido	1
Si no se realiza la evaluación mensual	1 punto por cada mes no evaluado

*Ejemplo:*

*Si la ruta por la que pasa la unidad carece de un semáforo en una intersección de vías primarias (1), si en la ruta no hay indicaciones para pendientes o curvas (1), no existe la iluminación artificial necesaria adecuada (1), entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Ruta-Infraestructura-Señalización vial** es 3 (tres).*

### **Semovientes**

**Evaluación:** (Intervalo 0-11) Si no se conoce algún dato, se aplica el máximo riesgo correspondiente

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
Si hay registros de atropellamientos o percances con personas o animales	3
Si no hay barrera física que impida el paso de semovientes	2
Si en las vías secundarias o alternas no hay visibilidad para identificar a los semovientes o viceversa	2
Si no hay señalización específica para cruces peatonales, zonas escolares o zonas de precaución	2
Si no existen cruces peatonales adecuados o si no se usan correctamente	2

*Ejemplo:*

*Si hay deficiencias en la señalización de cruces peatonales (2) y los cruces peatonales no son adecuados y no se usan de forma correcta (2), entonces, el valor de riesgo para **Ruta-Infraestructura-Semovientes** es 4 (cuatro).*

### **Calificación de la categoría**

Para obtener la calificación de la categoría Ruta se suman las calificaciones obtenidas en cada uno de los factores considerados, así:

***D. Ruta = Generales + Ambientales + Infraestructura = (8 + 19 + 2 + 3) + (4 + 2 + 0) + (10 + 3 + 4) = 55 (cincuenta y cinco)***

## Imponderables

Como su nombre lo indica, los riesgos imponderables son difícilmente cuantificables, no sólo porque no se tiene la certeza ni el momento de su ocurrencia sino porque sus causas, efectos y repercusiones pueden ser extremadamente variados. Siendo como es, extremadamente subjetivo cualquier valor que se trate de asignar dentro de esta categoría, y en consecuencia su influencia final sobre el valor del Índice de Riesgo es pequeña, es aún posible señalar las causas más probables de riesgos, de forma tal que se puedan tomar acciones en consecuencia para reducirlas o, en algunos casos excepcionales, evitarlas.

Esta categoría se subdivide en tres grandes subcategorías, los riesgos naturales, que incluyen a cualquier tipo de evento que no sea provocado directamente por el hombre y su tecnología; los riesgos sociales (relacionados directamente por el comportamiento de las personas), y tecnológicos (derivados de las actividades tecnológicas humanas). La evaluación aquí, más que en cualquier otro factor de riesgo, depende en gran medida del criterio del evaluador así como, y principalmente, de las acciones que se puedan adoptar para que en caso de presentarse las situaciones consideradas, el riesgo sea mínimo.

### Riesgos naturales

**Evaluación:** (Intervalo 0-13) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b> (a criterio) Recomendado:
En caso de transitar por zona sísmica intensa	5
En caso de transitar por suelos o puentes inestables	5
En caso de que las lluvias hayan provocado inundaciones o crecidas rápidas sobre la ruta en el pasado	5
En caso de que sea temporada de sequía y la ruta pase por zonas de incendios forestales	5
Si la ruta pasa por zonas de conservación natural, reservas ecológicas, etc.	5

*Ejemplo:*

*Si es época de lluvias y han ocurrido crecidas (5), entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación para **Ruta-Infraestructura-Riesgos naturales** es 5 (cinco).*

## **Sociales**

**Evaluación:** (Intervalo 0-69) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
Si hay antecedentes o amenaza de marcha, bloqueos o movilización de grandes masas	10 por cada antecedente
Si hay antecedentes de inseguridad en la ruta ya sea por robos, asaltos o vandalismo	10 por cada antecedente

*Ejemplo:*

*Si se informó que ocurrirá una marcha en las cercanías de la ruta y se tiene registro que ya ha ocurrido 2 veces anteriores, entonces el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación **Ruta-Infraestructura-Sociales** es 30 (treinta).*

## **Tecnológicos**

**Evaluación:** (Intervalo 0-18) De excederse, agregar un (\*) para identificar el límite sobrepasado

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
Si pasa junto a zonas vulnerables como escuelas, asilos, hospitales, refugios, centros comerciales, fabricas donde se almacenen sustancias químicas o donde se acumulen materiales inflamables o sitios públicos concurridos.	1 por cada uno de los mencionados
Si atraviesa vías de tren funcionales	4 cada caso
Si existen antecedentes de percances viales masivos o recurrentes en la ruta	2 cada caso

Ejemplo:

*Si en un punto de la ruta la unidad pasa junto a 5 recintos públicos (5) y ha de cruzar una vez sobre vías férreas (4), entonces, el valor de riesgo que se coloca en el recuadro de Calificación **Ruta-Infraestructura-Sociales y tecnológicos** es 9 (nueve).*

## Calificación de la categoría

Para obtener la calificación de la categoría Imponderables se suman las calificaciones obtenidas en cada uno de los factores considerados, así:

*E. Imponderables = Naturales + Sociales + Tecnológicos = (5) + (30) + (9) = **44 (cuarenta y cuatro)***

## Bonificaciones

Las Bonificaciones son deducciones en la calificación del riesgo que se pueden aplicar en caso de que se cumpla con algunos estándares y parámetros de calidad, seguridad o apego a la normatividad. La suposición básica es que la existencia de certificados de calidad que avalen el funcionamiento de la compañía distribuidora de Gas L.P. incrementa, por los procedimientos y la concienciación aplicados al interior de la empresa, el margen de seguridad con que opera. La bonificación máxima suponiendo que la empresa pueda acreditar certificaciones por todas las categorías de riesgo enumeradas en el IRT@GLP será del 25% de la calificación obtenida.

Ejemplos de Cumplimientos con Normas o Certificaciones

<b>Evaluación</b>	<b>Calificación</b>
Si cuenta con un sistema de certificación de calidad –ejemplo: ISO 9000-	Otorga un 10% el valor de riesgo obtenido en todas las categorías
Si cuenta con un certificado que acredite el cumplimiento de una norma oficial o una certificación específica	Se otorga el 25% sobre la calificación obtenida en los factores o categorías de riesgo certificados
Si cuenta la unidad con la calcomanía vigente de acuerdo a la PROY-NOM-068-SCT-2-2012	Se otorga el 25% sobre la calificación obtenida en la subcategoría: Mantenimiento mecánico general
Si cuenta con cualquier otra certificación de operación con reconocimiento oficial –ejemplo: Industria Limpia-	Se reduce en un 5% el valor del riesgo en todas las categorías

Ejemplo:

Si la empresa no cuenta con certificaciones o distintivos de calidad, ni acreditaciones de unidades de verificación autorizadas entonces la **Bonificación es 0 (cero)**.

### Calificación de la categoría

Para obtener la calificación de la categoría Bonificaciones se suman las calificaciones obtenidas en cada certificación o acreditación considerada, así:

$$F. \text{ Bonificaciones} = 0 = 0 \text{ (cero)}$$

### Integración del valor del Índice de Riesgo

De acuerdo con el Índice de Riesgo la calificación total se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Índice de Riesgo} = 2.5 A + 2.3 B + 5.1 C + 1.3 D + 1.3 E - F$$

En el ejemplo que se ha desarrollado queda como sigue:

$$\begin{aligned} IRT@GLP &= 2.5 (37) + 2.3 (58^{***}) + 5.1 (91^{****}) + 1.3 (55) + 1.3 (44) - (0) = \\ IRT@GLP &= 92.5 + 133.4 + 464.1 + 71.5 + 57.2 - 0 = 818.7 \quad \text{con 7* prioritarios} \end{aligned}$$

### Tabla de intervalos del Índice de Riesgo

Intervalo de la calificación final de riesgo	Categoría
37 - 300	Riesgo Despreciable
301 - 400	Riesgo Aceptable
401 - 500	Riesgo Bajo
501 - 600	Riesgo Moderado
601 - 700	Riesgo Elevado
701 - 800	Riesgo Mayor
<b>801 - Mayor</b>	<b>Riesgo Inaceptable*</b>

**\*De acuerdo con el resultado en este ejemplo la Unidad no es autorizada a salir y debe tomar acciones inmediatas para reducir el riesgo**

## Anexo 2: Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P.

Base de datos de incidentes y accidentes durante el transporte de Gas L.P., creada mediante la fusión de la base de datos recopilada por el autor y complementada con la base de datos provista por la Dirección General de Gas L.P. de la Secretaría de Energía, DGGLP-SENER.

La base de datos completa está integrada por 22 categorías –columnas- en las que se vuelca la información, cuando ésta se encuentra reportada. Las categorías incluidas son:

Número consecutivo en BaDaNAT	Fecha	Hora	Empresa	Referencia	Localización	Efectos cuantificables mayores	Efectos cuantificables menores	Accidente de tránsito	Volcadura	Fuga o derrame	Incendio	Explosión / Flamazo	Tipo de contenedor	Capacidad del tanque	Causa	Descripción del accidente	Observaciones	Clasificación IRT@GLP	Clasificación General	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
-------------------------------	-------	------	---------	------------	--------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------	-----------	----------------	----------	---------------------	--------------------	----------------------	-------	---------------------------	---------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------------	-------------------------------

La versión de la BaDaNAT@GLP que se presenta en las siguientes páginas es una versión condensada a 8 categorías para simplificar la presentación de la información.

El contenido mostrado en la categoría Descripción es, en casi todos los casos, tomado de la fuente original de información. Es común encontrar descripciones incompletas, confusas o simplemente mal redactadas o con errores ortográficos. De la información que se presenta se dedujo en todos los casos posibles las Causas Primarias y las Causas Secundarias de los accidentes –últimas dos columnas-, de acuerdo con el Estudio Sistemático de Causas de Accidentes en México, ESCAM. Las celdas marcadas en gris representan aquellos casos en que no fue posible deducir o suponer las causas de los accidentes con la información reportada.



## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
1	30/06/1997		Edo. de México	12 pasajeros evacuados. Le quiso ganar el paso al tren	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
2	01/04/1998		Tamaulipas	2 Heridos graves. Cierre de carretera.			
3	13/03/2000	10:00	Edo. de México	Chofer al huir con una fuga se estrella contra otras pipas. 11 Pipas. 150 Familias y 3 cuadras a la redonda desalojadas. El incendio se controló a las 12:30 h. De Dic. a Mar 3 fugas en esa planta.	Autotanque	Personal - Capacitación - Respuesta a emergencias	Imponderables - Tecnológicos -
4	07/12/2000		Jalisco		Tractocamión		
5	24/12/2002		Hidalgo	Semirremolque cargado al 10% de su capacidad total, se procedió a realizar el trasiego del energético a otro semirremolque para evitar riesgos a la población.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
6	07/02/2003		Edo. de México		Autotanque		
7	13/04/2004	10:30	Durango	Se pasó el alto. Una pareja lesionada. Daños superiores a \$ 10 000. Conductor de 27 años.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
8	21/04/2004		Edo. de México	Se reporta una explosión en una camioneta que transportaba cilindros de Gas L.P., los hechos se registraron al realizar labores de trasvase de un cilindro a otro, afectando a 7 domicilios y 4 vehículos particulares.	Camión de cilindros	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	
9	27/08/2004		Guerrero				
10	17/09/2004		Jalisco	Se reporta una explosión al estar suministrando Gas L.P. en un tanque estacionario, se desconocen las causas que generaron el incidente.	Autotanque		
11	01/01/2005		Edo. de México	Flamazo en casa habitación al abastecer un cilindro de Gas L.P. por unidad de la empresa "REME-GAS".	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	
12	06/01/2005		D.F.	Una manguera se reventó al cargar un tanque estacionario. 2 Lesionados.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
13	17/01/2005		Hidalgo	Ocurrió un choque entre vehículos, entre ellos el Autotanque al 100% de su capacidad, para verificar las medidas de seguridad del Autotanque fue trasladado a instalaciones de FLAMA GAS.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	
14	18/02/2005	12:00	Edo. de México	La pipa volcó sobre el camellón central. Conductor y Copiloto lesionados. Se detuvo el tránsito a 1km de distancia. Exceso de velocidad.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
15	18/02/2005		Edo. de México	Volcadura de una pipa de Gas L.P.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
16	08/03/2005		D.F.				
17	17/03/2005		Edo. de México	Hundimiento en el pavimento de una pipa de Gas L.P.	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	
18	04/04/2005		Edo. de México	Volcadura de una pipa de Gas L.P.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
19	22/04/2005		Edo. de México	La pipa trato de ganar el paso al ferrocarril. Chofer y ayudante calcinados.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
20	23/04/2005		D.F.	Tren arrolla pipa de gas. 2 Muertos.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
21	23/04/2005		Edo. de México	2 muertos. Trató de ganarle la pipa al tren	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
22	25/06/2005		Edo. de México	Volcadura de una pipa de Gas L.P.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
23	05/07/2005		Edo. de México	Choque de una pipa de Gas L.P. con 3 vehículos particulares.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
24	22/08/2005		D.F.	Falla en los frenos. 84 Evacuados.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
25	27/09/2005		Edo. de México	Choque de una pipa de Gas L.P. y 6 puestos ambulantes.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
26	20/10/2005		Edo. de México	Ruptura de manguera de despacho. Fuga al estar surtiendo el tanque estacionario, por una ruptura de la manguera de despacho de pipa de Gas L.P.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
27	25/10/2005		Edo. de México	Choque de una pipa de Gas L.P. y 4 vehículos particulares.	Autotanque	Imponderables - Sociales -	
28	11/11/2005		Edo. de México	Se quedó dormido. 3 Muertos. Automóviles dañados.	Autotanque	Personal - Vigilancia - Médica	
29	20/01/2006		Querétaro	Choque de gas contra camión materialista y cables eléctricos. 3 Personas heridas. 3 Automóviles dañados.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
30	24/01/2006			Volcadura e impacto de una pipa de Gas L.P. con un poste de alumbrado público.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
31	13/04/2006		Hidalgo	Exceso de velocidad. 1 Muerto. 1 Herido de gravedad. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
32	09/05/2006			Volcadura de un Tractocamión.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
33	18/05/2006		Edo. de México	Volcadura de una pipa de Gas L.P.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
34	10/06/2006		Edo. de México	Choque por alcance de las unidades.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
35	13/07/2006		Edo. de México	Impacto de una pipa y una camioneta particular.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
36	31/07/2006		Quintana Roo	El conductor se durmió. Ruptura de válvula de escape provoca incendio. 2 Heridos graves.	Autotanque	Personal - Vigilancia - Médica	Personal - Capacitación - Educación vial
37	14/09/2006		Edo. de México	Volcadura de un Tractocamión.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
38	01/10/2006		Edo. de México	Choque entre una pipa de Gas L.P. un vehículo particular.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
39	12/10/2006		Edo. de México	Choque entre una pipa de Gas L.P. y un torton.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
40	11/11/2006		Edo. de México	Volcadura de un Tractocamión de Gas L.P.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
41	11/12/2006		Veracruz	Camioneta se queda sin frenos. Daños a vehículos, puesto ambulante, caseta telefónica, poste de luz y un lesionado.		Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
42	15/12/2006		Veracruz	Pipa se queda sin frenos. Daño a 8 vehículos.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
43	19/12/2006		Edo. de México	Salida de carretera de una pipa de Gas L.P.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
44	21/12/2006	10:00	San Luis Potosí	Bracero como fuente de ignición, fuga en la unidad. 12 Lesionados. El incendio duro 4.5h.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Medidores y hermeticidad del sistema	
45	11/01/2007	14:00	D.F.	Chocó la pipa contra un poste. Cerrada por 1h una avenida principal.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
46	17/01/2007		Guanajuato				Personal - Capacitación - Educación vial
47	31/01/2007	00:00	Querétaro	Falta de precaución del conductor. Decenas de familias evacuadas.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
48	02/02/2007	11:06	D.F.	Fuga, válvula rota. Vehículo de Telmex lesionado. Un tráiler enganchó a la pipa al tratar de rebasarla.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
49	05/02/2007		Edo. de México	Volcadura de un Tractocamión con cilindros de Gas L.P.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
50	19/02/2007	07:30	Guerrero	Incendio en una llanta. Circulación detenida por 1h.		Unidad - Sistema mecánico - Llantas	

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
51	26/02/2007		Edo. de México	Volcadura de pipa de Gas L.P.			Personal - Capacitación - Educación vial
52	20/03/2007		Hidalgo	Falta de medidas de seguridad. Se originó un flamazo al suministrar Gas L.P. en un tanque estacionario de 300 L, incendiándose 2 recipientes portátiles de 20 kg, resultando herido un empleado.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	
53	30/03/2007		Edo. de México	Pipa de Gas L.P. cayó a una zanja.	Autotanque		Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento
54	02/04/2007		Edo. de México	Flamazo ocasionado al abastecer un tanque estacionario.	Autotanque		
55	18/04/2007		Edo. de México	Volcadura de pipa de Gas L.P.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
56	21/04/2007		Edo. de México	Choque volcadura de una pipa de Gas L.P. y vehículo particular.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
57	27/04/2007		Edo. de México	Volcadura de pipa de Gas L.P.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
59	11/06/2007		Edo. de México	Hundimiento de una llanta delantera en el piso de una pipa de Gas L.P. Hundimiento	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	
60	27/06/2007		Edo. de México	Incendio de 2 autotanes de Gas L.P.	Autotanque		
61	31/07/2007		D.F.	Una pipa que circulaba se incendió sin causas aparentes y los tripulantes se dieron a la fuga.	Autotanque		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
62	31/07/2007	08:00	Nuevo león	La pipa invadió carril contrario. 1 Muerto. Circulación cerrada por 3 h y media. Conductor de 35 años.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
63	02/08/2007		Chiapas	Conductor de 25 años de edad. 1 Muerto. 11 Lesionados. Cierre de carretera.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
64	18/08/2007	14:00	Zacatecas	Cayó a un barranco de 15 m. Ocasionado por las lluvias.		Ruta - Condiciones climáticas - Lluvia	Personal - Capacitación - Seguridad
65	09/09/2007	09:35	Coahuila	29 muertos. 150 heridos.	Tractocamión		
66	13/09/2007	09:35	Coahuila	Pérdida de control de vehículo por dormir. 2 Heridos. A menos de 200 m de una gasera. El viaje inició desde el 10 de Septiembre.	Tractocamión	Personal - Vigilancia - Médica	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
67	20/09/2007		Edo. de México	Flamazo de una pipa de Gas L.P. al estar surtiendo un tanque estacionario.	Autotanque		
68	25/09/2007		Coahuila	El camión de pasajeros se pasó el alto. 9 Heridos. 4 Automóviles afectados.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
69	27/09/2007	07:30	D.F.	Mala conexión durante carga de gas estacionario. 6 Bomberos intoxicados. 14 Vehículos quemados, 4 Casas y 1 Restaurant. Evacuación de toda la zona. Conductor de 47 años y ayudante de 37 años.	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Capacitación - Respuesta a emergencias
70	18/10/2007		Edo. de México	Volcadura de Autotanque de Gas L.P.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
71	02/11/2007	10:00	Quintana Roo	Exceso de velocidad. Conductor de 24 años. Volcó y arrastró más de 8m. La unidad tardó en ser removida más de 30 min. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
72	02/11/2007		Quintana Roo	Doble de la velocidad permitida. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
73	13/11/2007	14:30	Baja California Norte	Se quedó sin frenos. 5000 evacuados. Cierre de carretera libre Tijuana – Téchate por 3 h. Conductor de 49 años de edad.	Tractocamión	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Personal - Capacitación - Educación vial
74	17/11/2007		Edo. de México	Volcadura de Tractocamión de Gas L.P.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
75	24/11/2007		Veracruz	Falla mecánica ocasiona que la camioneta se desplace en reversa chocando contra un taxi. Daño a taxi.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema mecánico - Frenos

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
76	05/12/2007	09:30	Tamaulipas	Bache en la carretera. Conductor de 43 años.		Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	
77	10/12/2007	Mañana	Edo. de México	Exceso de velocidad. 2 lesionados. 11 Vehículos y se bloqueó la autopista excepto en un carril. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
78	11/12/2007		Edo. de México	Volcadura de un Autotanque de Gas L.P.	Autotanque		
79	12/12/2007	07:00	Quintana Roo	Piso mojado y falta de precaución. Conductor de 59 años de edad.	Autotanque	Ruta - Condiciones climáticas - Lluvia	Personal - Capacitación - Seguridad
80	03/01/2008		Michoacán	Volcadura de transporte de Gas L.P. con capacidad de 39,902 litros; se desconoce la empresa (Se desconocen más datos).	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
81	04/01/2008		Edo. de México	Choque de un camión de cilindros de Gas L.P. y un camión, Ruptura de la válvula del tanque de almacenamiento.	Camión de cilindros		
82	09/01/2008		Hidalgo	Se rompió el tubo de suministro a la bomba por exceso de velocidad al pasar por un tope. 30 Familias evacuadas. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
83	22/01/2008		Tabasco		Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
84	29/01/2008		Baja California Norte	Desperfecto mecánico y lluvia lo que ocasionó la pérdida de control de la unidad. Desalojo de 2 escuelas.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Ruta - Condiciones climáticas - Lluvia
85	30/01/2008		Veracruz	Fuga en la manguera que sale de la bomba de suministro de gas.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
86	30/01/2008		Michoacán		Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
87	01/02/2008		Querétaro	Se incendia mientras circula.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistemas de seguridad - Equipo de emergencia
88	02/02/2008		Michoacán		Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
89	08/02/2008		Nuevo león	Fuga de Gas L.P. en recipiente transportable. Cilindro golpeado.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor
90	11/02/2008		Veracruz	Manguera en mal estado. Fuga de una de las mangueras.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
91	15/02/2008		Jalisco	Pérdida de control.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
92	16/02/2008		Morelos	La unidad, al sufrir un calentamiento de balatas emitió una humareda considerable al ser este mecanismo de frenado que generaba llamas abiertas, y con eso poniéndose en riesgo debido a la volatilidad del producto.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
93	19/02/2008		Veracruz	Choque contra un auto y derriba poste de alumbrado.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
94	23/02/2008	07:15	Guanajuato	Exceso de velocidad. Las maniobras duraron 8 h. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
95	23/02/2008		Tlaxcala	Al suministrar combustible al tanque estacionario se propició una fuga de gas, lo cual efectuó un flamazo.	Autotanque		Personal - Capacitación - Material y manipulación
96	23/02/2008		Nuevo león	Fuga de Gas fue originada por el mal manejo del cilindro por parte de los empleados de la empresa que lo había llenado. Desperfecto de cilindro.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
97	27/02/2008		Tamaulipas	Descuido humano			
98	28/02/2008		D.F.	Incendio de la unidad. Descuido humano	Autotanque		Personal - Capacitación - Seguridad

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
99	07/03/2008		Jalisco	Incendio de la unidad por calentamiento del sistema de frenos. Calentamiento de sistema de frenos	Autotank	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
100	08/03/2008		Tabasco	Rotura de flecha y chasis.	Autotank	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
101	18/03/2008		Jalisco	Cayó al barranco.	Autotank		Personal - Capacitación - Educación vial
102	19/03/2008		Chihuahua	Fuga en la línea de alimentación.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
103	20/03/2008		Jalisco	Transporte se sale de la cinta asfáltica. Descuido humano.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
104	21/03/2008		Durango	Fuga en el remolque lo que ocasiono incendio.	Tractocamión	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Personal - Capacitación - Educación vial
105	22/03/2008		D.F.	Choque de transporte de Gas L.P.	Autotank		Personal - Capacitación - Educación vial
106	29/03/2008		Durango	Se le cerró un auto a la pipa. 1 Muerto. Circulación cerrada por 12h. Conductor de 44 años.	Autotank	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
107	01/04/2008		Querétaro	Se incendio transporte de Gas L.P. mientras circulaba.	Autotank		
108	05/04/2008		Veracruz	Volcadura en pendiente de terracería y dispersa 40 cilindros que transportaba.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Unidad
109	10/04/2008		Tlaxcala	Perdió la vida el conductor al volcarse la unidad.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Educación vial
110	11/04/2008		D.F.	Falla en los frenos. 1 Herido.	Autotank	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
111	11/04/2008		Veracruz	Humo en Cabina al registrarse corto circuito. Descuido humano.	Autotank	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Personal - Capacitación - Respuesta a emergencias
112	14/02/2008		Coahuila	Fuga de Gas en cilindro.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
113	15/04/2008		Edo. de México	Responsable el operador de la unidad.	Autotank		Personal - Capacitación - Educación vial
114	25/04/2008		Edo. de México	Volcadura de un Autotank de Gas L.P.	Autotank		Personal - Capacitación - Educación vial
115	05/05/2008	12:30	Chihuahua	Voló a 1.5km de distancia. Se recuperaron autopartes a 2 km de distancia. Los bomberos Casas Grandes tardaron más de 2.5 h en llegar por falta de combustible. Los bomberos llegaron solo 1.5h después sin agua para combatir el incendio. 2 Calcinados. Carretera cerrada por 5 h.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
116	05/05/2008		Edo. de México	Choque de pipa contra tractor agrícola, se traslada a las instalaciones de Gas popo, responsable el operador de la unidad.	Autotank	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
117	08/05/2008		Edo. de México	El Autotank se sale de la carretera y se va a una cuneta, presentando daños en el eje delantero.	Autotank		
118	13/05/2008		Morelos	Un camión transportador de Gas L.P. sufrió una volcadura en la Carretera México-Iguala. Descuido humano.	Autotank		Personal - Capacitación - Educación vial
119	13/05/2008		Morelos	Descuido humano. Descuido humano	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
120	13/05/2008		Morelos	Automovilista que circulaba invadiendo el carril contrario.	Tractocamión	Ruta - Generales -	Imponderables - Sociales -

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
						Antecedentes de seguridad	
121	19/05/2008		Zacatecas	Un camión repartidor de gas se impactó de frente contra una camioneta pick-up. Descuido humano.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Educación vial
122	03/06/2008		D.F.				Personal - Capacitación - Educación vial
123	03/06/2008	04:45	Edo. de México	Le cerraron el paso. El vehículo giro 180° y quedó volcado sobre su costado derecho, invadiendo los carriles centrales de la carretera, causando asentamiento vehicular por exceso de velocidad. Conductor de 53 años de edad. Exceso de velocidad	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
124	03/06/2008		Edo. de México	Falla mecánica.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Personal - Capacitación - Educación vial
125	18/06/2008		Veracruz	Se volcó una pipa de Gas L.P. por una llanta atravesada en la carretera. Elsiglodedurango.com.mx.	Autotanque		Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento
126	21/06/2008		Veracruz	Muerte de un taxista.			
127	25/06/2008		Guatemala				
128	03/07/2008		Edo. de México	Combi chocó contra una pipa, por exceso de velocidad, ocasionando un desperfecto en la válvula principal que hizo que el combustible comenzará a salir. Desperfecto en válvula principal de distribución. Exceso de velocidad	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
129	05/07/2008	07:05	Jalisco	Lo sacaron de la carretera. 02 Lesionados. Cierre de circulación de la carretera. Conductor de 42 años. Fuga del tanque de carburación.	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Personal - Capacitación - Educación vial
130	07/07/2008		Zacatecas	Los birlos de una de las llantas del vehículo se zafaron y el chofer perdió el control. Falla mecánica.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Llantas	
131	08/07/2008		Jalisco	Durante el servicio de surtido de Gas L.P. al restaurante Carnes en su Jugo de la Torre Morales, se suscitó un flamazo que dejó como saldo a 3 lesionados.	Autotanque		
132	09/07/2008		Quintana Roo	Corto circuito en el motor que provoco incendio en el motor.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
133	10/07/2008		Morelos	Falla en las válvulas.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
134	11/07/2008		Guanajuato	Trasiego de gas LP en cilindros transportables.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
135	18/07/2008		Chihuahua	Una pipa de doble remolque que transportaba aprox. 90,000 L. De Gas L.P. sufrió una aparatosa volcadura, cargamento que iba a distribuir para estaciones del Grupo Imperial, en la carretera quedaron las marcas del derrape en el asfalto por varios metros. Exceso de velocidad. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
136	21/07/2008		Edo. de México	Impacto contra un bordo de tierra sin afectar viviendas.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
137	21/07/2008		Chihuahua	Estalló tanque de gas.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
138	23/07/2008		Edo. de México	Estallaron 4 cilindros de gas LP. Que eran transportados en una camioneta, dejando a un menor lesionado. Como medida de seguridad desalojaron a más de mil colonos de la Col. Santa Anita La Bolsa. Mala condición de cilindros.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
139	24/07/2008		Veracruz	Chofer del camión tipo <i>torton</i> , manejaba con exceso de velocidad. Choque de vehículos. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
140	27/07/2008		D.F.	La pipa fue embestida aparatosamente por un <i>torton</i> que se desplazaba a gran velocidad, el gas comenzó a escapar del tanque; se logró controlar la contingencia. No	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
				exceso velocidad, del otro			
141	28/07/2008		Edo. de México		Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
142	28/07/2008	13:30	Morelos	Fuga en válvula de llenado. Copiloto muerto. Chofer herido. Carretera cerrada casi de 4h. Conductor de 45 años y copiloto de 39 años. Ponchadura de llanta	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Llantas	
143	29/07/2008		Edo. de México	Choque de unidades.	Autotanque		
144	31/07/2008		Yucatán	La pipa se volcó varias veces, lo que provocó que la válvula se rompiera y se incendiara la unidad. Chofer dormitó.	Autotanque	Personal - Vigilancia - Médica	
145	31/07/2008	11:00	Yucatán	El conductor se durmió.	Autotanque	Personal - Vigilancia - Médica	Personal - Capacitación - Educación vial
146	04/08/2008		Coahuila				
147	05/08/2008	14:40	Edo. de México	Choque entre vehículos y no hay fuga.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
148	06/08/2008		Edo. de México	Se desbarranco 10 metros una pipa, no hay fuga.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
149	06/08/2008		Morelos	Camioneta que transportaba 50 cilindros de gas L.P. se derrapó y perdió el control, quedando las llantas volando sobre la barranca, los bomberos llegaron a tiempo y controlaron la situación. Descuido humano.	Camión de cilindros		
150	06/08/2008		Coahuila	Trabajadores surtieron hasta el tope el tanque de gas.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
151	13/08/2008	08:00	Tabasco	Válvula dañada.		Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
152	17/08/2008		Coahuila	Choque por alcance a pipa de gas.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
153	31/08/2008		Coahuila	Choque por alcance contra pipa de gas. Conductor de 56 años de edad.	Tractocamión	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
154	04/09/2008		Jalisco	Fuga en la válvula general. 1 Muerto. 1 Lesionado. Conductor de 40 años de edad.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	Personal - Capacitación - Educación vial
155	06/09/2008		Jalisco	Perdió el control de la unidad en una curva. Cayó a un barranco de más de 50m. 1 Muerto. 1 Lesionado. Pérdidas materiales. Las maniobras duraron 12h. Cierre de carretera durante dos horas. Conductor muerto 40 años. Conductor herido 42 años. El tramo del accidente está cubierto de baches.	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Personal - Capacitación - Educación vial
156	08/09/2008		Guanajuato	. Fuga de 50kg. El secretario del ayuntamiento dijo: "La manguera no estaba vieja sino que salió defectuosa". Se afirma que la fuga duró 20s. Fuga en manguera defectuosa		Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
157	20/09/2008	14:42	Baja California Norte	Falla en frenos	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Personal - Capacitación - Educación vial
158	20/09/2008						Personal - Capacitación - Educación vial
159	24/09/2008		Edo. de México	Choque de la unidad contra un árbol, no hay fuga.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Educación vial
160	28/09/2008	14:42	Baja California Norte				
161	06/10/2008		Edo. de México	Incendio del sistema eléctrico del motor.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
162	07/10/2008	Mañana	Morelos	Amenaza de explosión de pipa por manifestantes. Tomaron una pipa para impedir el acercamiento de los policías. Manifestación	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
163	08/10/2008		Michoacán	Al concluir con el suministro al tanque estacionario se suscito un flamazo que ocasiono que se derrumbará gran parte del techo y muros de una tortillería a la que le estaba surtiendo el Gas LP; a consecuencia de esto se encuentran hospitalizadas 4 personas.	Autotanque		Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
164	09/10/2008	09:10	Tamaulipas	El conductor de 18 años de la pipa se paso el alto en sentido contrario y esto ocasiono el choque contra el repartidor de tortillas. Repartidor de tortillas herido.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
165	11/10/2008		D.F.	Flamazo de pipa por fuga en válvula de suministro de la bomba.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
166	22/10/2008	12:00	Tamaulipas	Corto circuito en el motor y fuga que ocasiono el flamazo. Pérdida del vehículo.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema de carga y descarga - Medidores y hermeticidad del sistema
167	22/10/2008		Tamaulipas	Un corto circuito originado en el motor de la deteriorada unidad provoco un flamazo y con ello la explosión de la pipa que contaba con 2000 L.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema de carga y descarga - Medidores y hermeticidad del sistema
168	22/10/2008			Volcadura cuando el chofer realizo una maniobra para evitar ser asaltado. La unidad al transitar vacía sufrió una volcadura. Robo	Tractocamión	Imponderables - Sociales -	Unidad - Sistemas de seguridad - Sistemas de alerta
169	29/10/2008		Oaxaca	El semirremolque cae a un voladero de 200 m. Ocasionando la muerte de 1 persona y 2 heridos. Exceso de velocidad. Exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
170	03/11/2008	11:52	Nuevo león	Pipa choca contra auto y después contra casa habitación por quedarse sin frenos. Daños a la camioneta y a la casa. Conductor de 29 años.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
171	08/11/2008		Guanajuato	Desprendimiento de una pipa del Tractocamión mientras la unidad salía de la Empresa Gas Nieto y trataba de incorporarse a la carretera Abasolo- Irapuato. Falla mecánica y Falta de precaución.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
172	08/11/2008	Mañana	Guanajuato	Falla mecánica y falta de precaución origino el desprendimiento de la pipa del Tractocamión. Conductor agresivo.	Tractocamión	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
173	12/11/2008		Jalisco	El Tractocamión al doblar hacia su izquierda se separó del tanque que arrastraba, el cual cayó al pavimento sin volcarse.	Tractocamión	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Personal - Capacitación - Educación vial
174	17/11/2008		Veracruz	Falla en el sistema de frenos.		Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
175	19/11/2008		Edo. de México	Se cierra la circulación en un carril por la volcadura de la pipa y no hay fuga, responsable el conductor de un auto particular.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
176	24/11/2008	Madrugada	Colima	Exceso de velocidad. Tránsito del combustible hasta las 11:00. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
177	01/12/2008	Mañana	Veracruz	Falla en los frenos y ruptura de válvulas. 5000 Evacuados. Se liberó todo el gas del tanque al ambiente.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
178	01/12/2008		Veracruz	Culpa del operador.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
179	08/12/2008	00:45	Puebla	Volcadura en el km 33 de Atlixco a Cuautla. Tránsito de 50000L de combustible.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
180	10/12/2008		Edo. de México	Se le desprendió el tanque de distribución resultando en fuga de gas. Responsable el que manejaba un automóvil particular.	Camión de cilindros	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
181	13/12/2008	Mañana	Colima	Volcadura en el km 26 de la autopista Guadalajara-Colima. Pipa con 46 000L. Cierre de un carril de la autopista.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
182	13/12/2008	06:00	Chihuahua	Exceso de velocidad. Cierre de autopista en el tramo de la carretera. Pipa doble remolque. Exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
183	18/12/2008		Chihuahua	Exceso de velocidad porque otro camión invadió el carril. Exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
184	18/12/2008	Mañana	Veracruz	Exceso de velocidad del conductor y se estrella contra pipa. 1 Muerto. Pipa vacía. El conductor de la pipa esperaba turno en la caseta de cobro y se le responsabiliza de la muerte del policía. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación



**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
185	19/12/2008		Sinaloa	Choque contra muro de contención, avería de manguera y derrame de gas.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
186	19/12/2008	11:25	Nuevo león	El conductor de la pipa se paso un alto y chocó contra un auto. 2 heridos. Auto dañado.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
187	19/12/2008		Aguascalientes	Un camión invade carril en contra sentido en la carretera.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
188	20/12/2008		Hidalgo	Un auto particular se le cierra al camión de cilindros, pierde el control y se vuelca.	Camión de cilindros	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
189	23/12/2008		Coahuila	Volcadura por exceso de velocidad. Pipa volcada. Lesiones menores. Conductor de 31 años de edad. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
190	24/12/2008		Tamaulipas	Exceso de velocidad. Tractocamión volcado. Cierre de carretera durante 2 horas. Conductor de 31 años de edad. Exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
191	26/12/2008	11:20	Veracruz	La válvula se botó cuando la pipa estaba cargando el tanque estacionario. Mil personas desalojadas y crisis nerviosa de varias de ellas. La manguera se zafó del tanque.	Autotanque	Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema	
192	27/12/2008	10:00		Hundimiento de 70cm de profundidad de la calle con todo y pipa. Se trasvasó el combustible. Hundimiento	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	
193	29/12/2008	12:30	Durango	7 tanque de 30kg se volcaron, uno de ellos presentó fuga debido al peso de los cilindros. Crisis nerviosa y fuga de combustible. Falta de precaución del conductor.	Trimoto con remolque	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	Personal - Capacitación - Unidad
194	30/12/2008		Jalisco	Se vuelca en una curva por el mal estado de la carretera.	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Ruta - Generales - Recorrido
195	03/01/2009	13:15	Tamaulipas	Por mala maniobra de tránsito, una camioneta se impactó contra la pipa ocasionando fuga en el tanque de combustible. Conductor de 38 años de edad. Daños estimados por \$15 000.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
196	07/01/2009	17:00	D.F.	Se rompió el chasis. Trasvase del gas licuado, 10 horas de duración, zona cerrada.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
197	11/01/2009	15:00	Chihuahua	Robo de Pipa, \$50000. Robo de pipa	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
198	24/01/2009		Veracruz	Perdió el control y chocó contra otro vehículo.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Unidad
199	26/01/2009		Morelos	Mal manejo del tanque estacionario al abastecerlo que genera explosión e incendio. 1 muerto y 12 heridos. 4 viviendas dañadas. La culpa es del operador de la pipa.	Autotanque	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	Personal - Capacitación - Seguridad
200	29/01/2009		Veracruz	Corto circuito en el motor, pérdida de control, se fue hacia un barranco y la pipa explotó al chocar contra las rocas. Falla mecánica.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
201	20/01/2009		Jalisco	Choque por alcance contra camión de pasajeros. 3 lesionados.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
202	30/01/2009	Noche			Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
203	31/01/2009		Veracruz		Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
204	01/02/2009		Edo. de México	Incendio en el motor y cabina de la unidad.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
205	03/02/2009	Mañana	Hidalgo	1 Muerto y 7 heridos. Volcadura	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
206	05/02/2009	17:00	Colima	Conductor perdió el control por exceso de velocidad y condiciones de la carretera. Chofer de 58 años. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento
207	05/02/2009		Hidalgo	Dos semirremolques fueron robados, el ladrón choca contra un autobús de pasajeros.	Tractocamión	Imponderables - Sociales -	Unidad - Sistemas de seguridad - Sistemas de alerta

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
208	07/02/2009		D.F.	Al realizar la carga del tanque estacionario se suscita flamazo lesionando al empleado de la empresa gasera, resultando en quemaduras de primer grado. Descuido humano	Autotanque	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	Personal - Capacitación - Seguridad
209	17/02/2009		Edo. de México	Asalto de camión donde se llevaron la unidad con 40 cilindros. Robo	Camión de cilindros	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
210	20/02/2009		Michoacán	Falla eléctrica, incendio de motor y cabina.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
211	22/02/2009		Jalisco	Al tratar de dar vuelta a la izquierda choca contra el Macrobus.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
212	01/03/2009		Colombia	Fuga de 1 cilindro y se encontró con una fuente de ignición de un puesto de frituras. 3 heridos.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
213	11/03/2009	21:10	Edo. de México	Se impactó contra el árbol. 1 Calcinado. Cierre de carretera en ambos sentidos.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
214	16/03/2009	14:47	Morelos	Desconexión de la manguera de abastecimiento lo que provocó la fuga y el flamazo. 2 Heridos. Chofer de 35 años y copiloto de 30 años.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
215	17/03/2009		Jalisco	Al tratar de evitar atropellar a peatones, choca contra una vivienda.	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Semovientes	
216	21/03/2009		Jalisco	Robo de cilindros con amenaza de arma de fuego. Robo	Camión de cilindros	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
217	23/03/2009		Durango	El chofer invade carril contrario y se estrella contra un particular.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
218	24/03/2009		Nuevo león	Camioneta choca por alcance a la pipa.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
219	24/03/2009		Hidalgo	Un individuo queda atrapado debajo del Autotanque antes de que el gato hidráulico se venciera.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
220	26/03/2009		Chihuahua	Una camioneta es chocada por alcance y esta a su vez choca a una camioneta pick up por detrás.	Camión de cilindros	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
221	01/04/2009	12:00	Veracruz	Al llenar un tanque, colocaron mal los seguros (frenos). 115 evacuados de una escuela.	Autotanque	Personal - Capacitación - Unidad	Unidad - Sistema mecánico - Frenos
222	01/04/2009		Veracruz	Camioneta se impacta contra Autotanque.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
223	02/04/2009	17:00	Puebla	Una camioneta impactó a la pipa. 1 Herido.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
224	02/04/2009	15:30	Veracruz	1 Muerto. Se resbaló el chofer de una pipa de un techo de un edificio que estaban cargando. Caída	Autotanque	Unidad - Sistema del cliente - Accesibilidad para la descarga	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
225	02/04/2009	15:15	Edo. de México	25 cilindros de gas. Conductor de 49 años.	Camión de cilindros		
226	02/04/2009		Jalisco	Camión alimentador del Macrobus no respetó el semáforo, el operador del Autotanque se impactó.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
227	03/04/2009		Veracruz		Autotanque		
228	04/04/2009		Guanajuato	Fuga en uno de los cilindros que se incendió y provocó que otros más se incendiaran, se acordonaron 500 m a la redonda.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
229	05/04/2009	12:00	Veracruz	La manguera tenía una ranura y se escapó el gas. Malas condiciones de la manguera y	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y	Unidad - Sistema de carga y

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
				falta de mantenimiento		descarga - Válvulas y mangueras	descarga - Revisión ocular
230	08/04/2009		Jalisco	Al circular por una subida pronunciada y con el peso de los cilindros se levantaron las llantas del conductor por lo que se volcó.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Unidad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
231	10/04/2009	18:00	Chihuahua	Pérdida de control del chofer. 1 Calcinado. Chofer calcinado.	Tractocamión	Personal - Capacitación - Unidad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
232	11/04/2009		Chihuahua	Al pasar por un puente el conductor pierde el control y uno de los tanques sufre fuga y explosión. 1 Muerto.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Unidad
233	12/04/2009	08:00	Guanajuato	Falla en la marcha ocasionó atropellamiento de chofer. 1 Muerto. El chofer al intentar arreglar la marcha de su camión, la dejó puesta y al arrancarlo se auto atropelló. Atropellado	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Unidad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
234	13/04/2009		Veracruz		Autotanque		
235	14/04/2009	12:00	Hidalgo	Ineficientes medidas de seguridad. 1 Quemado.	Autotanque		Personal - Capacitación - Seguridad
236	15/04/2009	10:30	Hidalgo	Sobrellenado de tanque estacionario. 1 Quemado.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
237	16/04/2009		Hidalgo	El despachador de la pipa resultó quemado por un flamazo en el tanque estacionario por abastecerlo sin precaución.	Autotanque	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	Personal - Capacitación - Seguridad
238	17/04/2009		D.F.	Volcadura de pipar por falta de pericia. Pericia	Autotanque	Personal - Capacitación - Unidad	Personal - Capacitación - Educación vial
239	22/04/2009	12:00	D.F.	7 cilindros presentaban fuga. 1 vivienda y 2 automóviles dañados. 60 niños evacuados.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
240	22/04/2009		Jalisco	El camión se vuelca porque fue chocado contra un camión <i>torton</i> .	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
241	23/04/2009		Veracruz	Camioneta repartidora de 3.5 toneladas se encunetó.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Unidad
242	25/04/2009		Guanajuato	Al instalar un cilindro aventó un flamazo.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
243	25/04/2009	08:00	Veracruz	Se cayó de un segundo piso de 10 metros, abasteciendo un tanque estacionario. 1 Herido. Trabajador de 45 años. Caída	Autotanque	Unidad - Sistema del cliente - Accesibilidad para la descarga	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
244	02/05/2009	11:45	Morelos	Brincó topes, pierde el control y se vuelca presentando fuga por pérdida de frenos. 2 Heridos. Conductor de 31 años y ayudante de 33 años. Fuga en el tanque de servicio. Exceso de velocidad	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
245	10/05/2009	12:00	Sinaloa	Volcada por el lado izquierdo. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
246	11/05/2009		Coahuila	La pipa chocó a un auto que se pasó el alto. 2 Heridos.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
247	19/05/2009		Chihuahua	Fuga de un cilindro dentro de la planta cuando lo trasladaban al camión de reparto.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
248	22/05/2009		Coahuila	1 Lesionado. Conductor de 36 años.	Tractocamión		
249	24/05/2009	11:30	Veracruz	Fuga del tanque estacionario por una válvula mal cerrada y con sobrellenado.		Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
250	25/05/2009		Oaxaca	Pierde control, sale del camino y vuelca.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Unidad

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
251	28/05/2009	12:00	Puebla	Otra versión extraoficial señala que los trabajadores de la empresa Gas Central colocaron de forma errónea la manguera de abastecimiento, además de no haber cerrado la llave de paso, lo que provocó un sobrecalentamiento en la pipa, que finalmente derivó en una explosión del tanque. 3 heridos.	Autotanque	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	Personal - Capacitación - Seguridad
252	29/05/2009		Oaxaca	Se queda sin frenos, se va en reversa y choca contra un muro.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
253	29/05/2009		Edo. de México	Robo de Autotanque. Robo	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
254	30/05/2009		Jalisco	Falla en el gancho que une al remolque.	Tractocamión	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
255	31/05/2009		Jalisco	Falla en el gancho que une al remolque con la pipa.	Tractocamión	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
256	02/06/2009	11:50	Veracruz	Cayó en un bache. Cayó en un bache	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	
257	03/06/2009	Mañana	D.F.	Un microbús se estrelló contra la pipa y la volcó. 7 Heridos del microbús.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
258	04/06/2009		Edo. de México	En un retorno con pendiente de 5 metros se vuelca un semirremolque.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Unidad
259	04/06/2009	19:00	Edo. de México	Chocó la pipa contra un Tractocamión. 1 Muerto y 1 Herido. Autopista cerrada 3 horas. Chocó la pipa contra un Tractocamión	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
260	05/06/2009		Edo. de México		Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
261	05/06/2009	Mañana	D.F.	. El conductor perdió el control de la unidad.	Autotanque		Personal - Capacitación - Unidad
262	07/06/2009		Oaxaca	4 heridos.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
263	08/06/2009		Sonora	Alcance contra un pick up, el operador se dio a la fuga. 1 Muerto y 7 Heridos.	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
264	08/06/2009		Oaxaca	Pierde el control y se sale de la carretera.	Autotanque		Personal - Capacitación - Unidad
265	09/06/2009		D.F.	Robo con violencia. Robo	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
266	15/06/2009		Edo. de México	Robo con violencia. Robo	Tractocamión	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
267	16/06/2009		Edo. de México	Se incendia tanque estacionario al abastecer la pipa el tanque.	Autotanque		
268	17/06/2009	16:30	Veracruz	1 autobús golpeó y volcó a una camioneta con cilindros de gas. La camioneta repartidora cambio súbitamente de carril.	Camión de cilindros	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
269	17/06/2009		Hidalgo	Toma una curva a exceso de velocidad. 1 Herido. Conductor de 33 años. Exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
270	17/06/2009	17:00	Querétaro	Exceso de velocidad. Conductor lesionado. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
271	17/06/2009	07:12	Veracruz	Exceso de velocidad. Daños materiales por 50 mil pesos. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
272	19/06/2009		D.F.	.	Autotanque		
273	19/06/2009	10:00	Oaxaca	La conexión del tanque de la pipa se incendió, porque no la pusieron bien. Se rompió la manguera.	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
274	19/06/2009	08:00	Oaxaca	Negligencia del personal en la conexión de la pipa con el tanque estacionario.	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
275	19/06/2009		Chiapas	La avenida estaba inundaba y el operador perdió el control.	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Personal - Capacitación - Unidad
276	22/06/2009		Edo. de México	Choque.	Autotanque		
277	22/06/2009		Edo. de México	Incendio de la unidad en zona despoblada.	Autotanque		
278	30/06/2009					Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
279	01/07/2009		Morelos	Una persona hace una denuncia anónima de fuga de gas que surtía gas a un auto particular.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Psicológica
280	02/07/2009				Tractocamión		
281	06/07/2009		Puebla	Robo con violencia, se quedan con 40 cilindros de gas. Robo	Camión de cilindros	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
282	10/07/2009	12:00	Edo. de México	Fuga de gas en Autotanque provocó un flamazo dañando una camioneta y a una persona. 1 Herido.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Medidores y hermeticidad del sistema	Unidad - Sistema de carga y descarga - Revisión ocular
283	12/07/2009		Tamaulipas	Conductor de camioneta choca contra el tanque y presenta fuga.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
284	13/07/2009		Hidalgo	Robo de semirremolque cuando el operador hizo una parada en un restaurante. Robo	Tractocamión	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
285	16/07/2009		Guanajuato	El semirremolque invade una vía primaria y el exceso de velocidad de un particular y provoca la muerte del conductor del automóvil particular. Exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
286	17/07/2009		Hidalgo	Robo a operadores de dos vehículos y un herido al resistirse al robo. 1 Herido. Robo	Camión de cilindros	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
287	17/07/2009		Chiapas	Reblandecimiento de suelo. Hundimiento	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	
288	22/07/2009		Campeche	Autotanque contra poste de luz, los cables incendian el Autotanque aparentemente por una ponchadura de llanta. 1 Muerto.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Llantas	
289	28/07/2009		Durango	Una bicicleta le pega al camión y a un <i>Jetta</i> .	Camión de cilindros	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
290	29/07/2009	13:45	D.F.	Asalto a una pipa de gas. Asaltante muerto. \$6000 y 2 celulares. Robo	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
291	30/07/2009		Puebla	Exceso de velocidad y pérdida de control. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
292	30/07/2009		Veracruz	Una camioneta de Sabritas choca por alcance al de reparto.	Camión de cilindros	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
293	05/08/2009	22:45	Campeche	Reblandecimiento de suelo. Hundimiento	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	
294	10/08/2009		Querétaro	Por exceso de velocidad al pasar por una curva se vuelca. Exceso de velocidad	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
295	10/08/2009		Veracruz	Vehículo mal asegurado se impacta y se destroza.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Personal - Capacitación - Seguridad
296	11/08/2009		Tamaulipas	Asalto a pipa. Complicidad del conductor. Robo	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Personal - Vigilancia - Psicológica
297	19/08/2009	17:00	Jalisco	Pipa abasteciendo un vehículo. 4 lesionados.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
298	19/08/2009		Veracruz	Flamazo del tanque estacionario al cargarlo y había una vela encendida en el altar.	Autotanque		Personal - Capacitación - Seguridad
299	22/08/2009		Jalisco	Chofer atropella a su copiloto al echarse en reversa. Atropellado	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
300	24/08/2009	11:50	D.F.	Cae a una zanja.	Autotanque		Ruta - Generales - Recorrido
301	26/08/2009		Guerrero	Incendio en los cilindros.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
302	01/09/2009		Coahuila	Falta de precaución y se zafó una manguera. Evacuación de 500 alumnos.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
303	05/09/2009	14:33	Edo. de México	Falla mecánica: desprendimiento de un eje y pavimento mojado. Bloqueo de la carretera.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Ruta - Condiciones climáticas - Lluvia
304	07/09/2009	13:50	Veracruz	Pipa se impactó contra el autobús. 5 lesionados.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
305	08/09/2009		Aguascalientes	A un particular se le salen los neumáticos y choca contra un Autotanque.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
306	08/09/2009		Guanajuato	Se queda sin frenos.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
307	08/09/2009		Coahuila	Error en la manipulación. 2 quemados. Pericia	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
308	09/09/2009		Guanajuato	Flamazo al abastecer un tanque estacionario, dos trabajadores con quemaduras de primero y segundo grado.	Autotanque		Personal - Capacitación - Seguridad
309	16/09/2009		Chiapas	Choque por alcance.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
310	18/09/2009	08:00	Nuevo león	El conductor de la pipa dormitó y chocó contra un camión materialista. 1 lesionado.	Autotanque	Personal - Vigilancia - Médica	Personal - Capacitación - Educación vial
311	19/09/2009		Edo. de México	Impacto de pipa contra camioneta.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
312	20/09/2009	16:00	Edo. de México		Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
313	20/09/2009	10:30	Veracruz	Falla mecánica y exceso de velocidad. Exceso de velocidad	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Personal - Capacitación - Educación vial
314	20/09/2009		Edo. de México		Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
315	22/09/2009		Puebla		Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
316	28/09/2009		Jalisco	El Autotanque derrapa por pavimento mojado y se vuelca. Responsable una menor al atravesar la calle.	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Semovientes	Personal - Capacitación - Educación vial
317	29/09/2009		Edo. de México	Choque del semirremolque con una camioneta.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
318	29/09/2009	13:00	Hidalgo		Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
319	01/10/2009		Querétaro	Para evitar atropellar a una menor pierde el control y choca contra un poste.	Camión de cilindros	Ruta - Infraestructura - Semovientes	
320	02/10/2009	14:30	Veracruz	Exceso de velocidad. 600 evacuados. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
321	12/10/2009	09:00	Chiapas	Se quedó sin frenos.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
322	14/10/2009	15:00	Chihuahua	La manguera se desconectó al abastecer un tanque estacionario. 400 evacuados.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
323	18/10/2009		Hidalgo	Un auto compacto choca por alcance a la camioneta y la vuelca.	Camión de	Ruta - Generales -	Imponderables - Sociales -

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
					cilindros	Antecedentes de seguridad	
324	19/10/2009		Veracruz		Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
325	23/10/2009		Morelos	Fuga en la base del cilindro que se encontraba en mal estado. 3 lesionados.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
326	26/10/2009	12:00		Se escapó el gas en la estructura baja de la unidad.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor
327	27/10/2009		Morelos	Falla de frenos en pendiente, golpea a un árbol y una barda al echarse en reversa.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
328	29/10/2009	06:30	Edo. de México	Se metió debajo de la pipa.	Autotanque		
329	29/10/2009	08:40	Tamaulipas	Falla mecánica.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
330	29/10/2009	09:00	Campeche	Se sospecha ordeñan cilindros.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Psicológica
331	02/11/2009		Jalisco	Fuga en las válvulas.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
332	05/11/2009		Edo. de México		Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
333	06/11/2009		Edo. de México	Durante el suministro del gas estacionario hubo una explosión.	Autotanque		
334	06/11/2009	12:00	Hidalgo	Corto circuito en la batería.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
335	07/11/2009		Oaxaca	Al terminar de surtir un estacionario, la válvula queda abierta unos segundos, el gas llega a un calentador y hay un flamazo.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
336	10/11/2009		Chihuahua	El camión de reparto se sale de la carretera y se vuelca, algunos de los cilindros presentan fugas.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Unidad
337	10/11/2009		Edo. de México	Choque contra un microbús a las 8:00 am.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
338	11/11/2009		D.F.	Choque de pipa contra microbús. 1 herido.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
339	18/11/2009	19:00	Veracruz	Conductor de 38 años.	Autotanque		
340	24/11/2009		Puebla	Aparentemente se queda sin frenos y choca contra tres vehículos.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
341	25/11/2009		Chihuahua	Se vuelca debido al peso de los recipientes, no hay fugas.	Camión de cilindros	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	Personal - Capacitación - Unidad
342	25/11/2009	16:00	Puebla	Se quedó sin frenos. 2 heridos leves. 3 vehículos afectados.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
343	25/11/2009	09:00	Jalisco	Se desprendió la manguera al abastecer una casa. 15 niños intoxicados.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
344	26/11/2009	11:30	Oaxaca	Se desprendió la manguera al abastecer a un hospital. 300 evacuados.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
345	27/11/2009	10:30	Morelos	Choque entre pipa y coche. 6 muertos.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
346	29/11/2009		Veracruz	Choque entre autobús y Autotanque y camioneta particular.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
347	30/11/2009		Veracruz	Un cilindro mal colocado se cae y rompe el tubo de cobre ocasionado fuga y flamazo originado por el repartidor de gas.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
348	01/12/2009		Veracruz	Fuga de gas de cilindro después de ser instalado por el camión de reparto.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
349	01/12/2009		Veracruz	Un cilindro de 20 kg en flamas por mal manejo.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
350	02/12/2009		Morelos	Fuga de cilindros de gas en un cilindro recién instalado.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
351	02/12/2009		Colima	El camión choca contra una motocicleta.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Educación vial
352	02/12/2009		D.F.	Autotanque arrolla a una persona. 1 muerto.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Infraestructura - Semovientes
353	03/12/2009	14:00	Veracruz	Choque entre pipa y coche, a causa del alcohol. Conductor de 28 años.	Autotanque		
354	04/12/2009		Edo. de México	Exceso de velocidad y volcadura en una curva. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
355	07/12/2009		Guanajuato	El conductor de la pipa perdió el control. 2 muertos.	Autotanque	Personal - Capacitación - Unidad	
356	07/12/2009	17:00	Tamaulipas	. 2 heridos graves. Conductores de 40 y 22 años.	Autotanque		
357	08/12/2009		Tamaulipas	En la revisión de una boya sobrecargada hay una explosión por fuga de gas.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Seguridad
358	08/12/2009		Tamaulipas	Se encendió la bomba de agua y ocasionó un chispazo. Tanque sobre cargado. 2 heridos graves.	Autotanque		Personal - Capacitación - Material y manipulación
359	08/12/2009	21:00	Guanajuato	Exceso de velocidad. 3 calcinados. Conductor de 50 años con esposa de 46 años y nieto de 1.7 años. Exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
360	08/12/2009	16:00	Tabasco	Pipa choca contra camión de volteo.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
361	09/12/2009		Veracruz	Mal estado del pavimento y peso de la pipa, y se rompe la carretera.	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	
362	11/12/2009		Chihuahua	Los empleados de la gasera no se percataron de la fuga del gas estacionario y al estarlo cargando explotó en otra parte del domicilio.	Autotanque	Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema	
363	15/12/2009		Veracruz	El operador se queda dormido, se sale de la carretera y vuelca.	Camión de cilindros	Personal - Vigilancia - Médica	Personal - Capacitación - Seguridad
364	19/12/2009		Baja California Norte	Por obras inconclusas en la toma de agua en un salón de fiesta el Autotanque estaba a punto de voltearse por vencimiento del suelo. Incidente	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Imponderables - Tecnológicos -
365	19/12/2009	09:00	Tamaulipas	Camión de pasajeros se estrella contra la pipa.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
366	22/12/2009	Madrugada	Tamaulipas	Se salió del camino la pipa cuando el conductor se echó en reversa.	Autotanque	Personal - Capacitación - Unidad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
367	22/12/2009	16:00	Durango	Pérdida de control. 1 Calcinado. Se interrumpió la circulación por 2 h. Conductor de 46 años. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
368	22/12/2009	08:00	Yucatán	Pérdida de control del vehículo. 2 Lesionados. Conductor de 33 años y copiloto de 29 años de edad. El incendio fue en tanque del carburador. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
369	22/12/2009	15:15	Veracruz	Rotura de manguera. Mantenimiento		Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
370	22/12/2009		Edo. de México	Cayó a un barranco de 10m de profundidad.	Tractocamión		



**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
371	22/12/2009		Veracruz	Camioneta cae con 30 cilindros a través de un desnivel de 1.30m cuando se le botó el freno de mano.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Personal - Capacitación - Unidad
372	22/12/2009		Veracruz	Vehículo de reparto choca contra automóvil particular.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Educación vial
373	23/12/2009		Chiapas	Pierde control y se vuelca, cae 5m y el tanque estaba vacío.	Autotanque	Personal - Capacitación - Unidad	
374	28/12/2009		Puebla	Abastecían clandestinamente un cilindro. 5 lesionados.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Psicológica
375	28/12/2009		Sonora	Volcadura en carretera, uno de los tanques con fuga por falla en el sistema de suspensión.	Tractocamión	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
376	29/12/2009		Michoacán	El operador ingresa imprudentemente a la carretera y un automóvil lo embiste. M.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
377	29/12/2009		Veracruz	El particular fue impactado por el Autotanque.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
378	30/12/2009	20:00	Chihuahua	Invasión de carril de una pick up en contrasentido de la pipa. 2 muertos y 2 heridos.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
379	02/01/2010		Guanajuato	La pipa se proyectó contra dos viviendas por exceso de velocidad. 3 lesionados. Conductor de 39 años. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
380	03/01/2010						
381	04/01/2010		Veracruz	El camión cruza avenida sin fijarse e impacta contra camioneta.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
382	08/01/2010	17:30	D.F.	Choque de pipa contra particulares por lluvia.	Autotanque	Ruta - Condiciones climáticas - Lluvia	Personal - Capacitación - Seguridad
383	08/01/2010		Edo. de México	Choque contra autobús.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
384	09/01/2010		Chihuahua	Asalto a mano armada. Robo	Camión de cilindros	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
385	09/01/2010		Edo. de México	Choque entre pipa y autobús de pasajeros. 2 lesionados.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
386	09/01/2010		Chiapas	Un auto particular choca contra la camioneta.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
387	08/01/2010	06:30	Hidalgo	Exceso de velocidad y choque contra el camellón, segunda causa lluvia. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Condiciones climáticas - Lluvia
388	11/01/2009		Querétaro	Volcadura de la camioneta al esquivar un auto particular en sentido contrario.	Camión de cilindros	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
389	10/01/2010		Chihuahua	Asalto a mano armada. Robo	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
390	11/01/2010	16:40	Oaxaca	Cilindro en mal estado. 1 muerto. Los empleados dicen que la mayoría de los tanques están en mal estado y que la empresa no quiere reemplazarlos.	Camión de cilindros		
391	14/01/2010		Baja California Norte	El motor y el Autotanque se incendian por fuga de gas en el sistema de combustión.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
392	15/01/2010		Campeche	PROFECO decomisa tanques que se encuentran en condiciones deplorables. Incidente	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
393	17/01/2010		Puebla	Volcadura por piso mojado y exceso de velocidad. Exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
394	31/12/2009			El Autotanque surtía a una pipa. 2 menores muertos.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
395	31/12/2009			El conductor de la pipa atropella al hijo de la denunciante y lo deja prensado en su auto. Atropellado	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Seguridad
396	31/12/2009	19:00	Veracruz	Cilindro en mal estado.	Autotanque	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
397	18/01/2010		Hidalgo	Sujetos armados despojan al chofer de la unidad. Robo	Tractocamión	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
398	18/01/2010	07:50	Hidalgo	Por exceso de velocidad pierde el control, sale de la carretera. Regresa a la carretera invadiendo carril contrario y chocó de frente contra una pick up, mata al conductor de 19 años y los pasajeros quedan heridos. La salchicha se desprende y queda varios metros atrás. 1 muerto. 3 heridos. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
399	18/01/2010		San Luis Potosí	Choque de pipa contra automóvil.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
400	18/01/2010		Sonora		Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
401	18/01/2010	13:20	Nuevo león	El inspector de protección civil dice que el accidente pudo originarse por una sobrecarga en el tanque, el tanque salió volando 100 metros después de ser abastecido por la pipa.	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
402	19/01/2010		Veracruz	Volcadura por llanta reventada.	Tractocamión	Unidad - Sistema mecánico - Llantas	
403	20/01/2010		Chihuahua	Volcadura de semirremolque por curvas peligrosas en carretera.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
404	20/01/2010		Puebla	Incendio por entrega de un cilindro en mal estado.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
405	21/01/2010	16:00	Jalisco	Se quedó dormido y dio un volantazo al despertar, el tanque se encontraba vacío. Conductor de 29 años.	Autotanque	Personal - Vigilancia - Médica	Personal - Capacitación - Educación vial
406	21/01/2010		Jalisco	Se le cerró una camioneta. Conductor de 54 años.	Tractocamión	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
407	22/01/2010		Jalisco	Volcadura para evitar un peatón.	Tractocamión	Ruta - Infraestructura - Semovientes	
408	22/01/2010		Veracruz	Por exceso de velocidad sale del camino y cae a un barranco. Exceso de velocidad	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
409	22/01/2010		Guanajuato	Choque por alcance contra un camión.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
410	24/01/2010		Chihuahua	Accidente vehicular.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
411	24/01/2010		Nuevo león	Incendio en dos cilindros después de que un Autotanque los recargara.	Autotanque		Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
412	25/01/2010		Chihuahua		Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
413	25/01/2010		Jalisco	Accidente con un particular.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Educación vial
414	27/01/2010		Michoacán	Recibe choque por alcance de un particular, sin fuga.	Camión de cilindros	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
415	28/01/2010		Quintana Roo	Se le revienta la manguera al cargar gas y se pone en marcha con fuga en la manguera.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	Personal - Capacitación - Seguridad
416	28/01/2010		Veracruz	Atropella a una persona. Atropellado	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Infraestructura - Semovientes

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
417	31/01/2010	10:15	Veracruz	Recibe el cliente un cilindro en mal estado por desperfecto en la válvula.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
418	02/02/2010	20:00	Edo. de México	Una pipa embiste a dos automóviles, el chofer se quería dar a la fuga, el accidente lo causan exceso de velocidad de la pipa y asfalto mojado. Conductor de 44 años. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
419	02/02/2010		Sonora	Volcadura de pipa de gas.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
420	03/02/2010		Zacatecas	Pipa perdió el control del vehículo por asfalto mojado.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
421	03/02/2010		Colima	Choque contra un tráiler ocasiona fuga por desprendimiento de válvula.	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
422	04/02/2010	22:00	Colima	Por lluvia hay deslave, cae una roca sobre un tráiler de cemento, queda atravesado sobre la carretera, atrás de él lo sigue un doble semirremolque de global gas. El conductor se encontró con el tráiler y dio el volantazo para no chocar, la roca pega contra la válvula ocasionando la fuga de gas. Cierre de carretera hasta que se terminara el combustible.	Tractocamión	Imponderables - Naturales -	Imponderables - Tecnológicos -
423	05/02/2010		Jalisco	Una conductora se cruza el alto del semáforo y choca contra una pipa que se encontraba vacía, la pipa chocó a su vez con seis vehículos más dejando un lesionado.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
424	06/02/2010		Coahuila	Llenaban cilindros clandestinamente.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Psicológica
425	07/02/2010		Puebla	La pipa se impacta contra una doble semirremolque que estaba estacionado por la inundación de aguas negras debido al canal que se encuentra.	Autotanque	Imponderables - Tecnológicos -	Personal - Capacitación - Educación vial
426	09/02/2010		Oaxaca	Fuga de gas por abastecer el tanque estacionario en una tortería.	Autotanque		Personal - Capacitación - Seguridad
427	11/02/2010		Morelos	Fuga de Gas L.P. por ruptura de una manguera abasteciendo un estacionario.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
428	12/02/2010	09:28	Veracruz	Se originó por un corto circuito en el alternador y ocasionó que se incendiara, protección civil y bomberos lograron controlar el incendio para que la pipa no explotara.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistemas de seguridad - Equipo de emergencia
429	15/02/2010		Tamaulipas	Los empleados que abastecían el tanque estacionario se percataron de una fuga de gas en la manguera y cuando estaban tratando de controlar el fuego que se originó porque un boiler se encontraba prendido llegaron protección civil y bomberos y los quitaron para ellos controlar la situación, lo que provocó que resultaran lesionados.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	Personal - Capacitación - Respuesta a emergencias
430	15/02/2010		Veracruz	Un corto circuito en el sistema eléctrico de una pipa, provocó el incendio y explosión de la unidad ante el asombro de los automovilistas.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Personal - Capacitación - Respuesta a emergencias
431	17/02/2010		D.F.	Apunto de abastecer un estacionario, fuga por ruptura de una válvula.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
432	20/02/2010		Durango	Choque de coche contra pipa de gas.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
433	23/02/2010		D.F.	Al surtir un estacionario se origina flamazo por un calentador.	Autotanque		Personal - Capacitación - Seguridad
434	25/02/2010		Hidalgo	Manifestantes campesinos detuvieron una pipa de gas imperial que amenazaban con incendiar si las autoridades no respondían a sus demandas. Manifestación		Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
435	25/02/2010		Chihuahua	Incendio en el sistema de frenos, no tenía extinguidores y se utilizaron los de un supermercado.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Unidad - Sistemas de seguridad - Equipo de emergencia
436	07/03/2010		Oaxaca	Por rotura de manguera.	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y	Unidad - Sistema de carga y descarga - Revisión ocular

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
						mangueras	
437	08/03/2010		Edo. de México	Fuga al abastecer el tanque estacionario de un hospital.	Autotanque		Personal - Capacitación - Seguridad
438	09/03/2010		Edo. de México	Se caen un par de cilindros del camión. Incidente	Camión de cilindros		
439	09/03/2010		Michoacán	Choque contra una camioneta.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
440	10/03/2010		Veracruz	Incendio en 33 cilindros de gas, tanques deteriorados. El chofer sumergió los cilindros en la laguna.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
441	10/03/2010		Hidalgo	Motociclista muere al impactar a un pipa al manejar a exceso de velocidad. 1 muerto. No exceso velocidad, del otro		Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
442	11/03/2010		Hidalgo	Un Autotanque arrolla a una persona. 1 muerto.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Infraestructura - Semovientes
443	12/03/2010		Coahuila	Un tanque estacionario sobrellenado desfoga por válvula de seguridad.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Capacitación - Procedimientos de operación
444	18/03/2010		Tamaulipas	Choca la pipa contra una camioneta y se da a la fuga el operario con todo y pipa.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
445	19/03/2010		Veracruz	Arrolla persona de tercera edad.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Infraestructura - Semovientes
446	20/03/2010	Mañana	Oaxaca	Choca pipa contra <i>torton</i> . 1 muerto.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	
447	31/03/2010		Chihuahua	Incendio de Autotanque en carretera.	Autotanque		
448	05/04/2010		Tamaulipas	Flamazo por sobrellenado de cilindro de 45kg.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
449	06/04/2010		Chihuahua	Se incendia en las balatas traseras.	Tractocamión	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
450	06/04/2010		Edo. de México	Un tren de carga choca contra una pipa de gas y arrastra, la pipa estaba descargada.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
451	06/04/2010	05:50	Sinaloa	Pierde el control y se vuelca sobre la carretera para impactarse por alcance contra un tráiler. Las unidades estallaron en llamas y perecieron los conductores del Autotanque y heridos los demás, a 50 metros de una gasolinera. 2 muertos. 2 heridos.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Imponderables - Tecnológicos -
452	07/04/2010		Sinaloa	Cuando el Autotanque se incorpora en la carretera choca contra un tráiler, los dos tripulantes muertos. 2 muertos.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
453	07/04/2010		Oaxaca	Fuga de gas de cilindro de 30kg entregado en mal estado.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Personal - Capacitación - Seguridad
454	10/04/2010		Campeche	El semirremolque produce chispas por fricción de balatas.	Tractocamión	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
455	10/04/2010		Guanajuato	Pérdida de control, volcadura y cae sobre una camioneta. 12 heridos.	Tractocamión	Personal - Capacitación - Unidad	
456	11/04/2010	18:30	Veracruz	Un automóvil de lujo choca contra el costado de una pipa por circular sin precaución.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
457	12/04/2010	11:30	Edo. de México	Exceso de velocidad. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
458	12/04/2010		Veracruz	El conductor se incorpora sin cuidado y un particular lo impacta.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
459	12/04/2010	16:00	Sonora	Un descuido al volante provoca que un semirremolque caiga en un desnivel al desprenderse la muela que lo unía al Tractocamión(al tomar una curva).	Tractocamión	Personal - Capacitación - Unidad	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente general
460	13/04/2010		Aguascalientes	Un trabajador se resbala al subir por una escalera y cae al abastecer gas. Caída	Autotank	Unidad - Sistema del cliente - Accesibilidad para la descarga	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
461	16/04/2010		Guanajuato	Autotank arrolla a una mujer. Atropellado	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Infraestructura - Semovientes
462	17/04/2010	16:30	Jalisco	Se vuelca en la carretera y cae 50 m a un barranco, el Autotank estaba vacío. Presentó una fisura de 1 metro. Conductor de 53 años.	Autotank		
463	18/04/2010		Oaxaca	Fuga en tanque estacionario por sobrellenado de la pipa, falla en la válvula principal.	Autotank	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
464	19/04/2010		Chihuahua	Pipa de gas se derrapa por desprendimiento de recubrimiento de una llanta. 1 lesionado. Conductor de 49 años.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema mecánico - Llantas	Unidad - Sistema mecánico - Llantas
465	19/04/2010		Chihuahua	Una pipa se vuelca.	Autotank		Personal - Capacitación - Educación vial
466	21/04/2010		Guanajuato	Al surtir un tanque estacionario se genera una fuga por tanque en mal estado con válvula dañada.	Autotank	Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema	
467	23/04/2010		Veracruz		Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
468	24/04/2010		Guanajuato	Autotank atropella motociclista. Atropellado	Autotank		Personal - Capacitación - Educación vial
469	28/04/2010		Nuevo León	Al llenar un tanque estacionario hay una fuga que intoxica a un menor.	Autotank		Personal - Capacitación - Seguridad
470	11/05/2010		Querétaro	Se sale del camino y se vuelca.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Educación vial
471	11/05/2010		Quintana Roo	Choque contra particular.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Educación vial
472	11/05/2010	12:00	Hidalgo	El operador cae de una altura de 6 metros al abastecer el tanque estacionario, se desplomó de la escalera. 1 lesionado. Caída	Autotank	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
473	12/05/2010		Coahuila	Por exceso de velocidad. Exceso de velocidad	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
474	13/05/2010		Edo. de México	Exceso de velocidad en una curva pronunciada. Exceso de velocidad	Autotank	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
475	15/05/2010		Oaxaca	Volcadura de camioneta repartidora.	Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Educación vial
476	17/05/2010		Morelos		Camión de cilindros		Personal - Capacitación - Educación vial
477	17/05/2010		Guerrero	Incendio en los cilindros durante el reparto.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
478	17/05/2010		Veracruz	Exceso de velocidad contra fachada de vivienda. 2 heridos. Exceso de velocidad	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
479	18/05/2010	09:45	Tamaulipas	Exceso de velocidad y avería mecánica originan fuga de gas por una pieza mecánica que golpea y perfora el recipiente. 4 horas cerrada la carretera. La barra de cardán sufrió una avería y al caerse causó daños al tubo de alimentación. Exceso de velocidad	Autotank	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
480	22/05/2010		Morelos	Volcadura por exceso de velocidad. 1 lesionado. Exceso de velocidad	Autotank	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
481	25/05/2010	18:30	Baja California Norte	Se sale de la carretera y al regresar volcó, el conductor no llevaba puesto el cinturón de seguridad. 1 muerto. Conductor de 36 años.	Autotank		Personal - Capacitación - Seguridad
482	29/05/2010		Puebla	Pipa se sale del camino y se mete a una fábrica.	Autotank		

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
483	30/05/2010		D.F.	El incendio se debió a un corto circuito en el motor. Conductor 25 años.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
484	30/05/2010		Guanajuato	Un de las salchichas se vuelca. Conductor de 39 años.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
485	30/05/2010	01:30	Nuevo león	Conductor detenido en estado de ebriedad. Incidente	Autotanque	Personal - Vigilancia - Médica	Personal - Capacitación - Seguridad
486	01/06/2010		Chiapas	Exceso de velocidad y en un tope la base se desprende. Exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
487	02/06/2010		Guerrero	Robo. Robo	Camión de cilindros	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
488	02/06/2010	13:00	Yucatán	Vio de frente a un Tsuru y para no chocar con él se orillo demasiado y la pipa volcó. 1 lesionado. Conductor de 47 años.	Autotanque	Ruta - Generales - Recorrido	Imponderables - Sociales -
489	05/06/2010	22:00	Hidalgo	Una camioneta se descompuso y se quedó a la mitad del camino y la pipa se estrella contra la camioneta. 1 muerto.	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Personal - Capacitación - Educación vial
490	08/06/2010		Veracruz	Exceso de velocidad el Autotanque impacta contra camión de materiales. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
491	08/06/2010	13:17	Puebla	Choque contra particular.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
492	08/06/2010	20:00	Zacatecas	Volcadura en una curva. Carretera cerrada 20 horas. Conductor de 42 años.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
493	11/06/2010		D.F.	Vuelca pipa con gas.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
494	12/06/2010		Baja California Norte	Sale del camino y choca contra un objeto fijo, falla mecánica en la dirección del vehículo y posterior incendio de motor y fuga en Autotanque.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
495	12/06/2010		Guanajuato	Fuga ocasionada por un estacionario por gas rezagado en las tuberías y válvula dañada. Guardería desalojada. Válvula dañada	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
496	13/06/2010		Puebla	Exceso de velocidad. Exceso de velocidad	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
497	14/06/2010	08:35	D.F.	Avería por pasar un tope sin fijarse, rompe la válvula reguladora y provoca una fuga, se pide ayuda a los bomberos que intentan controlarla, la nube alcanza una fuente de ignición y se inflama. 8 quemados. 400 evacuados.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Generales - Recorrido
498	18/06/2010		Veracruz	Autotanque contra particular. 2 heridos.	Autotanque		
499	19/06/2010		Edo. de México	Exceso de velocidad y falta de pericia. Obstrucción de 3 carriles. Exceso de velocidad y pericia	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
500	20/06/2010	15:40	Sinaloa	Autotanque con falla mecánica se vuelca por pérdida de control. 2 horas cerrada la circulación. Conductor de 31 años.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Personal - Capacitación - Unidad
501	22/06/2010	07:45	Tabasco	Volcadura presuntamente por falla mecánica.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Personal - Capacitación - Seguridad
502	27/06/2010		Guanajuato	La unidad presentaba un corto circuito.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
503	27/06/2010		Chihuahua	Un cilindro con fuga explota e incendia a otros cilindros. Conductor de 37 años.	Camión de cilindros	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
504	30/06/2010		Veracruz	El operador se queda estacionado y el vehículo retrocede contra una banqueta.	Autotanque		

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
505	01/07/2010		Nayarit				Personal - Capacitación - Educación vial
506	04/07/2010		Michoacán	Pérdida de control por auto en contraflujo con posterior volcadura.	Tractocamión	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
507	05/07/2010		Michoacán	Accidente por una vaca que cruza la carretera.	Camión de cilindros	Ruta - Infraestructura - Semovientes	Personal - Capacitación - Unidad
508	07/07/2010		Querétaro	Pierde el control y vuelca, una de las salchichas se fue al barranco y la otra quedó a un costado de la carretera.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Unidad
509	08/07/2010		Chihuahua	Se vuelca semirremolque porque se desprendió uno de los ganchos del tanque.	Tractocamión	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
510	08/07/2010	06:47	Veracruz	Al echarse de reversa choca contra un coche.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
511	08/07/2010		Campeche	Una camioneta particular choca por alcance al Autotanque.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
512	09/07/2010		Chihuahua	Pérdida de control cuando uno de los ganchos que sostenía a uno de los semirremolques se zafó lo que ocasionó la volcadura.	Tractocamión	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
513	09/07/2010		Morelos	Motociclista a exceso de velocidad choca por alcance al Autotanque. No exceso velocidad, del otro	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
514	11/07/2010		Veracruz	Choque en reversa contra un particular.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
515	14/07/2010		Veracruz	Se produjo una fuga de gas en un Autotanque cuando circulaba.	Autotanque	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	
516	15/07/2010	15:20	Puebla	El Autotanque estaba vacío, se le cerraron a la pipa y por eso se volcó. Conductor de 51 años de edad.	Tractocamión		Personal - Capacitación - Educación vial
517	17/07/2010		Guanajuato	La pipa de gas invade el carril contrario, el auto particular frena y pierde el control invadiendo carril y choca contra otra pipa estacionada.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Infraestructura - Señalización vial
518	17/07/2010		Coahuila	Exceso de velocidad y freno intempestivo en una curva, los neumáticos traseros se desprenden del remolque y la unidad se vuelca. 1 lesionado. Exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
519	18/07/2010		Tamaulipas	El rio bravo arrastra una pipa de Gas L.P.	Autotanque	Imponderables - Naturales -	
520	19/07/2010		Jalisco	La pipa choca contra una banqueta y la fuga es del tanque del suministro del motor.	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
521	19/07/2010		Jalisco	Un auto que cae al vacío cae sobre la caja de la unidad.	Autotanque	Imponderables - Tecnológicos -	
522	21/07/2010		Tamaulipas	Al llenar el tanque los empleados no se percatan que estaba en mal estado y se presenta fuga en la base.	Autotanque	Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema	Personal - Capacitación - Seguridad
523	23/07/2010		Puebla	Dos detenidos por ordeñar una pipa de gas que utilizaban para venta a operadores de transporte público. 2 detenidos. Incidente	Autotanque	Personal - Vigilancia - Psicológica	Personal - Capacitación - Seguridad
524	26/07/2010	09:50	Puebla	Pasaron la manguera sin cuidado y se perforó, se generó una fuga que generó un flamazo. 3 heridos.	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	
525	27/07/2010		Veracruz	Una pipa estaba rellenando un tanque de gas. 1 herido.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
526	02/08/2010		Veracruz	Una pipa choca contra un auto de lujo en un estacionamiento.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Unidad
527	05/08/2010		Guerrero	Pipa choca contra una barda de un fraccionamiento.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Unidad
528	13/08/2010		Edo. de México	Detienen a dos sujetos que habían asaltado y conducían a una pipa. Robo	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
529	13/09/2010	11:30	Veracruz	No logra subir la calle y se va en reversa contra un poste de cemento que le arranca el dispensador generando una fuga. 3 intoxicados.	Autotanque	Personal - Capacitación - Unidad	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
530	26/08/2010	06:00	Nayarit	Queda atascado en un lodazal, tardan 12 horas en sacarlo. Incidente	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Imponderables - Naturales -
531	29/08/2010		Zacatecas	Tanque estacionario sobrellenado por la pipa.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
532	01/09/2010	13:30	Sinaloa	El conductor pierde el control porque se quiebra la flecha de la unidad, después de enderezar la unidad tapan la fuga que tenía el tanque. Conductor de 47 años.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
533	02/09/2010		Querétaro	Pipa detenida al cargar gas de un ducto de Pemex. Incidente	Autotanque	Personal - Vigilancia - Psicológica	Personal - Capacitación - Seguridad
534	05/09/2010		Guanajuato	Tanques en la vía pública como depósito de distribución. En la ciudad existen por lo menos 150 sitios donde se ponen los cilindros en la calle para su distribución. Incidente	Camión de cilindros	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	Personal - Capacitación - Seguridad
535	08/09/2010		San Luis Potosí	Pipa pierde el control y choca contra los arcos.	Autotanque		
536	09/09/2010		D.F.	Por exceso de velocidad se vuelca la pipa y los conductores se encontraban borrachos y manejaban a exceso de velocidad. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Vigilancia - Médica	Personal - Capacitación - Seguridad
537	16/09/2010		Querétaro	Denuncian que había una pipa cerca del ducto de Pemex, con eso encuentran una toma clandestina. Incidente	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Imponderables - Tecnológicos -
538	16/09/2010		Zacatecas	Un motociclista se estrella contra la pipa. 1 muerto.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
539	20/09/2010	10:52	Chihuahua	Incendio de pipa.			
540	24/09/2010	08:20	Veracruz	Pipa choca contra doble semirremolque. Conductor de 29 años, muerto. Copiloto herido de 31 años. 1 muerto - 1 herido. Al parecer, la pipa iba a exceso de velocidad y el tráiler acababa de detenerse. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Imponderables - Tecnológicos -
541	30/09/2010		Chiapas	Al rebasar en carretera particular choca a la pipa. 2 muertos y 1 herido. Responsabilidad del particular. El chofer de la pipa huye del lugar.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
542	08/10/2010		Coahuila	Se impactó de frente a gran velocidad contra una pipa de gas resultando lesionado el conductor y su acompañante. 2 heridos. Chofer de pipa de 28 años. No exceso velocidad, del otro	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
543	12/10/2010		Oaxaca				
544	14/10/2010		Hidalgo	Protección Civil aseguró la pipa porque la manguera estaba siendo pisada constantemente por los vehículos que transitaban por ahí. Tras una llamada del concesionario al ayudante del Director, la pipa fue puesta en libertad. Incidente	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
545	15/10/2010	15:45	Hidalgo	Choca contra un poste y cae a un canal de aguas negras. El peritaje indica que fue exceso de velocidad. La pipa estaba al 30% de llenado. El chofer aduce que un auto invadió su carril y que al frenarse perdió su control. Exceso de velocidad	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
546	15/10/2010	17:00	Puebla	El remolque se hundió en el pavimento y ocasionó la volcadura, estando estacionado. Cierre de camino y se desalojan 600 metros a la redonda. Hundimiento	Tractocamión	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Imponderables - Tecnológicos -
547	16/10/2010	09:00	Aguascalientes	El auto tanque estaba cargado al 85% de su capacidad y por exceso de velocidad el conductor pierde el control. Conductor de 32 años. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
548	17/10/2010	15:30	Hidalgo	Por exceso de velocidad el conductor pierde el control y se estrella contra la guarnición y luego sale de la carretera. 2 heridos. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
549	21/10/2010	03:00	Veracruz	El mal estado de las camionetas ocasionó el percance al impactarse contra un árbol luego de que se "fuera" cuando estaba estacionado. Al momento de bajar los tanques de gas, la camioneta empezó a circular.	Doble semirremolque		
550	23/10/2010	14:00	Oaxaca	1 herido. Conductor de 22 años. Falla de frenos y mecánico	Camión de cilindros	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general



**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
551	25/10/2010	15:00	Tamaulipas	Un pescador ebrio a exceso de velocidad choca contra una pipa estacionada. Por el impacto se avería una de las llaves provocando fuga.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
552	28/10/2010	Mañana	Jalisco	Choque de 3 vehículos. Conductor de 39 años.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
553	28/10/2010		Guerrero	Pérdida de control de la unidad. 12 horas de la carretera iguala-Cuernavaca cerrada. Conductor de 25 años. Pérdida de control	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	
554	29/10/2010	18:00	Michoacán	Chofer ebrio a exceso de velocidad choca contra una vivienda. 2 heridos. Conductor de 31 años. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	
555	02/11/2010		Jalisco	Camioneta choca contra pipa de gas. La pipa intentó dar vuelta a la derecha desde el segundo carril y la camioneta iba a exceso de velocidad.	Doble semirremolque	Personal - Capacitación - Educación vial	Imponderables - Sociales -
556	03/11/2010	08:00	Hidalgo	La pipa choca contra una camioneta, viajaba a exceso de velocidad y se distrajo. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	
557	09/11/2010	12:00	Sonora	La pipa cayó a un barranco y explotó. Devastó la vegetación 300 metros a la redonda y quemó el tráiler que iba pasando ocasionándole quemaduras. El chofer perdió el control al pasar una curva cerrada y el segundo remolque se salió del camino. 1 herido. Carretera cerrada. Conductor de 43 años.	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Infraestructura - Señalización vial
558	09/11/2010	09:30	Chihuahua	Perdió el control y se volcó. Conductor de 36 años. Exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Unidad
559	21/11/2010	13:00	Hidalgo	Al cargar un tanque estacionario ocasionaron una explosión. 2 heridos.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Llantas	
560	26/11/2010		Veracruz	Los sorprenden llenando cilindros de gas.	Autotanque	Personal - Vigilancia - Psicológica	Personal - Capacitación - Seguridad
561	28/11/2010		Guanajuato	La pipa es chocada por alcance cuyo conductor se quedó dormido.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
562	03/12/2010		Oaxaca	Perdió el control y se volcó. Pérdida de control	Autotanque		Personal - Capacitación - Unidad
563	06/12/2010		Chihuahua	Fuga en tanque estacionario por sobrellenado.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
564	08/12/2010	13:00	Tamaulipas	Joven empleado de una gasera abastece un tanque de 45 l a pesar de que la empresa se los prohíbe. Conductor de 18 años.	Autotanque	Personal - Vigilancia - Psicológica	Personal - Capacitación - Seguridad
565	15/12/2010	06:00	Nuevo León	Se ocasiona por que el conductor de la pipa se durmió, perdió el control y se estrelló contra otro coche e iba a exceso de velocidad. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Vigilancia - Médica	Personal - Capacitación - Educación vial
566	20/12/2010		Guerrero	Por falla mecánica se incendia el motor. Falla mecánica	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
567	22/12/2010		Jalisco	El chofer maniobró de manera brusca para evitar atropellar a una vaca. 1 herido. Conductor de 27 años.	Tractocamión	Ruta - Infraestructura - Semovientes	
568	23/12/2010	18:30	Jalisco	La pipa se quedó sin frenos y chocó contra un camión de volteo. 2 muertos. Vehículos dañados. Conductor de 35 años y ayudante de 29 años.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	
569	24/12/2010	10:12	Zacatecas	Una Explorer a exceso de velocidad impacta contra la pipa. La pipa fue empujada por el conductor de la camioneta que estaba ebrio. 2 muertos.	Autotanque	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad	Imponderables - Sociales -
570	27/12/2010		Chihuahua	Un empleado al cargar el tanque estacionario se quemó.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
571	28/12/2010		Veracruz	Se ocasiona un corto tanque de combustible.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
572	29/12/2010		Jalisco	Zigzagueando la pipa se metió entre los vehículos y se metió al periférico.	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
573	30/12/2010	20:15	D.F.	La pipa perdió el control y se vuelca, cayendo sobre un automóvil. 1 muerto. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
574	02/01/2011	15:00	Chihuahua	Fuga de gas propiciada por descuido de trabajador. El empleado de una empresa gasera resultó con quemaduras de segundo y tercer grado al recibir un flamazo cuando realizaba maniobras de llenado de un tanque en la colonia recursos hidráulicos. 1 quemado.	Cilindro	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Capacitación - Material y manipulación
575	04/01/2011	09:45	Tamaulipas	Conductor de 28 años indica que al pasar alcantarilla se golpeo parte trasera de camión ocasionado fuga. Acudieron elementos de protección civil y bomberos. El área fue acordonada en un radio de cien metros para evitar alguna desgracia entre los vecinos. Al ver la magnitud del peligro los vecinos del lugar reportaron lo sucedido al número de emergencias 066. Una de las mangueras tuvo una fuga	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras
576	10/01/2011			Por mantener circulando en la ciudad una pipa de gas que presentaba fuga se multa a la gasera.		Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
577	13/01/2011	13:13	Oaxaca	Una pipa repartidora fue asaltada por unos sujetos armados. Conductor 24 años.		Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
578	13/01/2011	21:00	Quintana Roo	Chofer se quedo dormido provocando volcadura de pipa debido al exceso de velocidad, pipa sin reporte de fuga. 1 herido. Al lugar acudieron bomberos y protección civil. Operador se quedo dormido	Doble semirremolque	Personal - Vigilancia - Médica	Personal - Capacitación - Seguridad
579	14/01/2011	13:50	Puebla	Volcadura de pipa a causa de falla de frenos lo cual provoco que chocara contra dos casas las cuales se incendiaron sin que hubiera heridos. Operador de 54 años. Vehículo sin frenos	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Unidad - Sistema mecánico - Frenos
580	17/01/2011	16:31	Nuevo león	Trabajador de 38 años abasteció tanque de gas butano el cual se encontraba en mal estado aunado a esto se encontraba boiler encendido lo cual provoco el flamazo. 1 quemado. Tanque en mal estado	Tanque Estacionario	Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema	Personal - Capacitación - Seguridad
581	17/01/2011	15:40	Chihuahua	Empleado de gasera recibió flamazo al abastecer tanque de gas estacionario lo cual le ocasiono lesiones de consideración al parecer se ocasiono por una chispa en la llave de seguridad. 1 quemado. Al lugar acudieron bomberos y protección civil. Flamazo	Tanque Estacionario	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema
582	19/01/2011	12:15	Edo. de México	Operador de 21 años de edad circulaba a exceso de velocidad dio vuelta en un retorno ignorando los topes lo cual provoco que impactara con auto particular el cual daño uno de los contenedores provocando un fuga. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
583	19/01/2011	12:00	Baja California Sur	Conductor de pipa volcó su unidad la conducir a exceso de velocidad provocando la muerte de su acompañante. 1 muerto. Volcadura por exceso de velocidad	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
584	25/01/2011	Madrugada	Querétaro	Pipa colisiono contra camión <i>torton</i> del cual el conductor resulto con lesiones y después se impacto contra la barda de caseta de cobro sin mayores daños ni fuga del conteneros conductor se dio a la fuga. 1 lesionado. Falla en el aire de frenos	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
585	25/01/2011	14:00	Puebla	Joven fue atropellado al atravesar calle por una pipa que era conducida por conductor de 26 años. 1 lesionado grave. Al lugar acudió protección civil, ejercito por cuidaba la caseta y policía federal. Atropellado	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Semovientes	Personal - Capacitación - Educación vial
586	31/01/2011	13:30	Yucatán	Pipa golpeo con su llanta derecha delantera la bici de señora aplastando la bicicleta y el pie izquierdo de la mujer provocando fractura expuesta. 1 lesionado grave. Agentes de tránsito y paramédicos de cruz roja acudieron al lugar. Atropellado		Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Infraestructura - Semovientes
587	31/01/2011		Baja California Sur	Dos trabajadores recibieron quemaduras en el 20% de su cuerpo al explotar el tanque de gas que reabastecían sin que se determinaran aun las causas. 2 quemados. Explosión de tanque estacionario	Tanque Estacionario	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Capacitación - Material y manipulación
588	31/01/2011						
589	02/02/2011		Jalisco	Dos trabajadores revisaban un tanque registrando una explosión que dejo saldo de 22 lesionados y 4 sufrieron quemaduras acudieron protección civil y cruz roja mexicana. 22 lesionados. Explosión de tanque de gas	Tanque Estacionario	Personal - Capacitación - Seguridad	Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema
590	07/02/2011		Puebla	Pipa se volcó en la autopista México - puebla por el exceso de velocidad en el accidente se vieron involucrados un microbús y un automóvil particular. 5 heridos. Pérdidas materiales. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
591	08/02/2011		Veracruz	Explosión de pipa sin más información. Explosión de pipa	Autotanque		
592	08/02/2011		Nuevo león	Conductor escucho ruido en llanta trasera y al orillarse para revisar la unidad no se percato de la zanja y cayó dentro al lugar acudieron bomberos de Guadalupe y una grúa tipo Petibon. Mal manejo	Autotanque	Personal - Capacitación - Unidad	Personal - Capacitación - Seguridad
593	14/02/2011	Tarde	Chihuahua	Trabajadores provocaron flamazo en tanque estacionario al sobrellenar el tanque. Mal manejo	Tanque Estacionario	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
594	18/02/2011	18:30	Veracruz	Chofer indica empezó a salir humo de su motor propagándose hasta convertirse en un incendio por lo cual solicito ayuda de elementos de protección civil así como de bomberos. Vehículo incendiado. Falla mecánica	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistemas de seguridad - Equipo de emergencia
595	23/02/2011	09:40	Chihuahua	Pipa presento una fuga al zafarse una tuerca de la válvula al lugar llegaron bomberos policía municipal y policía federal. Desperfecto en pipa	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
596	23/02/2011	Mañana	Sonora	Pipa volcó cerca de un reten militar no se reportan personas lesionadas solamente la movilización de bomberos, protección civil. Volcadura	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	
597	23/02/2011		Jalisco	Conductor de 28 años no pudo controlar la unidad al pasar por las vías del tren la volcadura provoco que se desprendiera el tanque y se ocasiono una pequeña fuga. Volcadura por mal manejo de conductor	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
598	25/02/2011	20:00	Guanajuato	Auto particular choco contra una pipa por la parte trasera de esta resultando herida la conductora al lugar acudieron bomberos y cruz roja son que la pipa presentara mayor daño. 1 lesionado. 1 pipa, 1 auto dañado. Protección civil y bomberos acudieron. Choque por alcance de particular	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
599	26/02/2011			Una pipa de gas engancho y arrastro varias calles a otra que abastecía a una tortillería. Pipa impacta a otra	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Unidad - Sistemas de seguridad - Sistemas de alerta
600	28/02/2011	20:50	Tamaulipas	Asalto a una pipa de gas con lujo de violencia llevándose el dinero en efectivo. Asalto	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
601	02/03/2011	05:00	Veracruz	Volcadura en la carretera por exceso de velocidad sin que se registrara fuga en la unidad al lugar acudieron bomberos protección civil y Seguridad pública conductor se dio a la fuga. Volcadura	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
602	06/03/2011			Bomberos de meza capacitarán a repartidores de gas a fin de evitar que ocurran explosiones o fugas y en su caso saber que acción tomar. Capacitación			
603	06/03/2011		Tamaulipas	Fuga en una pipa de gas que abastecía un tanque estacionario de tienda comercial. Fuga de gas en pipa	Autotanque		
604	07/03/2011	12:35	Coahuila	Choque entre pipa y camioneta particular que provoco la volcadura de la pipa ambos conductores alegaron tener la luz verde al momento del incidente protección civil y bomberos acudieron al lugar. 2 vehículos dañados. Choque	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Personal - Capacitación - Educación vial
605	09/03/2011		Puebla	Siete lesionados con quemaduras de primer y segundo grado dejo la explosión en una camioneta repartidora de cilindros de gas. Siete lesionados con quemaduras de primer y segundo grado.	Camión de cilindros		
606	10/03/2011		Puebla	Regidor informa que revisaran gaseras para evitar accidentes como el de la empresa Gas el Paraíso que tenía en mal estado sus cilindros de gas. Revisión a gaseras locales			
607	10/03/2011	Madrugada	Querétaro	Policías detuvieron a dos personas que ordeñaban un ducto de 14 pulgadas en el lugar conocido como puente blanco. Robo de gas licuado. Asalto	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
608	13/03/2011		Chihuahua	Operador de pipa de gas se impacto en contra de un domicilio ubicado en residencial cumbres. Daños materiales a domicilio. Noticia eliminada de la página. Operador perdió el control	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	
609	13/03/2011	Tarde	Oaxaca	Tanque reconstruido de pésima calidad provoca gran fuga bomberos acudieron al domicilio. Tanques reconstruidos	Cilindro	Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema	Imponderables - Sociales -
610	17/03/2011	09:20	Tamaulipas	Conductor de pipa arrolló a dos peatones sin mayores percances ni fuga del contenedor. 2 atropelladas. Noticia eliminada de la página. Imprudencia de operador	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Infraestructura - Semovientes
611	18/03/2011		Chihuahua	Dos trabajadores abastecían gas ilegalmente a camiones de escuela la manguera se atora la golpean para liberarla y provocan explosión. 2 quemados de gravedad.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
				Abastecimiento indebido			
612	18/03/2011			La por arraigo a 18 personas cuando robaban gas lo de un ducto de 20 pulgadas decomisaron 16 pipas 3 autos 1 arma de fuego. Toma clandestina	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Imponderables - Sociales -
613	23/03/2011		Veracruz	Camioneta se impacto contra una pipa provocando un incendio. No hay más datos noticia eliminada. Camioneta se impacta sobre una pipa	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
614	26/03/2011		D.F.	Elementos de la policía federal detuvieron una pipa de gas de la empresa Extra Gas ya que portaba placas sobrepuestas el chofer quedo detenido y la pipa la llevaron a la fiscalía general. Decomiso de pipa	Autotanque	Personal - Capacitación - Unidad	
615	28/03/2011		Oaxaca	Protección civil realizo la verificación a la pipa la cual contaba con un 70 % y fue decomisada. Decomiso de pipa	Autotanque		
616	28/03/2011	Mañana	Chihuahua	Reten de policía federal detuvo pipa de gas el notar que traía placas sobrepuestas por lo que chofer y pipa fueron puestos a disposición en las instalaciones de la dependencia estatal. Al lugar acudieron bomberos y protección civil. Decomiso de pipa	Autotanque	Personal - Capacitación - Unidad	
617	29/03/2011	13:45	Hidalgo	Elementos de policía y tránsito detuvieron a dos sujetos que asaltaron al operador de una pipa con lujo de violencia. Asalto a mano armada	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
618	01/04/2011	13:45	Chihuahua	Dos sujetos asaltaron a operador de pipa de gas quitándole 6 mil pesos agarrándolos tiempo después policías. Noticia eliminada de la página. Asalto a mano armada	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
619	02/04/2011		D.F.	Pipa se impacto contra un poste de luz y un carro particular sin presentar fuga o derrame al lugar acudieron bomberos y policías. 1 auto destruido y 1 poste derribado. Noticia eliminada de la página. Impacto contra poste y carro	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
620	02/04/2011		Puebla	Conductor provoco que una pipa se volcara en la calera sin registrarse daños al contenedor. Falta de pericia del conductor	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
621	02/04/2011		Campeche	Empleado y dos personas resultaron heridos al explotar un tanque de gas cuando la dueña de la casa encendió un cerillo para comprobar que prendían los quemadores. 3 quemados. Noticia eliminada de la página. Flamazo	Cilindro	Personal - Capacitación - Seguridad	Imponderables - Sociales -
622	05/04/2011		Puebla	Pipa no pudo salir de calle en pendiente quedando al a orilla de un barranco. Exceso de peso	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Personal - Capacitación - Unidad
623	06/04/2011	13:15	Guanajuato	Operadores de pipa se percataron de fuga en el área de mangueras sin presentar mayor problema y esperaron a que llegaran especialistas de empresa para saber si seguían en ruta o la pipa regresaba para su inspección. Fuga de gas en pipa	Autotanque	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras
624	08/04/2011	10:00	Nuevo león	Una patrulla que perseguía a secuestradores se impacto contra una pipa sin tener mayores repercusiones de fuga o explosión. 1 pipa chocada. Accidente vial	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Imponderables - Tecnológicos -
625	11/04/2011		Edo. de México	Pipa vuelca sobre carretera cuando al incorporarse a este el peso de la misma provoco que se volcara tras impactarse contra un auto particular y un camión de transporte público sin presentar fuga o derrame. 1 pipa volcada. Pipa volcada	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Generales - Recorrido
626	13/04/2011		Jalisco	Autoridades indican que tras la volcadura de pipa no se registro fuga o personas lesionadas. Volcadura de pipa	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	
627	15/04/2011	10:00		Pipa impacto motocicleta estacionada cuando abastecía un tanque estacionario, se boto accidentalmente la velocidad y esta comenzó a avanzar en reversa no hubo fuga ni peligro de derrame. 1 moto dañada. Falla en velocidades	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
628	15/04/2011	13:30	Sinaloa	Pipa exploto cuando cargaba combustible en una toma clandestina ante lo cual el operador murió calcinado. 1 muerto. 1 pipa quemada. Abastecimiento ilegal	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
629	16/04/2011		Jalisco	Se registro volcadura de una pipa. Volcadura de pipa	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
630	18/04/2011	Mañana	Michoacán	Pipa se impacto contra un muro de contención de un paso a desnivel lesionando a trabajador el chofer se dio a la fuga. 1 lesionado. Accidente de pipa	Autotanque		Personal - Vigilancia - Médica
631	19/04/2011	09:20	Nuevo león	Falla mecánica en la barra principal del vehículo provoco que perforara la manguera y por consecuencia una fuga personal de la empresa controlo la fuga con ayuda de personal de protección civil. Falla mecánica	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Imponderables - Tecnológicos -
632	21/04/2011		Edo. de México	Fuego en corralón al parecer fue iniciado por una pipa chatarra que se encuentra en ese lugar residuo de combustible y fue lo que inicio el incendio aunque no está clara la	Autotanque		

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
				razón. Carros dañados. Pipa chatarra			
633	25/04/2011	Tarde	Yucatán	Corto circuito provoco que explotaran cilindros de gas quemando camino y cilindros al lugar llegaron bomberos protección civil. Camión calcinado. Agentes de tránsito acudieron al lugar. Falla mecánica	Camión de cilindros	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Imponderables - Tecnológicos -
634	27/04/2011		Puebla	Detuvieron a 3 servidores públicos al presentarse una denuncia cuando detuvieron pipa para revisión de papeles y cuenta que el chofer tenía licencia de tipo normal le pidieron 3000 pesos o ir al corralón y pagar una multa. Extorsión de servidores públicos	Autotanque		
635	29/04/2011		D.F.	Operador de pipa rellenaba tanques clandestinamente y provoco un flamazo resultando quemaduras de primer y segundo grado por lo menos a 12 personas. 12 lesionados. Negligencia del operador	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
636	04/05/2011		Tamaulipas	Una persona se encontraba vendiendo flores en un crucero cuando una pipa le paso por encima del pie pipa se dio a la fuga. 1 lesionado. Atropellamiento de peatón	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Semovientes	Imponderables - Sociales -
637	07/05/2011	16:00	Querétaro	Pipa estallo cuando fue alcanzada por un camión de carga el chofer resulto herido. 1 lesionado. Explosión por choque	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
638	07/05/2011		Veracruz	La administración local indico que efectuaran una revisión a todas las pipas que abastecen en la zona para evitar daños causados por una pipa ese día. Revisiones	Autotanque		
639	11/05/2011	10:00	Veracruz	Pipa que abastecía local presento una fuga en la manguera de abastecimiento cuando toco el chasis al lugar acudieron bomberos. Fuga de gas en manguera	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
640	12/05/2011		Campeche	Pipa se volcó el chofer se dio a la fuga, autoridades indicaron que la pipa representaba una fuga. Volcadura	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
641	16/05/2011	17:30	Edo. de México	Pipa se volcó debido a la prolongación de la curva y el peso de la unidad. Volcadura	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
642	16/05/2011		Chihuahua	Una pipa de gas choco contra una vivienda lo que genero movilización policiaca. Impacto contra casa	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
643	17/05/2011		Veracruz	Pipa presento fuga al abastecer un hotel bomberos atendieron la situación. Fuga de gas	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
644	18/05/2011		Tamaulipas	Trabajador provoco un flamazo en un cilindro ya que tenía una fuga en la válvula. Flamazo	Cilindro	Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
645	24/05/2011	07:00	Coahuila	Conductor de 33 años conducía a exceso de velocidad sobre la autopista al tomar un retorno perdió control y volcó su unidad. Volcadura pro exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
646	25/05/2011		Jalisco	Ciclista murió aplastado por pipa al quererse agarrar de ella chofer se dio a la fuga. 1 muerto. Imprudencia de ciclista	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Imponderables - Sociales -
647	28/05/2011		Oaxaca	Pipa con fuga entre la conexión de abastecimiento y un tanque de 20 k en la cabina bomberos atendieron la emergencia. Noticia eliminada de la página. Fuga	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Capacitación - Seguridad
648	03/06/2011	17:30	Chihuahua	Operador de pipa paso por terracería lo que provoco que se rompiera una válvula provocando gran fuga. Noticia eliminada de la página. Imprudencia de operador	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras
649	07/06/2011	08:30	Nuevo león	Fuga de gas en pipa provoco que se incendiara lesionando a bomberos que acudieron al llamado. Incendio en pipa	Autotanque		
650	09/06/2011		Edo. de México	Pipa volcó yéndose a un vacío al lugar acudieron bomberos y pipa que extrajo el combustible. Volcadura	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
651	10/06/2011		D.F.	Pipa volcó sobre carretera por el exceso de velocidad y el estado de ebriedad con la que conducían sus tripulantes. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
652	11/06/2011	10:00	D.F.	Cabina de pipa resulto destrozada así como fugas en el tanque por choque con camión de pasajeros la causa fue el exceso de velocidad. Choque por exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Imponderables - Sociales -
653	16/06/2011	11:00	Quintana Roo	Moto se impacto contra una de las válvulas de una pipa provoco una fuga. Choque entre moto y pipa	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Imponderables - Tecnológicos -
654	17/06/2011			Fuga en camión cisterna con aproximadamente 30 mil litros. Fuga de gas	Tractocamión		Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
							mantenimiento del contenedor
655	23/06/2011		D.F.	Exploso pipa debido a un flamazo cuando abastecía una pollería. 4 heridos por quemadura. Flamazo provoco explosión de pipa	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	
656	24/06/2011		Baja California Norte	Falla mecánica en el contador de combustible provoco fuga bomberos atendieron emergencia. Falla de mecanismo	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Medidores y hermeticidad del sistema	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
657	25/06/2011			Operador ignoro tren el cual golpeo contenedor provocando fuga controlada por bomberos. 1 lesionado. Choque con tren	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
658	27/06/2011	10:00	Baja California Norte	Tráiler remolcaba una pipa esta se volcó en las instalaciones de la gasera provocando una fuga personal y bomberos controlaron la situación. Volcadura por remolque	Tractocamión	Personal - Capacitación - Seguridad	Imponderables - Tecnológicos -
659	29/06/2011	14:00	Michoacán	Operador perdió el control volcó su unidad sin fuga. 2 lesionados. Volcadura	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
660	02/07/2011	Tarde	Michoacán	Fuertes lluvias provocaron que pipa volcara no se indica si tuvo fuga. Volcadura por lluvias	Autotanque	Imponderables - Naturales -	Ruta - Condiciones climáticas - Lluvia
661	03/07/2011	12:00	Michoacán	Pipa volcó sobre la carretera conductor resulto herido. 1 lesionado. Volcadura de pipa	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	
662	04/07/2011		Veracruz	Volcadura de pipa. Noticia eliminada de la página. Volcadura de pipa	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
663	08/07/2011		Yucatán	Operador provocó fuga al retirar las mangueras, alcanzó fuente de ignición que provocó explosión dejando 8 heridos. Mal manejo por parte de empleados	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Capacitación - Seguridad
664	11/07/2011	15:00	Guanajuato	Tren impacto pipa de doble remolque provocando que se volcara pipa venia vacia. Choque con tren	Tractocamión	Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Generales - Recorrido
665	12/07/2011		Veracruz	Empleado conectaba manguera surgió una acumulación provocando chispazo empleado herido de gravedad. 1 lesionado. Acumulación de gas	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Capacitación - Material y manipulación
666	14/07/2011	Mañana	Querétaro	Pipa invadió carril chocando contra una camioneta provocando volcadura y una gran fuga protección civil y bomberos acudieron al lugar. Invasión de carril	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Seguridad
667	14/07/2011		Puebla	Fuga por choque entre camión de pasajeros y pipa. Fuga por choque	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Personal - Capacitación - Educación vial
668	16/07/2011	Mañana	Querétaro	Volcadura de pipa provoco movilización de cuerpos de emergencia. Volcadura	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
669	16/07/2011	08:00	Querétaro	Pipa volcó en el km 7 de carretera bomberos controlaron el incendio. Noticia eliminada de la página. Volcadura	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
670	16/07/2011	11:55	Veracruz	Operador manejaba a exceso de velocidad lo que ocasiono que se volcara saliéndose del camino cayendo de puente sobre vías de tren. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
671	26/07/2011		Chiapas	Explosión en una gasera debió al pésimo equipo protección civil acudió al lugar. 4 muertos y 5 heridos. Explosión de tanques	Camión de cilindros	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
672	01/08/2011		Yucatán	Operador perdió el control al tomar una curva lo que provoco que se volcara destruyéndose la cabina contenedor sin mayores daños. Volcadura	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
673	04/08/2011		Nuevo león	Dos policías resultaron lesionados luego de chocar contra una pipa sin que se registrara fuga. 2 lesionados. Choque con patrulla	Autotanque	Imponderables - Sociales -	
674	05/08/2011		Yucatán	Conductor perdió el control por exceso de velocidad por lo cual se volcó ambos trabajadores salieron lesionados. 2 lesionados. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
675	06/08/2011	12:30	Yucatán	Chofer se quedo dormido al volante por lo cual volcó bomberos acudieron al lugar para controlar fuga. Noticia eliminada de la página. Volcadura	Autotanque	Personal - Vigilancia - Médica	Personal - Capacitación - Seguridad
676	10/08/2011		Hidalgo	Operador provoco choque con una camioneta volcando su unidad dejando 1 lesionado bomberos acudieron al lugar para controlar la fuga. 1 lesionado. Invasión de carril	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Seguridad
677	15/08/2011	11:00	Chiapas	Pipa se hundió en el pavimento debido al reblandecimiento dejado por el huracán la pipa no mostro fuga alguna. Hundimiento	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Imponderables - Naturales -
678	16/08/2011	08:35	Zacatecas	Choque entre pipa y camión de refrescos dejo 1 muerto la culpa la tuvo camión repartidor. 1 muerto y 1 herido. Choque	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
679	18/08/2011		Oaxaca	Pipa sufrió ruptura de contenedor bomberos sofocaron fuga. Ruptura de tanque	Autotanque	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
680	19/08/2011		Oaxaca	Autoridades solicitaron a la empresa gasera Milenium sus bitácoras de mantenimiento en las unidades para saber el motivo del accidente de la pipa que se agrieto. Autoridades			
681	20/08/2011		D.F.	Empresa cuya razón social es "Gasparín" vende gas licuado sin permiso sin que alguna autoridad les ponga un alto. Venta ilegal	Autotanque		
682	23/08/2011	11:30	Oaxaca	Pipa circulaba por carretera cuando por sorpresa se salió la llanta delantera izquierda frenando al momento la pipa no tuvo más daños salvo la llanta se impacto contra una camioneta particular. 2 autos dañados. Neumático se salió de eje		Unidad - Sistema mecánico - Llantas	Unidad - Sistema mecánico - Llantas
683	23/08/2011	09:00	Veracruz	Camión tuvo falla mecánica cayendo a un barranco cayendo 90 metros deteniéndose contra unas rocas sin que estallaran los tanques. 1 pipa dañada. Desperfecto en pipa	Camión de cilindros	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
684	24/08/2011		D.F.	Un flamazo se registro cuando una pipa abastecía domicilio 5 personas lesionadas bomberos acudieron al lugar para sofocar el incendio. Flamazo	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
685	27/08/2011	17:30	Baja California Sur	Corto circuito provoco que explotaran cilindros al lugar llegaron bomberos y protección civil. Corto circuito	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
686	30/08/2011	15:56	Yucatán	Pipa que se quedo sin frenos embistió una camioneta repartidora volcándola. 1 camioneta dañada. Pipa se queda sin frenos	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Unidad - Sistema mecánico - Frenos
687	03/09/2011	14:00	Coahuila	Pipa invadió carril cerrándosele a auto particular tripulantes sufrieron golpes. 2 lesionados. 1 auto dañado. Choque	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
688	04/09/2011	10:00	Michoacán	Pipa de gas presento una fuga cuando abastecía domicilio como consecuencia un flamazo. Fuga de gas	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	Personal - Capacitación - Respuesta a emergencias
689	05/09/2011	09:30	Michoacán	Pipa registro fuga cuando falló una de las conexiones provocando un flamazo protección civil y bomberos acudieron al lugar. Daños materiales. Fuga de gas	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	Personal - Capacitación - Respuesta a emergencias
690	05/09/2011	20:10	Chihuahua	Operador de pipa indica que camioneta particular lo intercepto obligándolo a cambiar de camino y despojándolo del dinero. Asalto	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
691	07/09/2011			Chofer de pipa indica que ladrones hablaron a la compañía gasera para pedir un servicio al acudir al domicilio tres hombres lo despojaron del dinero. Asalto	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
692	19/09/2011	10:00	Morelos	Autoridades locales realizaron un simulacro en donde asistieron las gaseras de Cuernavaca para saber qué hacer en caso de fuga, flamazo o explosión de contenedor.			
693	21/09/2011		D.F.	Pipa cayó a un boquete personal de la delegación con ayuda de maquinaria pesada sacaron la pipa del boquete. 1 pipa dañada. Pipa cae a boquete	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento
694	21/09/2011		Morelos	Sobrecalentamiento en los frenos traseros de pipa provocaron incendio de las llantas traseras protección civil acudió al lugar. Falla de frenos	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Unidad - Sistema mecánico - Frenos
695	26/09/2011	18:40	Jalisco	Pipa sufrió daños en el costado sin presentar fuga al impactarse auto joven de 23 años murió. 1 muerto. Impacto de moto en pipa	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
696	01/10/2011	14:30	Oaxaca	Operador indica que unidad no cuenta con freno de mano por lo que le puso calzas pero no soportaron el peso y se impactó contra autos y local comercial. 2 autos, 1 moto, 1 bicicleta y 1 puesto ambulante.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Personal - Capacitación - Seguridad
697	04/10/2011			Manguera provoco fuga al zafarse del tanque estacionario de local comercial que estaba en pésimo estado. Fuga en tanque	Autotanque	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras
698	04/10/2011	14:30		Pipa volcó provocando incendio de un autobús de pasajeros y un automóvil, dejando 9 heridos. 3 heridos. Volcadura	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
699	07/10/2011	10:00	Nuevo león	Ejército mexicano realizo un decomiso de un almacén clandestino de gas lo en donde encontraron siete tanques de 5000L y una pipa de 10000L. Decomiso	Autotanque		
700	15/10/2011	04:00	Tamaulipas	Volcadura provoco fuga y que se destrazara la cabina, bomberos y protección civil controlaron el incidente. 1 pipa dañada. Volcadura	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
701	18/10/2011	21:15	Michoacán	Camioneta se impacto contra pipa de doble remolque presentando gran fuga que controlaron bomberos y protección civil. Choque entre pipa y camioneta	Doble semirremolque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
702	19/10/2011		Jalisco	Debido a mala colocación de topes pipa se volcó ya que aun no ponían los señalamientos. 1 pipa volcada. Volcadura	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Señalización vial	Ruta - Infraestructura - Señalización vial
703	19/10/2011	11:00	Quintana Roo	Operador de 28 años indica que de repente comenzó un incendio en el motor que controló con un extintor bomberos acudieron al lugar. Falla mecánica	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
704	21/10/2011	18:35	Edo. de México	Auto particular cerró el paso a pipa y operador de 50 años evito choque motivo por el cual se volcó sin que presentara fuga. 1 lesionado. Imprudencia de auto particular	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
705	25/10/2011		Guerrero	Operador de pipa detuvo la marcha al darse cuenta de que en el motor había fuego sin poder apagarlo quedando con quemaduras en rostro y cuerpo bomberos llegaron al lugar para controlar el incidente. 1 lesionado. Falla mecánica	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
706	28/10/2011	14:00	Veracruz	Hundimiento por reblandecimiento fue lo que provoco que pipa cayera en agujero no se registro fuga. Noticia eliminada de la página. Hundimiento	Autotanque	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Imponderables - Naturales -
707	31/10/2011		Guerrero	Falla mecánica en pipa causa del percauce. Falla mecánica	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
708	01/11/2011		Coahuila	Protección civil realizando revisiones a pipas como parte de operativo para saber si cumplían las normas para funcionamiento. Sólo 2 cumplieron, 2 clausuradas y 5 con advertencia con 5 días para corregir observaciones. 2 pipas clausuradas.	Autotanque		
709	04/11/2011	18:30	Veracruz	Operador perdió el control de pipa por falla mecánica por lo cual perdió llantas traseras bomberos y protección civil acudieron al lugar. 1 pipa dañada. Falla mecánica	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Llantas	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
710	04/11/2011	13:26	Morelos	Acumulación en conexión de pipa a estacionario provoca flamazo. Bomberos y protección civil controlaron fuga. Daños materiales. 3 lesionados.	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
711	05/11/2011		Coahuila	Protección civil decomiso pipa que salió de unidad habitacional ya que no cuenta con permisos e instalaciones adecuadas chofer intento darse a la fuga. Decomiso	Autotanque		
712	05/11/2011	22:30	Baja California Norte	Operador conducía pipa a exceso de velocidad y al salir de una curva perdió el control unidad cayo por una brecha de 20 metros lo que provoco que explotara. 1 muerto. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
713	05/11/2011	10:35	Tamaulipas	Exceso de velocidad provoco que 2 autos y una pipa chocaran sin que la pipa presentara fuga. 2 lesionados. Daños materiales. Exceso de velocidad	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
714	08/11/2011	11:00	Hidalgo	Choque de camión de volteo y pipa por imprudencia de camión de volteo pipa se incendio bomberos controlaron situación. 1 lesionado. Vuelta imprudencial	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
715	08/11/2011		Coahuila	Pipa fue robada a mano armada siendo localizada por ejército y policía a través del GPS de la unidad sujetos se dieron a la fuga. Robo	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
716	08/11/2011	Noche	Edo. de México	Choque entre pipa y auto particular dejo 6 lesionados y pipa volcada sin que presentara fuga bomberos y policías acudieron al lugar. 6 lesionados. Choque	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
717	12/11/2011	11:00	Edo. de México	Operador de pipa realizo una vuelta imprudencial impactando auto al lugar llegaron agentes de tránsito. 1 auto dañado. Vuelta imprudencial	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
718	17/11/2011	11:00	Edo. de México	Pipa volcó por mala maniobra de operador protección civil acudió al lugar. Mala maniobra de operador	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Seguridad
719	21/11/2011	Madrugada	Oaxaca	Un auto cisterna vuelca en la carretera por exceso de velocidad.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
720	20/11/2011	Madrugada	Oaxaca	Operador de pipa conducía a exceso de velocidad lo que provoco que en una curva cerrada perdiera el control y se volcara. 1 lesionado. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial



**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
721	22/11/2011	10:00	Yucatán	Conductor de auto particular se distrajo lo que provoco que colisionara con una pipa sin presentar fuga. 3 lesionados. Distracción de auto particular	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
722	25/11/2011		Puebla	Pipa volcó al ser impactada por chofer de auto que venia a exceso de velocidad y en estado de ebriedad bomberos controlaron fuga de pipa. Conductor de auto borracho y exceso de velocidad	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Imponderables - Sociales -
723	28/11/2011	08:30	Nayarit	Mala obra de reparación provoco que el peso de pipa hiciera un bache quedando atrapada protección civil acudió al lugar. Hundimiento	Autotanque	Imponderables - Tecnológicos -	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento
724	29/11/2011	13:30	Tamaulipas	Conductor de pipa conducía a exceso de velocidad al percatarse de un semáforo trato de frenar pero por una fuga de agua provoco que derrapara y chocara con varios autos. 3 autos dañados. Exceso de velocidad	Autotanque	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
725	01/12/2011		Hidalgo	Operador de pipa impacto su vehículo en un camellón al percatarse que la dirección y frenos no funcionaban protección civil verifico la unidad y no presentaba fuga. Daños a camellón. Falla mecánica	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Unidad - Sistema mecánico - Frenos
726	04/12/2011	20:00	Michoacán	Auto impacto por detrás a otro auto provocando que se metiera debajo de una pipa operador y chofer que provoco choque huyeron del lugar. 1 muerto y 1 lesionado. Colisión por alcance	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Imponderables - Tecnológicos -
727	04/12/2011		D.F.	Pipa volcó sobre el eje 10 lesionando a 3 policías. 3 lesionados. Volcadura	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
728	06/12/2011		Hidalgo	Autoridades de Pachuca realizaron simulacro con elementos de protección civil para saber qué hacer en caso de incendio en pipa de gas lo. Sin más información.	Autotanque		
729	07/12/2011		Edo. de México	A pipa se le desprendió el contenedor provocando fuga operador huyo del lugar bomberos controlaron la fuga. Desprendimiento de contenedor	Autotanque	Unidad - Sistema de almacenamiento - Vigencia y mantenimiento del contenedor	Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual
730	08/12/2011	08:00	Hidalgo	Pipa volcó al evitar colisión con auto a exceso de velocidad bomberos controlaron la fuga. 4 lesionados. Exceso de velocidad	Autotanque	Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Recorrido
731	08/12/2011	Mañana	Sonora	Camión cisterna se volcó sobre carretera presentando una fuga. Volcadura	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
732	13/12/2011		Chihuahua	Operador de pipa perdió control de su unidad la cual se termino volcando provocando una fuga misma que fue controlada por bomberos. Chofer pierde control del vehículo	Autotanque	Personal - Capacitación - Unidad	Personal - Capacitación - Educación vial
733	14/12/2011	15:00	San Luis Potosí	Operador de pipa perdió el control y choco contra postes dañando una válvula por lo que bomberos acudieron al lugar para controlar la fuga. Operador perdió el control	Autotanque	Personal - Capacitación - Unidad	Personal - Capacitación - Educación vial
734	14/12/2011		Chihuahua	Pipa volcó en carretera bomberos acudieron al lugar. Volcadura	Autotanque		Personal - Capacitación - Educación vial
735	15/12/2011	10:30	Coahuila	Operador de pipa provoco flamazo cuando maniobro mal la manguera de abastecimiento lesionando a 4 personas y provocando daños materiales. Bomberos acudieron al lugar. 4 lesionados, 9 domicilios afectados, 2 automóviles dañados.	Autotanque	Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Capacitación - Seguridad
736	16/12/2011	10:25	D.F.	Operador de pipa paro a comer dejando las llaves puestas, persona robo pipa siendo detenida por la policía. Robo.	Autotanque	Personal - Capacitación - Seguridad	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
737	20/12/2011	12:20	D.F.	Operador de 33 años manejaba a exceso de velocidad al dar una vuelta se rompieron los muelles y perdió el control atropellando a una persona. 1 muerto. Exceso de velocidad.	Camión de cilindros	Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
738	27/11/2011	23:45	Chiapas	Ponchadura de llanta provocó que pipa se volcara, resultando en la fuga y el incendio del mismo. Bomberos y protección civil acudieron al lugar. 1 pipa incendiada.	Autotanque	Unidad - Sistema mecánico - Llantas	Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general
739	27/11/2011		Puebla	El camión cisterna fue colisionado por otro vehículo, cuyo conductor manejaba bajo los efectos del alcohol, la pipa vuelca y presenta fuga.		Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
740	29/11/2011		Nayarit	La llanta trasera se sume en una zanja de tierra.		Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	
741	04/12/2011	20:00	Michoacán	Choque entre particulares involucra una pipa de gas detenida. 1 muerto.		Imponderables - Tecnológicos -	

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
742	30/11/2011	13:30	Tamaulipas	Pipa a exceso de velocidad más una fuga de agua en el camino, la pipa se estrelló contra un auto.		Personal - Capacitación - Educación vial	Imponderables - Tecnológicos -
743	05/12/2011	12:00	D.F.	Pipa de gas pierde el control, atropella 3 policías y daña 2 vehículos. Pipa de cilindros.			Personal - Capacitación - Educación vial
744	08/12/2011		Edo. de México	Volcadura de tanque de gas. Como consecuencia estuvo cerrada más de 5 horas la autopista.			Personal - Capacitación - Educación vial
745	16/12/2011	06:30	Sonora	Fuga importante de gas a través de dos válvulas abiertas.			Personal - Capacitación - Educación vial
746	21/12/2011	10:25	San Luis Potosí	El conductor se bajó a comer y un borracho le robó la pipa.		Imponderables - Sociales -	Personal - Capacitación - Respuesta a emergencias
747	22/12/2011			Un auto particular trata de ganarle el paso a una pipa de gas y chocan. 3 heridos, dos de ellos menores de edad.		Imponderables - Tecnológicos -	
748	27/12/2011		Sonora	Atropellado de 83 años.		Ruta - Infraestructura - Semovientes	
749	29/12/2011		Tabasco	Un auto particular choca contra una pipa, el auto particular es pérdida total.		Imponderables - Sociales -	
750	30/12/2011	22:30	Tabasco	Falla en el sistema eléctrico. Presuntamente a consecuencia de una falla mecánica conductor de 26 años, los dos empleados con quemadura de tercer grado en brazos, pecho y rostro.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
751	31/12/2011		Tabasco	Debido a una ponchadura en la llanta, la unidad se estrella contra un muro de contención, vuelca e incendia.		Unidad - Sistema mecánico - Llantas	
752	25/01/2012		Hidalgo	Una pipa de gas se estrella contra un camión de pasajeros. Conductor de 33 años.			Personal - Capacitación - Educación vial
753	05/01/2012	17:00	Veracruz	Por exceso de velocidad pierde el control, se sale del camino y vuelca la pipa. Conductor de 46 años.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
754	05/01/2012	14:00	Edo. de México	Detienen a la pipa y al personal por auto carburar en la vía pública.		Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	Personal - Capacitación - Seguridad
755	14/01/2012		San Luis Potosí	Choque de pipa contra postes de protección de un negocio que provocó una fuga y el desalojo de los vecinos.			Personal - Capacitación - Educación vial
756	15/01/2012		Chihuahua	Pierde el control del volante, se sale de la carretera y se vuelca. Conductor de 36 años.			Personal - Capacitación - Educación vial
757	16/01/2012	10:30	Coahuila	Al abastecer un tanque estacionario, y realizar maniobras para acomodar la manguera. 4 quemados de 1°, 9 domicilios afectados y 2 autos. La pipa no tenía equipo para combatir una contingencia, conductor de 29 años.		Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	Unidad - Sistemas de seguridad - Equipo de emergencia
758	20/01/2012	07:00	D.F.	Por perder el control un auto particular choca de frente contra una pipa de gas.		Imponderables - Sociales -	
759	21/01/2012	07:45		Por una fuga en un tanque estacionario al surtir el combustible, sucede un flamazo.		Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema	
760	23/01/2012	11:00	Veracruz	Por exceso de velocidad, la pipa choca por alcance contra un particular.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
761	24/01/2012	06:00	Jalisco	El conductor pierde el control de la unidad y vuelca. Conductor de 48 años.			Personal - Capacitación - Educación vial
762	24/01/2012		Veracruz	Después de llenar un tanque estacionario, hay una pequeña fuga de gas. El director de protección civil estatal recomendó no llenar tanques en mal estado.		Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema	
763	23/01/2012	09:45	Puebla				
764	04/02/2012			La pipa sufre una fuga de combustible.			
765	30/01/2012	09:15	Baja California Norte	Choque entre auto particular y pipa. 200 personas y 6 horas. El conductor estaba ebrio.		Imponderables - Sociales -	
766	06/02/2012		Quintana Roo	La pipa, al intentar dar la vuelta en u, se le venció la quinta rueda y se volcó sobre una gasolinera. Chofer de 38 años.		Unidad - Sistema mecánico - Llantas	Personal - Capacitación - Unidad

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
767	13/02/2012	10:21	Oaxaca	La pipa pierde el control después de pasar un tope, y se estrella contra un tráiler estacionado (Supongo que por exceso de velocidad).			Personal - Capacitación - Educación vial
768	20/02/2012	08:00	Tamaulipas	Un camión tipo <i>torton</i> se estrelló de frente contra la pipa. Conductor de 26 años y copiloto de 40 años.		Imponderables - Sociales -	
769	23/02/2012	14:00	Veracruz	Al dejarla estacionada en una pendiente, no se percató de que se fue en neutral y se fue a estrellar contra una casa.		Personal - Capacitación - Unidad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
770	24/02/2012	15:00	Coahuila	La tolvanera y la llovizna del día anterior provocaron una volcadura. Conductor de 30 años.		Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Condiciones climáticas - Lluvia
771	27/02/2012			Accidente entre pipa de gas y una patrulla. 2 heridos leves.			
772	01/03/2012	12:00	Baja California Norte	Lo inmovilizan las autoridades por distribuir sin permiso, entre otros, no cuenta con servicio para atención de fugas.			
773	27/03/2012	05:00	Coahuila	La pipa va a exceso de velocidad, los vecinos lo reportan y la patrulla los detiene.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
774	06/03/2012			Vehículo particular choca una pipa.		Imponderables - Sociales -	
775	09/03/2012	06:45	Chihuahua	Volcadura. A exceso de velocidad.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
776	14/03/2012	10:00	Jalisco	Volcadura.			
777	21/03/2012		Puebla	Al tratar de dar vuelta en u en la carretera, uno de los cilindros se desprende.		Unidad - Sistema de almacenamiento - Inspección visual	
778	20/03/2012	Mañana	Jalisco	Por conducir a exceso de velocidad la pipa se vuelca y queda a centímetros de caer a un barranco de 5m. 1 herido. Conductor de 36 años, copiloto de 59.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
779	24/03/2012	13:10	Coahuila	La unidad cayó por un desnivel de 4 m. El chofer dejó la pipa en neutral y se cayó. Estaba detenida sólo con el freno de mano.		Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
780	26/03/2012		San Luis Potosí	Un niño de 1 año muere atropellado por una pipa de gas.		Ruta - Infraestructura - Semovientes	
781	27/03/2012	17:05	Veracruz	La pipa derriba cables de luz y se da a la fuga.			Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento
782	25/03/2012	12:30	Aguascalientes	Una explosión porque el conductor estaba relleno un cilindro de 30 kg con la manguera. 11 lesionados. Conductor de 21 años el chofer trató de sobornar con 3000 pesos.		Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
783	03/04/2012	15:50	Nuevo león	En una pendiente, la pipa estacionada se queda sin freno de mano, recorre 50m y se estrella contra una casa		Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
784	08/04/2012		Aguascalientes	Aseguran la pipa por rellenar cilindros.		Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
785	05/04/2012	16:30	Edo. de México	La pipa de gas se queda sin frenos en una pendiente y estrella contra 7 autos. Conductor de 37 años.		Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Unidad - Sistema mecánico - Frenos
786	14/04/2012	04:00	Coahuila	Una falla mecánica provoca que el gas se tenga que trasvasar a otra pipa.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
787	17/04/2012	08:00	Veracruz	Fuga en una pipa repartidora. La pipa estuvo circulando varias horas con la fuga.		Unidad - Sistema de carga y descarga - Medidores y hermeticidad del sistema	Unidad - Sistemas de seguridad - Indicadores de fallas
788	17/04/2012	16:00	Oaxaca	Estaban trasvasando gas entre cilindros. 3 heridos en una bodega de almacenaje clandestino de gas. 27, 19 y 35 años.		Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
789	20/04/2012		Jalisco	Flamazo en un cilindro de gas que los empleados de la gasera estaban manipulando.			Personal - Capacitación - Material y manipulación
790	24/04/2012		Edo. de México	Una pipa cayó dentro de un bache.		Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	
791	23/04/2012	16:46	Coahuila	Una de las pipas se vuelca al intentar dar una vuelta. Conductor de 36 años.		Personal - Capacitación -	

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
						Unidad	
792	26/04/2012		Yucatán				
793	04/05/2012	16:00	Chihuahua	Una válvula mal cerrada provoca una fuga.		Personal - Capacitación - Material y manipulación	Unidad - Sistemas de seguridad - Indicadores de fallas
794	04/05/2012		Hidalgo	Detienen al chofer que abastecía desde la pipa a un cilindro de gas.		Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
795	10/05/2012	14:00	Chihuahua	1 camión repartidor de cilindros se vuelca, perdió el control a causa de la lluvia.		Ruta - Condiciones climáticas - Lluvia	Personal - Capacitación - Educación vial
796	10/05/2012	06:47	Nuevo León	1 tráiler a exceso de velocidad choca la pipa, incendio después del choque. 1 herido. 44 años chofer.		Imponderables - Sociales -	Imponderables - Tecnológicos -
797	16/05/2012	09:45	Jalisco	Una pipa de gas se estrella en reversa contra una casa.			Personal - Capacitación - Unidad
798	23/05/2012	Mañana	Baja California Norte	Se rompió el gancho de metal que unía las dos cisternas, una sale despedida y se vuelca contra la carretera. Conductor de 40 años.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Imponderables - Tecnológicos -
799	24/05/2012	17:00	Chiapas	La pipa perdió el control, derribó un árbol y se rompió, hubo fuga e incendio. 2 quemados. Conductor de 35 años, copiloto de 26.			Personal - Capacitación - Educación vial
800	27/05/2012	12:00	Chihuahua	La manguera de la dirección se reventó. La manguera de la dirección se rompió y se regó el aceite, los bomberos lo limpiaron.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Imponderables - Tecnológicos -
801	29/05/2012	05:00	Sonora	8 lesionados, 3 autos dañados.			Personal - Capacitación - Educación vial
802	30/05/2012	13:00	D.F.	Motociclista impactado por una pipa de gas. 1 muerto. Chofer de 35 años.		Personal - Capacitación - Educación vial	
803	29/05/2012	13:30		Un chispazo en la marcha provoca que se quemara el cable y produjo un flamazo.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
804	04/06/2012	12:00	Puebla	Fuga de gas. Evacuaron una escuela.			
805	15/06/2012	11:00	Veracruz	Un automóvil particular se pasa el alto y se estrella contra la pipa. Conductor de 28 años.		Imponderables - Sociales -	
806	23/06/2012		Querétaro	Incendio en el sistema eléctrico.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
807	19/06/2012	11:00	Edo. de México	Se queda sin frenos y el conductor se estrella contra un semáforo para detenerla.		Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Unidad - Sistema mecánico - Frenos
808	25/06/2012		Puebla	Por la lluvia, el suelo se reblandece y la pipa se hunde más de un metro y medio en el lodo.		Imponderables - Naturales -	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento
809	25/06/2012		Guanajuato	Pierde el control al esquivar un vehículo que lo rebasó. 141 niños evacuados. Fue cerca de una escuela primaria chofer de 31 años y copiloto de 43.		Imponderables - Sociales -	Personal - Capacitación - Unidad
810	21/06/2012	12:00	Tamaulipas	El incendio inició por problemas eléctricos y se extendió en la unidad y fue enfrente de una compañía gasera. Había a un lado dos pipas estacionadas de 45,000 L cada una.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
811	25/06/2012		Querétaro	La pipa se encontraba al 35%, el fuego se originó en el acumulador.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
812	28/06/2012	08:50	Tamaulipas	Pipa se zafó del Tractocamión.			
813	27/06/2012		Chihuahua	Volcadura porque la pipa se queda sin frenos. Conductor de 45 años.		Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Unidad - Sistema mecánico - Frenos

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
814	06/07/2012	16:00	Edo. de México	Fuga en la válvula de abastecimiento de la pipa y por mal estado de la válvula o manguera. 5 casas dañadas, 2 vehículos quemados, 250 evacuados.		Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras
815	08/07/2012		Querétaro	Un incendio en la cabina de una pipa y los vecinos ayudaron a apagar el fuego con cubetas de agua. Conductores de 18 y 19 años.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	Unidad - Sistemas de seguridad - Equipo de emergencia
816	10/07/2012	15:15	D.F.	Una pipa de gas provocó que dos unidades del Metrobús y un pesero chocaran. 15 heridos.		Personal - Capacitación - Educación vial	
817	15/07/2012	07:00	Veracruz	Choque de pipa contra camioneta, los dos conductores afirman que tienen el verde.			Imponderables - Sociales -
818	17/07/2012	16:20	Aguascalientes	En la carretera se le atravesó un caballo y al volante se volcó, las autoridades dicen que iba a exceso de velocidad. Conductor de 39 años.		Ruta - Infraestructura - Semovientes	Ruta - Generales - Recorrido
819	25/07/2012	19:00	Hidalgo	Un flamazo por una fuga de gas en una pipa.		Unidad - Sistema de carga y descarga - Medidores y hermeticidad del sistema	
820	29/07/2012	09:05	Baja California Norte	Se queda sin frenos, se vuelca y provoca una carambola múltiple. 5 heridos. Chofer de 32 años.		Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Unidad - Sistema mecánico - Frenos
821	30/07/2012	03:20	Jalisco	Accidente de tránsito, una camioneta particular choca por alcance a una pipa de gas. 1 muerto.		Imponderables - Sociales -	
822	01/08/2012	16:00	Chihuahua	La rotura de un extintor de una pipa gasera provoca alerta en la población. Se debió al calor y a la falta de mantenimiento del extintor, la manguera se desprendió del cilindro.		Unidad - Sistemas de seguridad - Equipo de emergencia	
823	05/08/2012			Explosión por cargar en la vía pública, cargaban desde un cilindro. 2 lesionados con quemaduras de 1 y 2 grado. De 37 y 27 años.		Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
824	03/08/2012	08:45	Veracruz	La pipa provoca un choque cuando salió de un fraccionamiento sin precauciones.		Personal - Capacitación - Educación vial	
825	06/08/2012		Querétaro	La pipa provoca un choque múltiple.			Personal - Capacitación - Educación vial
826	07/08/2012	13:30	Oaxaca	Los empleados de la gasera fueron a dar mantenimiento a una válvula en un hotel, hubo una fuga de gas y una explosión. 1 herido con quemaduras de segundo y tercer grado en el rostro. El herido tiene 24 años.		Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	Personal - Capacitación - Respuesta a emergencias
827	09/08/2012	10:00	Puebla	Accidente de tránsito, la unidad era conducida por exceso de velocidad, no pudo frenar en el auto y chocó contra 4 autos.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
828	10/08/2012		Michoacán	Enfrentamiento entre grupos armados y policías resultan en que se atraviesa y quema una pipa para cerrar el paso.		Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
829	12/08/2012	17:00	Edo. de México	Accidente, flamazo y fuga, en zona de cierre y con curvas, el chofer pierde el control y cae en un barranco de 4 m, sucede un flamazo y hay una fuga. 400 familias desalojadas.		Personal - Capacitación - Educación vial	Ruta - Generales - Recorrido
830	16/08/2012		Edo. de México	Volcadura de pipa de gas.			Personal - Capacitación - Educación vial
831	16/08/2012	12:00	D.F.	Una mala maniobra a la hora de abastecer el tanque provocó un flamazo. 3 lesionados.		Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
832	28/08/2012		Sinaloa	Incidente, detienen una pipa transportando 2 toneladas de marihuana. El conductor tiene 15 años.		Imponderables - Sociales -	
833	06/09/2012	08:26	Nuevo León	Volcadura de uno de los cilindros, hay una fuga a través de la válvula de seguridad.			Personal - Capacitación - Educación vial
834	01/09/2012		Chihuahua	Incendio del motor en una pipa de gas, operadores detectaron humo en el motor, se orillaron y lo apagaron con el extintor portátil.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
835	07/09/2012		Sonora	Un auto se le atraviesa a la pipa, que se vuelca por intentar esquivarlo		Imponderables - Sociales -	Personal - Capacitación - Educación vial
836	08/09/2012		Hidalgo	El chofer olvidó poner los frenos y se bajaron a abastecer. Un transeúnte que se dio		Personal - Capacitación -	Personal - Vigilancia -

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
				cuenta corrió a ponerle el freno, la manguera al estirarse derribó un teléfono de monedas, la pipa avanzó al menos 15 m sin operador.		Unidad	Procedimientos de operación
837	09/09/2012		D.F.	Detienen a un policía de la PGDJ por extorsión y robo a un distribuidor de una pipa de gas, el chofer le avisa a la policía, la policía lo persigue y el judicial atropella a dos jóvenes de 18 años. Chofer de 35 años.		Imponderables - Sociales -	
838	10/09/2012		Hidalgo	Pipa causa carambola con dos camionetas al querer dar vuelta a la izquierda, no hay lesionados. El percance se debió a un corte de circulación con proyección.		Personal - Capacitación - Educación vial	
839	14/09/2012			Fuga de gas al llenar un tanque estacionario, válvula se trava al quitar la manguera.		Unidad - Sistema del cliente - Mantenimiento del sistema	
840	14/09/2012		Querétaro	El conductor se sube a un camellón y choca contra un poste, se presenta una fuga. Bloquean la circulación durante 2 horas.		Personal - Capacitación - Educación vial	
841	13/09/2012	20:45	Jalisco	Fuga en la manguera durante el suministro de combustible. 3 lesionados, 34 viviendas afectadas. Empleados de 45 y 44 años tanque estacionario, pipa fue proyectada 30 m.		Unidad - Sistema de carga y descarga - Válvulas y mangueras	
842	18/09/2012	06:00	Tamaulipas	Incidente, carga de un cilindro de gas desde una pipa en área pública. La empresa había sido clausurada por una explosión que provocó dos heridos.		Personal - Capacitación - Seguridad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
843	19/09/2012		Guanajuato	El conductor murió.			Personal - Capacitación - Educación vial
844	18/09/2012	Tarde	Quintana Roo	Estaba vacía.			Personal - Capacitación - Educación vial
845	24/09/2012	04:00	Coahuila	Fuga de gas.			
846	26/09/2012		Edo. de México	En una calle empinada en una mala maniobra hace que la pipa ruede unos 60 m, se estrelle y se detenga contra una camioneta y una casa, se presenta una fuga que los bomberos controlaron.		Personal - Capacitación - Unidad	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
847	27/09/2012	13:30	Puebla	Asalto a pipa. No hay lesionados. 3 asaltantes y 3 vehículos hay balacera.		Imponderables - Sociales -	Ruta - Generales - Antecedentes de seguridad
848	27/09/2012			Le cayó encima una pipa de gas que explotó cuando le estaban dando mantenimiento. 1 muerto.		Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación	Personal - Capacitación - Seguridad
849	08/10/2012	08:50	Hidalgo	El tanque que estaban colocando tenía una fuga, cuando lo arrastraron para sacarlo de la vivienda donde lo estaban instalando una chispa produjo un flamazo. 3 lesionados y daños cuantificables. Empleados de 32 y 31 años.		Unidad - Sistema de carga y descarga - Medidores y hermeticidad del sistema	Personal - Capacitación - Respuesta a emergencias
850	10/10/2012		Zacatecas	Por viajar a exceso de velocidad, el conductor de la pipa choca contra una camioneta que se encontraba detenida en un alto. Derrapó 30 m.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
851	13/10/2012	11:00	Michoacán	Alumnos normalistas secuestraron la pipa cargada con gas lo.			
852	11/10/2012	06:50	Zacatecas	Choque de pipa de gas y camioneta chocan de frente. Chofer de 33 años.			
853	22/10/2012		D.F.	Fuga de gas por desperfecto en la válvula principal.			
854	24/10/2012	Madrugada	Jalisco				Personal - Capacitación - Educación vial
855	23/10/2012	14:00	Hidalgo	Fuga mientras robaban combustible de ducto.			
856	24/10/2012	Madrugada	Edo. de México	Conducía a exceso de velocidad, choca contra el muro de contención y se vuelca.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
857	27/10/2012	09:00	Veracruz	Accidente de tránsito, choque contra un tráiler por intentar rebasar a exceso de velocidad. 1 lesionado. Chofer de 24 años, circulación suspendida 2 hrs.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
858	30/10/2012	13:00	Chihuahua				
859	05/11/2012	20:30	Nuevo león	Incendio en la cabina, que fue avanzando en la zona de la salchicha.			
860	06/11/2012		Edo. de México	En el asfalto había aceite tirado, el conductor de la pipa perdió el control, en el camino se llevó algunos postes de luz y palmeras. Iba a un cuarto de su capacidad.			

**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
861	06/11/2012	07:10	Morelos	Pierde el control, se estrella contra un talud, la llanta se revienta y se vuelca. Chofer de 25 años.			Personal - Capacitación - Educación vial
862	13/11/2012		Puebla				Personal - Capacitación - Educación vial
863	13/11/2012	00:00	Veracruz	Exceso de velocidad provoca la volcadura. Chofer de 28, copiloto de 21 años.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
864	15/11/2012		Tabasco	Pipa conducida a exceso de velocidad vuelca. 2 heridos.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
865	16/11/2012	15:00	Tamaulipas	Invade el carril contrario, choca y vuelca. 1 muerto. Conductor de 42 años.			Personal - Capacitación - Educación vial
866	20/11/2012	04:00	Tlaxcala	El conductor de 25 años se quedó dormido y volcó. 70% de su capacidad			
867	25/11/2012	08:30	Edo. de México				
868	26/11/2012			El particular se detuvo en un auto en la zona que no le correspondía.			
869	13/09/2012	Mañana	D.F.	Adolescente muere atropellado por una pipa de gas, el niño circulaba por la calle porque había un puesto ambulante que le impedía el paso.			
870	09/12/2012	10:02	Morelos	Una pipa de gas embiste contra una pareja de motociclistas. 2 muertos. El chofer dice que no pudo frenar a tiempo para detener el accidente.			Personal - Capacitación - Educación vial
871	11/12/2012	18:04	Chihuahua	Motociclista lesionado al impactar contra una pipa de gas.			
872	09/12/2012		Chiapas	Volcadura por exceso de velocidad. El conductor severamente lesionado, 47 años.		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
873	19/12/2012	10:55	D.F.	El operador de una pipa murió al resistirse a un asalto. Chofer de 40 años de edad.			
874	18/12/2012	13:48	D.F.	El chofer tras perder el control se impactó contra un tanque, provocó fuga de gas. Fueron desalojados a 200 m a la redonda. Iba al 80% de la capacidad.			Personal - Capacitación - Educación vial
875	21/12/2012		Chihuahua	El conductor de la unidad pierde el control y vuelca.			Personal - Capacitación - Educación vial
876	20/12/2012	19:00	Sonora	Después de un frenado de emergencia, se queda sin frenos. Conductor de 38 años y copiloto de 50 años, iba al 80% de su capacidad. Falla en el sistema de frenos			Personal - Capacitación - Educación vial
877	27/12/2012	00:09	Hidalgo	La pipa quedó varada con una trabe de acero debajo de un puente. Evacuaron 400 m a la redonda y cerraron 5 km. De carretera.			
878	27/12/2012	09:08	Coahuila	Pipa con doble remolque. Dio vuelta demasiado rápido y se volcó		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Educación vial
879	29/12/2012	20:00	Chihuahua	Pipa chocó contra vivienda porque pierde el control de la unidad. Bloquean 4 cuadras a la redonda, la unidad estaba al 85% de capacidad. El conductor colocó la unidad con freno de mano en calle inclinada, se votó y la máquina chocó contra un vivienda			Personal - Capacitación - Educación vial
880	31/12/2012		San Luis Potosí	Un niño en bicicleta sin frenos choca una pipa que lo aplasta. Chofer de 43 años.		Imponderables - Sociales -	
881	31/12/2012	07:50	Oaxaca	Camión cisterna se vuelca, un automóvil particular le cierra el paso y lo saca de la carretera, la pipa se salió del barranco. 1 lesionado, quemaduras. Chofer de 31 años.			Personal - Capacitación - Educación vial
882	30/12/2012	13:00	Baja California Norte				Personal - Capacitación - Educación vial
883	03/01/2013	14:00	Coahuila	Las dos llantas traseras de la unidad quedaron atrapadas por una zanja abierta por el municipio.		Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento
884	02/01/2013	13:11	Jalisco	La pipa saltó las trancas que pusieron para detenerla y se vino abajo.		Unidad - Sistema mecánico - Frenos	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
885	03/01/2013	19:32	Chihuahua	La llanta trasera cae en un hoyo de un metro de diámetro.		Ruta - Infraestructura - Aptitud y mantenimiento	
886	04/01/2013		Hidalgo	Detienen a los conductores por no tener papeles para el combustible.			

## Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
887	01/09/2010	13:30	Sinaloa	Chofer de 47 años.			Personal - Capacitación - Educación vial
888	01/11/2012	10:00	Sinaloa	El chofer perdió el control al ser rebasado por un particular. Chofer de 27, copiloto de 47 el chofer comentó que la unidad tenía días con falla hidráulica.		Imponderables - Sociales -	Personal - Capacitación - Educación vial
889	12/01/2013	11:40	Sinaloa	La pipa choca un automóvil particular. 2 heridos.			
890	09/01/2013	16:30	Edo. de México				
891	15/01/2013	11:00	Puebla	1 lesionado.			Personal - Capacitación - Educación vial
892	13/01/2013	09:35	D.F.	La pipa choca contra un automóvil y se vuelca.			
893	15/01/2013	11:00	Puebla	1 herido. Conductor de 48 años. Vuelca porque pierde el control de la unidad			Personal - Capacitación - Educación vial
894	18/01/2013	17:00	Tamaulipas	La pipa es impactada por un automóvil al intentar atravesar una avenida. 1 lesionada. Edad del conductor, 41 años. Choque de automóvil contra la pipa		Imponderables - Sociales -	
895	22/02/2013	12:00	Puebla	Un herido, 30 años, quemaduras 2°. Nuevo en el trabajo, y por mala manipulación del cilindro abre una válvula y provoca una chispa que le producen las quemaduras.		Personal - Capacitación - Material y manipulación	Personal - Vigilancia - Procedimientos de operación
896	21/01/2013		Edo. de México	El chofer para evitar un choque se sale de la carretera y se vuelca, lo cual genera una fuga.		Imponderables - Sociales -	Personal - Capacitación - Educación vial
897	22/01/2013	Mañana	Oaxaca	Derriba dos postes de luz de alta tensión.			
898	21/01/2013	10:15	Edo. de México	La pipa pierde el control y choca contra otros dos vehículos, vuelca y hay una fuga. 3 lesionados. Por exceso de velocidad pierde el control y vuelca en la carretera.			Personal - Capacitación - Educación vial
899	11/02/2013	11:00	Querétaro	Un camión golpeó a la pipa y la pipa se volteó. El conductor resultó herido.		Imponderables - Sociales -	Personal - Capacitación - Educación vial
900	11/02/2013	08:30	Hidalgo	La pipa sufrió una avería mecánica, la flecha del cardal se cayó y quedó suelta. La alta presión de salida del combustible lo congeló, el chofer al darse cuenta de la fuga circuló para estacionarse en un sitio despoblado.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
901	12/02/2013		Tamaulipas	Los trabajadores lo apagaron con extintores. Incendio de pipa al mover la pipa con una grúa el cableado eléctrico originó el flamazo			
902	15/02/2013		Hidalgo	La pipa estuvo a punto de arrollar a un agente de tránsito.			
903	15/02/2013		Coahuila	Por falla mecánica el camión no respondió y se impactó con la camioneta. 2 atropellados por una camioneta a la que la pipa chocó por alcance. Conductor: 41 años.		Unidad - Sistema mecánico - Mantenimiento mecánico general	
904	18/02/2013	14:00		La pipa a exceso de velocidad impacta a un conductor particular		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Seguridad
905	21/02/2013	13:00		Exceso de velocidad		Personal - Capacitación - Educación vial	Personal - Capacitación - Seguridad
906	20/02/2013	14:40	Querétaro	Se evacuó un km. Aproximadamente. 1 lesionado.			Personal - Capacitación - Educación vial
907	23/02/2013	04:00	D.F.	La pipa chocó contra dos vehículos y la fachada de una casa. 1 muerto, 3 lesionados.		*Pendientes de clasificación	*
908	12/03/2013	16:30	Veracruz	Cortocircuito en el frente de la pipa provoca fuego.		*	*
909	11/03/2013		Yucatán	Pipa sufre choque por alcance por parte de un particular que se da a la fuga.		*	*
910	15/03/2013	10:30	Guerrero	Una pipa de gas casi se impacta contra una de gasolina cuando se le reventó el neumático frontal derecho.		*	*
911	15/03/2013	Noche	Chihuahua	Fuerte fuga de gas en la manguera llena el local y provoca un flamazo que provoca quemaduras de 2 grado en gran parte del cuerpo del operador, que abastecía tanque estacionario. Conductor de 25 años.		*	*
912	24/03/2013	02:00	Edo. de México	Explosión en depósito clandestino de cilindros. 5 heridos, 5 casas afectadas y 5 autos dañados. Dos de los heridos son policías que atendían reporte de olor a gas. Se		*	*



**Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP)**

#	Fecha	Hora	Localización	Descripción	Tipo de contenedor	Causa primaria de accidente	Causa secundaria de accidente
				aseguraron 200 cilindros y 3 vehículos.			
913	27/03/2013	08:30	Morelos	El conductor de la pipa invadió el carril contrario e impactó a un vehículo particular en la parte frontal y después volcó. Volcadura de pipa que iba vacía. Conductor de 23 años.		*	*
914	29/03/2013	02:50	Michoacán	Fuga de gas LP registrada al volcarse un tractor acoplado con un remolque y un semirremolque tipo tanque (pipa).		*	*
915	30/03/2013	02:30	Michoacán	Choque entre pipa con 60,000 litros de gas y tráiler de agua. La pipa se queda sin frenos y usa la misma rampa de frenado que había usado previamente el tráiler. Se presenta una fuga. Capacidad 45,000 L. 70,000 evacuados.		*	*
916	07/04/2013	15:30	Tamaulipas	Un flamazo, producido al retirar la manguera después de abastecer tanque estacionario produce quemaduras en chofer y en clienta de 64 años. Chofer de 26 años, 2 heridos.		*	*
917	11/04/2013	Mañana	Edo. de México	Falla el sistema de frenos, el chofer trata de subir a la unidad y es arrollado por ella. Chofer de 45 años, Capacidad de 6,200 L.		*	*
918	11/04/2013		Zacatecas	Protección Civil y bomberos sorprendieron a un trabajador de una conocida compañía gasera rellenando un cilindro en la vía pública.		*	*
919	23/04/2013	14:45	Tamaulipas	Una conductora pierde el control del volante y se impacta contra una pipa de gas detenida esperando el paso, justo enfrente de una gasolinera.		*	*
920	24/04/2013		Morelos	Pipa de gas fue el que invadió el carril contrario, impactando al taxi. Cayeron a una barranca de aproximadamente 80 metros de profundidad.		*	*
921	25/04/2013	09:00	San Luis Potosí	Asalto a pipa de gas. Localizan rápidamente al responsable.		*	*
922	05/05/2013	12:30	Baja California Norte	Hubo un choque entre particulares minutos antes. El conductor de la pipa lo vio pero por exceso de velocidad y suelo mojado por la lluvia no pudo frenar. Al evitarlo se subió a la banqueta izquierda y se volcó. Sin fuga. 8,000 L. El material se trasvasó.		*	*
923	07/05/2013	5:30	Edo. de México	Tractocamión de doble remolque choca presuntamente por exceso de velocidad, contra una barda en Ecatepec. Una de las salchichas se desprende y provoca una fuga que deriva en explosión de todo su contenido. 23 muertos, 36 heridos, 5 casas, 15 vehículos calcinados. 550 funcionarios acudieron a dar apoyo.		*	*

### **Anexo 3: Formato periodístico: Guía para el reporte de incidentes HAZMAT**

#### **Guía creada para los medios de comunicación: Referencia para la investigación de información relevante para la evaluación de riesgos en México.**

Formato de recolección de datos para personal en el lugar en caso de incidentes y accidentes durante el transporte de productos químicos: QuimAccident.

En México, los reporteros en el lugar de los hechos son, muy frecuentemente, la única fuente confiable de información de que disponen los vecinos, la población en general y –ocasionalmente- las autoridades.

Dada la gran variedad de acontecimientos que ocurren cotidianamente y la necesidad de conseguir la mayor cantidad de información posible, junto con el hecho de que los reporteros no pueden ser especialistas en todos los temas, es común que se reporten algunos datos que pueden ser de poca relevancia mientras que se dejan de lado algunos otros que podrían ser de mayor utilidad.

En el caso particular de las noticias relacionadas con productos químicos, -ya sea que pertenezcan a la clasificación de “materiales peligrosos” o a “residuos peligrosos”-, y debido a su naturaleza, compleja y ajena para la mayoría, suele ocurrir que la única persona ocupada en la recopilación y análisis de la información en el lugar –el reportero-, omite datos que podrían permitir en un análisis detallado posterior y con la ayuda de especialistas, discernir las causas, implicaciones y consecuencias de los incidentes y accidentes. Así, la población pierde la oportunidad de evitar que los incidentes, los daños y las afectaciones sean repetidos, y de contribuir –con su experiencia- al bienestar común.

Por esto se ha creado un formato, con el objetivo de brindar una guía a los reporteros en el lugar de los incidentes y accidentes -relacionados con productos químicos- para la recolección de los datos más relevantes que puedan proporcionar información clave y de máximo interés para la población en general y para los especialistas.

Dado que la información es de interés general y para el bien común, se incluyen rubros con el fin de dar el crédito apropiado a la persona y su compañía de procedencia. –Como puede ser el reportero, el fotógrafo o camarógrafo en el lugar, la división regional a la que pertenecen o el nombre de la compañía a la que representan- Este formato puede ser complementado a juicio de cada reportero o compañía, únicamente se solicita que se especifique que se tomó el presente como base y que sea publicado con preferencia por los factores de riesgo aquí señalados (Leyenda sugerida: “Reporte de accidente con base en el formato QuimAccident de la UNAM”).<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Para cualquier solicitud de información, duda o aclaración requerida, favor de comunicarse a la UNAM, Posgrado en Ingeniería, Facultad de Química. Contacto: Dra. *Carmen Durán*, [mcduran@servidor.unam.mx](mailto:mcduran@servidor.unam.mx). ó M.I. Luis López, [atamoros@comunidad.unam.mx](mailto:atamoros@comunidad.unam.mx), Tel: (52) (55)5622 5300 al 04.

Al final se adjuntan también algunas precauciones elementales de seguridad, con el propósito de que el personal no se exponga a riesgos innecesarios (Se recomienda contactar a Bomberos o a Protección Civil de cada localidad para obtener más información o para recibir capacitación adecuada).

Este formato es sólo una **guía**, -no pretenden ser las únicas preguntas a realizar ni es indispensable contestar todas-. Para que el reportero se familiarice mejor con el formato, se agregan algunas explicaciones o ejemplos que le ayudarán a identificar la intención de solicitar la información relevante para los materiales peligrosos.

### Formato periodístico: Guía para el reporte de incidentes HAZMAT

Datos del Reportero:		
Identificación Información para dar crédito por la información.	Reportero:	(Quién reporta o investiga los hechos)
	Fotógrafo:	
	Camarógrafo:	
	Compañía y división regional:	
	Medio:	(periódico, radio, televisión)
Datos de localización:		
Ubicación Información para identificar con precisión el lugar en una investigación posterior.	Fecha:	
	Hora del incidente:	
	Estado:	
	Municipio o delegación:	
	Localización precisa y dirección:	<i>Ej.: Carretera A -&gt;B, Km 30 +200 m, Costado WSW</i>
	Localización por coordenadas, GPS o Referencias del terreno	(Si están disponibles) o (curvas, referencias etc.)
Datos de Identificación:		
Empresa	Empresa propietaria, transportista:	Quién manda, quién transporta, quién recibe.
	Documentación de embarque:	¿Tiene la documentación? Si No
	Tipo de transporte:	Tracto camión, remolque, autotanque, etc.
	Placa del vehículo:	
Material Se quiere saber qué sustancia, residuo o su combinación está involucrado	Identificación del material:	Por nombre: Por etiqueta: Placas de Identificación: Número: Otros:
	Cantidad transportada:	Volumen, Número de recipientes, etc.
	Descripción general que confirme la identificación del material:	Color, nubes, olores, apariencia, etc. Desde la máxima distancia. <u>-SIN contacto y SIN acercarse-</u>

<b>Contenedor</b> Qué recipiente se usa y qué mantenimiento recibe.	Tipo de contenedor:	auto tanque, cilindros, doble remolque, etc.
	Estado aparente del tanque:	Cómo se veía, estado <u>supuesto</u> ANTES del accidente:
	Estado aparente tuberías o accesorios:	Excelente, Bueno, Regular, Malo, Pésimo
	Capacidad del tanque, cantidad de la sustancia transportada:	Número de cilindros, volumen total, peso, etc. <i>Ej.: 40,000L al 40% de su capacidad</i>
<b>Ruta</b> Cómo es la ruta y si ésta influyó en el accidente. Cuánto riesgo hay a lo largo de esa ruta particular.	Ruta o trayecto:	Lugar de origen y lugar de destino
	Duración planeada:	Horas asignadas para completar el tramo
	Señalización del camino:	¿Está la vía adecuadamente señalizada?
	Estado de la ruta:	Excelente, Bueno, Regular, Malo, Pésimo
	Pendiente e inclinación:	Plano, ascendente, descendente, grados
	Trayecto sinuoso:	Zona de curvas, tramo recto, visibilidad
	Geografía destacable:	Barrancos, despeñaderos, baches, topes
	Población aproximada a 300 m a la redonda:	Excesiva, Densa, Regular, Poco, Despoblada
<b>Conductor</b> Quién conduce estos transportes, su preparación y los factores particulares que pueden haber contribuido al accidente.	Edad del conductor:	Atención: El nombre no es relevante
	Licencia para conducir:	¿Cuenta con licencia? Si No
	Capacitación en sustancias:	Si / No
	Capacitación para emergencias:	Si / No
	¿Cuántas horas llevaba manejando?:	
	¿Sabe qué lleva y qué podría pasar?	¿Tiene conciencia del contenido o consecuencias?
	Experiencia y/o antigüedad:	
	Estado civil:	Y No. de dependientes económicos.
	No. de días de descanso a la semana:	
	No. de personas en el vehículo:	¿Lleva relevo o ayudante (s)? ¿Pasajeros?
	Observaciones adicionales:	Sobriedad, cordura, agresividad, etc.
<b>Datos del incidente:</b>		
<b>Alerta</b> Cómo fue la alerta	Cómo se enteró del incidente:	Vecinos, policía, bomberos, etc.
<b>Tipo de incidente</b> Qué ocurrió y cómo se involucra la sustancia.	Descripción general:	Accidente de tránsito, Volcadura, Fuga / derrame, Incendio, Explosión / flamazo
	Situación:	Charco, nube, chorro de gas, escurrimiento, etc.

<b>Condiciones Meteorológicas</b>	Descripción:	Lluvia, Neblina, Hielo, Polvaredas, etc.
<b>Efectos cuantificables</b>	Derramamiento de material:	Cantidad aproximada, medidas aproximadas.
	Daños ambientales:	Reserva ecológica, área protegida, población
	Riesgos generales:	Si el accidente fue cercano a alguna zona que represente algún peligro. Descripción:
	Recuento de daños:	Daños a personas, al ambiente, a la propiedad.
	Consecuencias expresables en forma numérica	Número de heridos, de afectaciones; calles cerradas, tiempo invertido; costo monetario, etc.
<b>Causa aparente</b>	Causa(s) probable(s) del incidente:	Exceso de velocidad, falla mecánica, dormir al volante, colisión, etc. (y/o)
<b>Indagación de causas</b>	Descripción: (lo más completa posible que permita estimar las causas primeras –o causas raíz- del incidente)	(Ejemplo de causas raíz: se durmió <u>porque</u> llevaba 20h manejando, tenía 24 horas para llegar, la unidad no recibió mantenimiento, etc. -Varias de las anteriores-)
<b>Datos de la Respuesta a la emergencia</b>		
<b>Población</b>	Respuesta de la población:	Obedece a las autoridades, se acerca para curiosear, mantiene distancia segura, etc.
<b>Acciones correctivas de las autoridades</b>	Medidas tomadas para controlar o resolver el problema:	Aislamiento de la zona, evacuación preventiva o forzada, rociado de agua, eliminación de fuentes de ignición, trasvase de la sustancia, etc.
<b>Organización</b>	Tiempo de respuesta:	Empresa: personal de ayuda, tanque de respaldo Gobierno: bomberos, protección civil Otros: ambulancias, ayudas mutuas industriales.
<b>Comentarios</b>		(las impresiones personales de los reporteros)
<b>Otras preguntas posibles</b>		Las descripciones de los <u>hechos</u> que hagan los afectados
<b>Preguntas NO prioritarias</b>		Nombres o domicilios del conductor o los empleados, número de placas, nombres de los afectados, las <u>opiniones</u> de los afectados

## **Precauciones elementales de seguridad en caso de accidente con Gas L.P.**

- **Dar aviso a las autoridades**
- Mantenga su vehículo a una distancia segura del incidente
- **Aísle el área y protéjase Ud. y los demás**
- No acercarse al material peligroso si no se tiene el entrenamiento adecuado.
- Manténgase alejado del derrame, vapores, humos y fuentes sospechosas
- No tocar o pisar el material
- Evitar las fuentes de ignición
- Identifique los riesgos utilizando cualquiera de lo siguiente: (Requiere entrenamiento básico)
  - • Placas
  - • Etiquetas del Contenedor
  - • Documentos de Transporte
  - • Tabla de identificación para remolques y carros de ferrocarril
  - • Hoja de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS)
  - • Conocimiento de las personas en el lugar

Si el tema es de su interés en especial, contacte al personal especializado para recibir la capacitación progresiva apropiada. ¡¡¡El manejo de las sustancias químicas requiere entrenamiento para no ser una víctima más!!!

### **Teléfonos de Emergencia**

En México: Protección Civil: 01 800 00 413 00

Bomberos: D.F. 5768-3700, 5768-2532, (068) Directo

Seguridad Pública DF: 52 42 51 00 55 88 51 00

Policía: 060

PROFEPA: Tel (Nacional) 01 800 710 49 43 (Lada sin costo)

Tel (DF y Área Metropolitana): 5449-6391

ANIQ: 01800-00-214-00

**--- SEGUIR SIEMPRE LAS INDICACIONES DE LAS AUTORIDADES ---**

#### **Anexo 4: Publicaciones derivadas de esta tesis en revistas indizadas**

1. Development of a Relative Ranking Risk Index for Risk Assessment in the Transportation of Liquefied Petroleum Gas in Mexico City's Metropolitan Area. Luis Gerardo López-Atamoros, Georgina Fernández-Villagómez, M. Javier Cruz-Gómez, Carmen Durán-de-Bazúa. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 17(6):1193-1209 (2011)
2. Base de Datos Nacional de Accidentes en el Transporte de Gas L.P. (BaDaNAT@GLP) 1998-2009: Sustento para un estudio de evaluación de riesgo / National Database of Accidents in the Transportation of LPG (NDATLPG) 1998-2009: Support for a risk assessment study. Luis Gerardo López-Atamoros, Georgina Fernández-Villagómez, M. Javier Cruz-Gómez, Carmen Durán-de-Bazúa. *Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ)*. 25(2):99-112 (2010)

## Development of a Relative Ranking Risk Index for Risk Assessment in the Transportation of Liquefied Petroleum Gas in Mexico City's Metropolitan Area

Luis Gerardo López-Atamoros,<sup>1</sup> Georgina Fernández-Villagómez,<sup>2</sup>  
M. Javier Cruz-Gómez,<sup>1</sup> and Carmen Durán-de-Bazúa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UNAM, Faculty of Chemistry, Department of Chemical Engineering, Mexico, D.F., Mexico; <sup>2</sup>UNAM, Faculty of Engineering, Mexico, D.F., Mexico

### ABSTRACT

The development of a relative ranking methodology created specifically for the assessment of the risk due transportation of Liquefied Petroleum Gas (LPG) in Mexico City is reported. Mexico City has a number of conditions that present specific challenges: Large population, varied geography, large consumption of LPG, and all sorts of vehicles, including those for LPG. Given Mexico's status as "emerging economy," it is reasonable to assume that the main causes that promote accidents during transportation of LPG are quite different from those in developed countries. This issue was corroborated through information from official sources and from news media. Due to the lack of official data, a systematic collection of information on the media was performed. A relative ranking methodology was developed based on a systematic study to elucidate the main causes of accidents in Mexico and on the results derived from the integrated database from official data and the media. The weighting that made up the Risk Index for Transportation of LPG is based on the same database. A classification guide was created in order to harmonize criteria in the assessment of the parameters of the proposed risk index.

**Key Words:** relative ranking, liquefied petroleum gas, hazardous materials transportation, emerging economies, risk index.

### INTRODUCTION

Mexico City's Metropolitan Area (MCMA) is one of the largest and most populated areas in the world, with more than 19 million habitants residing in an area of 7815 km<sup>2</sup>. Mexico has the largest per capita annual consumption of LPG (74 kg/capita), with 70% of this fuel consumed in households. Additionally, 40% of

---

Received 26 April 2010; revised manuscript accepted 9 December 2010.

Address correspondence to Luis Gerardo López-Atamoros, UNAM, Faculty of Chemistry, Department of Chemical Engineering, Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, CP 04510, Mexico, D.F., Mexico. E-mail: atamoros@comunidad.unam.mx



total consumption occurs in the central region (an area that includes the MCMA). Approximately 54% of LPG is distributed to users through portable cylinders, and the other 46% through tankers that deliver their cargo to stationary tanks and distribution networks (Secretaría de Energía 2007).

The MCMA has unique geographical features, such as an approximate population density of about 7300 inhabitants per km<sup>2</sup>, although in some areas the density may be much larger. For its size, the MCMA has a varied geography (with average elevation of 2240 meters above sea level but uneven in some places more than 1000 m) and streets of all types (from primary routes of seven lanes to narrow streets, all with various degrees of maintenance).

There are approximately 6400 tankers across the country (carrying between 5500 and 13000 liters) that distribute LPG to stationary tanks (from 100 to 5000 liters capacity). There are almost 13,800 vehicles used for the distribution of nearly 15 million portable containers in circulation (10, 20, 30, and 45 kg of LPG), and approximately 2395 trailers and semi-double container (with capacities ranging from 45,000 to 70,000 liters) for the road transportation of LPG between the supply plants and private distributors (Secretaría de Energía 2007). The MCMA accommodates 20% of Mexico's population and contains about 30% of the LPG's distribution system (Rosas-Soledad 2007), which must be transported by tankers and trucks through highly transited streets, generating a complex risk picture that requires attention.

### Overview of LPG Risk Assessment in Mexico

Although there is a history of accidents involving LPG in Mexico there is not an organization devoted to the study of risks associated with the transportation of hazardous materials, nor even (and particularly) to this fuel. One of the biggest accidents related to LPG, not only in Mexico but in the entire world, is the infamous San Juanico's accident, involving a leak in a massive tank for the storage of LPG that, in the initial step of the distribution process, is a milestone but, unfortunately, is not the only case. There are some institutions with jurisdiction in terms of risk management, but there is not a clearly defined structure in terms of their functions or their scope in it. It is important to mention that there are only three significant official databases of accidents including LPG in the national territory: SCT (Federal Ministry of Transport and Communications, in Spanish: *Secretaría de Comunicaciones y Transportes*), PROFEPA (Federal Environmental Protection Agency, in Spanish: *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente*), and DGGLP-SE (General Direction for LPG in the Secretary of Energy, in Spanish: *Dirección General de Gas Licuado de Petróleo de la Secretaría de Energía*). Unfortunately, their data are not public or easily accessible (or are explicitly restricted). Generally, the investigation of incidents is kept restricted. It would seem that perhaps nothing is done, nor actions are proposed to prevent recurrence.

All of the above is combined with a variety of specific conditions of a country with an emerging economy (the current name for developing countries) such as: (a) existence of oligopolies in the distribution of LPG since fewer than 10 families own 50% of LPG distribution companies in Mexico (Jiménez 2007), (b) frequent occurrence of incidents related to poor maintenance, (c) lack of driver and personnel training, (d) inadequately equipped and inadequately trained response teams to contend

### Relative Ranking Risk Index for LPG Transportation in Mexico

with hazardous materials incidents, (e) population-associated risk behaviors (such as the purchase of LPG in places and times expressly prohibited by current laws, lack of information on proper handling of the fuel, or the failure to report the incidents and accidents to the authorities), and in general, (f) deficiencies in risk management, prevention, and response from involved distributors, individuals, and authorities.

#### Risk Assessment

Risk is commonly evaluated on the basis of a traditional definition as the product of the probability of occurrence of harm, multiplied by the magnitude or severity of the consequences. It is formally defined by the Department of Transportation of the United States (USDOT 1994) as

$$R = (G) (P) \quad (1)$$

where R is risk, G is gravity, and P is probability.

It is common to find studies in the literature (*e.g.*, Martínez-Alegría *et al.* 2003) that evaluate the risk for the transportation of hazardous materials, in accordance with published frequency data, and the use of them to calculate the probability, in conjunction with analysis of implications for estimating the severity or the vulnerability of the affected population. However, there are situations where it is not practical, nor even accurate, to use the above definition of risk as the way to evaluate the potential of harm of a certain hazard, especially if the basic requirements for its application are not met.

The probability calculation is generally based on the Accident History Analysis (AHA), which requires several considerations in order to be precise, including among other considerations, sufficient and accurate data, and applicability of historical data to the phenomenon under study. If these requirements are met, which often is difficult or even impossible for the case of Mexico and other countries with emerging economies, the frequency information is, then, relatively easy to calculate (CCPS 2000). This AHA technique is ideal when the causes of failure are diverse and difficult to predict, as in the case of incidents during the transportation of hazardous materials (HAZMAT) (CCPS 2000). The problem with its application is that it assumes several conditions that must be met in order to give an accurate result. These conditions include that the historical record is complete and the population from which these values are derived is appropriate and large enough so that the probability is statistically significant (CCPS 2000). All the methodologies using the traditional definition of risk are based on these statements. Unfortunately it cannot be applied if there is no available information nor institutions nor appropriate politics to acquire it.

In Mexico, the CENAPRED (National Center for Disasters Prevention, in Spanish: *Centro Nacional de Prevención de Desastres*) is the only institution devoted to the prevention of risks on the population. It published (Rivera-Balboa 2002) the manual *Methodologies for Risk Evaluation during Hazardous Materials Terrestrial Transportation*, where methodologies to assess the risk of this kind of transportation are presented. This manual establishes that the presented methodologies need data not available

in Mexico and that the presented international data can vary significantly of those actually obtained from Mexico's routes and vehicles (Rivera-Balboa 2002).

Given that in Mexico's case, the necessary information to perform an adequate statistical analysis is not available, nor is there the background that allows gathering it in the short or middle term, MCMA authorities face the challenge to deal properly with the risk posed by the daily transportation of LPG for millions of its inhabitants.

## PROBLEM

In Mexico and other emerging economy countries, as already mentioned, it is common to find gaps in the data to properly assess the risks in hazardous materials transportation in accordance with the traditional definition (Eq. 1). In the case of Mexico, there are no reliable databases to calculate the probability of occurrence of accidents and, even more complicated, the causes of accidents differ dramatically from those commonly reported among developed countries. If, within this context, methodologies with data applied from developed countries are used, the result will be a failure to obtain an appropriate risk assessment and, even worst, will promote a false "feeling of security" (authors assume that this is the actual situation in Mexico). Despite this fact, as expressed by Gupta (1997) concerning the relative ranking risk index Dow's Fire and Explosion Index, these methodologies, based on the experience of developed countries, are used worldwide, which assume inappropriately that the training, experience, and attitudes of management toward the staff engaged in work and security tasks, as well as the availability of funds, and the non-interference of policy-makers or the governmental bureaucracy, are equivalent in all countries of the world.

Differences between countries with emerging economies, including Mexico, and the so-called first world countries, reduce the applicability, in greater or lesser extent, of the set of methodologies for risk assessment that are used worldwide. This is why, after considering the actual applicability for this particular case becomes necessary the development of a "tailored" methodology with a local perspective adjusted to this case. An example of a methodology developed to fulfill a specific need in terms of the civilian protection is described by Martínez-Alegría *et al.* (2003). An example of risk management specifically focused on LPG transportation with a national approach is described by Boulton (2000). A more detailed breakdown, for the risk assessment process, of some important differences between developed and those with emerging economies countries can be found in Gupta (1997) contribution. An example of how the relative ranking methodologies are recently used to face complex situations in a diversity of fields, like epidemiology of addictive substances in a developed country, is described by Nutt *et al.* (2010).

Although many of the already mentioned differences are based on social attitudes and can be considered "cultural differences," the economic differences can also influence in a variety of forms, which can range from the availability of more modern and safer tankers and proper training of drivers, to education in the population response to incidents, as well as response capabilities of the institutions in case of emergencies. Almost all studies of risk perception and classification have been conducted in developed countries; however, socioeconomic and cultural differences

## Relative Ranking Risk Index for LPG Transportation in Mexico

between developed and developing countries may invalidate the application of specific methods. From these aspects, the need comes to conduct local risk studies (Gutiérrez *et al.* 2006). It is also necessary to consider the dangers associated with threats to life and property due to hazardous materials transportation, larger for those areas where population density is larger and when roads security is lower, a situation quite common in countries with emerging economies. Thus, the safety and efficiency of terrestrial transport must be considered a strategic goal, especially for countries using “tailored” solutions (Fabiano *et al.* 2002).

Due to these statements, the vast majority of the techniques used worldwide for the risk assessment during the transportation of hazardous materials are not applicable to given situations in countries with emerging economies, such as in the MCMA case presented in this investigation, since no data are available for estimating the probability values required nor are the conditions similar for the application of these techniques to produce realistic results.

To solve the problem, a quantitative “tailored” method for risk analysis is proposed that it is different from those reported by other researchers who tried to solve the risk equation by implicitly establishing absolute parameters. Our investigation does not try to determine absolute scales among variables like in Martínez-Alegría *et al.* (2003), and instead, we propose the use of a tailored risk index methodology for relative ranking risk assessment. The use of such methodologies may represent an effective tool for assessing the risk to the population associated with the transport of hazardous substances in megacities.

### PROPOSAL

To provide a practical tool that is applicable for calculating the risk due to the transportation of LPG in the MCMA, this research presents a relative ranking methodology made *ex professo*. It is based on the use of a “risk index” for establishing a risk value, for identifying the priority solutions, and for generating comparative values for actions to be taken.

The use of risk indices, such as the well-known example of the Dow’s Fire and Explosion Index (F&EI), allows systematic and rational values and, although it does not provide an absolute value for risk (such as those using the concept of risk as a function of the probability and consequences), provide technically based, reliable, and reproducible quantitative results with inner consistency.

Although today the use of these indices is being progressively reduced and replaced by more recent methodologies, they have the advantage of being suitable to the specific needs required (Gupta 1997; Gupta *et al.* 2003; Suardin *et al.* 2007). They have been extensively tested (*i.e.*, Dow Index, Mond Index), and cannot be replaced if the necessary information to apply more recent techniques is not available. Due to the particularities faced in the estimation of risk posed by transportation of LPG in Mexico, the use of these indices is considered the best viable alternative.

### DEVELOPMENT

Several steps were taken for the development of the Transportation Risk Index; this can be grouped in broad activities as follows: (1) Preliminary evaluation of Causes of Accidents in Mexico (CAM) to determine the applicability from developed

countries methodologies; (2) Search for actual information on LPG transportation accidents' causes in both official and self-gathered sources, with a subsequent weighting evaluation for each category; (3) Systematic study of the main causes of accident in Mexico (CAM) with a reasonably expected weighting evaluation proposal; (4) Integration of a database of accidents as complete as possible as well as its classification according to the systematic study; (5) Presentation of the complete Risk Index for Transportation of Liquefied Petroleum Gas, IRT@GLP, including a (6) "Hazardous classification guide."

### Preliminary Evaluation of Causes of Accidents in Mexico (CAM)

The first step taken to develop the risk index was to search available data in order to elucidate if the "causes of accidents" in Mexico (CAM) were similar to those usually reported worldwide, mainly in developed countries. First results observed were that there is a lack of information on the situation in Mexico. The only available information up to year 2002 for the reported CAM for roads only was based on data gathered by *CENAPRED* and known as *ACARMEX* data (Data base for Highway Accidents, in Spanish: *(Base de datos de) Accidentes Carreteros en México*) (González-Morán *et al.* 2002) (Table 1). These data were drastically different from those reported worldwide since available information of initial cause of LPG accidents, based on AHA, reports that human failure represents 6% of the cases, mechanical failure 10%, process malfunction 4%, external causes 30%, collision 15%, road accident

**Table 1.** Cause of road accidents in the transportation of hazardous materials in Mexico (González-Morán *et al.* 2002).

Speeding*	36%
Mechanical failure	12.86%
Invading opposite lane*	6.41%
Crash against fixed or mobile objects	3.45%
Lost control	3.99%
Security distance not maintained*	3.31%
Some of the vehicles did not give right of way	3.42%
Driver tiredness or drowsiness*	2.24%
Turning left or right badly done*	1.64%
Vehicle fire or transported material fire	0.96%
Vehicle explosion or transported material explosion	0.57%
Road in bad conditions	0.82%
Pedestrian fault	0.57%
Bad weather	0.46%
Driver inebriation*	0.46%
Bad signaling	0.46%
Unsecured load	0.25%
Passage of livestock	0.28%
Obstacles in the way	0.14%
Assault	0.04%
Not specified cause	21.9%
*Causes directly attributable to the driver	*49.81%



## Relative Ranking Risk Index for LPG Transportation in Mexico

13%, and unidentified causes 22% (Cruz-Gómez 2009). It can be observed that the main causes of accidents in industrialized countries are the “externals” (30%) and the “unidentified” (22%), while accidents due to human failures only constitute 6% of the cases. On the other hand, data reported in Mexico (Table 1) show that almost 50% of the accidents were directly originated by human failures. From the above, it highlights that CAM are quite different in source as well as in proportion from developed countries. There is the obvious need to have data of the actual situation in order to perform any risk assessment. So it is appropriate to start with the gathering of official information from Mexico.

### Gathering of Official Information of Accidents

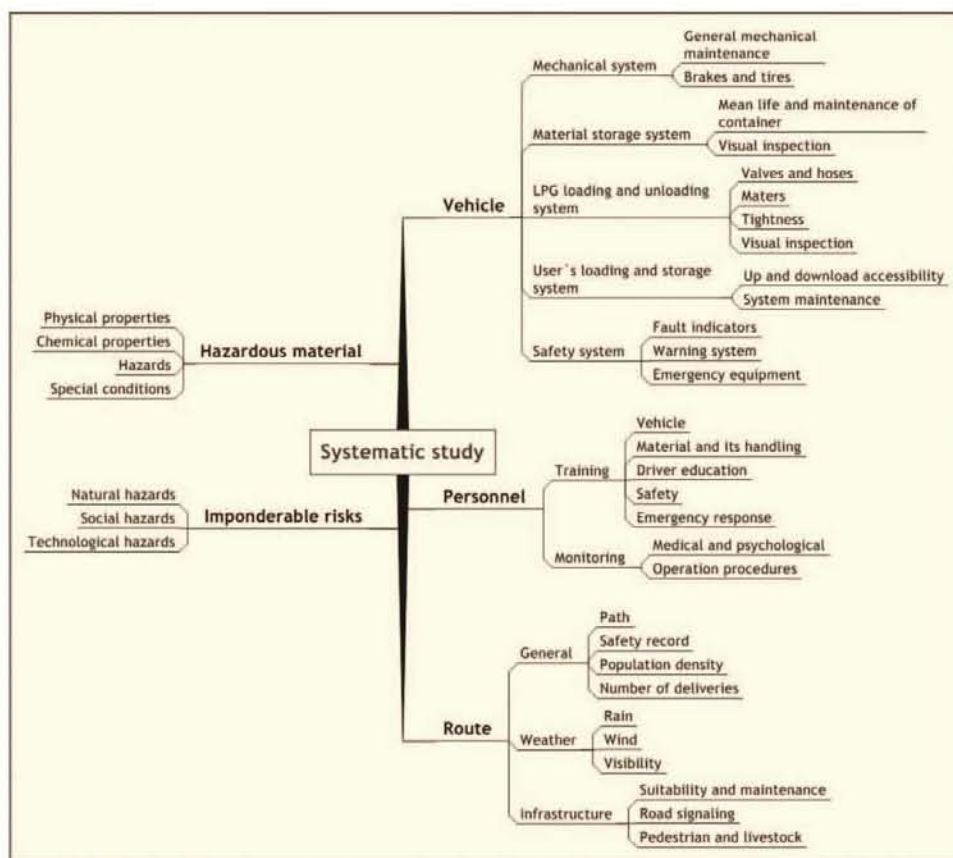
With the general scenario about CAM established, the first task was to look for the databases from the institutions related to transportation of hazardous materials or LPG in Mexico. It was found that, although several instances -SCT, PROFEPA, Fire Department of the MCMA, *Central de fugas* (Unified private LPG Leak Attention Center), CENAPRED, ANIQ-SETIQ (National Association for the Chemical Industry-System of Emergencies for the Transportation in the Chemical Industry, in Spanish: *Asociación Nacional de la Industria Química-Sistema de Emergencias en el Transporte de la Industria Química*), SENER-DGGLP- claim in its attributes to keep a record of accidents either with hazardous materials or with LPG, only the three last ones gave the authors access to the data, and only the database from the last one was complete enough to determine the causes of accidents.

### Systematic Study of CAM

After the analysis of the provided data, a systematic study of possible CAM was performed comprising every stage in the LPG distribution process. This study allowed us to group the more probable causes of accidents into categories and subcategories comprising the several factors that were considered the most relevant to produce an accident. The categories were called: (Risks due) Material, Transportation Unit, Personnel, Route, and Imponderable Risks. Two categories of risk factors were added to the basic scheme obtained from the observation of CAM, one for the transported Material and the other one for Imponderable Risks.

The first category, Material (Figure 1), includes a specific section for the hazardous material LPG. Although the section is fixed in this article, as the transported material and its conditions are similar throughout the scope of the methodology proposed here, it allows leaving a record of some allowances made for their estimation and gives rise to the subsequent inclusion of new substances. This may eventually allow the creation of an evaluation system through Risk Indexes for different hazardous substances transported in Mexico.

An Imponderable Risks category (Figure 1) was added, since in Mexico there is a broad variety of uncommon sources of risk (*e.g.*, a torrential rain that damaged an open sewage channel, causing multiple collisions among vehicles, one of them, an LPG tanker, creating an explosion; registered example). Such risks were sub-classified as Natural, Technological, and Social. Although it is not possible to accurately quantify these risks, an evaluation in this group may reflect the subjective perception of the evaluator with respect to some unpredictable factors that may



**Figure 1.** Classification of categories in the risk index for transportation of liquefied petroleum gas, IRT@GLP (color figure available online).

contribute to the result in the risk assessment. A complete scheme of each category with its subdivisions is presented in Figure 1.

### Provisional Quantification of CAM

Once the Systematic Study was performed, a provisional weighting was assigned to each of the families and its subdivisions. The score arbitrarily assigned a 100 points scale, distributed into each category in an approximately even way among factors. The weighting of each of the factors is presented in Figure 2. In turn, the weighting of each family was based on the preliminary evaluation of CAM (Table 1).

### Gathering of News Media Information about Accidents

Since the provided information by official means was not enough to establish with confidence the actual score for the systematic study, an additional database was gathered by searching the news media for information about all the reported

## Relative Ranking Risk Index for LPG Transportation in Mexico

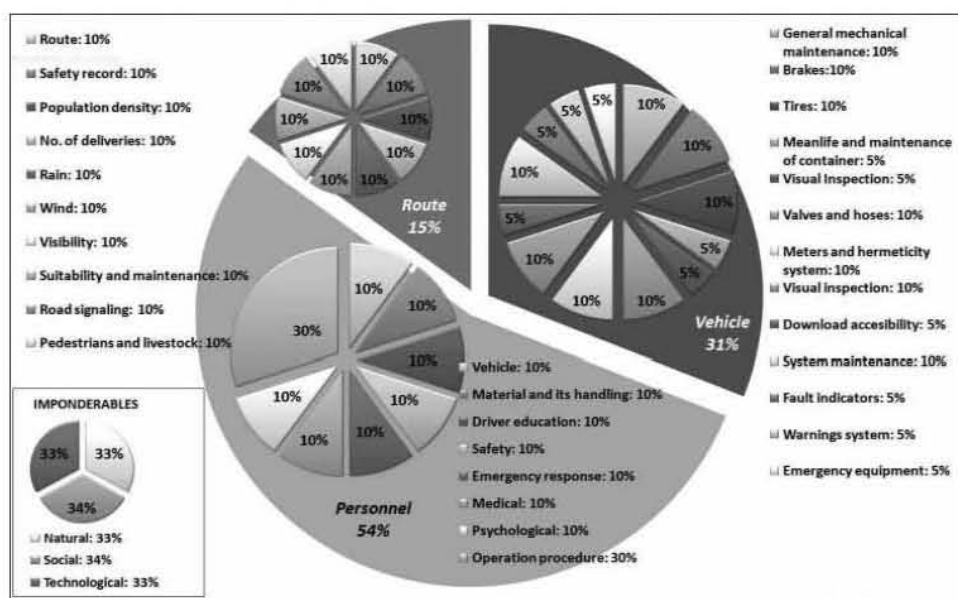


Figure 2. Provisional quantification, equivalent distribution.

accidents with LPG transport in Mexico over a 13-year period (1998–2010). All the data collected were integrated into a national database.

### Integration of a National Database of Accidents during Transportation of LPG

Official databases accessible to the public were taken and integrated with the data gathered by the authors in an “Integrated Database.” It comprises the records obtained from the databases provided by the *DGGLP-SE* (the only one with complete and accessible information to the public in Mexico), and the records obtained by the authors as mentioned before, especially from news media reports.

More than 550 accidents were gathered from both sources that covered a period of 13 years. (It is estimated that the actual number of accidents is much larger since many of them are not reported or registered.) Based on accident description information when it was available, the most probable cause of an accident was deducted and integrated into the “Integrated Database.” Each of the reported accidents was classified according to the factors of risk derived from the Systematic Study as described below.

### Classification of CAM According to a Systematic Study

Once a database as complete as possible was available, including more probable CAM, each of the accidents was classified according to the scheme presented in Figure 1. They were classified according to their primary and secondary accident causes. Once the classification was done, the occurrences were weighted, considering



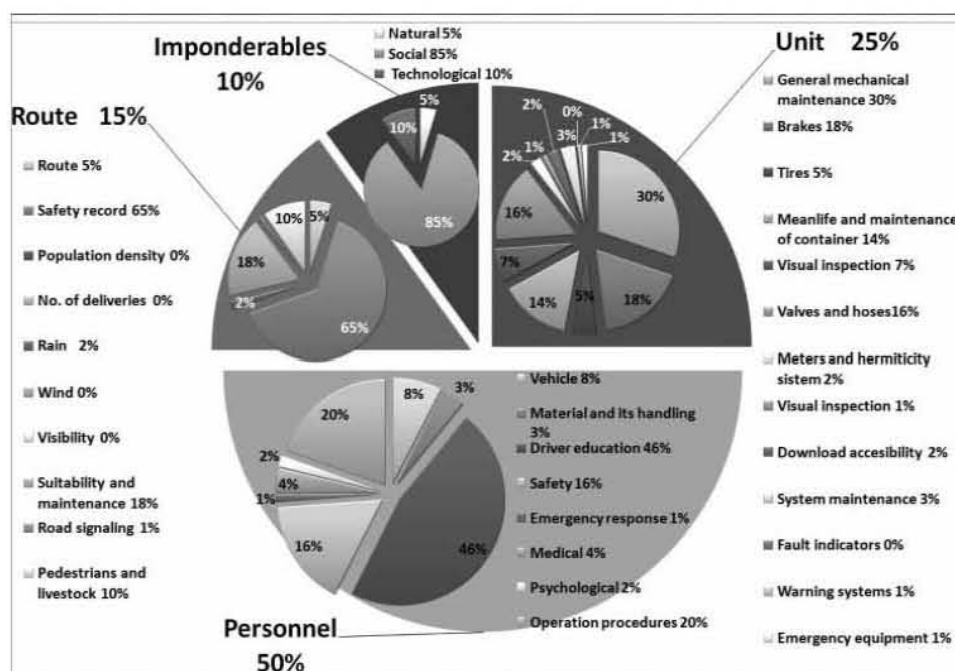


Figure 3. Classification of causes of accidents in Mexico, CAM, according to a systematic study of data in the integrated database.

that the primary causes count double the secondary ones, thus creating the graph shown in Figure 3.

#### Weighting of the Risk Index Merging the Provisional Quantification and the Classification Derived from the Integrated Database

During the classification of accidents in accordance with the Systematic Study it was found that 35% of the data in the integrated database lacked enough information to assign them into the proposed categories. Consequently, it was considered the same proportion to keep with the provisional proposed scale. The other 65% of them were weighted with the classification of CAM based on the complete integrated database.

#### Completion of the “Risk Index for Transportation of Liquefied Petroleum Gas” (IRT@GLP, in Spanish)

Once established, the preponderant risk factors were categorized into families and subfamilies (Figure 1) and having the weighting for each one, the Risk Index for Transportation of Liquefied Petroleum Gas (IRT@GLP) was completed and shaped to its final simplified two-page format (Figures 4 and 5).

#### Bonuses

In order to consider reductions in the risk ratings assigned to the transport of LPG, a bonus section was also included (Figure 1). This section allows the

Relative Ranking Risk Index for LPG Transportation in Mexico

IRT@GLP					
Risk Index for Transportation of LPG					
<b>Identification</b>					
Company:			Date:		
Address:			Phone:		
Driver's name:					
Name of the assistant(s):					
Route:			Vehicle plate:		
Route schedule:					
Place of the route:			Route code:		
Prepared by:		Approved by:		Reviewed by:	
Date and time:		Date and time:		Date and time:	
Items and Factors	Range			Score	
<b>Hazardous Material</b>	Physical properties			1-10	8
	Chemical properties			1-40	21
	Hazards			1-12	5
	Special conditions			1-10	3
	<b>SUBTOTAL A (4-72)</b>				<b>37 (LPG)</b>
<b>Vehicle</b>	Mechanical system	General mechanical Maintenance		0-23	
		Brakes		0-15	
		Tires		0-7	
	Material storage system	Mean life and maintenance of container		0-11	
		Visual inspection		0-6	
	Loading and unloading system	For tankers		For cylinders	
		Valves and hoses	0-14	Fastening system for cylinders	0-14
		Meters and tightness system	0-5	Availability of manipulation devices	0-5
		Visual inspection	0-4	Visual inspection	0-4
	Final consumer's loading and storage system	Up and download accessibility		0-3	
		System maintenance		0-5	
	Safety systems	Fault indicators		0-2	
		Warning system		0-3	
		Emergency equipment		0-2	
	<b>SUBTOTAL B (0-100)</b>				

Figure 4. Final presentation of the methodology for calculating the Risk Index for Transportation of LPG.

subtraction of points of risk when safety and quality requirements are met in the processes involved in national or international standards or by mean of certifications earned by a distributor, that is, if a distribution company's compliance with several particular *NOM* (Mexican Official Standards, in Spanish: *Normas Oficiales Mexicanas*) is certified, proportional bonuses can reduce the calculated Risk Index Value up to 50% of a related item. A detailed explanation of Risk Index Value calculations is provided in the *Hazard Classification Guide* described below.

<b>Personnel</b>	Training	Vehicle	0-9																	
		Material and its handling	0-5																	
		Driver education	0-33																	
		Safety	0-14																	
		Emergency response	0-4																	
	Monitoring	Medical	0-6																	
		Psychological	0-5																	
Operation procedures		0-24																		
<b>SUBTOTAL C (0 - 100)</b>																				
<b>Route</b>	General	Path	0-7																	
		Safety record	0-45																	
		Population density	0-4																	
		Number of deliveries	0-4																	
	Weather	Rain	0-5																	
		Wind	0-3																	
		Visibility	0-3																	
	Infrastructure	Suitability and maintenance	0-15																	
		Road signaling	0-4																	
		Pedestrians and livestock	0-10																	
<b>SUBTOTAL D (0 - 100)</b>																				
<b>Imponderables</b>	Natural risks	0-15																		
	Social risks	0-67																		
	Technological risks	0-18																		
	<b>SUBTOTAL E (0 - 100)</b>																			
<b>Bonus</b>																				
<b>Bonuses</b>	National and international standards compliance																			
	<b>0.5 &lt; F &lt; 1</b>		<b>SUBTOTAL F</b>																	
<b>Risk index value = 2.5 (A) + 3.1 (B) + 5.4 (C) + 1.5 (D) + (E) - (F) = TOTAL</b>																				
<b>Risk index value = 2.5 A + 3.1 B + 5.4 C + 1.5 D + E - F</b>																				
Responsible person name and signature _____																				
Phone (24h): _____																				
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Interval of the final grade</th> <th>Risk Category</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 400</td> <td>Negligible risk</td> </tr> <tr> <td>401 - 500</td> <td>Low risk</td> </tr> <tr> <td>501 - 600</td> <td>Acceptable risk</td> </tr> <tr> <td>601 - 700</td> <td>Moderate risk</td> </tr> <tr> <td>701 - 800</td> <td>High risk</td> </tr> <tr> <td>801 - 900</td> <td>Higher risk</td> </tr> <tr> <td>901 &lt;</td> <td>Unacceptable risk</td> </tr> </tbody> </table>					Interval of the final grade	Risk Category	< 400	Negligible risk	401 - 500	Low risk	501 - 600	Acceptable risk	601 - 700	Moderate risk	701 - 800	High risk	801 - 900	Higher risk	901 <	Unacceptable risk
Interval of the final grade	Risk Category																			
< 400	Negligible risk																			
401 - 500	Low risk																			
501 - 600	Acceptable risk																			
601 - 700	Moderate risk																			
701 - 800	High risk																			
801 - 900	Higher risk																			
901 <	Unacceptable risk																			
<p>Format for calculating the IRT@GLP, Risk Index for Transportation of Liquefied Petroleum Gas, in metropolitan area during distribution for final consumer. The format should be completed by the security specialist of the distribution company within 12 hours prior to departure of the vehicle to the specified route. Medical and psychological evaluation of personnel, within 2 hours.</p>																				

**Figure 5.** Final presentation of the methodology for calculating the Risk Index for Transportation of LPG.

### Risk Index Calculation

Once the items were established and the assignment of values for the classification of each of the groups was made, a relationship was generated to determine the value of the Risk Index calculated by this methodology:

$$\text{Risk Index Value} : 2.5 A + 3.0 B + 5.0 C + 0.8 D + 1.2 E - F \quad (2)$$

## Relative Ranking Risk Index for LPG Transportation in Mexico

where: A: Value of risk due to the material and its particular conditions (fixed), B: Value of risk due to the vehicle, C: Value of risk due to the personnel, D: Value of risk due to the route, E: Value of risk due to uncertainties, F: Value set as bonuses, and the coefficients of the classifications B, C, D, and E were allocated according to the proportion of accidents in Mexico based on their assumed root cause. The coefficient of the category A represents the fraction of all accidents involving LPG of global hazardous materials via terrestrial transportation in Mexico (25%) (CENAPRED 2010).

The risk index allows the relative ranking of measurements in order to evaluate performance or improvements, with the aim of risk reduction. A reference score to easily decide whether the risk value is acceptable or not is proposed.

### Reference Score

The reference score is proposed based here on tenths of the total Risk Index Value that can be obtained. Only three of the less severe are not presented because they represent negligible risk. The scale is integrated in Figure 5. The general appearance of the Risk Index for Transportation of LPG, *IRT@GLP*, was adequate to resemble the Dow's Fire and Explosion Index, F&EI, and facilitate its use by risk prevention personnel of the distribution companies. These criteria would be periodically adjusted according to the subsequent applications of the risk index developed in this research.

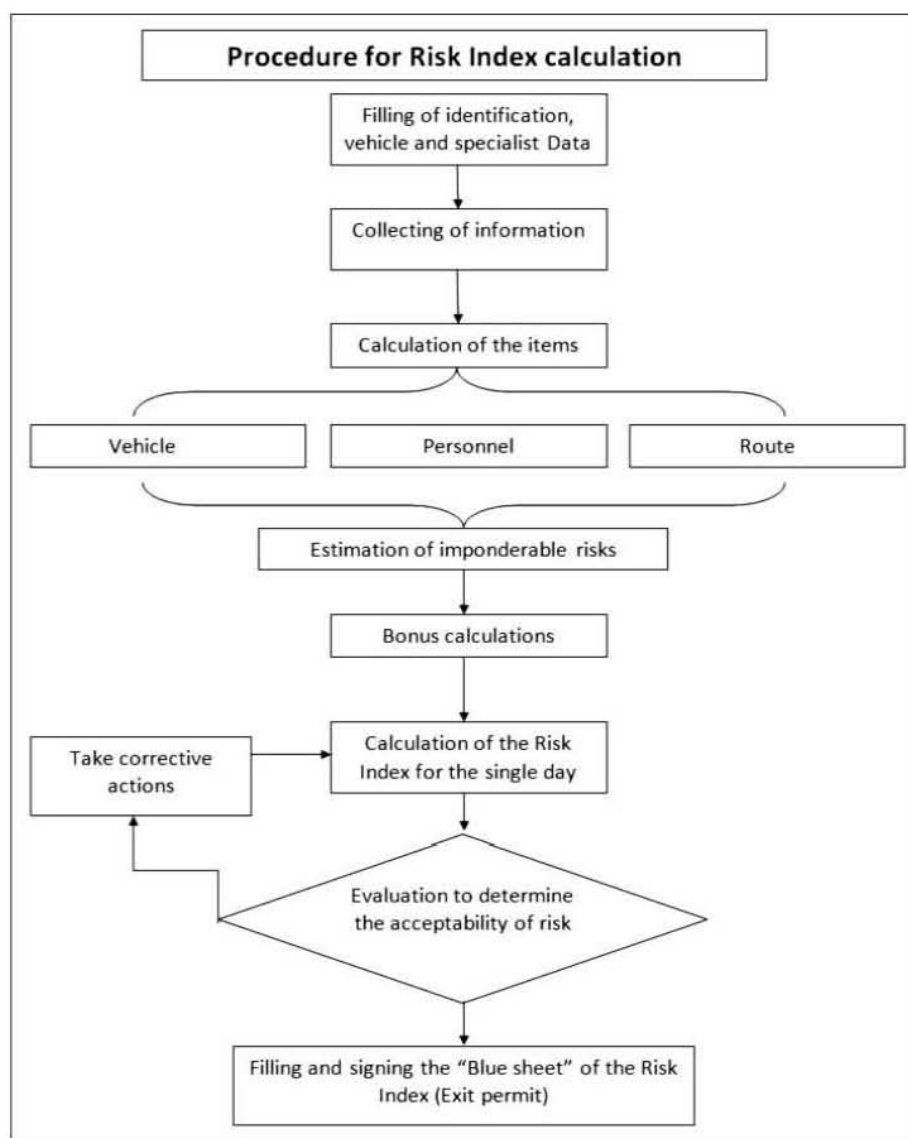
### Creation of the *IRT@GLP* Hazard Classification Guide

A *Hazard Classification Guide* was developed to establish evaluation criteria for each factor. In order to allow reproducibility and traceability to calculations these criteria set the bases for the evaluations. The guide includes a detailed description of how the evaluation must be performed, the score assigned and the various factors and its variables were considered in the development of the *IRT@GLP*. The Risk Index it is an integral part of the Hazard Classification Guide.

## RESULTS AND DISCUSSION

In order to quantify, compare, and communicate LPG distribution companies with the authorities involved, a risk assessment methodology was developed. This article focused on the risk associated with the transportation of LPG in a realistic context that reflects the current conditions that affect risks in the MCMA. In Figure 6 is presented the procedure for calculating the risk value associated with each trip performed by the delivery vehicle in a single day and route. As well as the Dow's Fire and Explosion Index, this *IRT@GLP* methodology has a Hazard Classification Guide (not included in this article) in order to perform the risk assessment in a consistent and reproducible way.

This risk assessment methodology, as well as all the relative ranking methodologies, does not consider absolute risk quantification due to the lack of accurate and reliable information. In return, a better fit with available information has been



**Figure 6.** Procedure for the Risk Index for Transportation of Liquefied Petroleum Gas IRT@GLP calculation.

reached, through the application of the expertise of the authors and the experts involved during the evaluation. Although the results are relative to the studied system, its main advantage is that they are internally consistent and, therefore, reliable.

Generally employed methodologies worldwide for risk assessment evaluate only the causes of lower incidence shown in this research. On the other hand, the main causes of accidents shown in this research are usually not considered in developed countries so it can be assumed that 50% of the risk will not be evaluated by traditional

## Relative Ranking Risk Index for LPG Transportation in Mexico

methods given a similar situation. Risk due to personnel-related factors is extremely complex and requires carefully selected methodologies in order to be evaluated and reduced, that is, in developing countries like Mexico, staff training is inadequate, and, as personnel have very low wages, a close monitoring should be required. Operators are tempted to overlook or ignore rules and procedures in order to increase their personal gain, even at the expense of their own safety and that of others. Registered similarities of this phenomenon can be found in Gupta (1997).

In the present investigation it was found that risk assessment methodologies for the transportation of hazardous materials published in Mexico (Rivera-Balboa 2002) were inapplicable for the local conditions. The more obvious reason was the absence of the required data, but the main reason of its inadequacy is that the most influential variables of accidents in Mexico (*i.e.*, factors directly related to personnel training levels) are not considered. It is strongly recommended for studies concerning the risk situation in countries with emerging economies such as Mexico, to be cautious in applying methodologies generated in the so-called developed countries.

### RECOMMENDATIONS (FUTURE LINES)

Since this risk index is new, its first version should be sent to a Mexican panel of experts in hazardous materials and LPG transportation to have a first pilot test with a LPG distributor company agent in Mexico City.

From the results of the present investigation two main recommendations may be drawn: (1) It is important to develop an official and publicly accessible national database of accidents related to hazardous materials transportation in order to, among others, have a reliable picture about the risk management of LPG distribution in Mexico and (2) The establishment of close links with the LPG distribution industry in Mexico, in order to perform tests, assessments, and recommendations based on the *IRT@GLP* that may lead to a necessary risk reduction in the LPG transportation activities that will render direct benefits for Mexico's population and to the owners of the LPG distribution industry.

### CONCLUSIONS

A "tailored" risk assessment relative ranking methodology was developed. It was named Risk Index for Transportation of Liquefied Petroleum Gas (*IRT@GLP*). It may be applied to Mexico City's Metropolitan Area and, with adjustments to their actual data, to other megacities located in emerging-economy countries. A precedent for risk assessment using a "tailored" Risk Index methodology is presented, and it is applicable when generalized methods are not.

The Risk Index methodology *IRT@GLP* was developed following the Dow's Fire and Explosion Index (F&EI) structure. That is, it does not have (or pretend to have) absolute results but it has a better adjustment to the available information and to the expertise of the evaluators. The methodology presented in this document is an innovative approach to evaluate the risk associated with the transport of hazardous materials. The risk index developed follows the particular needs of an emerging-economy country.

The categories set out in the *IRT@GLP* are consistent with the most frequent causes of accidents in Mexico previously reported (González-Moran *et al.* 2002), and with the results obtained from the database generated for this research. The rating system is assigned arbitrarily but based on results of accident databases with LPG available in Mexico and supplemented by the authors.

Actions required to reduce risk associated with each event of distribution of LPG in the MCMA to an acceptable level can be efficiently proposed and evaluated using the *IRT@GLP*.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank CONACyT (Mexico's National Council for Science and Technology) for the first author's doctoral fellowship.

## GLOSSARY

A	Value of risk due to the material and its particular conditions (fixed)
ACARMEX	(Data base of) Road Accidents in Mexico (in Spanish: <i>Base de datos de Accidentes Carreteros en México</i> )
ANIQ-SETIQ	Transportation Emergency System for the Chemical Industry of the National Association of the Chemical Industry (in Spanish: <i>Asociación Nacional de la Industria Química-Sistema de Emergencias en el Transporte de la Industria Química</i> )
AHA	Accident History Analysis
B	Value of risk due to the vehicle
C	Value of risk due to the personnel
CAM	Causes of Accidents in Mexico
CCPS	Center for Chemical Process Safety
CENAPRED	Disaster Prevention National Center (in Spanish: <i>Centro Nacional de Prevención de Desastres</i> )
D	Value of risk due to the route
DGGLP-SE	Federal Ministry of Energy's LPG General Direction (in Spanish: <i>Dirección General de gas Licuado de Petróleo de la Secretaría de Energía</i> )
E	E: Value of risk due to uncertainties
F	Value set as bonuses
F&EI	Dow's Fire and Explosion Index
HAZMAT	Hazardous Material
<i>IRT@GLP</i>	Risk Index for Transportation of Liquefied Petroleum Gas (in Spanish: <i>Índice de Riesgo por el Transporte de Gas Licuado de Petróleo</i> )
LPG	Liquefied Petroleum Gas
MCMA	Mexico City's Metropolitan Area
NOM	Mexican Official Standards (in Spanish: <i>Normas Oficiales Mexicanas</i> )
PROFEPA	Federal Environmental Protection Agency (in Spanish: <i>Procuraduría Federal de Protección al Ambiente</i> )
SCT	Federal Ministry of Transport and Communications (in Spanish: <i>Secretaría de Comunicaciones y Transportes</i> )
USDOT	United States Department of Transportation



## Relative Ranking Risk Index for LPG Transportation in Mexico

### REFERENCES

- Boult M. 2000. Risk management of LPG transport activities in Hong Kong. *J Hazardous Materials* 71:85–100
- CCPS. 2000. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. Center for Chemical Process Safety. American Institute of Chemical Engineers, New York City, NY, USA
- CENAPRED. 2010. Sustancias más comúnmente involucradas en accidentes carreteros (1996–2000). National Center for Disasters Prevention (*Centro Nacional de Prevención de Desastres*). Available at <http://www.cenapred.unam.mx/es/Investigacion/RQuimicos/TransporteSustancias/>
- Cruz-Gómez MJ. 2009. Contenido para la asignatura Administración de Riesgos. Facultad de Química, UNAM. México
- Fabiano B, Currò F, Palazzi E, *et al.* 2002. A framework for risk assessment and decision-making strategies in dangerous goods transportation. *J Hazardous Materials* 93:1–15
- González-Morán T, De-la-Cruz R, and González-Gutiérrez J. 2002. Estudio retrospectivo sobre accidentes carreteros durante el transporte de sustancias peligrosas en la República Mexicana (1996–2000). XXVIII Congreso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental. Cancún, México
- Gupta J. 1997. Application of DOW's fire and explosion index hazard classification guide to process plants in the developing countries. *J Loss Prevention in the Process Industries* 10(1):7–15
- Gupta J, Khemani G, and Mannan MS. 2003. Calculation of fire and explosion index (F&EI) value for the Dow guide taking credit for the loss control measures. *J Loss Prevention in the Process Industries* 16:235–41
- Gutiérrez V, Cifuentes A, and Bronfman N. 2006. The influence of information delivery on risk ranking by lay people. *J Risk Res* 9(6):641–55
- Jiménez R. 2007. Incurren 55% de gaseras en irregularidades. *El Universal*. Available at <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/81639.html>
- Martínez-Alegria R, Ordoñez C, and Taboada J. 2003. A conceptual model for analyzing the risks involved in the transportation of hazardous goods: Implementation in a geographic information system. *Hum Ecol Risk Assess* 9(3):857–73
- Nutt DJ, King LA, and Phillips LD. 2010. Drug harms in the UK: A multicriteria decision analysis. *Lancet* 76:1558–65
- Rivera-Balboa R. 2002. Metodologías para la evaluación del riesgo en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), México DF, México
- Rosas-Soledad N. 2007. Información del GLP. *Transportes y Turismo* 1144:30–1
- Secretaría de Energía. 2007. Prospectiva del mercado de gas licuado de petróleo 2007–2016, pp. 33–50. Secretaría de Energía, México DF, México
- Suardin J, Mannan MS, and Mahmoud E. 2007. The integration of Dow's fire and explosion index (F&EI) into process design and optimization to achieve inherently safer design. *J Loss Prevention in the Process Industries* 20:79–90
- USDOT. 1994. Guidelines for Applying Criteria to Designate Routes for Transportation of Hazardous Materials. FHWA-SA-94-083. Federal Highway Administration, US Department of Transportation. Washington, DC, USA



# 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-Villagómez<sup>1</sup>, M. Javier Cruz-Gómez, Carmen Durán-de-Bazúa

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

<sup>1</sup>UNAM, 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 (Torbjörn, 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

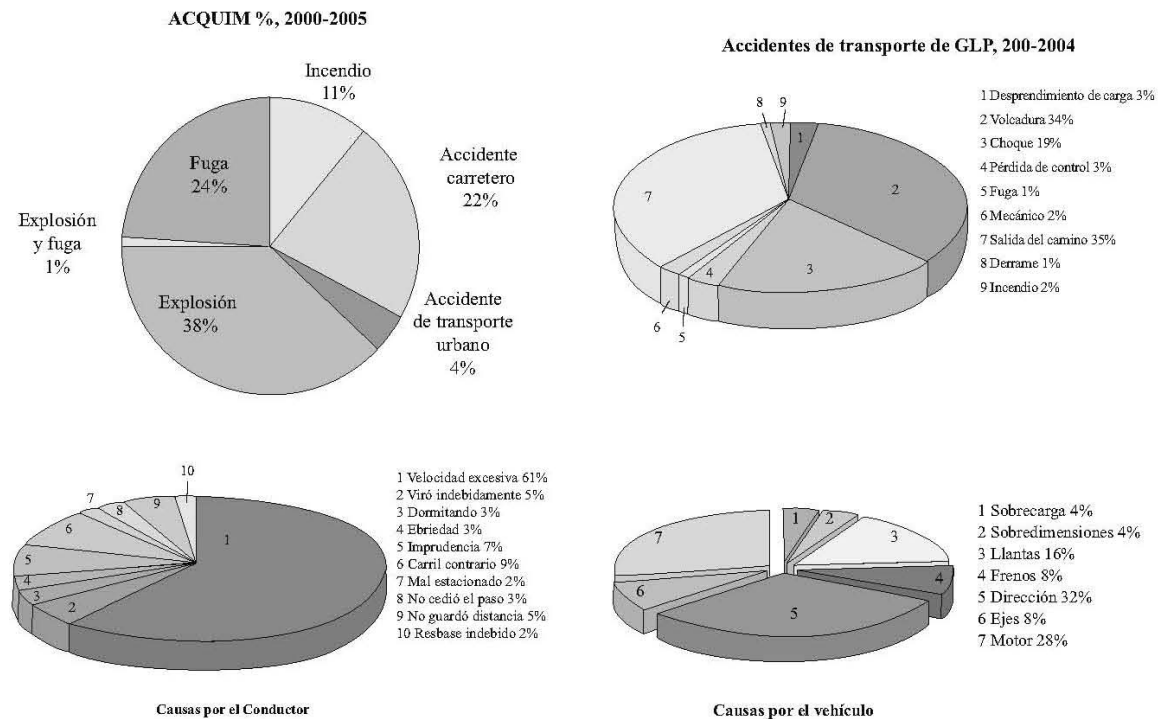
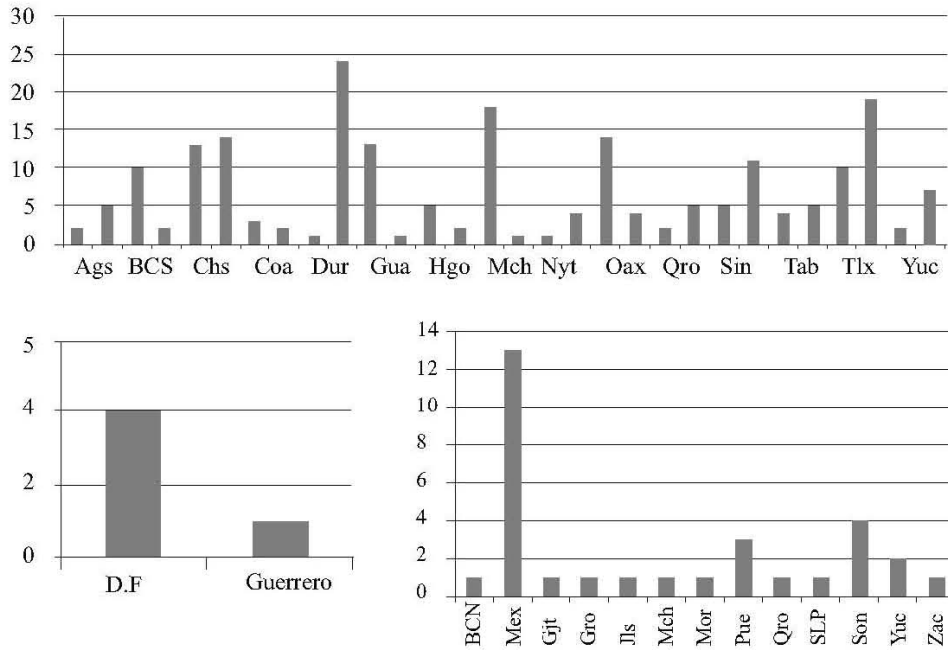


Figura 1. Gráficos con la información del CENAPRED (2010) de accidentes con Gas LP



**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:

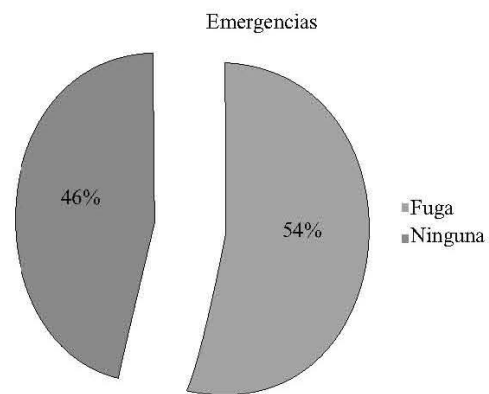
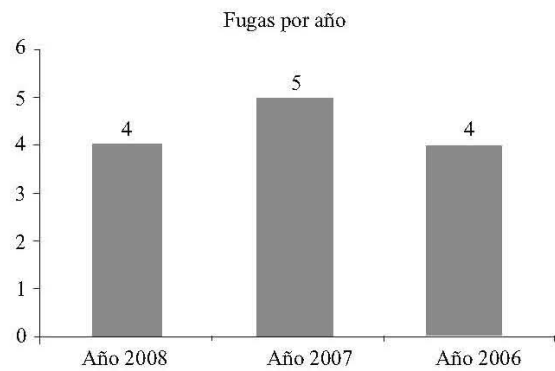
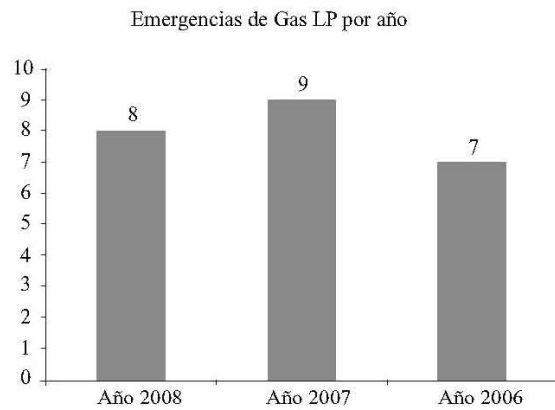
- 223 incidentes registrados
- 56 durante el transporte
- 18 choques
- 30 volcaduras
- 2 fugas
- 2 flamazos
- 2 incendios
- 2 explosiones
- 43 son con autotanque *pipa*
- 2002 Casos: 1
- 2003 Casos: 1
- 2005 Casos: 7
- 2006 Casos: 11
- 2007 Casos: 9
- 2008 Casos: 27

**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.

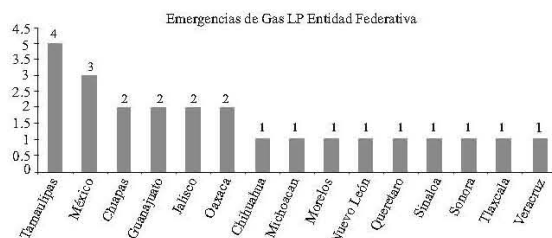
**viii. ANIQ-SETIQ** (Asociación Nacional de la Industria Química – Sistema de Emergencias en el Transporte para la Industria Química) (ANIQ-SETIQ, 2010). Aunque “su función es servir de enlace con otros grupos de emergencia... y así coordinar la atención adecuada del accidente (...) químico”, posee 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 las accidentes carreteros (González-Morán, 2002)*

Causa del accidente	Porcentaje (%)
<b>Exceso de velocidad</b>	<b>35.75</b>
Causa no reportada o especificada	21.90
Fallas mecánicas	12.86
<b>Invasión del carril contrario</b>	<b>6.41</b>
<b>Choque con objetos fijos o vehículos</b>	<b>3.45</b>
Pérdida de control del vehículo	3.99
<b>No se respetó la distancia de seguridad</b>	<b>3.31</b>
Alguno de los vehículos involucrados no cedió el paso al otro	3.42
<b>Cansancio / Somnolencia del conductor</b>	<b>2.24</b>
<b>Mala ejecución de vuelta</b>	<b>1.64</b>
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
<b>Estado de ebriedad del conductor</b>	<b>0.46</b>
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
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fuente: Base de datos ACARMEX (2000)

#### **xi. Información adicional disponible mundialmente**

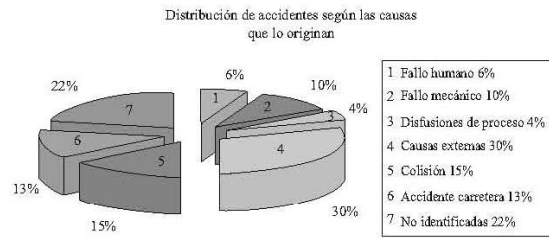
- A continuación se muestran algunos datos mundiales (Cruz-Gómez, 2009) obtenidos como ejemplo de la información que se puede extraer de los métodos comparativos, en este caso del Análisis Histórico de Accidentes aplicado, tanto a GLP como a materiales peligrosos, en general. Los datos presentados son 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**

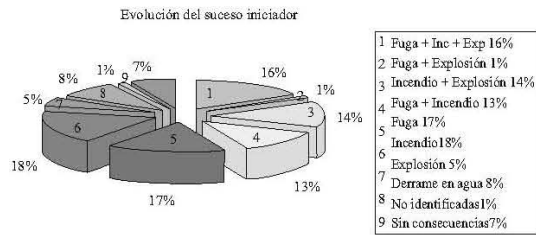
La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) es una de las zonas conurbadas más grandes y pobladas del mundo; con más de 19 millones de habitantes y 7815 km<sup>2</sup>. México posee el mayor consumo por persona de Gas LP (74 kg/habitante y año), donde el 70% es consumido por los hogares. El 40% del total nacional es consumido en la región centro



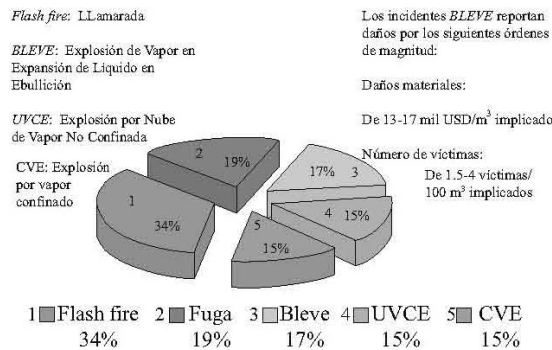
(Área que incluye a la ZMCM). Aproximadamente el 54% del Gas LP es distribuido a los usuarios mediante cilindros portátiles y el otro 46% mediante alimentación con auto-tanques a tanques estacionarios y mediante redes de distribución (SENER, 2007).



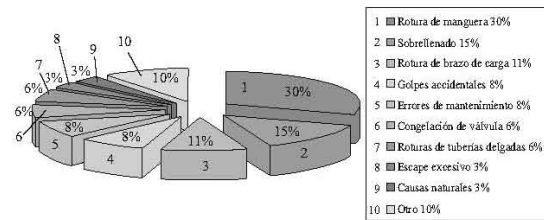
**Figura 5. Distribución de accidentes con materiales peligrosos según causas de origen**  
Tomado de Cruz-Gómez (2009)



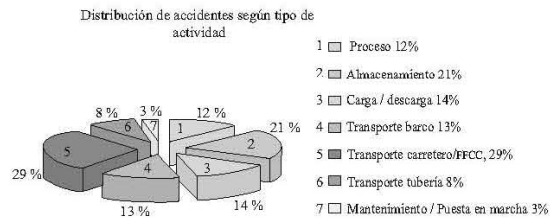
**Figura 6. Distribución de accidentes con materiales peligrosos según suceso inicial**  
Tomado de Cruz-Gómez (2009)



**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%



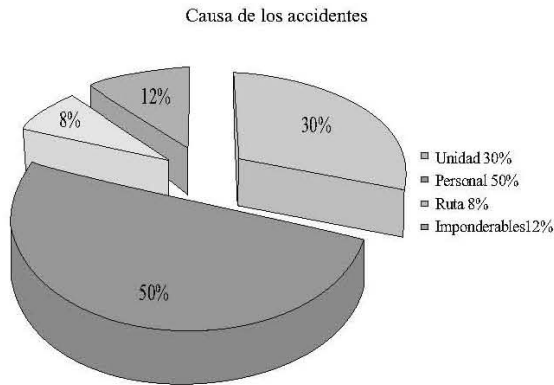


Figura 10. Causas de los accidentes durante el transporte de Gas LP, Base Nacional de Datos de Accidentes Durante el Transporte de Gas LP (BNDAT@GLP)

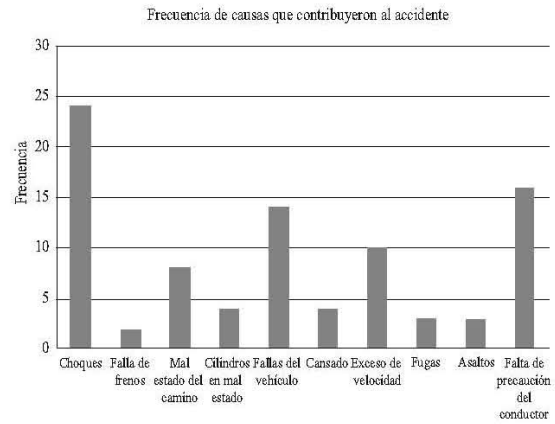
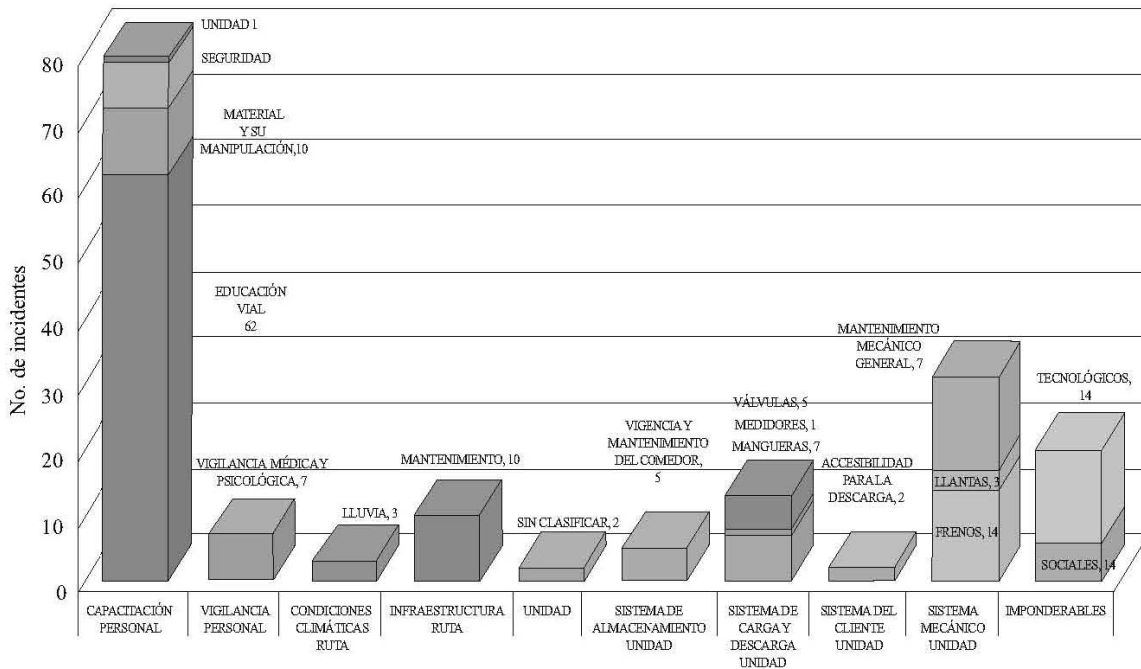


Figura 11. Frecuencia de causas contribuyentes al accidente, BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP (BNDAT@GLP)

Clasificación de accidentes con GLP en México según su causa inicial

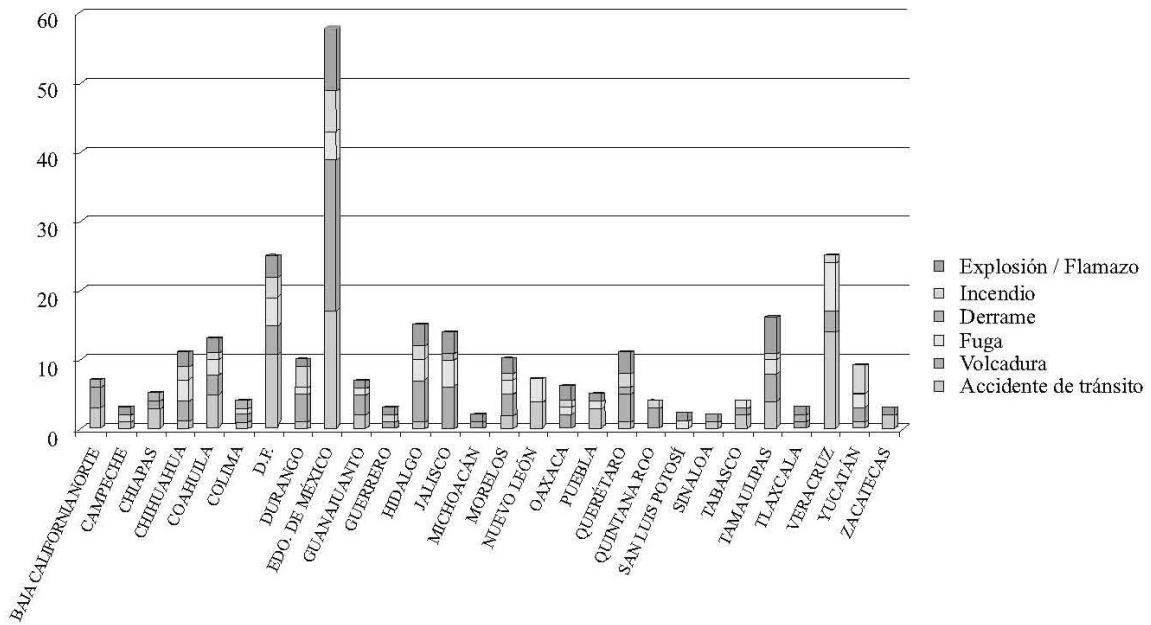


Clasificación para Personal-Ruta-Unidad-Imponderables

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**

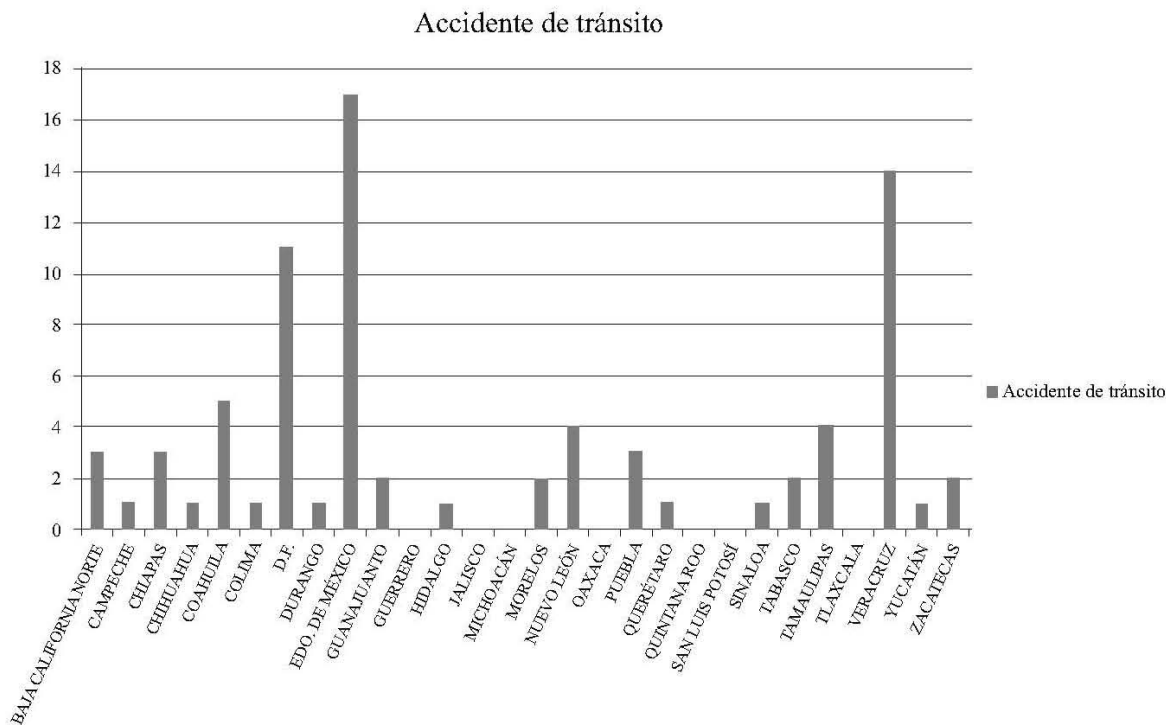


Figura 15. Frecuencia por estados de las principales consecuencias, de acuerdo con la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP

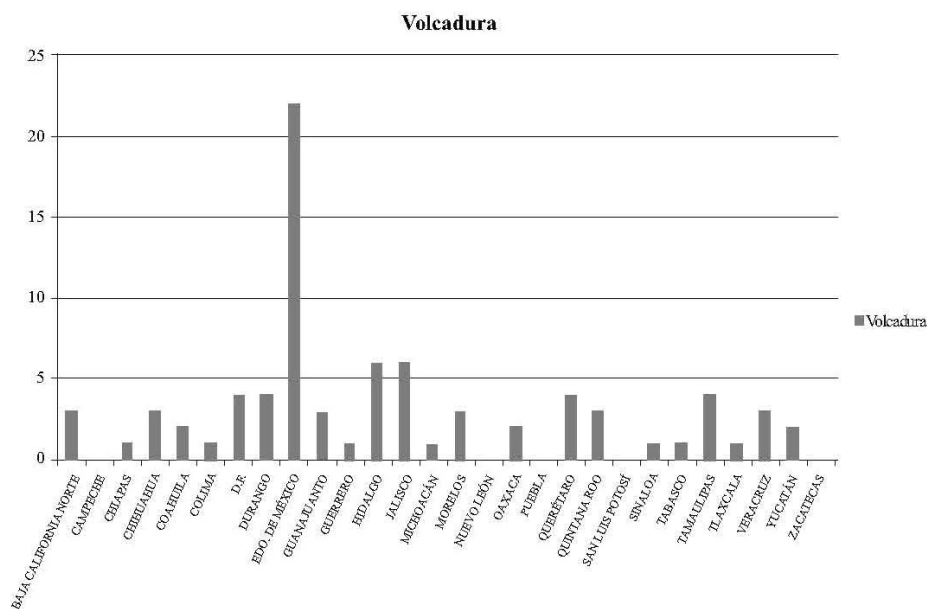
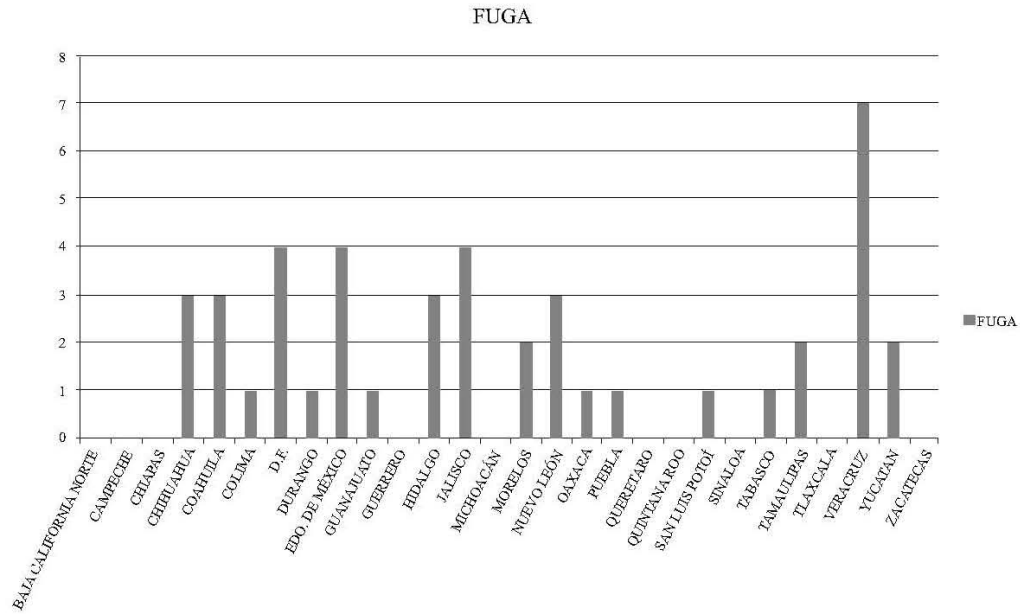
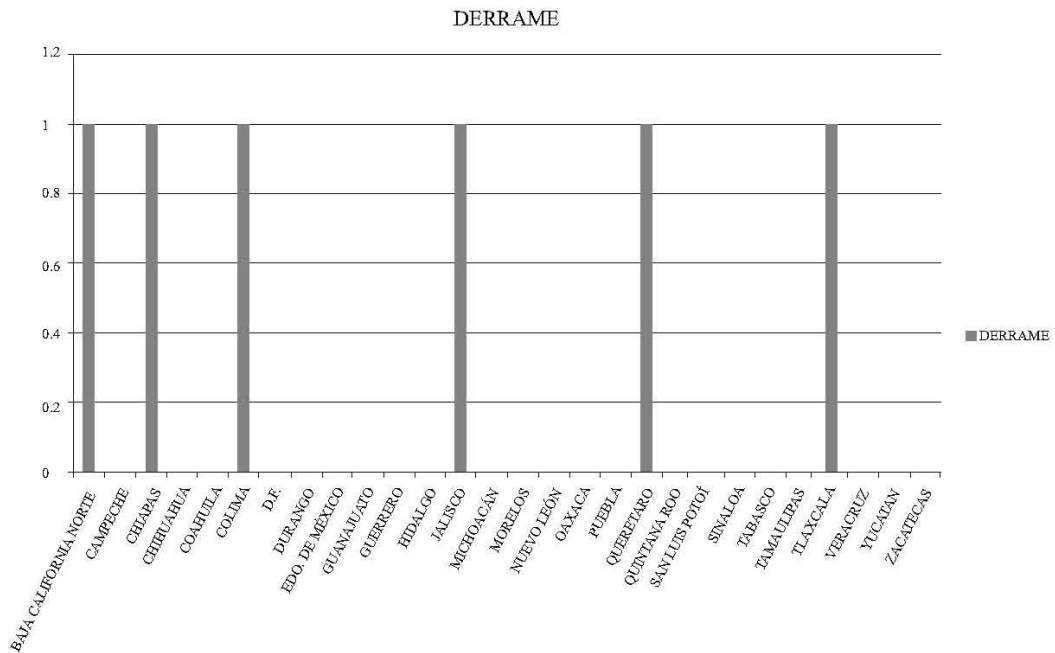


Figura 16. Frecuencia por estados de las principales consecuencias, de acuerdo con la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP



**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**

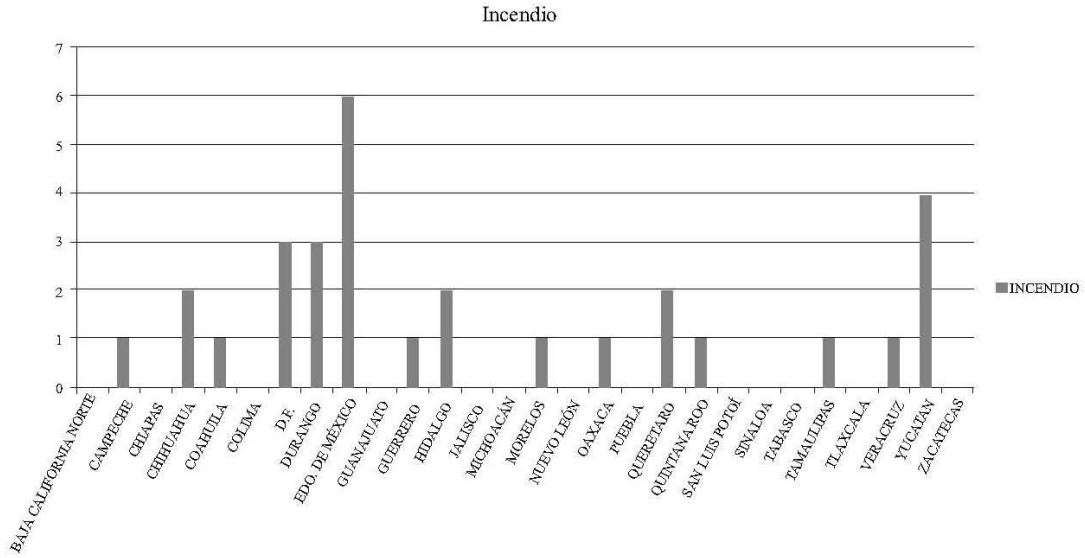


Figura 19. Frecuencia por estados de las principales consecuencias, de acuerdo con la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP

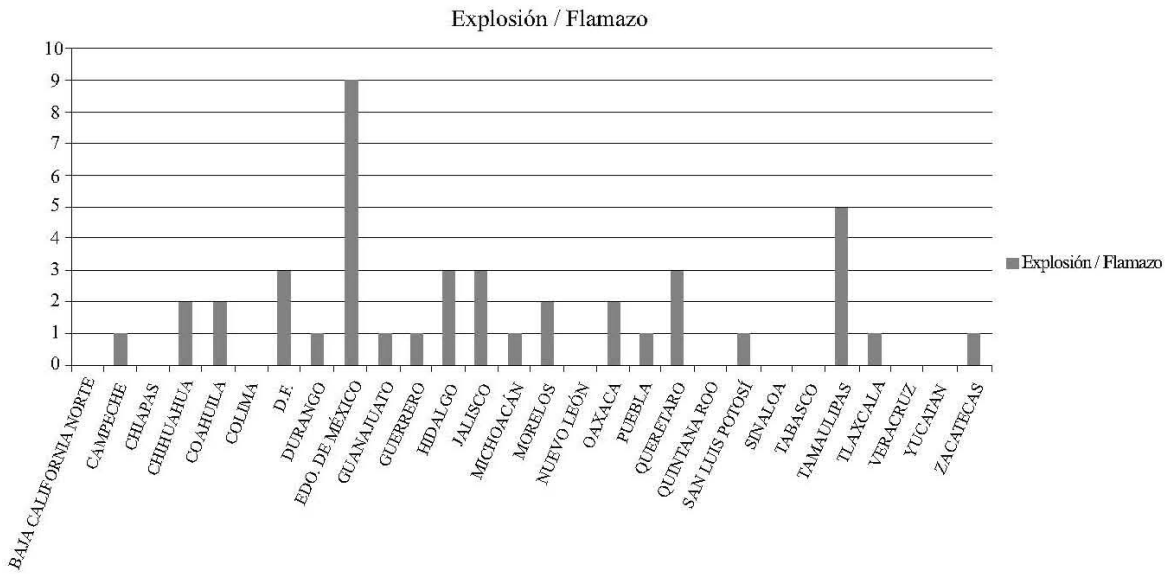


Figura 20. Frecuencia por estados de las principales consecuencias, de acuerdo con la BASE NACIONAL DE DATOS DE ACCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE DE GAS LP, BNDAT@GLP

## 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 dando 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/](http://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](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/](http://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.energiuacm.org.mx/numeraliahistorica.html](http://www.energiuacm.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.

## **Anexo 5: Presentaciones en eventos de pares derivadas de esta tesis**

1. Desarrollo de un índice específico para el cálculo del riesgo por el transporte de gas licuado de petróleo, Gas L.P., en la zona metropolitana de la Ciudad de México / *Development of a specific index for the calculation of the risk posed by the transportation of liquefied petroleum gas (LPG) in Mexico City metropolitan area*. Luis Gerardo López-Atamoros, Georgina Fernández-Villagómez, M. Javier Cruz-Gómez, María del Carmen Durán-Domínguez-de-Bazúa. En **PROCEEDINGS OF THE 2009 FIFTH INTERNATIONAL SEMINAR OF EXPERTS ON THE TREATMENT OF INDUSTRIAL EFFLUENTS AND RESIDUES**. C. Durán-de-Bazúa, M. Bernal-González, R.S. García-Gómez, R. Juárez-Garduño, L.I. Ramírez-Burgos, Eds. Pub. AMCATH y LIQAYQA, Facultad de Química, UNAM. Disco compacto. ISBN 978-606-7807-02-5. México D.F. México. Pp. 449-455 (2009)

**2.FIFTH INTERNATIONAL SEMINAR OF EXPERTS ON THE TREATMENT OF INDUSTRIAL EFFLUENTS AND RESIDUES**. Desarrollo de un índice específico para el cálculo del riesgo por el transporte de gas licuado de petróleo, Gas L.P., en la zona metropolitana de la Ciudad de México / *Development of a specific index for the calculation of the risk posed by the transportation of liquefied petroleum gas (LPG) in Mexico City metropolitan area*. Luis Gerardo López-Atamoros, Georgina Fernández-Villagómez, M. Javier Cruz-Gómez, María del Carmen Durán-Domínguez-de-Bazúa. México D.F. México. Noviembre 11-14, 2009 (\*R, I:7 págs.)

**3.L CONVENCIÓN NACIONAL DEL INSTITUTO MEXICANO DE INGENIEROS QUÍMICOS**. Desarrollo de un Índice de Riesgo mediante jerarquización relativa para la evaluación del riesgo por transporte de gas licuado de petróleo en la ciudad capital de un país con economía emergente: México. Luis Gerardo López-Atamoros, Georgina Fernández-Villagómez, M. Javier Cruz-Gómez, Carmen Durán-de-Bazúa. SESIONES TÉCNICAS. IMIQ, DIRECTIVA NACIONAL. Monterrey, N.L., México. Octubre 27-30, 2010 (\*R, I:12 págs.)

\*\*\*\*\*