

PANORAMA GENERAL DEL RIESGO EN EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PELIGROSOS EN MÉXICO

OVERVIEW OF RISK IN THE TRANSPORTATION OF HAZARDOUS PRODUCTS IN MEXICO

Lourdes Loza Hernández¹

RESUMEN

Los riesgos que implica el transporte de productos peligrosos en México, en particular los productos derivados del petróleo, son de especial interés para investigadores, estudiantes, empresas privadas y entidades gubernamentales, debido a la relevancia de los incidentes que se han presentado y las consecuencias catastróficas que ocasionan tanto al medio ambiente como a la población.

Los productos derivados del petróleo se encuentran catalogados dentro de la gama de materiales y residuos peligrosos, clasificados como de clase dos "Gases" y clase tres "Líquidos inflamables y combustibles", por lo que existen normas y reglamentos nacionales e internacionales que regulan estrictamente el transporte de estos productos. Los investigadores en este campo han desarrollado algunas metodologías que permiten evaluar el riesgo del transporte de productos peligrosos, sin embargo, la información es el recurso más importante para desarrollar estas metodologías. Este documento muestra un panorama global de la situación de México y que es lo que actualmente se está haciendo en materia de transporte de productos peligrosos en México, incluyendo en ellos a los productos derivados del petróleo.

Palabras clave: Transporte de productos peligrosos, Evaluación del riesgo de productos peligrosos, Distribución de productos derivados del petróleo en México.

ABSTRACT

The risks involved in transport of dangerous materials in Mexico, particularly oil products, are of special interest to researchers, students, private companies and government entities, due to the relevance of the incidents and the catastrophic consequences that they have caused to population and the environment.

Petroleum products are classified within the range of hazardous materials and hazardous waste, classified as class two "Gases" and class three "Flammable and combustible liquids", so there are national and international strict regulations to transport these products. Researchers in this field have developed some methodologies that allow to evaluate the risk of transporting dangerous products, however, data are the most important resource to develop the methodologies. This document shows a global overview of the situation of Mexico and what is currently being done in the matter of transportation of dangerous products in Mexico, including in them petroleum products.

Keywords: Transport of dangerous materials, Risk assessment of dangerous products, Distribution of petroleum products in Mexico.

Recibido: 12 de Marzo de 2019

Aprobado: 27 de Marzo de 2019

Publicado: 31 de Mayo de 2019

¹ Departamento de Posgrado de la Cadena de Suministro, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México. Lourdes Loza Hernández: <https://orcid.org/0000-0001-5107-7110>

INTRODUCCIÓN

Los riesgos que implica el transporte de productos derivados del petróleo en México ha generado que los investigadores y expertos en la materia, consideren actualmente un área de vital importancia debido al impacto en el desarrollo económico del país, así como de la relevancia de los incidentes que se han presentado y consecuencias catastróficas que ocasionan tanto al medio ambiente como a la población cuando estos productos están involucrados, además del riesgo que implica para la población al momento que estos productos son trasladados a sus puntos de distribución.

Los productos derivados del petróleo se encuentran catalogados dentro de la gama de materiales y residuos peligrosos, las normas y organismos internacionales (American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), National Fire Protection Association (NFPA), Organización de las Naciones Unidas (ONU), etc.), y nacionales (Norma Oficial Mexicana (NOM), Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), etc.), los tiene claramente identificados y etiquetados

CONCEPTOS BÁSICOS

Basados en *Terminology on Disaster Risk*, United Nations, (2009):

Peligro: es el fenómeno, sustancia, actividad humana o condición que pueda causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos a la salud, daños a la propiedad, pérdida de medios de vida y servicios, trastornos sociales y económicos, o daños al medio ambiente.

Riesgo es la combinación de la probabilidad de un evento y sus consecuencias negativas. La palabra "riesgo" tiene dos connotaciones distintivas: en el uso popular se coloca generalmente en el concepto del azar o posibilidad, como en "el riesgo de un accidente"; mientras que en entornos técnicos

como sustancias peligrosas. El transporte de materiales y residuos peligrosos incluye el transporte de explosivos, gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión, líquidos inflamables, sólidos inflamables, oxidantes y peróxidos orgánicos, tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos, radiactivos, corrosivos y otros. En los siguientes apartados se dan a conocer algunos conceptos que se consideran importantes para el entendimiento adecuado del documento, algunos trabajos que se han realizado en este campo de estudio, el marco jurídico que le otorga a Petróleos Mexicanos (PEMEX) la potestad para extraer, explotar, producir, distribuir y administrar los Hidrocarburos en México y algunas estadísticas que muestran la relevancia de la evaluación del riesgo en el transporte de los productos derivados del petróleo.

Es importante mencionar que la obtención de datos actualizados en este campo de estudio no es fácil, sin embargo, se pretende lograr un acercamiento lo mayor posible con la realidad, para dar un panorama general de la situación en la que se encuentra México en este campo de estudio, con el objetivo de mostrar al lector un acercamiento en esta área del conocimiento y contribuir de esta forma con la sociedad mexicana.

se coloca generalmente el énfasis sobre las consecuencias, en términos de "pérdidas potenciales" por alguna causa en particular, el lugar y período.

Evaluación de riesgos es una metodología para determinar la naturaleza y alcance del riesgo, a través del análisis del potencial de peligro y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad, que juntos, podrían causar daño a las personas expuestas, a los bienes materiales, a los servicios, medios de vida y al medio ambiente. Para definir la metodología para la evaluación del riesgo es importante la revisión técnica de las características de los agentes generadores del peligro, tales como materiales peligrosos, factores humanos y

fenómenos naturales, así como el análisis de la exposición y la vulnerabilidad de la población y del medio ambiente.

Mitigación es la disminución o limitación de los efectos adversos e impactos de los fenómenos naturales y accidentes ocasionados por el hombre. El impacto adverso de las amenazas a menudo no se puede prevenir totalmente, pero su escala o gravedad puede ser reducido sustancialmente por diversas estrategias y acciones. Las medidas de mitigación abarcan la ingeniería y técnicas de construcción resistentes a los peligros, así como las políticas públicas enfocadas a mejorar la conciencia con respecto al ambiente y a la población.

Materiales peligrosos

Erkut *et al.* (2007) afirman que, según el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (US DOT) un material peligroso se define como cualquier sustancia o material

capaz de causar daño a las personas, la propiedad y el medio ambiente (DOT, 2004). Las Naciones Unidas clasifican los materiales peligrosos en nueve clases diferentes según sus propiedades físicas, químicas y nucleares:

- Explosivos y pirotecnia
- Gases
- Líquidos inflamables y combustibles
- Sólidos inflamables, combustibles y peligrosos cuando son húmedos
- Oxidantes y peróxidos orgánicos
- Materiales tóxicos e infecciosos
- Materiales radioactivos
- Materiales corrosivos (ácidos o básicos)
- Mercancías peligrosas diversas, como los desechos o residuos peligrosos (Economic & on the Transport of Dangerous Goods, 2001)

EL PETRÓLEO EN MÉXICO

El petróleo es una mezcla de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos insolubles en agua, conocido también como petróleo crudo o simplemente crudo.

La industria mundial de hidrocarburos líquidos clasifica el petróleo de acuerdo con su densidad API (Parámetro Internacional del Instituto Americano del Petróleo), la cual hace la diferencia de la calidad del crudo, el detalle de calidades se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Densidad API (Parámetro Internacional del Instituto Americano del Petróleo)

| Aceite crudo | Densidad (g/ cm3) | Densidad grados API |
|--------------|--------------------|---------------------|
| Extrapesado | >1.0 | 10.0 |
| Pesado | 1.0 - 0.92 | 10.0 - 22.3 |
| Mediano | 0.92 - 0.87 | 22.3 - 31.1 |
| Ligero | 0.87 - 0.83 | 31.1 - 39 |
| Superligero | < 0.83 | > 39 |

Fuente: Elaboración propia con información de PEMEX (2017)

El petróleo que exporta México se clasifica con base en la región de su extracción y las densidades del líquido en tres tipos.

- **Itsmo:** Ligero con densidad de 33.6 grados API y 1.3% de azufre en peso.
- **Maya:** Pesado con densidad de 22 grados API y 3.3% de azufre en peso.
- **Olmecca:** Superligero con densidad de 39.3 grados API y 0.8% de azufre en peso.

El petróleo mexicano es materia prima de calidad que se encuentra presente en la industria nacional e internacional en sus diferentes sectores, tales como el energético, alimentario, farmacéutico, agropecuario, textil, de la construcción, etc.

Se conocen como componentes de los derivados del petróleo al Benceno, Tolueno, n-Butano, Iso-Butano, Butano, 2-Metil y 1-Butano; y como productos derivados del petróleo a la gasolina, diesel, turbosina, combustóleo y gas.

Con base en estadísticas del banco de datos del Sistema de Adquisición y Administración de Datos de Accidentes (SAADA), que el Instituto Mexicano del Transporte reporta (IMT, 2015), podemos decir que las sustancias definidas como Clase dos "Gases" y Clase tres "Líquidos inflamables" son las que

están involucradas en un mayor número de siniestros. El IMT en su publicación “Vulnerabilidad de las carreteras por el transporte de materiales y residuos peligrosos” realiza el siguiente detalle de categorías incidentes mostrados en la Tabla 2, (Mendoza *et al.*, 2012).

Tabla 2: Accidentes con vehículos de transporte de materiales peligrosos por tipo de sustancia. Fuente: Instituto Mexicano del Transporte (2015). * Acc.: Número de accidentes por año.

| Clasificación | 2006 | | 2007 | | 2008 | | 2009 | | Total | |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|
| | Acc. | % | Acc. | % | Acc. | % | Acc. | % | Acc. | % |
| 1. Explosivos | 1 | 0.42 | 1 | 0.40 | 1 | 0.31 | 3 | 0.78 | 6 | 0.50 |
| 2. Gases | 57 | 23.85 | 37 | 14.62 | 44 | 13.66 | 71 | 18.44 | 209 | 17.43 |
| 3. Líquido Inflamables | 121 | 51.62 | 132 | 52.17 | 194 | 60.25 | 201 | 52.21 | 648 | 54.05 |
| 4. Sólidos Inflamable | 2 | 0.84 | 3 | 1.19 | 7 | 2.17 | 20 | 5.19 | 32 | 2.67 |
| 5. Oxidantes y peróxidos | 2 | 0.84 | 3 | 1.19 | 3 | 0.93 | 0 | 0 | 8 | 0.67 |
| 6. Tóxicos Agudos | 36 | 15.06 | 47 | 18.58 | 26 | 8.09 | 47 | 12.21 | 156 | 13.01 |
| 7. Radioactivos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8. Corrosivos | 19 | 7.95 | 12 | 4.74 | 22 | 6.83 | 19 | 4.94 | 72 | 6.01 |
| 9. Varios | 1 | 0.42 | 18 | 7.11 | 25 | 7.76 | 24 | 6.23 | 68 | 5.67 |
| Total | 239 | 100 | 253 | 100 | 322 | 100 | 385 | 100 | 1,199 | 100 |

Fuente: Mendoza, *et al.* (2012)

De la tabla anterior podemos decir que de 1,199 accidentes ocurridos por el transporte de productos peligrosos el 53.96% corresponde a líquidos inflamables, seguido por los gases con el 17.43%, lo cual muestra el nivel de riesgo latente en el transporte de estos productos, a los cuales pertenecen el petróleo y sus derivados.

De las mismas estadísticas, detallando a la Clase tres “Líquidos Inflamables”, podemos decir que los productos derivados del petróleo son los que reportan el mayor número de accidentes, la siguiente tabla muestra los datos.

Tabla 3. Materiales de la clasificación tres “Líquidos Inflamables”. Fuente: Mendoza et al (2012), Instituto Mexicano del Transporte (2012). * Acc.: Número de accidentes por año.

| Año | 2006 | | 2007 | | 2008 | | 2009 | | 2010 | |
|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Acc. | % | Acc. | % | Acc. | % | Acc. | % | Acc. | % |
| Derivados del petróleo | 69 | 57.02 | 83 | 62.88 | 151 | 77.84 | 129 | 64.18 | 432 | 66.77 |
| Aceites | 23 | 19.01 | 20 | 15.15 | 22 | 11.34 | 23 | 11.44 | 88 | 13.45 |
| Esmaltes y Pinturas | 11 | 9.09 | 15 | 11.36 | 10 | 5.15 | 7 | 3.48 | 43 | 6.65 |
| Solventes | 6 | 4.96 | 3 | 2.27 | 2 | 1.03 | 0 | 0 | 11 | 1.70 |
| Alcoholes | 8 | 6.61 | 3 | 2.27 | 5 | 2.58 | 12 | 5.97 | 28 | 4.32 |
| Otros | 4 | 3.31 | 8 | 6.06 | 4 | 2.06 | 30* | 14.93 | 46 | 7.11 |
| Total | 121 | 100 | 132 | 100 | 194 | 100 | 201 | 100 | 648 | 100 |

Fuente: Mendoza et al. (2012)

Tabla 4: Materiales de la clasificación dos "Gases". Fuente: Mendoza et al (2012), Instituto Mexicano del Transporte (2015). * Acc.: Número de accidentes por año.
Para el caso de la Clase dos "Gases", tenemos el siguiente detalle:

| Material | 2006 | | 2007 | | 2008 | | 2009 | | Total | |
|------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| | Acc. | % | Acc. | % | Acc. | % | Acc. | % | Acc. | % |
| Amoniaco | 9 | 15.79 | 4 | 10.81 | 1 | 2.27 | 3 | 4.23 | 17 | 8.13 |
| Gas LP | 29 | 50.88 | 18 | 48.65 | 23 | 52.27 | 43 | 60.56 | 113 | 54.07 |
| Cilindros de gas | 13 | 22.81 | 6 | 16.22 | 6 | 13.64 | 14 | 19.72 | 39 | 18.66 |
| Butano | 2 | 3.51 | 3 | 8.11 | 2 | 4.55 | 2 | 2.82 | 9 | 4.31 |
| Propano | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1.41 | 1 | 0.48 |
| Nitrógeno | 2 | 3.51 | 1 | 2.7 | 4 | 9.09 | 3 | 4.23 | 10 | 4.78 |
| Oxígeno | 0 | 0 | 1 | 2.7 | 2 | 4.55 | 1 | 1.41 | 4 | 1.91 |
| Otros | 2 | 3.51 | 4 | 10.81 | 6 | 13.64 | 4 | 5.63 | 16 | 7.66 |
| Total | 57 | 100 | 37 | 100 | 44 | 100 | 71 | 100 | 209 | 100 |

Fuente: Mendoza et al. (2012)

De lo anterior podemos concluir que en un periodo de 4 años el número de accidentes registrados es de 432 colisiones con vehículos que transportaban derivados del petróleo, mientras que en la clase 2 los accidentes que encabezan las estadísticas son los involucrados con Gas LP con 113.

La tabla 5 muestra el transporte de petróleo y sus derivados en el año 2017 por tipo de transporte, lo que muestra la actividad del producto en el territorio nacional, aun cuando esta disminuyó con respecto al año 2016.

Tabla 5: Volumen de transportado de producto (Crudo, gasolina, destilados intermedios, combustóleo y otros). Fuente: Anuario estadístico PEMEX, (2017).

| Tipo de transporte | 2017 (miles de barriles) | Variación de 2017-2016 |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Total | 926,599 | -19.8 |
| Transporte marítimo | 76,006 | -19.4 |
| Transporte por ducto | 705,700 | -22.2 |
| Transporte por carrotanque | 33,876 | -5.2 |
| Transporte por autotanque | 111,077 | -5.7 |

Fuente: PEMEX (2017).

Esto muestra la importancia de la evaluación del riesgo sobre la distribución de derivados del petróleo, ya que un estudio detallado y de forma cuantitativa permitiría que los daños humanos, materiales y del medio ambiente disminuyan considerablemente.

Petróleos Mexicanos (PEMEX)

Es la empresa nacional de México facultada para realizar la conducción central y la dirección estratégica de las actividades que

abarca la industria petrolera, en los términos que le confiere la Constitución en el ramo del petróleo; por tal motivo asume la responsabilidad de abastecer el mercado nacional de productos del petróleo, gas natural y materias primas para la industria petroquímica. Para el cumplimiento de sus objetivos opera a través de cuatro organismos subsidiarios, cada uno de los cuales tiene por finalidad el desarrollo específico de las principales áreas que conforman el campo de acción de Pemex, siendo éstos: Pemex

Exploración y Producción, Pemex Refinación, Pemex Gas y Petroquímica Básica y Pemex Petroquímica, (Petróleos Mexicanos, 2017). Lleva a cabo también proyectos de ingeniería, investigación y prestación de servicios a terceros relacionados con el petróleo. PEMEX, y específicamente al área de Explotación y Producción es el área encargada de la extracción y distribución de hidrocarburos en el país, por lo que tiene diseñadas redes de distribución de los diferentes productos derivados del petróleo

que conecta a cada una de las regiones y puntos de extracción, considerando el tipo crudo explotado, cantidad y puntos de almacenamiento temporal o final, lo cual serán datos fundamentales para el desarrollo del proyecto.

El marco jurídico que le otorga la potestad a PEMEX sobre la Explotación, Producción, Refinación y administración del Petróleo en México, se sustenta bajo las leyes que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6: Modificaciones al Marco Jurídico en México

| | Leyes Promulgadas | Leyes Reformadas | Leyes Derogadas |
|--|---|---|---|
| Industria de Hidrocarburos | Ley de Hidrocarburos | -Ley de Inversión Extranjera -Ley Minera -Ley de Asociaciones Públicas y Privadas | Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo. |
| Petróleos Mexicanos | Ley de Petróleos Mexicanos | -Ley Federal de Entidades Paraestatales -Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público -Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados -Ley de Deuda Pública -Ley de Federal de Presupuestos y Responsabilidad Hacendaria | Ley de Petróleos Mexicanos |
| Ingresos sobre Hidrocarburos | Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos | -Ley de Coordinación iscal -Ley Federal de Derechos | Reglamento de la Ley Minera en Materia de Gas Asociado a los Yacimientos de Carbón Mineral |
| Protección Industrial, de Seguridad y Ambiental del Sector | Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección del Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos | | |
| Agencia de Regulación de Sector | Ley de Organismos Reguladores Coordinados en Materia Energética | Ley Orgánica de la Administración Pública | -Ley de la Comisión Reguladora de Energía -Ley Nacional de la Comisión Nacional de Hidrocarburos |
| Petróleos Mexicanos | Ley del Fondo Mexicano del Petróleo Mexicano para la Estabilización y Desarrollo | | |

Fuente: SENER (2015).

ESTADÍSTICAS DEL TRANSPORTE EN MÉXICO CON PRODUCTOS PELIGROSOS

Como ya se mencionó, el problema de la manipulación y la transferencia de materiales peligrosos es un problema verdaderamente complejo debido a que implica áreas técnicas, científicas, legales, políticas, sociales y económicas. El papel fundamental del gobierno es proteger el bienestar común, esto obliga a diseñar una política que cumpla con las necesidades y requerimientos para el manejo de materiales peligrosos, con el objetivo de disminuir el nivel de riesgo latente de la población cuando los materiales son transportados o durante su estancia en algún lugar dentro del territorio nacional.

Desde 1988, México está comprometido con las políticas ambientales internacionales, por ello el gobierno ha establecido medidas de seguridad a través de normas, leyes y reglamentos para el manejo de materiales peligrosos, alineados con una política ambiental, lo cual ha obligado a los correspondientes organismos gubernamentales a emitir reformas a las leyes actuales, nuevas normas y reglamentos detallados para regular el transporte de materiales peligrosos en el transporte terrestre, ferroviario, marítimo y aéreo.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) es la encargada de atender y regular en esta materia. Las reformas más recientes son las "Regulaciones para el transporte terrestre de materiales peligrosos y los residuos", emitidos por el expresidente Felipe de Jesús Calderón Hinojosa, las cuales fueron emitidas por decreto, publicado en El Diario Oficial de la Federación el 20 de noviembre de 2012. Además de reformas realizadas en los años 2015, 2017 y 2018.

SCT a través de la Subsecretaría de Transporte (2018) define al Autotransporte Federal de Carga como el porte de mercancías que se presta a terceros en caminos de jurisdicción federal, con base en

el tipo de mercancía y vehículo de transporte, el servicio de autotransporte federal de carga la secretaría lo clasifica en:

- Autotransporte Federal de Carga General: Unidades económicas dedicadas principalmente al autotransporte de carga general para el traslado de todo tipo de mercancías por los caminos de jurisdicción federal, siempre que lo permitan las características y especificaciones de los vehículos, hecho por lo regular en camiones (de redilas, tipo caja con contenedor, plataforma para carga general) sin ningún tipo de equipo especializado (SCT, 2018).

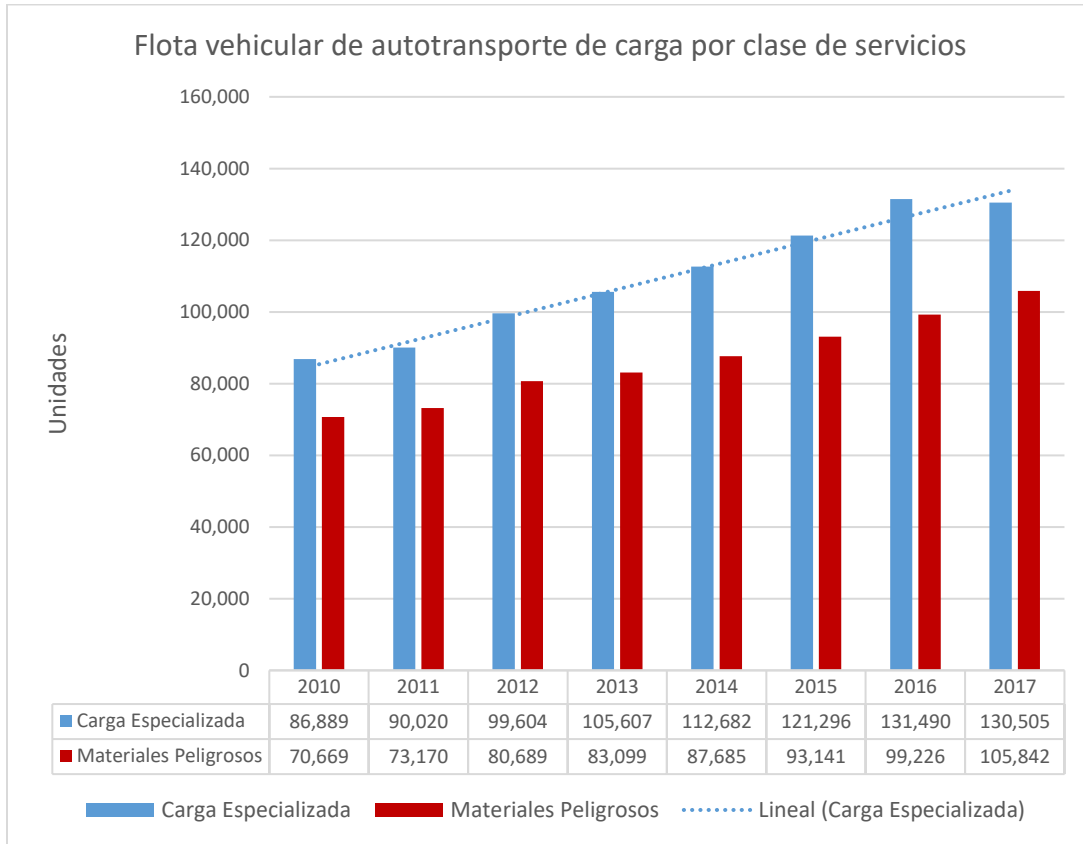
- Autotransporte Federal de Carga Especializada: el transporte de materiales, residuos, remanentes y desechos peligrosos, objetos voluminosos o de gran peso, fondos y valores, grúas industriales y automóviles sin rodar en vehículo tipo góndola (SCT, 2018).

La CANACAR (Cámara Nacional de Autotransporte de Carga) en su agenda económica del 2018, muestra que el porcentaje de toneladas transportadas por los diferentes modos de transporte es de 982 millones de toneladas anuales durante 2017, de las cuales el 55.7% es a través de autotransporte, el 31.3% por barco, el 12.9% por ferrocarril y el 0.1% por avión (CANACAR, 2018). Los porcentajes anteriores no difieren mucho de la información emitida por la SCT en el año 2018 con base a la información presentada en el sexto informe de gobierno (SCT, 2018).

De los 674 millones de toneladas que se transportan vía terrestre a nivel nacional e internacional, el autotransporte mueve 547 millones de toneladas, de 71 ramas de la actividad económica del país.

La CANACAR cuenta con información relacionada a la flota vehicular de 2010 a 2017 la cual la divide en carga general y carga especializada, en esta última es en la que clasifica al transporte de materiales peligrosos, en la que se mantiene un promedio del 79% de la flota vehicular durante los 8 años, la Gráfica 1 muestra los valores.

Gráfica 1: Flota vehicular del autotransporte de carga por clase de servicios.



Fuente: Elaboración propia con información de CANACAR (2018)

También en la Gráfica 1 se muestra una tendencia creciente durante los 8 años graficados, lo cual muestra el impacto creciente que el transporte de carga terrestre tiene en la economía del país, representando un 3.25% del Producto Interno Bruto Nacional de 2017.

La Subsecretaría de Transporte (SCT, 2018), en sus estadísticas básicas del Autotransporte Federal en México, muestra que en el año 2018 la cantidad de parque vehicular incremento a 141,453 unidades de carga especializadas y 114,424 dedicadas al transporte de materiales peligrosos, un incremento aproximado del 8.5% con respecto al 2017.

Por otro lado, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) proporciona información sobre los principales bienes transportados por el sistema ferroviario

en México (SCT, 2016), clasificados en diferentes grupos: productos forestales, productos agrícolas, productos de origen animal y sus productos, productos minerales, petróleo y sus derivados, productos inorgánicos y productos industriales. Los grupos de materiales considerados con mayor riesgo son: petróleo y sus derivados, productos inorgánicos y productos industriales, de los cuales de un total de 121,967 miles de toneladas trasladadas en el año 2016, el 48% pertenecen a productos industriales, el 9% al petróleo y sus derivados y finalmente el 4.5% a productos inorgánicos. La clasificación detallada anteriormente la SCT solo la considera para el transporte ferroviario hasta el año 2016, a través del Anuario estadístico sector Comunicaciones y Transportes, sin embargo, la SCT no cuenta con información sobre el número de

accidentes causados por materiales peligrosos.

El Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI) tiene datos estimados sobre el número de accidentes en las rutas por cada estado, de los cuales los estados con mayor número de accidentes son: Nuevo León, Jalisco, Chihuahua, Guanajuato, Estado de México y Distrito Federal (INEGI, 2013).

Por otro lado, el 9 de septiembre de 2013, el periódico "La Crónica" de Querétaro publicó un informe basado en datos emitidos por investigadores del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en donde con base en sus estadísticas durante cuatro años (de 2006 a 2009), hubo 1200 accidentes, los cuales fueron causados por vehículos que transportaban materiales peligrosos. El promedio de accidentes reportados por año es de alrededor de 200 muertes, 840 personas heridas, y el daño material se calcula para casi 18 millones de dólares (Madrigal, 2013). En el caso de los 1200 accidentes, más de 5,6 millones de personas estaban en riesgo. Reportando que los estados con mayor número de accidentes son Veracruz, Puebla, San Luis Potosí, Estado de México y Guanajuato.

El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) obtuvo estadísticas sobre riesgos de sustancias químicas (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2001), donde CENAPRED seleccionó accidentes que implican materiales peligrosos que han causado daños considerables, tanto a nivel mundial como local desde 1970 hasta 1998. CENAPRED, en aquellas estadísticas, clasificó los accidentes considerando el origen del accidente, con base en el tipo de transporte (en transporte por carretera, transporte ferroviario y transporte fluvial), líquido en ebullición que expande la explosión de vapor, el almacenamiento y otros orígenes, sin embargo, de la búsqueda realizada para este documento no se encontraron datos recientes.

Los investigadores en esta rama del conocimiento mencionaron que el modo de transporte más popular para el transporte de

materiales peligrosos en México es el camión, que representan el 12% de las unidades registradas en el SCT. Ellos consideran materiales peligrosos como explosivos, gases comprimidos, refrigerados licuados o disueltos bajo presión, líquidos inflamables, sólidos inflamables, oxidantes y peróxidos orgánicos, tóxicos agudos y agentes infecciosos, radiactivos y corrosivos, (Senado de la República, 2016).

En el Foro Pesos y Dimensiones de las Configuraciones Vehiculares que Transitan en las Vías Federales de Comunicación, realizado por el Senado de la República (2016) y con base en estadísticas obtenidas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas y el Anuario estadístico del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) de 2015, se indicó que el 3.1% del total de los accidentes de tránsito en el país, se registran en carreteras federales del año 2010 al 2015. Además de puntualizar que en las carreteras federales los factores que originaron el accidente son: Humanos (alcohol, estupefacientes, imprudencia, exceso de velocidad, fatiga) con un 80%; mecánicos (mantenimiento inadecuado y antigüedad) un 9%; Climatológicos (niebla, lluvia, derrumbes) con el 7% y finalmente por infraestructura carretera el 4%. El IMT en el año 2017 informó que el número de 11,883 colisiones hubo 2,921 muertos y 8,910 lesionados (IMT, 2017), sin informar a detalle sobre accidentes en los que se encuentran envueltos productos peligrosos.

De información obtenida de medios masivos de comunicación se informa que de enero del 2012 al 21 de abril del 2016, Petróleos Mexicanos ha registrado al menos 60 accidentes significativos por incendio, fugas o explosión durante trabajos de la petrolera, ocurridos en sus instalaciones y reportados al Centro de Atención a Emergencias (Langner, 2017).

Por otro lado, el aumento de las tomas clandestinas en los ductos de Petróleos Mexicanos (Pemex) también ha generado un incremento en las fugas y derrames de

hidrocarburos en las entidades por donde atraviesa su infraestructura, en el año 2017 se registraron 223 accidentes de este tipo, lo que generó un aumento del 16 % respecto de las 192 registradas en el 2016.

Sin embargo, a esto también se suma los accidentes que tiene la empresa, principalmente durante la operación de los trabajos de perforación, extracción y transporte de hidrocarburos, así como por la corrosión de la infraestructura. Dicha cifra representa un aumento de 16% respecto a las 192 fugas y derrames registrados en 2016.

PEMEX señala que los últimos once años la reparación de los ductos dañados por la delincuencia ha costado más de 3 mil millones de pesos más el robo de los hidrocarburos en el año 2017 suman más de 30 mil millones de pesos. En su más reciente reporte, Pemex señaló que hasta abril de 2018, el número de tomas clandestinas a los ductos se incrementó 49%, por lo que a ese periodo (2018) registraron 5 mil 176 perforaciones ilegales para el robo de hidrocarburos, cifra que representa mil 709 tomas más con respecto al mismo periodo del año pasado cuando se alcanzaron 3 mil 467 tomas. (González, 2018). Al 20 de diciembre de 2018 la cantidad total de tomas clandestinas reportadas por PEMEX es de 12,581, (PEMEX, 2019). Con lo anterior muestra el impacto que tiene en la economía del país.

CONCLUSIONES

Como base en lo anterior, podemos decir que la información sobre accidentes en el transporte de productos peligrosos no es fácil de obtener, por lo que para establecer medidas de seguridad adecuadas se debería contar con información fidedigna que permita establecer, las medidas de seguridad y los lineamientos reglamentarios acorde a las necesidades propias del país. La falta de estadísticas certeras sobre este tipo de accidentes detallando su origen, el tipo de transporte, el tipo de material peligroso, los daños humanos, materiales y al medio ambiente, limita el análisis cuantitativo adecuado de parte de los expertos en la

materia. Por lo tanto, se podría decir que las medidas de seguridad que se establecen son con base en los eventos que van sucediendo y con el fin de satisfacer solo a un pequeño sector de población que en su momento es afectada, sin tomar en cuenta el daño al medio ambiente y peligro latente que existe desde el momento en el que cualquier material peligroso es movido del lugar en el que se encuentra almacenado.

Por otro lado, en el mejor de los casos la información con la que se cuenta es generalizada, ya que este tipo de información normalmente es confidencial y en muchas ocasiones es manipulada para disminuir los daños materiales, sin embargo, si las empresas de transporte y las empresas que manejan materiales peligrosos almacenan su información y la proporcionan para generar estadísticas sobre sus accidentes, causas, tipos de materiales, ubicación de accidentes, costo de los accidentes, etc., se podría lograr un análisis adecuado de las necesidades en este sector en beneficio de ellas y de toda la población. En este contexto, el gobierno mexicano y las empresas mexicanas deberían darse cuenta de la relevancia del tema y estar motivados a obtener información más detallada y fidedigna, para disminuir el riesgo causado por el transporte de materiales peligrosos. Lo anterior evitaría que se impongan restricciones al transporte de materiales, permitiendo que el transporte de carga no se encarezca y genere la pérdida de competitividad de la planta productiva nacional, y como consecuencia esto afecte el crecimiento económico del país (Senado de la República, 2016).

REFERENCIAS

CANACAR, Cámara Nacional del Autotransporte de Carga (2018). Agenda Económica del autotransporte de carga 2018. México, D.F.

CENAPRED, Centro Nacional de Prevención de Desastres (2001). Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en

México. Atlas nacional de riesgos de la República Mexicana. Secretaría de Gobernación, Sistema Nacional de protección Civil, México.

DOT (2004). List of hazardous materials. The Office of Hazardous Materials Safety, US. Department of Transportation.

Económic, U.N., on the transport Dangerous Goods, S.C.C.O.E. (2001). A recommendation on the transport of dangerous goods, model regulations (Vol. 1 -No. 1). United Nations.

Erkut, E., Tjandra, S. A., y Verter, V. (2007). Hazardous materials transportation. *Handbooks in operations research and management science*, 14, 539–621.

González, N.(2018). Sin control, derrames y fugas de hidrocarburos; estadísticas de Pemex. Periódico “El dinero en Imagen”, ECONOMÍA. Accesado: Febrero 15. [https://www.dineroenimagen.com/economia/sin-control-derrames-y-fugas-de-](https://www.dineroenimagen.com/economia/sin-control-derrames-y-fugas-de-hidrocarburos-estadisticas-de-pemex/100094)

[hidrocarburos-estadisticas-de-pemex/100094](https://www.dineroenimagen.com/economia/sin-control-derrames-y-fugas-de-hidrocarburos-estadisticas-de-pemex/100094)
IMT, Instituto Mexicano del Transporte (2015). Anuario estadístico de accidentes en carreteras federales (2017). Secretaria de comunicaciones y transportes. Accesado: Febrero 18, 2019. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt66.pdf>

IMT, Instituto Mexicano del Transporte (2017). Anuario estadístico de accidentes en carreteras federales (2017). Secretaria de comunicaciones y transportes. Accesado: Febrero 18, 2019. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt74.pdf>

INEGI, Instituto Nacional de Geografía (2013). Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas. 2018. México Edición Digital. México. Accesado: Febrero 20, 2019. <https://www.inegi.org.mx/>

ILangner. A. (2017). Pemex registra al menos 60 accidentes. Periódico: “El Economista”. Accesado: Febrero 13, 2019 <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Pemex-registra-al-menos-60-accidentes-20170514-0072.html>

Madrigal. D. (2013). Accidentes de pista pusieron en riesgo a 5.6 millones de personas

en 4años. Periódico: “La crónica de Hoy”, Querétaro, México.

Mendoza, S., Romero, G., y Cuevas C. (2012). Vulnerabilidad de las carreteras por el transporte de materiales y residuos peligrosos. Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Publicación Técnica No. 364.

Sanfandila, Qro, PEMEX, Petróleos Mexicanos (2017). Anuario estadístico. Accesado: 19 de febrero de 2019. http://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Anuario%20Estadistico%20Archivos/anuario-estadistico_2017_es.pdf

PEMEX, Petróleos Mexicanos (2019). Reporte de tomas clandestinas. Accesado: Febrero 20, 2019.

http://www.pemex.com/acerca/informes_publicaciones/Paginas/tomas-clandestinas.aspx
SCT, Secretaria de Comunicaciones y transportes (2016). Estadísticas básicas del autotransporte federal 2016.

SCT, Secretaria de Comunicaciones y transportes (2018). Estadísticas básicas del autotransporte federal 2018.

Senado de la República, (2016). Acciones para mejorar la seguridad vial del transporte de carga. Foro “Pesos y dimensiones de las configuraciones vehiculares que transitan en las vía federales de comunicación”.

SENER, Secretaría de Energía (2015). Prospectiva de Petróleo Crudo y Petrolíferos 2015 – 2029.