



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR
ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE ECONOMÍA

TESIS

**GAS NATURAL EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN EL SECTOR
TRANSPORTE COLECTIVO DE PERSONAS EN MÉXICO: IMPACTOS
SOCIOECONÓMICOS Y AMBIENTALES**

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS SOCIALES:
DESARROLLO SUSTENTABLE Y GLOBALIZACIÓN**

PRESENTA:

MARCO RAÚL AVILÉS GARCÍA

DIRECTORA:

ANTONINA IVANOVA BONCHEVA

LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, ENERO 2017

Índice	
Resumen.....	5
Introducción.....	6
1. Antecedentes.....	10
1.1. Energía.....	15
1.1.1. Energías no renovables (Carbón, petróleo y gas natural).....	16
1.1.2. Energías renovables, preocupaciones sociales.....	24
1.2. Gas Natural.....	26
1.2.1. Diferencia gas natural y gas licuado de petróleo.....	26
1.2.2. Gas natural comprimido y gas natural licuado.....	28
1.2.3. Reservas de gas natural.....	30
1.2.4. Gas natural en México.....	33
1.3 Transporte.....	34
1.3.1. Movilización motorizada.....	36
1.3.2. El transporte en México.....	36
1.3.3. Diversificación energética en el sector.....	40
1.4 Gases Efecto Invernadero (GEI).....	44
1.4.1. Cambio Climático.....	45
2. Marco Legal.....	49
2.1. Bases jurídicas para el transporte.....	49
2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	49
2.1.2. Ley orgánica de la administración pública de los estados.....	50
2.2. Bases legislación ambiental.....	52
2.2.1. Base Constitucional.....	53
2.2.2. Base Legal.....	54
2.2.3. Base reglamentaria.....	56
2.2.4. Base Normativa.....	57
2.3. Transporte de Gas Natural.....	60
2.3.1. Base constitucional.....	60
2.4. Leyes, regulaciones y acuerdos.....	62
2.4.1. Reforma energética.....	63
2.4.2. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND).....	68
2.4.3. Prospectiva del Sector Eléctrico 2015 - 2029.....	69

2.4.4. Prospectiva Gas Natural y Gas LP 2015-2029.....	71
2.4.5. Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 (ENE).	74
2.4.6. Estrategia Nacional de Cambio Climático 2013	76
2.4.7. Ley General de Cambio Climático 2012 (LGCC).	77
2.4.8. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.	78
2.4.9. Ley de Transición Energética.....	79
3. Impactos socioeconómicos del transporte colectivo de personas.....	80
3.1. Transporte colectivo de personas.....	80
3.1.1. Economía del transporte.....	80
3.1.2. Transporte colectivo de personas en México.	82
3.1.3. Indicadores de ejecución.	84
3.1.4. Costos económicos, ambientales y sociales asociados al transporte individual.	85
3.2. Transporte Colectivo de Personas en México.....	87
3.2.1. Parque vehicular.	87
3.2.2. Comparación de precios entre combustibles.	100
3.2.3. Tarifas del transporte colectivo.	106
4. Impactos ambientales del transporte colectivo de personas.	110
4.1. Emisiones del sector.	110
4.1.1. Emisiones diésel.....	112
4.1.2. Emisiones gas natural.....	113
4.2. Comparación de emisiones.	116
4.2.1. Escenario de uso de gas natural 100%	123
4.2.2. Escenario de uso de gas natural 80% y diésel 20%.....	128
4.2.3. Escenario de uso de gas natural 50%	135
4.2.4. Normas de homologación de emisiones EPA y Euro.	145
5. Casos exitosos de gas natural en el sector transporte colectivo de personas.....	148
5.1. Casos exitosos.....	148
5.1.1. Eco vía. Monterrey, Nuevo León.	148
5.1.2. EcoBús. Ruta Verde a Gas Natural Comprimido. Ciudad de México.	152
5.1.3. Ruta 178 Vía 1. Guadalajara, Jalisco.....	157
5.1.4. Sistema Red Q. Santiago de Querétaro, Querétaro.	159
5.1.5. Prueba en las Rutas 28 y 30. Tangamanga, en San Luis Potosí.	162

5.1.6. Servicio Urbano y Servicio a maquiladoras en la frontera. Juárez, Chihuahua.	163
5.1.7. Proyectos a futuro.....	165
5.1.8. Otros países.....	166
Conclusiones y recomendaciones.....	182
Bibliografía.....	191
Glosario y terminología aplicada.....	210
Abreviaciones.....	210
Compuestos químicos.....	210
Unidades de medida.....	211
Lista de tablas.....	212
Lista de figuras.....	214
Anexos.....	217
Leyes orgánicas de los estados.....	217
Tarificación.....	233

Resumen.

El desarrollo de las ciudades crea la necesidad de los ívidos por transportarse ya sea dentro de estas mismas o hace lugares rurales, en 2014 en México ya se contaban con un parque vehicular de 38,025,389 unidades, de las cuales 346,542 son dedicadas al transporte colectivo de personas, en tres tipos de servicios: oficial, público y privado. Al no llegar a ser 1% del parque vehicular es posible una renovación, además que, por cuestiones de legislación, estas unidades no deben tener más de 10 de antigüedad, que de cumplir las regulaciones facilitaría la introducción de unidades que utilicen combustibles menos contaminantes.

El GNC es una opción viable desde el punto de vista económico al tener un costo promedio durante ese periodo de tiempo de \$6.30 pesos LEQ y el diésel de \$13.94 pesos por litro. Esta diferencia podría ayudar a prolongar la tarifa del servicio que en promedio esta la tarifa general en \$7.85 pesos.

Se realizaron escenarios para estimar la reducción en emisiones (CO_2 , CH_4 y N_2O), que se podrían evitar con la sustitución de diésel por GNC. En una sustitución completa, se estima una reducción de 20.96% de emisiones y 65.24% en el costo del combustible. En un reemplazo al 80% GNC y 20% diésel, se estimaron una disminución del 17% de emisiones y 52.1% en costo de combustible. En el uso al 50% para cada uno de ellos, se estima que se pueden reducir las emisiones en un 10% y 32.69% en el costo del combustible.

En México, en ciertos estados, ya existen rutas que son cubiertas por autobuses que funcionan con GNC, lo que ha propiciado una reducción de las emisiones y el uso de unidades nuevas con mayor confort para los pasajeros.

Introducción.

El transporte de personas está dominado, por el que se hace de forma individual, en los automóviles que vemos todos los días en las carreteras. Sin embargo, toda esa cantidad de vehículos solo llega a trasladar al 20% de la población, entonces ¿qué sucede con el resto que también tiene actividades?, de forma más sencilla, ¿cómo se trasladan el 80% restante a sus actividades diarias?, ¿es por el uso del servicio del transporte colectivo, ya sea público, privado u oficial?

De ahí que, sea necesario el mejoramiento del servicio con la finalidad de se opte por este, sin embargo, por cuestiones culturales el transporte individual mantiene preferencia sobre el colectivo, lo que ocasiona un uso intensivo de combustibles, las gasolinas (Premium y Magna) son las que dominan el segmento de los automóviles, y el diésel el transporte colectivo y de carga. En México el transporte colectivo se encuentra ligado al consumo del diésel, ligado principalmente a dos factores: un mayor rendimiento L/Km y el precio el cual resulta ser más económico desde el 2007 a inicios de 2015, los precios durante este periodo fueron de: gasolina Premium de \$8.31 a \$14.38 por litro, gasolina magna \$6.76 a \$13.57 por litro y el diésel \$5.73 a \$13.20 por litro, de acuerdo a el análisis elaborado por el investigador parlamentario M. en E. Reyes Tépac M. en enero de 2015, titulado, Análisis de los precios y de los subsidios a las gasolinas y el diésel en México, 2008-2015.

En ambos casos, estos combustibles son resultado de la refinación de petróleo, por lo que es necesario un proceso de transformación, y al momento de ser utilizado en los vehículos a motor, generan principalmente emisiones de dióxido de carbono, las cuales dependiendo del parque vehicular de las ciudades causan estragos de manera local (afectar funciones respiratorias, depresión del sistema nervioso central y en altas concentraciones pueden

desplazar oxígeno del aire) y de forma mundial, están causando un calentamiento global, debido a las emisiones de gases con efecto invernadero, provenientes de los tubos de escape.

Por consiguiente, es necesaria la diversificación energética, que, si bien para la flota automotriz sería demasiado complicado, debido a la gran cantidad de automóviles, no se puede obligar a la gente a hacer modificaciones o hibridación de las unidades. Considero más sencillo empezar por el transporte colectivo de personas, por ser menos del 1% de la flota del país, y la renovación es posible de forma gradual, ya que está establecido que las unidades que presten este servicio no deben sobrepasar la edad de 10 años, que, si bien no se cumple, a partir de 2018 entrarán en vigor homologación de emisiones para unidades nuevas de acuerdo a la NOM-044-SEMARNAT-2006.

Entre esa diversificación el gas natural se presenta como una alternativa para el presente, más tomando en cuenta que es más barato que el diésel en un 55% en las estaciones de servicio en 2014. Aunado a este ahorro monetario, el gas natural, es más amigable con el medio ambiente al reducir las emisiones de gases con efecto invernadero durante su combustión.

En el presente trabajo se realizó la comparación entre diésel y el gas natural, en su forma vehicular, gas natural comprimido. Analizando las ventajas de cada uno de ellos, así como aquellas limitantes que presentan.

Este trabajo se dividió en 5 capítulos, los cuales desarrollan diferentes aspectos del transporte colectivo y su importancia, el marco legal que regula y a su vez fomenta la diversificación energética, los costos que conlleva el uso de cada uno de los combustibles, las emisiones de gases efecto invernadero que pueden ser evitadas, y algunos casos de implementación del gas natural comprimido en regiones del país.

El primer capítulo son los “Antecedentes”, el cual es un breve recorrido por los tipos de energía que existen y como es que se han visto dominados por los refinados del petróleo para la movilidad motorizada. El gas natural aquí toma importancia al mostrar las reservas con las que cuenta el país, y la experiencia que tiene el manejo, de tal forma que se pueda garantizar una seguridad en su uso. Se muestran los problemas que está ocasionando el uso intensivo del diésel y gasolina como los impactos que tiene en el cambio climático.

El segundo capítulo “Marco legal”, hace referencia a las leyes y documentos de política energética que en cierta medida regulan la explotación de los hidrocarburos, donde está incluido el gas natural, así como aquellas leyes que velan por que el uso de los combustibles y los recursos naturales sean aprovechados de tal manera que contribuyan con la mejora al ambiente, un desarrollo sustentable y mejor calidad de vida para la población.

El tercer capítulo “Impactos socioeconómicos del transporte colectivo de personas”, es una comparación entre el uso de gas natural y diésel, los gastos en los que se incurre por el uso de cada uno de ellos y como es que el ahorro que supone el cambio de combustible podría beneficiar al servicio de transporte.

El cuarto capítulo “Impactos ambientales del transporte colectivo de personas”, estos dos combustibles se comparan por medio de una metodología del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, con el cual se estimaron las emisiones de estos combustibles.

El quinto capítulo “Casos exitosos de gas natural en el sector transporte colectivo de personas”, los esfuerzos que han hecho algunos estados de la república mexicana y en otros países, en el uso de gas natural para este sector, el esfuerzo político que se requiere y la

búsqueda de financiación, esta fusión de elementos trae como consecuencia logros como: tener una rentabilidad en el transporte colectivo y el apoyo en contra del cambio climático al reducir las emisiones de gases efecto invernadero.

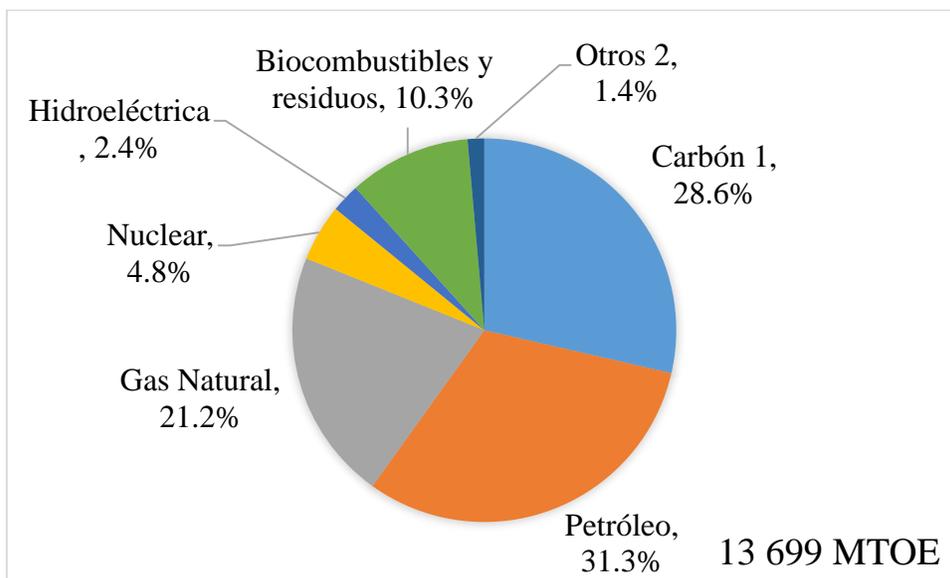
1. Antecedentes.

El presente capítulo se encuentra dividido en 5 apartados: Energía, Gas natural, Transporte, Gases con Efecto Invernadero (GEI), legislación ambiental. Se ha dispuesto esta organización con la finalidad de mostrar el encadenamiento entre cada uno de ellos. La energía es, y seguirá siendo el facilitador de las actividades humanas, las distintas fuentes y formas de obtención, causaran diferentes impactos sobre el medio ambiente.

Desde que se inició con el uso del carbón como combustible desde finales del siglo XIX, no ha cesado esta necesidad por energéticos, al contrario, se ha intensificado. Es así como “a nivel mundial y desde el inicio de su explotación (a mediados del siglo XIX), el crudo y sus derivados se convirtieron en la fuente energética primaria” (Taboada y Osnaya, 2009, pp. 66), con una menor intensidad el gas natural, hasta llegar a las nuevas tecnologías en generación de energías que se sustentan en premisas de menor impacto ambiental y renovables.

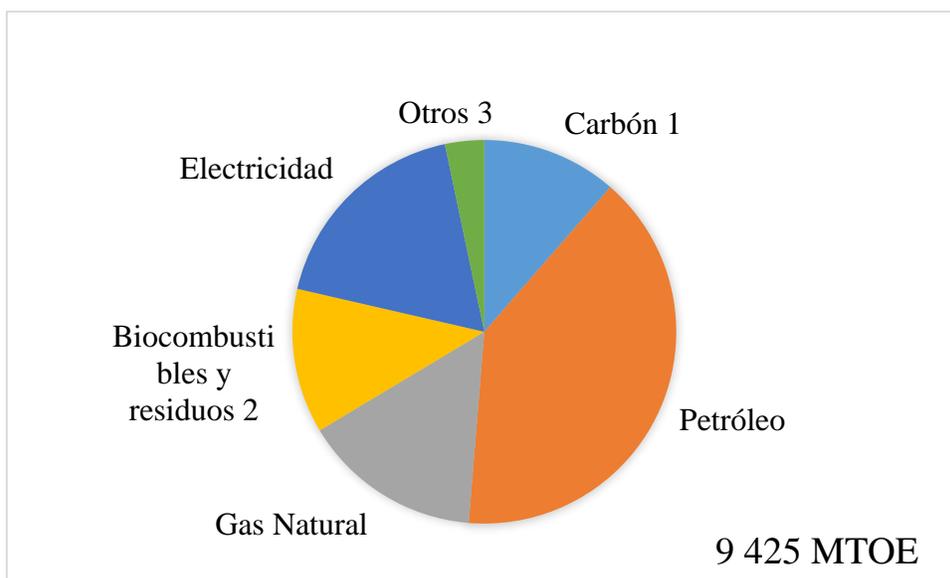
A continuación, se muestran con datos de 2014 la energía primaria, en la primera figura el suministro total de energía que llegó a 13,699 toneladas equivalente de petróleo (Mtoe) y en la segunda el consumo final que ascendió a 9,425 Mtoe. La tercera figura muestra la proporción de uso de las energías primarias en 2013, donde los combustibles fósiles representaron el 78.3%, la energía nuclear 2.6% y las energías renovables 19.1%.

Figura 1 Suministro total de energía primaria mundial 2014.



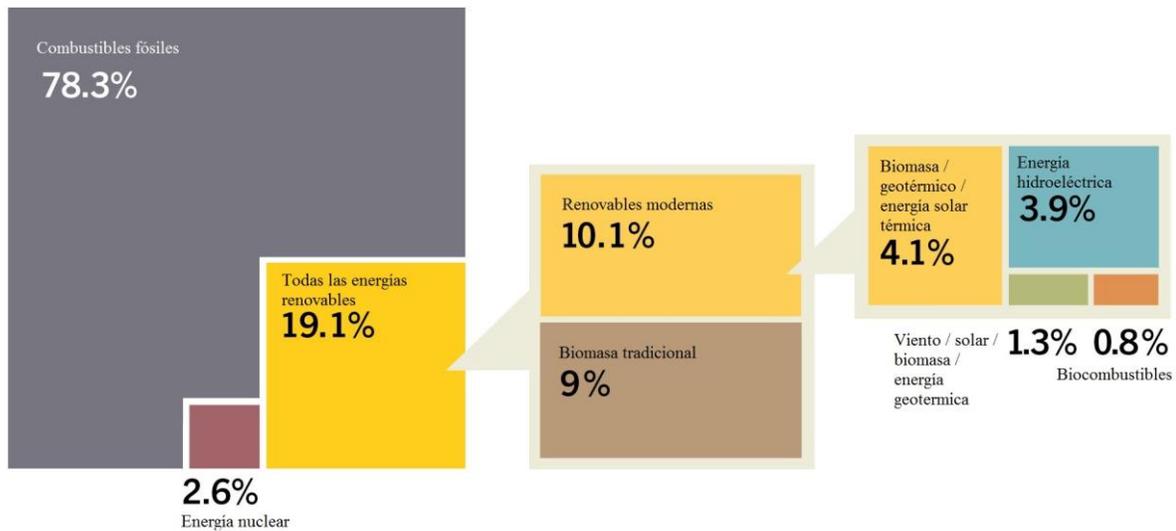
1. En estos gráficos, la turba y el esquisto bituminoso se agregan con carbón.
 2. Incluye energía geotérmica, solar, eólica, térmica, etc.
- Fuente: Agencia Internacional de la Energía [IEA], 2016, pp. 6

Figura 2 Consumo total de energía final mundial 2014.



1. En estos gráficos, la turba y el esquisto bituminoso se agregan con carbón.
 2. Se han estimado datos para los biocombustibles y el consumo final de residuos en varios países
 3. Incluye energía geotérmica, solar, eólica, térmica, etc.
- Fuente: IEA, 2016, pp. 28

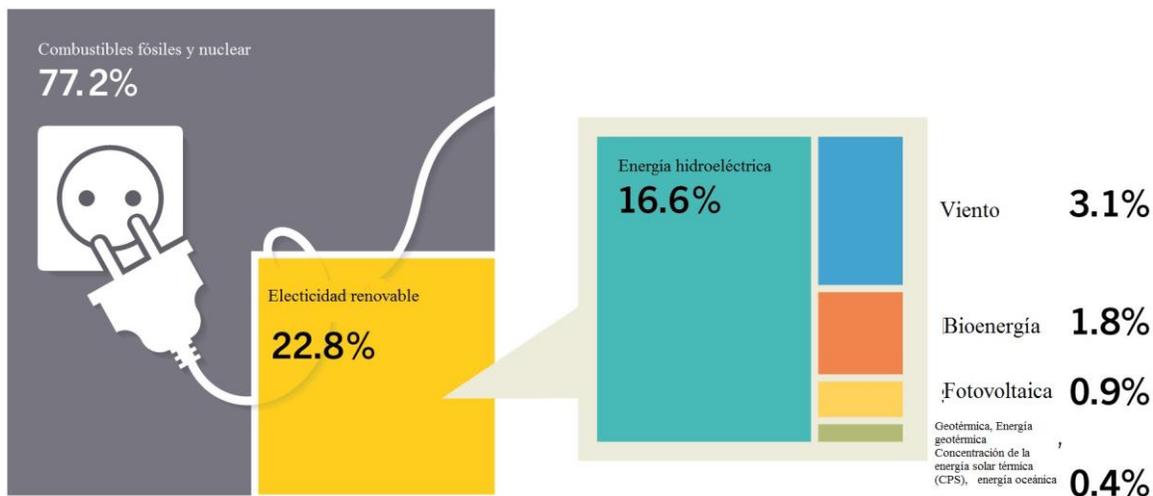
Figura 3 Proporción estimada de energía renovable del consumo final mundial de energía, 2013.



Fuente: REN21, 2015, pp. 27

La generación de energía eléctrica aún se encuentra dominada por los combustibles fósiles, principalmente el petróleo y el carbón, también de forma más reciente el gas natural, así es como “los combustibles fósiles permanecen como las fuentes dominantes de energía primaria, en todo el mundo” (Gonzalo Martínez, 2010), aunque con una fuerte directriz hacia las energías renovables (ver figura 4). En el contexto de movilidad motorizada de personas y mercancías, los refinados del petróleo prácticamente dominan el sector, encabezado por el diésel, que se caracteriza por la “creciente dificultad de extraer petróleo y los costos asociados con el proceso de refinación de mezclas más pesadas, lo que ha incidido en el precio del barril de petróleo y, en particular, en la modificación de los precios relativos gasolina/diésel” (Taboada *et al.*, 2009, pp. 67), en el caso concreto de México además de lo antes mencionado, el aumento en el uso de este combustible se debe a las ventajas que tiene frente a la gasolina, tales como: “precio, eficiencia, rendimiento, disponibilidad, y menores costos de mantenimiento” (Taboada *et al.*, 2009, pp. 69).

Figura 4 Porcentaje estimado de energía renovable de la producción mundial de electricidad, finales de 2014.



Fuente: REN21, 2015, pp. 31

Sin embargo, existe una fuerte tendencia a la diversificación energética en las últimas décadas, debido a los problemas ambientales que están generando. Dentro de estas alternativas energéticas para el transporte, es necesario la utilización de nuevos combustibles principalmente para el transporte colectivo de personas, ya que cerca del “80% de los mexicanos usa transporte público, lo que equivale a 8 de cada 10 viajes” (Vázquez, 2016), lo que hace necesario la diversificación de los combustibles, optando por aquellos que generen menor impacto ambiental y con la suficiente disponibilidad para garantizar el suministro, por estas razones el gas natural es considerado como la opción más viable, “es la opción ‘menos mala’ dentro de la quema de combustibles fósiles, pero con el tiempo debe ser sustituida por las energías renovables y la eficiencia energética” (Greenpeace, s.f., pp. 1), por lo que al ser considerada como un combustible de transición, otorgará un periodo de tiempo para el desarrollo de combustibles alternos que puedan ser producidos a gran escala, renovables y con impactos ambientales menores.

El gas natural desde su proceso de extracción en yacimientos asociados no tiene mayor incidencia ambiental que la del petróleo (ya que comparten el yacimiento), su refinación solo es necesaria en ciertas ocasiones, con el proceso de “endulzamiento” para retirar ciertos compuestos, principalmente: “contenidos de Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) (ácido sulfhídrico) o Dióxido de Carbono (CO₂) (anhídrido carbónico)” (Osorio, 2010). La exclusión de estos compuestos, generan que, al momento de la combustión, se reduzcan las cantidades de emisiones de compuestos químicos, y “no producen material particulado” (GNV, 2010) (que son las partículas negras que salen generalmente de los vehículos a gasolina y diésel). Existen otras técnicas de extracción de gas natural no asociado, pero al ser de reciente aprobación en México no se incluyen dentro de este trabajo.

No obstante, los GEI se han estado acumulando en la atmósfera desde la revolución industrial, lo que ha afectado diversos ciclos naturales en la tierra, por lo que se considera que se forma una nueva era geológica denominada como “Antropoceno es el momento en que los humanos conseguimos cambiar el ciclo vital del planeta, cuando los humanos sacamos al planeta de su variabilidad natural” (Salas, 2016), generado un incremento en la temperatura global, poniendo en riesgo la vida en el planeta. Son innegables los estragos que se han generado en el planeta desde la mitad del siglo XX, sin embargo, se han realizado estudios para determinar una fecha con mayor exactitud, y se ha llegado a la conclusión que la “marca que determina ese cambio son los residuos radiactivos del plutonio, tras los numerosos ensayos con bombas atómicas realizados a mediados del siglo XX. Y por eso la fecha que eligieron como línea de entrada en el Antropoceno es 1950” (Salas, 2016).

Estos cambios y los riesgos que representan para la vida en el planeta, han hecho que se pongan en discusión las formas en que se puede adaptar y mitigar, las consecuencias producto

de esta nueva era geológica, y las catastróficas consecuencias de lo que se denomina cambio climático, una prueba de este calentamiento es que “durante el siglo XX se considera que la temperatura del planeta ascendió un 0,6°C ... que se basó en el uso de la energía a partir de combustibles fósiles” (Energías Renovables, 2015), de esta preocupación por el incremento de temperatura la Organización de Naciones Unidas (ONU), creó el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPPC), para que, con base en información técnica y socioeconómica, se realicen proyecciones de las posibles consecuencias, con la finalidad de emitir recomendaciones a los gobiernos, en acciones contra el cambio climático. En el caso particular de México, dio un gran paso en contra del cambio climático en 1988 con la aprobación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente y se ha reforzado con una legislación ambiental robusta, con una base constitucional, base legal, base reglamentaria y base normativa.

1.1. Energía

La humanidad y la vida misma en el planeta están ligados a la energía, desde las de fácil acceso como la solar hasta aquellas que deben ser extraídas del subsuelo, el hombre ha logrado transformarlas y al mismo tiempo ha creado una nueva dependencia principalmente hacia las de origen fósil. Conforme evolucionan las sociedades se va estrechando la relación hombre – energía, su dependencia se intensifica con el transcurso del tiempo y aumenta la cantidad de la demanda, debido a las necesidades como: cocción de alimentos, energía eléctrica, educación, comunicaciones y transporte.

El desarrollo tecnológico juega un papel fundamental en la transformación y conservación de la energía, dando un especial énfasis en la eficiencia energética, que “consiste en reducir la cantidad de energía requerida para proporcionar los mismos productos y servicios”

(Sostenibilidad para todos, s.f.). Por consiguiente, estos avances tecnológicos se encuentran concentrados principalmente, en el desarrollo y aprovechamiento de los hidrocarburos; generando un uso intensivo de estos, con repercusiones a escala global, por acumulación CO₂ y GEI. Esta tan expandido el uso de la energía que tienen como fuente primaria los combustibles fósiles, que “los combustibles fósiles junto con la energía nuclear, todavía suponen el 93% de las fuentes de energía de todo el planeta” (Energías Renovables, 2015), ver figura 1, figura 2 y figura 3.

Asimismo, las energías no renovables (combustibles fósiles y radioactivos), dentro de esta clasificación se encuentran: el carbón, que es uno de los más económicos, pero con altos niveles emisiones y excesiva liberación de material particulado, de ahí que su consumo tenga tendencia a la baja; el gas natural, cabe mencionar es el menos contaminante; y el uranio, el cual no emite GEI ya que solo libera vapor de agua, pero si genera una gran cantidad de desechos clasificados como peligrosos. También están las energías denominadas renovables, las cuales tienen como ventaja que no son finitas como las otras y con impactos menores en el medio ambiente algunos ejemplos de este tipo son: solar térmica, biomasa, solar fotovoltaica, eólico, geotérmico y marina. Se ha intensificado el desarrollo tecnológico en los últimos años para las energías renovables, sin embargo, las no renovables llevan una amplia ventaja en infraestructura y todavía son más rentables en la mayoría de aplicaciones y situaciones, pero este escenario está cambiando rápidamente, tal como se demostró en las Subastas de Largo Plazo en México.

1.1.1. Energías no renovables (Carbón, petróleo y gas natural)

El primer energético utilizado para la generación de electricidad de forma masiva fue el carbón, fue una “dominante de fuente de combustible a finales del siglo XIX. Pero fue

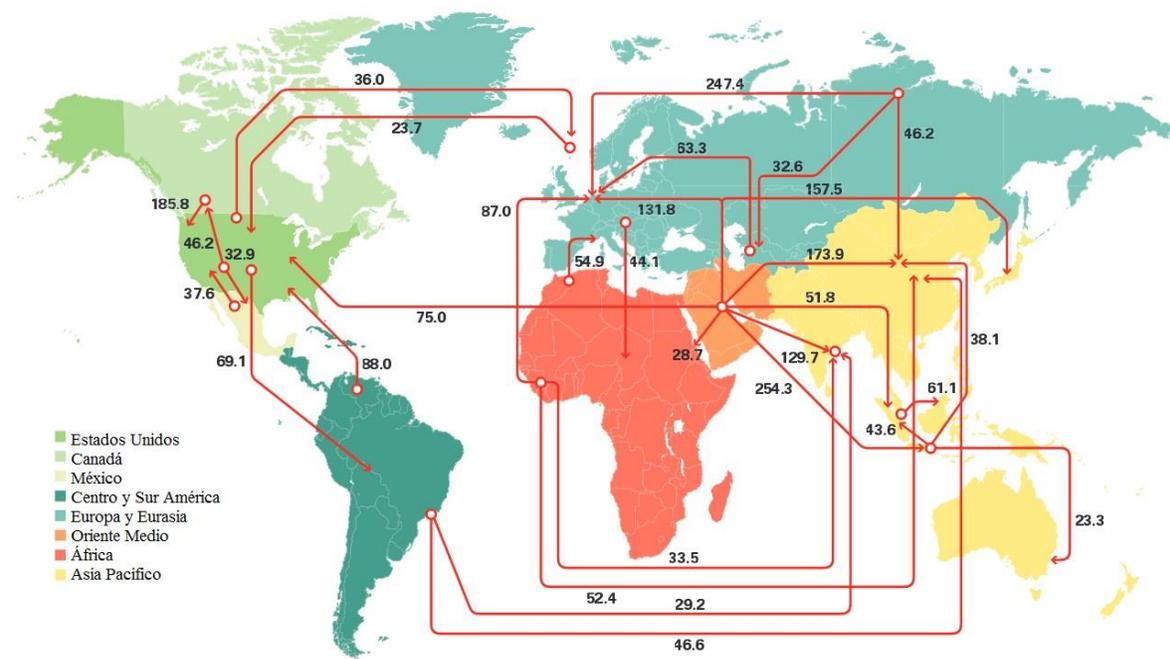
superado por el petróleo como fuente dominante desde 1960.” (Everett, Boyle, Peake, y Ramage, 2012, pp. 6). Es precisamente en este periodo de post guerra, que se intensifica la necesidad de energéticos y materiales para la reconstrucción de los países afectados, con la intención de reestablecer las relaciones comerciales y dinamizar la economía. Así fue como el petróleo fungió como el motor de reconstrucción, al ser el principal combustible de las máquinas de la época. La demanda creciente de este combustible empezó a desplazar al carbón, disminuyendo nichos de aplicación, paso de ser principal energético a ser solo utilizado en ciertos sectores. El petróleo con una demanda bien establecida y una producción ascendente propicio un periodo “de suministro de petróleo a bajos precios desde Oriente Medio. Para 1960 el petróleo era lo suficientemente barato en UK para desplazar al carbón de su uso en centrales eléctricas” (Everett, *et al.*, 2012, pp. 2), este “boom” posicionó al petróleo frente al resto, como el energético más utilizado a nivel mundial y más rentable.

La explotación petrolera trajo consigo grandes avances técnicos y tecnológicos, los países con reservas adoptaron diferentes esquemas de explotación, desde los que decidieron gestionarlos por si solos y los que eligieron la intervención del capital privado. En el caso de México, primero fue inversión extranjera, pero para el 18 de marzo de 1938 se logró la expropiación los hidrocarburos de la nación. Con la regularización del mercado del petróleo a nivel mundial, México se adaptó a esta nueva etapa mercantil, con la finalidad de dar certidumbre a los precios y asegurar una rentabilidad de sus inversiones, por lo que “en 1991 se introdujo el concepto costo alternativo de acuerdo con el cual los precios de los energéticos en México se determinan en función del precio que rige en mercados externos, con los cuales México tiene transacciones comerciales” (Bauer y García-Colín, 1996, pp. 64), esto facilitó las negociaciones de venta de crudo, teniendo como principal mercado de exportación

Estados Unidos de Norteamérica (EE. UU). A pesar de las variaciones en los precios de los hidrocarburos “la rentabilidad de las exportaciones de crudo es muy alta, mientras que tenga un diferencial tan amplio entre su precio de venta y el costo de extracción.” (Bauer y García-Colín, 1989, pp. 43).

Figura 5 Principales movimientos comerciales 2015.

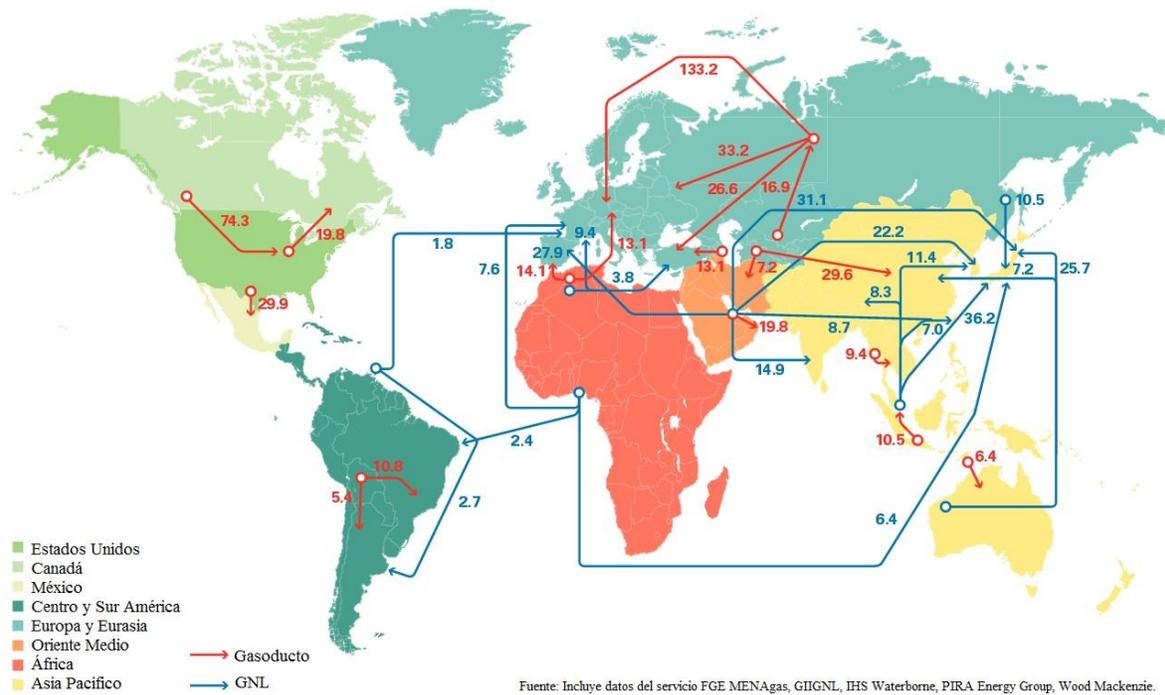
Flujos comerciales en todo el mundo (millones de toneladas)



Fuente: bp, 2016, pp. 19

Figura 6 Principales movimientos comerciales 2015.

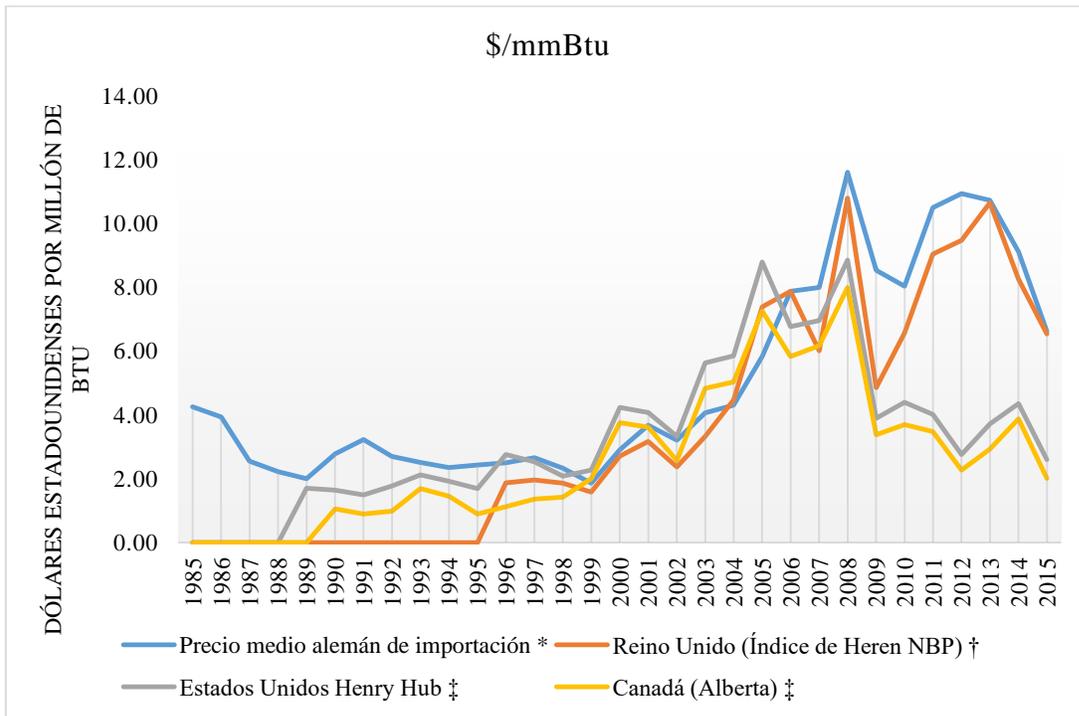
Flujos comerciales en todo el mundo (miles de millones de metros cúbicos)



Fuente: bp, 2016, pp. 29

A continuación, se muestra la evolución de los precios de gas natural y petróleo.

Figura 7 Precios de gas natural 1985 – 2015.



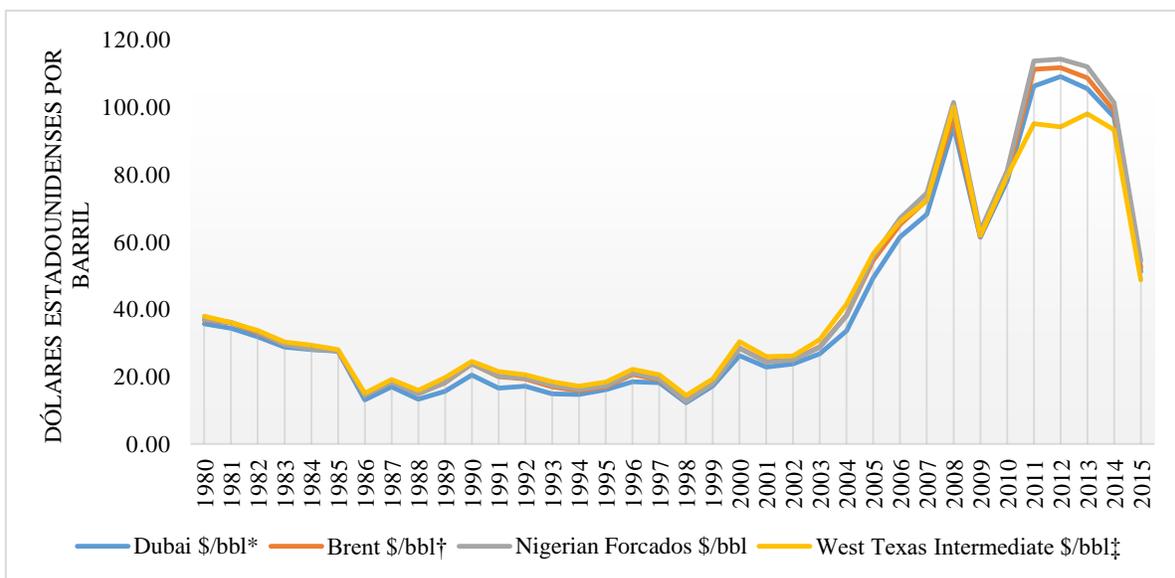
* Fuente: 1985-1990 Oficina Federal Alemana de Estadística, 1991-2015 Oficina Federal Alemana de Economía y Control de Exportaciones (BAFA).

† Fuente: ICIS Heren Energy Ltd.

‡ Fuente: Energy Intelligence Group, Semana de gas natural

Fuente: bp, 2016, pp. 27

Figura 8 Precios del crudo 1980-2015.



* 1980-1985 Arabian Light, fechas 1986-2015 de Dubai.

† 1980-1983 Forties, fechas 1984-2015 Brent.

‡ 1980-1983 Publicado precios WTI, 1984-2015 precios Spot WTI (Cushing).

Fuente: bp, 2016, pp. 14

La renta generada por este sector se convirtió en un pilar fundamental para el desarrollo del país, contribuyendo de manera constante a las finanzas nacionales. El ritmo de explotación, ha acarreado el agotamiento de los yacimientos en uso, razón por la cual, la producción no crece a los ritmos de la demanda internacional, para dinamizar al sector de hidrocarburos, se están buscando a diferentes esquemas de extracción, junto a la explotación de yacimientos con características diferentes a los tradicionalmente utilizados. La tecnología se convierte en un eje que propicia la apertura del sector, ya que no se cuentan con las nuevas maquinarias, se ve la necesidad de buscar formas de poder atraer esta tecnología.

De ahí que, con el desarrollo tecnológico, es posible prospectar yacimientos, tanto en ubicación y tamaño, con una mayor precisión. La petrolera British Petroleum (BP) en junio de 2016, publicó sus Estadísticas de la energía mundial, donde se publican las reservas probadas de gas natural, las cuales se estiman en trillones de metros cúbicos, para finales de: 1995 en 119.9, 2005 en 157.3, 2014 en 187.0 y 2015 186.9” (bp, 2016, pp. 20), por lo que se prevé, una explotación de más de medio siglo, por lo que es necesario utilizar este periodo de tiempo, para usar este combustible, reducir las emisiones de GEI y continuar con el esfuerzo en el desarrollo de otros tipos de fuentes de energía, ya que,

la necesidad de diversificación o sustitución de hidrocarburos no se refiere exclusivamente a que se acaben, si no que en un momento dado los podemos usar en otras direcciones más apropiadas y de mayor valor agregado que sencillamente la

producción de energía, la cual requiere de investigación científica y desarrollo tecnológico (Bauer *et al.*, 1989, pp. 185).

Por lo tanto, el desarrollo tecnológico para una diversificación energética se ha visto limitada a nivel mundial, por la rentabilidad del petróleo esencialmente, en México es necesario centrar los esfuerzos “...especialmente un proceso de interacción dinámica entre tecnologías, recursos naturales, ahorro y uso final de la energía.” (Bauer *et al.*, 1989, pp. 138). Se vuelven fundamentales los cuatro aspectos anteriores, para la población mundial, que esta aumenta con el paso del tiempo de forma exponencial, lo que ocasiona un aumento en la demanda energética, ya que “consumir energía es necesario para nuestro desarrollo económico y social, también tenemos la sensación de que el ritmo actual pone en peligro nuestro estilo de vida” (Estévez, 2013), el cual no es posible sin energía.

Por consiguiente, es innegable que las energías renovables son la mejor alternativa para la demanda presente y futura de energía, “solucionarán muchos de los problemas ambientales, como el cambio climático, los residuos radiactivos, las lluvias ácidas y la contaminación atmosférica. Pero para ello hace falta voluntad política y dinero” (Santamarta, 2004, pp. 34), en el Reporte de la situación mundial de energías renovables de 2016, se aumentó el número de países que están utilizando políticas de energías renovables, llegando a finales de 2015 que “al menos 173 países tenían objetivos establecidos en energía renovable, y se estima que 146 países tenían políticas de apoyo a las energías renovables, ya sea a nivel nacional, estatal o provincial” (Ren21, 2016, pp. 8), para el sector de transporte terrestre la energía renovable en 2015 alcanzó a cubrir el “4% del combustible mundial ... los biocombustibles líquidos continuaron representando la mayor parte de la contribución de energía renovable para el sector” (Ren21, 2016, pp. 7).

En consecuencia, el cambio en los patrones de producción de energía con base en el petróleo, hacia la generación por métodos renovables no es tan sencillo, principalmente por las grandes inversiones en infraestructura que existen a nivel mundial. A pesar de la gran volatilidad en los precios del petróleo, los intereses de las grandes petroleras han mantenido a este energético como el predominante en cuanto a generación de energía. Así es como en este afán de mantener su presencia y rendimientos, las empresas petroleras, en las últimas décadas amplían su gama de explotación de hidrocarburos, generando un mayor dinamismo en las últimas décadas, hacia la explotación de gas natural, ya que se pueden utilizar en ocasiones los mismos yacimientos petroleros para la extracción de este gas, se desarrollaron técnicas y la tecnología necesaria para explotarlo en yacimientos puramente gasíferos, por consecuencia es posible utilizar la infraestructura existente y/o adecuarla.

Estos yacimientos no asociados (solo existe gas natural sin estar compartido con petróleo), han propiciado confianza en el abasto; respaldado por su disponibilidad y abundancia, lo que a su vez a favorecido a una estabilización en los precios, la razón de esto es porque

a partir del descubrimiento y explotación de pozos de gas de esquisto en Estados Unidos, se han incrementado las reservas y expectativas de producción en la región. Debido a lo anterior, desde 2009 existe una tendencia a la baja de los precios del energético (Torres y Corella, 2013).

Pero el que se opte por el uso del gas natural no solo se responde a cuestiones monetarias (es más barato que el petróleo), se fortalece por el aspecto ambiental, ya que al requiere menos procesos de refinación, y al tener mejor combustión se reducen de forma considerable las emisiones GEI; este último aspecto lo hace aún más atractivo para su implementación en los países, ya que al adoptarlo se reducen las emisiones, lo que podría generar un crecimiento

económico que no esté vinculado forzosamente a mayores emisiones. El uso del gas natural no se prevé que sea el energético del futuro, pero este combustible “resulta ser el combustible fósil menos contaminante, su consumo es en cierta medida la transición hacia el mercado de las energías limpias” (Dávalos, 2016), por lo que se puede considerar como el energético del presente el cual está otorgando un lapso de tiempo para la transición no forzada hacia las energías renovables.

1.1.2. Energías renovables, preocupaciones sociales.

Ahora bien, es necesario también hacer notar que, si bien las energías renovables representan un futuro energético menos contaminante, esto no evita que se tengan efectos adversos en el ambiente, como en la pérdida de espacios, paisajes, entre otros. El cuadro a continuación presenta los diferentes tipos de energía y algunas de las principales causas de preocupación en la implementación de cada una de ellas.

Tabla 1 Preocupaciones sociales y medio ambientales asociadas las principales fuentes de energía.

<i>Fuente</i>	<i>Causas de preocupación</i>
Petróleo	Calentamiento global, contaminación del aire por vehículos, lluvia acida, derrames de petróleo, accidentes en las plataformas, despojo de tierras
Gas Natural	Calentamiento global producido por CO2 en su combustión y metano en fugas en los gasoductos, explosión por metano, accidentes en la perforación.
Carbón	Calentamiento global producido por CO2 en su combustión y metano por fugas en las minas, lluvia acida, daños medioambientales por minas a cielo abierto, hundimientos por minas muy profundas, escombros de minas, contaminación de aguas subterráneas, accidentes en la mina, efectos en la salud de los mineros.
Energía Nuclear	Radioactividad (comunicados de rutina, riesgos de accidentes, disposición de desperdicios) mal uso de materiales, proliferación nuclear, contaminación de la tierra por relaves mineros, efectos a la salud de los mineros de uranio.

Biomasa	Efectos en el paisaje, hábitat, y biodiversidad; contaminación de aguas subterráneas por fertilizantes; uso del agua escasa; competencia con la producción de alimentos.
Hidroeléctrica	Efectos de la construcción de presas; desplazamiento de poblaciones, efectos en ríos y aguas subterráneas, intrusión visual y riegos de accidentes, efector río abajo en la agricultura, emisión de metano por biomasa sumergida.
Eólica	Intrusión visual de las turbinas en paisajes sensibles, ruido, golpeo de aves y murciélagos, interferencia con señales de TV, comunicaciones y radares aéreos.
Mareomotriz	Destrucción de la vida silvestre del hábitat, reduce la dispersión de efluentes.
Geotermia	Liberación de gases contaminantes (SO ₂ , H ₂ S, etc.) contaminación de aguas subterráneas por el uso de químicos incluido metales pesados, efectos sísmicos
Energía Solar	Ocupación de grandes áreas de tierra (en el caso de centralizado planta concentradora solar y fotovoltaica), uso de materiales tóxicos como el Cadmio en la manufactura de celdas solares, intrusión visual en ambientes rurales y urbanos

Fuente: Everett, *et al.*, 2012, pp. 507

Es claro que el carbón fue la primera fuente de energía utilizada de forma masiva para las máquinas, con la explotación del petróleo y su intensificación en el periodo de post guerra, fue perdiendo terreno de aplicación el uso del carbón, pero hay estudios que sugieren que “el origen de las industrias presentes de petróleo y gas son alrededor de hace 200 años, en la búsqueda por mejores combustibles para la iluminación.” (Everett, Everett, *et al.*, 2012, pp. 216). Sin embargo, estos recursos son finitos, por lo que es necesaria la constante búsqueda de fuentes de energía. El carbón represento el combustible de las primeras máquinas, y se ha desplazado por el petróleo; no se pretende que el gas natural desplace al petróleo, pero sí que funja como coadyuvante en la transición a las energías renovables. En este sentido, no se debe dejar de lado que las energías renovables están empezando a tener cierto rechazo en diferentes regiones del mundo, se pueden mencionar algunas “controversias en contra de todos los sistemas energéticos, hidráulicos (Europa de Este, India), nucleares (EUA y

Europa), y hasta de fuente no convencionales como la eólica (Gran Bretaña)” (Bauer *et al.*, 1996, pp. 124).

1.2. Gas Natural.

El desarrollo tecnológico ha permitido la diversificación energía, con sus asimetrías en cada una de ellas. Los hidrocarburos continúan siendo el área más desarrollada, la rentabilidad que ofrecen es superior al resto, de ahí su mejora continua. En este sentido este energético en particular resulta ser muy versátil con características específicas que hace que

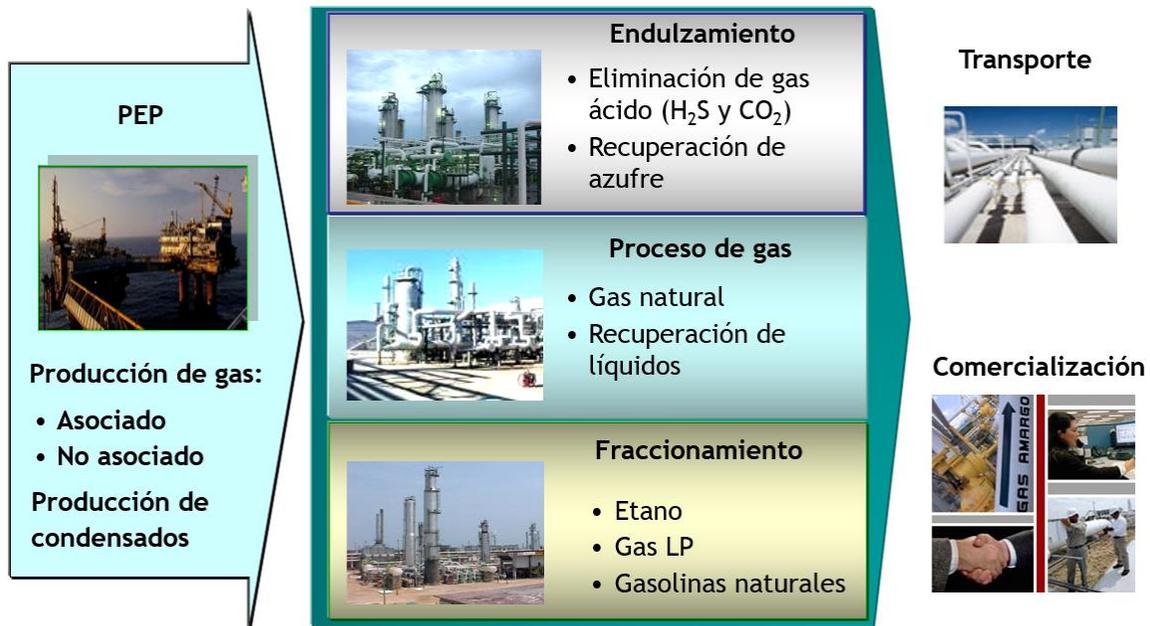
los combustibles derivados del petróleo pueden estar en forma gaseosa, líquida o sólida a la temperatura y presión ambiente. El gas natural y gas licuado (LPG), son obviamente gases; la gasolina, turbosina, querosina, diésel, gasóleo y combustóleo son líquidos y el coque es sólido (Bauer *et al.*, 1989, pp. 281).

1.2.1. Diferencia gas natural y gas licuado de petróleo.

Ahora bien, todos los hidrocarburos se encuentran en el subsuelo en dos tipos de yacimientos: asociados y no asociados. El primero se identifica ya que el espacio es compartido, petróleo y gas natural, mientras que el segundo, es exclusivamente gasífero. En cualquiera de los dos yacimientos, el gas natural contiene menos impurezas que el petróleo, tiene características físicas diferentes y consiste en una “mezcla de hidrocarburos simples que se encuentra en estado gaseoso... El gas natural comercial está compuesto aproximadamente en un 95% de metano (CH₄), que es la molécula más simple de los hidrocarburos” (Pemex Gas y Petroquímica Básica, 2015). Los procesos de refinación en los casos necesarios, son menos complejos, limitándose a lo que se denomina “endulzamiento” el cual consiste en “remover los contaminantes, H₂S (ácido sulfhídrico) y CO₂ (bióxido de carbono), del gas húmedo amargo recibido de los pozos” (Pemex Gas y Petroquímica Básica, s.f., pp. 2).

Ahora bien, en los yacimientos asociados de petróleo, también se pueden encontrar otros gases, como los que constituyen al denominado gas licuado de petróleo (GLP), el cual solo posee características físicas similares al gas natural (por el estado gaseoso), pero las propiedades químicas son diferentes. El GLP es “principalmente de propano y butano” (Pemex Gas y Petroquímica Básica, 2015), pero el proceso de refinación es similar al del gas natural ya que “el gas licuado también se endulza.” (Bauer *et al.*, 1989, pp. 281). Al ser diferentes en composición, el uso de ambos se destina para diferentes sectores, con la finalidad de una eficiencia energética, mientras que el gas natural es empleado en la generación de energía eléctrica y combustible para máquinas, el gas licuado de petróleo se concentra su uso para el uso doméstico. En la siguiente figura se ejemplifica el proceso de endulzamiento, proceso de gas y fraccionamiento.

Figura 9 Proceso de endulzamiento de gas



Nota: PEMEX Exploración y Producción (PEP)

Fuente: XIV Seminario de Ahorro de Energía, Cogeneración y Energía Renovable., 2014, pp. 4

1.2.2. Gas natural comprimido y gas natural licuado.

La utilización del gas natural, para generar principalmente energía eléctrica se debe a que, por sus cualidades químicas, es considerado como un energético que contribuye en la lucha contra del cambio climático por las emisiones de GEI que se evitan, y reducir problemas de contaminación del aire, ya que “emite cero partículas negras en suspensión” (Reyna, 2016). Además, la infraestructura necesaria para su transportación es muy similar a la ya existente (petróleo y derivados), se puede almacenar en contenedores especiales y su transporte y distribución es “Principalmente por ducto pero puede ser transportado de forma líquida o comprimida en buques y autotanques” (Petróleos Mexicanos [PEMEX], 2016). Al procesar el gas natural para el transporte, disminuye el volumen, y en consecuencia se intensifica el contenido energético, y es precisamente como se obtiene

buena densidad energética por unidad de volumen, comprimido o licuado. El gas natural comprimido (GNC) es usado para vehículos de carretera a presiones arriba de 300 atmosferas. El gas natural puede ser licuado enfriándolo a 162°C . Sin embargo, a esta temperatura tan baja puede ser almacenado a presión atmosférica normal. GNL solo tiene la mitad de densidad energética que el petróleo crudo (Everett, *et al.*, 2012, pp. 242);

Ambos procesos de compresión y licuefacción, conllevan un costo y uso de energía, pero, aun así, sus precios son inferiores a los de petróleo y sus derivados, al mismo tiempo que las emisiones al momento de su combustión son en menores cantidades. La siguiente tabla presenta de manera general las emisiones de CO_2 , de los tres principales combustibles fósiles.

Tabla 2 Emisión de Bióxido de Carbono para diferentes combustibles

Combustible	Emisiones de bióxido de carbono/g CO ₂ MJ ⁻¹
Carbón	93
Petróleo	78
Gas Natural	57

Fuente: Everett, *et al.*, 2012, pp. 21)

Con estas dos presentaciones del gas natural: gas natural comprimido (GNC) y gas natural licuado (GNC). Es posible su incorporación, como alternativas para la diversificación energética, en el transporte motorizado por carretera. Es necesario diversificar el energético en el sector transporte ya que este sector continúa con un crecimiento, a ritmo vertiginoso, acrecentando la demanda de energéticos y la intensidad de los mismos, así es como

A nivel mundial, el transporte consumió 26.4% de la demanda final de 2008. En México, el transporte, nacional e internacional, es el sector con mayor consumo de energía. En 2009 representó 48.7% de la energía final consumida (2,224.5 petajoules–PJ–) ... De acuerdo con los resultados obtenidos el autotransporte fue la modalidad que más consumió energía en México. Sin considerar el transporte marítimo, el uso de energía del autotransporte en territorio nacional representó aproximadamente 97% del consumo de energía en territorio nacional, del cual 67% fue para transporte de pasajeros. No obstante, el autotransporte no fue la modalidad con mayor intensidad energética. Ésta correspondió al transporte aéreo tanto de pasajeros como de carga (Secretaría de Energía [SENER] y IEA, 2011, pp. 17).

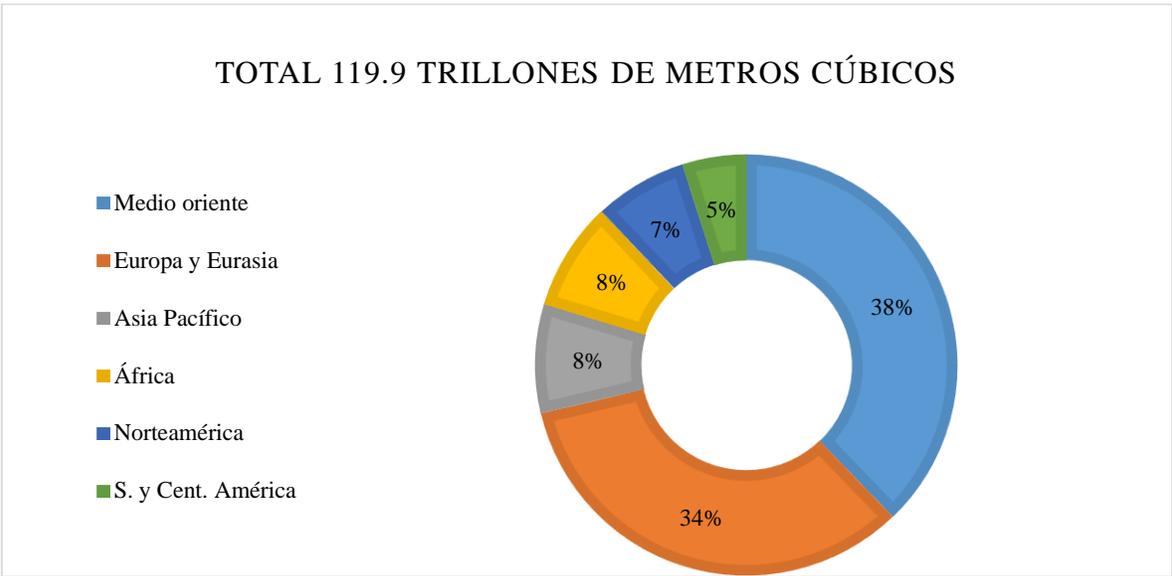
Sin embargo, para 2014, el sector transportes se mantiene como “el sector más intensivo en uso de energía, representando el 45.9%; el industrial, que consumió 32.0%; el residencial, comercial y público con 18.8%; y el agropecuario, con 3.3%” (SENER, 2014, pp. 34).

De ahí que, se estén generando problemas ambientales a nivel global, por las emisiones producto de la combustión de las gasolinas y el diésel, de transporte sobre ruedas y turbosina de los aéreos, por consecuencia para los vehículos, existe una alternativa energética que puede minimizar el impacto ambiental, con una sustitución parcial de estos, por gas natural, “debido a que las características del mismo lo hacen ser uno de los combustibles más limpios, de acuerdo a los subproductos que se generan por su quema” (Vargas y Bauer, 1993, pp. 225). Existe una oferta de vehículos propulsados puramente por este combustible, pero también está la técnica de convertir en híbridos (gas natural – diésel, gas natural – gasolina) los vehículos existentes. Aunque estas tecnologías no están muy popularizadas a nivel internacional, para finales de 2014 “el parque mundial actual de vehículos propulsados por gas natural se acerca a los 18 millones de unidades, aunque todavía representa una parte muy pequeña del parque automovilístico mundial 1.100 millones de vehículos” (Quelart, 2014), aunque estos números no son muy significativos en comparación con las ventas totales de unidades motorizadas, logran demostrar una tendencia hacia la apertura nuevos combustibles, con la finalidad de buscar las vías para una movilidad motorizada sostenible.

1.2.3. Reservas de gas natural.

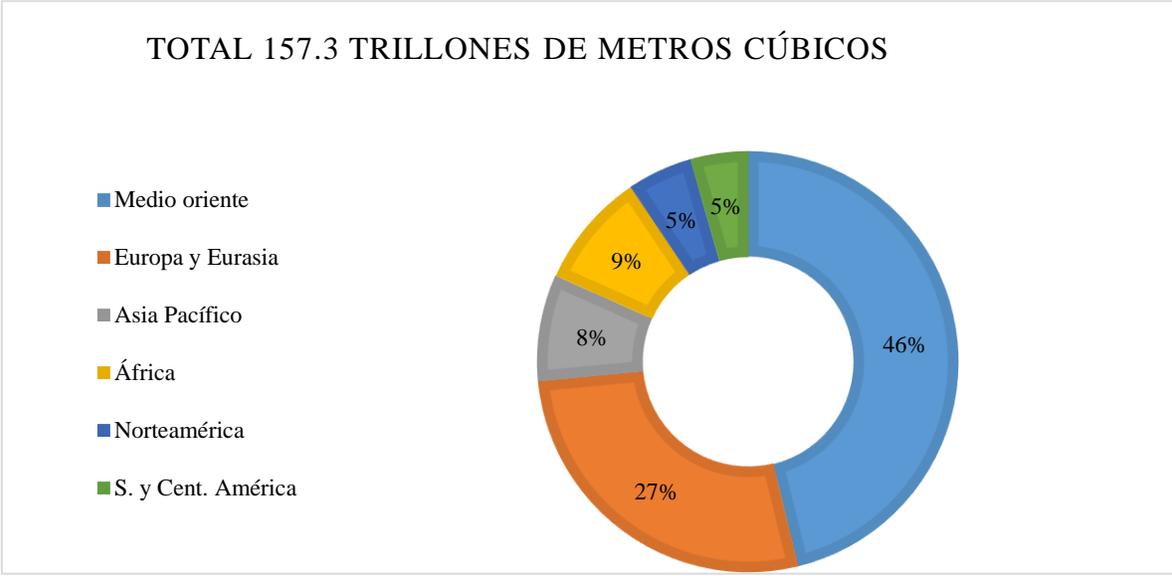
Además de las ventajas en los ahorros en emisiones que supone el gas natural, otras prerrogativas con la que cuenta son: las reservas y distribución de los yacimientos a nivel global. En las siguientes figuras se muestran las reservas de gas natural en tres diferentes periodos de tiempo 1995, 2005 y 2015.

Figura 10 Distribución de reservas probadas en 1995.



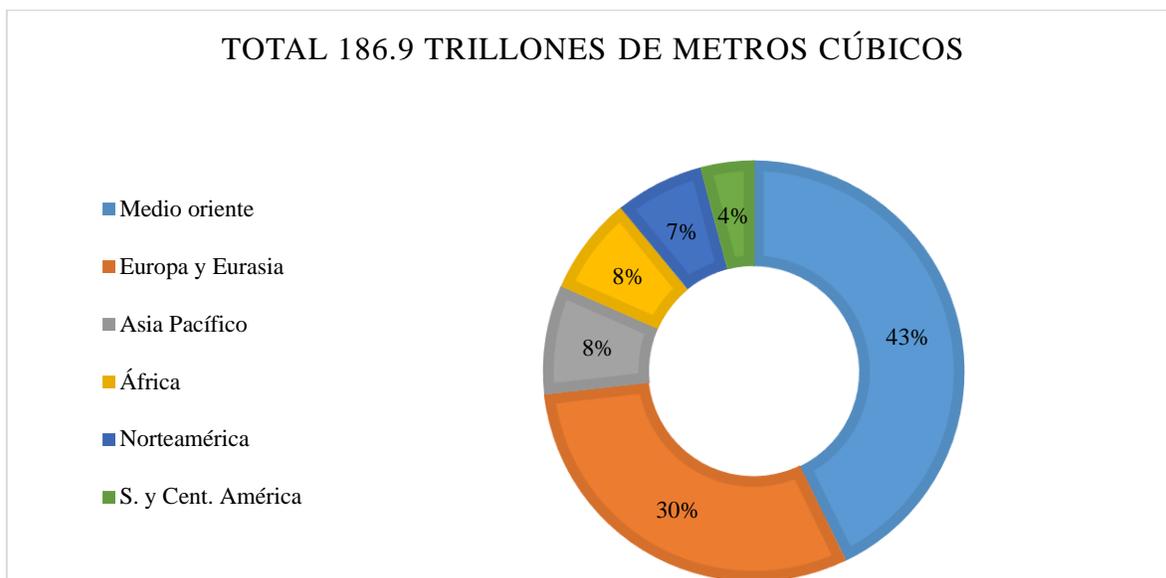
Fuente: bp, 2016, pp. 21

Figura 11 Distribución de reservas probadas en 2005.



Fuente: bp, 2016, pp. 21

Figura 12 Distribución de reservas probadas en 2015.



Fuente: bp, 2016, pp. 21

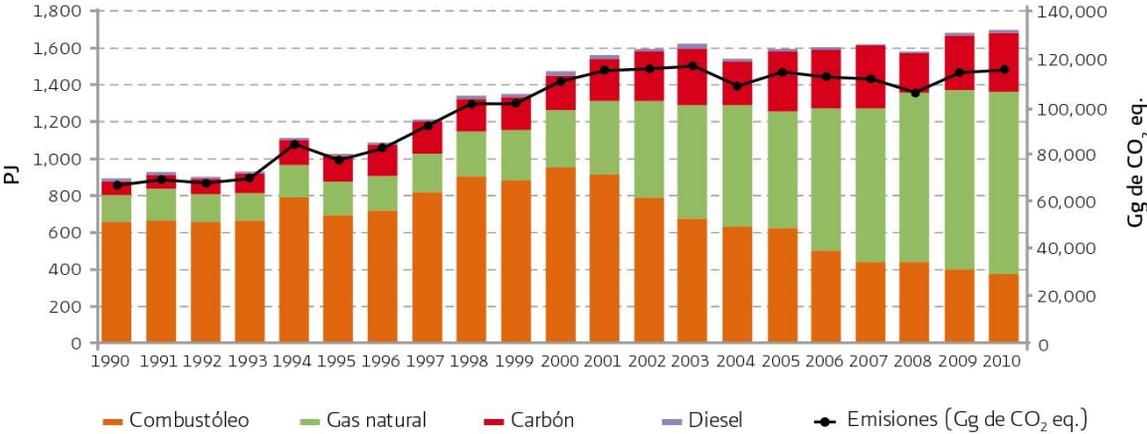
Esta distribución que existe de los yacimientos ha permitido que los países se aventuren en la extracción dentro de sus territorios, en México existen datos de proyectos de infraestructura que se remontan a

1978, la construcción del gaseoducto Cactus-Reynosa, para exportar a Estados Unidos 2000 millones de pies cúbicos diarios de gas natural (aproximadamente 60% del consumo actual del país) se hizo evidente la existencia de grandes excedentes de este energético... la negociación desgastadora y virtualmente fallida de la venta de gas natural a Estados Unidos, el gobierno de México aseguró en 1979 que Pemex y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) modificara sus patrones de consumo de energía y dispondrían de un sistema dual que les permitirá inicial la sustitución de combustibles líquidos por gas natural (Wionczek, 1982 , pp. 100).

Con esta decisión México, empezó su modernización de sus unidades de generación de electricidad, para su conversión en plantas de ciclo combinado (petróleo y/o derivados, con

gas natural), representando una reducción de costos de generación, al mismo tiempo una reducción sustancial de emisiones, y un mejor manejo y conservación de la energía. En la siguiente figura se muestra la sustitución gradual del combustóleo, por gas natural para generación de electricidad y las emisiones resultantes.

Figura 13 Consumo energético (PJ) de la generación de electricidad y la tendencia de emisiones (Gg de CO₂ eq.)



Fuente: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC], 2012, pp. 205

1.2.4. Gas natural en México.

De modo similar, países como EE. UU incursionaron antes que México, en la extracción y utilización del gas natural, su comercialización se remonta a “1920, donde era vendido como sustituto de combustible para calentar y gas para la ciudad, también como combustible para centrales eléctricas. Para finales de 1970 dos terceras partes de la producción y consumo de gas natural estaba en Estados Unidos” (Everett, *et al.*, 2012, pp. 220). Aunque a México la adopción del gas natural tiene menos de 40 años, el suministro del combustible depende en gran medida del exterior (es importado de EE. UU y Canadá), esto no ha frenado la conversión de sus plantas generadoras de electricidad, logrando convertir a cerca del 50% de sus unidades en formas de generación dual con gas natural.

Por la situación que tiene México, como importador de gas natural, principalmente de los vecinos del norte, se decidió por utilizar la forma de medición adoptada en EE. UU, designada como: British Thermal Unit (BTU), “fue originalmente definida como la energía de calor necesaria para calentar una libra de agua en un grado Fahrenheit... ahora es definida en 1055.06 joule.” (Everett, *et al.*, 2012, pp. 44), al estandarizar esta medida el comercio se ha facilitado. A continuación, se muestra las unidades y sus respectivas equivalencias:

$$1\text{m}^3 = 35.3 \text{ ft}^3$$

$$1 \text{ MMBTU} = 1\,000\,000 \text{ BTU} = 293 \text{ kWh} = 1.055 \text{ GJ} = 27\text{m}^3 \text{ o } 1000 \text{ ft}^3 \text{ de gas natural}$$

A gran escala para estadísticas nacional e internacional:

$$1000\text{m}^3 \text{ gas natural} = 39 \text{ GJ} = 10.8 \text{ MWh} = 0.93 \text{ unidades equivalentes de petróleo (TOE)} \text{ (Everett, } \textit{et al.}, 2012, \text{ pp. 241)}$$

El gas natural ofrece ventajas económicas y medioambientales, sobre el petróleo y sus derivados, posicionándose como un energético que puede ser el vínculo entre las energías altamente generadoras de CO₂, hacia las energías limpias y renovables. No hay duda que “la contribución del gas natural y energía nuclear se han incrementado a finales del siglo XX” (Everett, *et al.*, 2012, pp. 6), ambas compartiendo la misión de generar la menor cantidad de emisiones al ambiente.

1.3 Transporte

Desde que el individuo logro ser libre buscó la forma de ampliar sus horizontes y poder conocer otros lugares. Esos deseos por conocer lugares alejados, hicieron que se orientaran los esfuerzos en nuevas formas de movilidad que no involucraran animales, los datos oficiales sobre la primer máquina creada para el transporte se le atribuyó “el primer auto a

nivel mundial, fue construido por Richard Trevithick, con una vida bastante breve” (Everett, *et al.*, 2012, pp. 192), ahora bien, aunque los resultados no fueron los esperados, esto propició un mayor esfuerzo y modificaciones, lo que llevó a un segundo intento,

construido en 1803-4, era similar al primero. El motor entregaba 3Hp (2.25kW), con el propulsor alcanzaba 8 Km/H (5 mph) y su fuente de poder el carbón... quien lo hubiera predicho que esas ruedas sobre una vía de metal darían un giro, en 1804 con la locomotora (Everett, *et al.*, 2012, pp. 193).

Concluida la fase de prueba de la locomotora, fue posible su implementación cuatro años después,

para 1808 llegó el primer tren para pasajeros. Recorriendo una pista circular de 10 metros de diámetro, cerca de lo que es hoy el Euston Square en Londres, era más entretenimiento que un sistema de transporte, pero fue exitoso con el público, hasta que se salió de la vía y se estrelló (Everett, *et al.*, 2012, pp. 193).

A pesar de los desastrosos, se continuó con el desarrollo de la unidad, tomó cerca de 14 años el poder arreglar los desperfectos y adaptaciones técnicas, así fue para “1822 ...por primera vez a nivel mundial el transporte de pasajeros en tren de vapor.” (Everett, *et al.*, 2012, pp. 193), siendo un éxito, lo que generó una nueva expectativa para las personas libres, que concebían la posibilidad de poder realizar desplazamientos de forma colectiva y sin los inconvenientes de la movilidad por medio de animales. Ya “...para 1880 la sociedad ha cambiado completamente. Las personas, teóricamente al menos, son libres de viajar a donde deseen.” (Everett, *et al.*, 2012, pp. 90).

1.3.1. Movilización motorizada.

Con este gran cambio social, los individuos libres, demandaron formas de poder moverse, entre ellas se tenía predilección por la motorizada, lo que provocó que “el uso de caballos no logró llegar al nuevo siglo. En las ciudades el tranvía eléctrico y los motores de gasolina sustituyeron casi completamente su equivalente en caballos para la Primera Guerra Mundial en 1914.” (Everett, *et al.*, 2012, pp. 90). El desarrollo tecnológico para los inicios del siglo XX, en materia de movilidad fueron extraordinarios,

en Estados Unidos, el auto de motor despegó en 1907 con el famoso modelo de FORD “T”. Más de 20 años después Adolfo Hitler introdujo a las carreteras el primer auto europeo, el cual fue llamado “auto del pueblo, de Volkswagen en Alemania en 1930, la verdadera explosión de autos propios en Europa no llegó hasta después de la Segunda Guerra Mundial (Everett, *et al.*, 2012, pp. 90).

1.3.2. El transporte en México.

En México, el desarrollo del transporte se dio a finales del siglo XIX los cambios en las formas de organización se caracterizaron por “la movilidad y el transporte se han convertido en una variable urbana de primer orden y en un reto para el desarrollo urbano de las ciudades.” (Molinero, 2015, pp. 7), desde entonces estos continúan teniendo un gran peso en la conformación y desarrollo de las localidades. En el país para principios del siglo XIX “en las ciudades mexicanas en el transporte público (tranvía de mulitas, tranvías eléctricos, los primeros autobuses) y el cual requería su acceso a pie, las ciudades permanecieron compactas y centradas en los corredores de transporte de entonces” (Molinero, 2015, pp. 24). Las necesidades de transporte, originado por la actividad económica y una creciente clase media dieron un brote en 1920, que desató la adquisición de vehículos acelerando los viajes

interurbanos. La capital de México, fue una de los primeros lugares en manifestar un acelerado crecimiento, con una

fuerte presión demográfica que presentaba en las décadas de 1940 a 1960 y siendo la capital del país, da origen a finales de la década de 1960 a la primera red de transporte público planificada en México, con el inicio de la construcción de la primera etapa del Sistema de Transporte Colectivo Metro.” (Molinero, 2015, pp. 11).

Ya para la década de los 90 la capital tiene grandes problemas de saturación de vialidades, por parte de la población se da una predilección por el transporte individual sobre el colectivo,

Los fuertes niveles de emisiones que empezaron a ser notorios y preocupantes ...en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México llevaron a las autoridades federales a considerar diversos proyectos que integraran formalmente a dos entidades federativas en un esfuerzo de planeación y coordinación administrativa. Esto dio lugar al Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000 (Molinero, 2015, pp. 13).

Asimismo, en México la movilidad motorizada es demandante de cerca de una tercera parte de la energía a partir de combustibles fósiles, con sus respectivas emisiones, los cuales contribuyen con cerca de una quinta parte de los GEI, en el caso de las grandes metrópolis en el país, “consume 8% del tiempo de los habitantes”. (Centro Mario Molina, 2015).

Como resultado del desarrollo de los automóviles, el uso de los combustibles dio un giro, centrándose en el petróleo, su derivado, la gasolina fue utilizada para la movilidad, al mismo

tiempo que creaba una dependencia hacia el energético en cuestión. Tal fue el éxito del automóvil que

la producción de vehículos a motor desde el fin de la Segunda Guerra Mundial, ha aumentado de los 5 millones por año a casi los 50 millones. El crecimiento en la producción se ha ido incrementado a tasas de 1 millón adicional cada año.” (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OECD], 2001, pp. 13).

Este aumento en la producción de automóviles se ha beneficiado del crecimiento de las manchas urbanas, aumentando la cantidad de kilómetros recorridos por cada unidad. Las armadoras logran cada año aumentar sus producciones, estas nuevas unidades y las ya existentes generan una demanda gasolina y diésel en mayor proporción. Es muy alto el grado de propiedad de vehículos en ciertos países. “Los países europeos tienen altos niveles de propiedad de autos cerca de un auto por cada dos personas. En Estados Unidos es mayor, casi a 3 por cada 4 personas” (Everett, *et al.*, 2012, pp. 104), por fortuna los países más densamente poblados, “India y China tienen bajos niveles de uso de energía en el transporte per cápita, pero empiezan a experimentar un crecimiento a un ritmo fenomenal” (Everett, *et al.*, 2012, pp. 190). El dinamismo del sector, es muy acelerado a nivel mundial, sin embargo, en México,

Mientras que la industria de transporte de carga ha crecido a tasas superiores al resto de la economía, el transporte de pasajeros se ha quedado rezagado. El autotransporte de carga, por ejemplo, creció entre 1993 y 2012 a una tasa promedio de 3.9%, lo cual es más de 1.5x la tasa de crecimiento promedio del PIB total durante el periodo. En

contraste, el transporte terrestre de pasajeros creció apenas a una tasa de 1.8% (Martínez, 2012).

Con el sostenido aumento de unidades en circulación y las distancias más largas recorridas “a nivel mundial, automóviles, camiones, autobuses y otros vehículos a motor, continúan jugando un rol predominante en la contaminación del aire” (OECD, 2001, pp. 15), y no solo del aire ya que “el sector transportes es la principal fuente de emisiones de GEI – en particular CO₂ – por lo tanto es el mayor contribuidor para el potencial cambio climático” (OECD, 1997, pp. 5), del gran total de emisiones generadas por el sector, “el transporte por carretera acapara entre 55% y 99% de los GEI generados por el transporte, de las cuales dos terceras partes se le atribuyen los automóviles privados, principalmente en la forma de CO₂” (OECD, 2002, pp. 17), sin embargo, a pesar de los inconvenientes que están ocasionando el uso del diésel y la gasolina (principales combustibles del sector), sería demasiado complejo y caro el pensar migrar a combustibles alternativos, al menos en forma masiva, esta dependencia hacia estos derivados ha permitido la especulación petrolera. Sin embargo, se están observando esfuerzos para utilizar automóviles eléctricos, a nivel mundial, así es como la cuota de mercado ya supero

el 1% en siete países: Noruega, los Países Bajos, Suecia, Dinamarca, Francia, China y el Reino Unido. Las cuotas de mercado alcanzaron el 23% en Noruega y casi el 10% en los Países Bajos en 2015. China emergió como el principal mercado de vehículos eléctricos: sus crecientes ventas de automóviles eléctricos eran mayores en 2015 que en los Estados Unidos. China es también el hogar del despliegue global más fuerte de los eléctricos de 2 ruedas y los autobuses eléctricos (IEA, 2016, pp. 32).

Por consiguiente, solo es posible una diversificación energética en el sector de manera gradual o por nichos, el gas natural puede ser uno de los más factibles al corto plazo, ya que infraestructura necesaria es muy similar a la existente.

Aun con el continuo uso del gas y diésel, es necesario limitar las emisiones producidas por el sector transportes, una de las medidas que se están tomando por parte de las armadoras es el “downsizing” (motores pequeños), como medida para adoptar normas en emisiones y rendimiento de las unidades, estas políticas se ven reflejadas en Estados Unidos con el Corporate Average Fuel Economy (CAFE) y en la Unión Europea con el New European Driving Cycle (NEDC); estos dos programas les fijan parámetros a las armadoras con el fin de “...reducir el consumo de combustible y la emisión de GEI... continuar el uso del diésel o de gasolina pero con motores más pequeños.” (OECD, 2002, pp. 11). Aunque se ha logrado la reducción en el tamaño del cilindraje y su cantidad en los motores, el consumo de gasolina y diésel va en aumento, debido que cada año se incrementan “la cantidad de vehículos y los kilómetros recorridos continúa incrementándose, especialmente de forma acelerada en los países de desarrollo industrial del mundo” (OECD, 2001, pp. 7).

1.3.3. Diversificación energética en el sector.

Se debe continuar con los esfuerzos en desarrollo de infraestructura, enfocada al uso de los combustibles alternos, cada país debe escoger los que considere adecuados a sus intereses, México ya ha realizado algunos intentos por utilizar gas natural en el transporte colectivo de personas, en ciudades como Monterrey N.L. con la *eco vía*, y autobuses a gas natural en los estados de Jalisco, Querétaro, Zacatecas, etc., con la reciente entrada de vehículos eléctricos al país han conjuntado esfuerzos las armadoras Nissan y BMW para la instalación de puntos de estaciones de recarga para estas nuevas unidades; Japón ya cuenta con unidades de recarga

de hidrógeno al igual que el estado de California en Estados Unidos; en Brasil el uso de biodiesel, etc. Los esfuerzos ya se están realizando en favor de una diversificación energética, sin embargo, se debe poner especial atención “en todos los casos de uso alternativo de combustibles, es necesario evaluar el impacto en emisiones GEI, teniendo en cuenta las emisiones generadas en la producción de los combustibles que serán usados” (OECD, 2002, pp. 11). Son varios los países apuestan por el uso de combustibles menos contaminantes, sin embargo, la dependencia global de petróleo es muy significativa,

En la actualidad, la producción y consumo diarios de petróleo a nivel mundial son enormes. el mundo entero produce y consume 86 millones de barriles al día, los cuales cuando se queman liberan 27 millones de toneladas de dióxido de carbono hacia la atmosfera diarios (H. Otterbach, 2014, pp. 12).

De ahí que, el consumo de diésel y gasolina se mantiene creciendo a nivel mundial, no obstante,

Se cree que, en las siguientes décadas, los combustibles no convencionales de recursos alternos (véase biocombustibles) se volverán cada vez más competitivos, al punto donde quemar productos de petrolero como combustible se volverá poco atractivo a nivel económico, lo cual abre la posibilidad de uso y competencia a otros recursos renovables (H. Otterbach, 2014, pp. 11).

La diversificación de combustibles no solo obedece al agotamiento del petróleo, también son preocupante los efectos que está teniendo sobre el planeta, la quema del energético y por consiguiente las emisiones de dicho proceso, de ahí que sea un precursor del cambio climático, por lo que “la transportación personal o pequeños grupos no se contemplan al corto

plazo la sustitución del sistema tanque de combustible-máquina de combustión interna... si en cambio, para la transportación masiva” (Bauer *et al.*, 1989, pp. 133). En este sentido en México, el gas natural se perfila como el combustible alternativo para la transportación masiva, con menor costo y beneficios ambientales.

Al momento de elegir combustibles alternos, se debe tener en cuenta la cantidad de energía necesaria para sus procesos, la energía neta resultante y que este producto final al momento de ser utilizado represente una reducción de emisiones GEI, por lo que se debe considerar nuevas metodologías ya que “las evaluaciones de eficiencia de combustible y emisiones GEI necesitan ser basadas en el uso real del vehículo en lugar de las estimaciones de ciclos oficiales” (OECD, 2002, pp. 12). Estos ciclos oficiales se realizan en condiciones controladas como: dirección del viento, temperatura, buenas condiciones de la carretera, peso de los ocupantes del vehículo, etc., por lo tanto, no refleja las condiciones normales de conducción, costumbres y las condiciones climáticas.

Los resultados de los ciclos oficiales se centran en una evaluación y medición, de las emisiones y de la eficiencia de los motores con respecto a la conservación de la energía. Es precisamente este segundo punto el que nos mide la autonomía de los vehículos, y se ha convertido en una desventaja para la diversificación de combustibles, el reto es lograr que las “energías alternas en vehículos sea menos comprometida en desempeño y autonomía, solo así los usuarios de vehículos harán el cambio en un número significativo” (OECD, 1997, pp. 63), de ahí que, los sistemas de hibridación tienen un mayor éxito en esta diversificación, ya que logran extender la autonomía de las unidades.

Estos sistemas de hibridación están permitiendo una mayor penetración de los combustibles alternos. Sin embargo,

La mayoría de las políticas relacionadas con el transporte continúan enfocándose en el sector de biocombustibles y en el transporte por carretera. Otros medios de transporte también están comenzando a llamar la atención. Sin embargo, hasta el momento las políticas para promover una asociación entre vehículos eléctricos y energía renovable no se han tomado en cuenta lo suficiente (REN21, 2015, pp. 8)

Por consiguiente, una diversificación en combustibles, se traduce en una reducción de necesidades de petróleo y sus derivados al menos para el sector transporte. Canadá es uno de los países que tiene más de tres décadas aplicando recursos, en favor de una diversificación,

desde 1983, Recursos Naturales de Canadá da subvenciones para convertir vehículos de motor a gas natural, resultando en un total de más de 35000 conversiones para 1994 y con 25000 más en camino... para 1995 ya se cuentan con 135 estaciones de recarga (OECD, 2002, pp. 36).

Las acciones a favor de la diversificación se replican a nivel mundial, con una interesante incidencia en el uso de gas natural, de tal forma que

el gobierno de Japón ha estado subsidiando la compra de vehículos GNC y dando las facilidades de recarga desde 1994. Impuestos han sido reducidos para este tipo de vehículos, así como para los vehículos eléctricos, híbridos y metanol... Francia ha introducido una extensión de impuestos efectiva desde el 1 de enero de 1997 por usar vehículos GNC, GLP y eléctricos... Viena ha estado operando autobuses GLP desde 1976. En respuesta a esto, La Republica Eslovaquia reporto la reducción en un 50% los impuestos para vehículos GLP y GNC (OECD, 1997, pp. 64).

Esta creciente tendencia a nivel mundial, por la diversificación de combustibles, ha tenido una constante, el uso de gas natural, en el sector de transporte. Es normal que existan asimetrías entre los países al momento de poder optar por combustibles alternos, pero se debe hacer el “esfuerzo para desarrollar más estrategias para el abatimiento del CO₂. Esto requiere diseñar el paquete costo-efectivo de las políticas y mediciones para reducir emisiones de CO₂ del transporte” (OECD, 1997, pp. 11).

Una de las medidas que propone la Conferencia Europea de Ministros de Transporte (ECMT, por sus siglas en inglés), para estimular es el uso del transporte colectivo es “usar el incremento en el precio del combustible para incentivar a los automovilistas a dejar sus vehículos y optar por el transporte público” (OECD, 1997, pp. 53). La movilización de personas por medios masivos, por sí solo, sin la necesidad de alternativas energéticas, reduciría las emisiones per cápita, al sacar de circulación los vehículos de las personas que opten por el colectivo, pero para lograr que la gente deje sus automóviles es necesarios tener una “alta calidad en el transporte público” (OECD, 1997, pp. 57), al mismo tiempo mejorar el flujo de las personas sobre todo en ciudades densamente pobladas.

Las emisiones del transporte colectivo de pasajeros son influenciadas por diferentes factores, los cuales se pueden obtener con los siguientes tres puntos: “El consumo de combustible (en litros /100 km o en millas /galón) ...Promedio anual de la distancia recorrida ...Número de vehículos en uso” (OECD, 2002, pp. 57).

1.4 Gases Efecto Invernadero (GEI)

La necesidad del hombre por crear condiciones favorables para su vida en la tierra, lo ha llevado a modificar a la naturaleza, creando condiciones que le facilitan su desarrollo en grupos sociales, los usos y las costumbres varían dependiendo de los diferentes lugares donde

se sitúen. Estas sociedades conforme evolucionan, tienden a tener una mayor movilidad, se bajó de los sistemas que empleaban animales para subirse a los motorizados, creando un vínculo sumamente estrecho con los combustibles fósiles. El petróleo y sus derivados han sido capaces de lograr el desplazamiento colectivo e individual a grandes distancias tanto por aire, tierra y mar. El diésel y la gasolina son los principales combustibles para el transporte carretero, lo que ha generado una tendencia sostenida y en aumento en su consumo. Esta intensidad energética, asociado con las emisiones GEI que se liberan durante su combustión, especialmente de CO₂, y la gran cantidad de vehículos existentes, más los que se producen anualmente a nivel mundial, están causando graves efectos negativos a escala global, a tal grado que “la agenda ambiental, alguna vez dominada por la lluvia acida, el Superfund y las sustancias toxicas, ahora está enfocada al calentamiento global, el deterioro de la capa de ozono y el desarrollo sustentable” (Vargas *et al.*, 1993, pp. 105), si no es posible una transición lo suficientemente vertiginosa a combustibles limpios, será necesario la diversificación en conjunto con estrategias para “reducir nuestras emisiones de bióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero, en los esfuerzos para limitar el calentamiento global y el cambio climático” (Everett, *et al*, 2012, pp. 24).

1.4.1. Cambio Climático.

El cambio climático está íntimamente ligado a las actividades del hombre y el uso de combustibles fósiles. Si bien es normal que la tierra tenga ciclos de enfriamiento y calentamiento, el calentamiento global actual es producido por procesos antropogénicos, existen datos oficiales desde

la década de los años ochenta del siglo XX se incrementó la evidencia científica de la posibilidad de cambio climático global, debido a la creciente emisión de Gases de

Efecto Invernadero (GEI) tales como, y solo por nombrar los más importantes: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).” (González, Muñoz y Ortega, 2011, pp. 105).

Al tener impactos globales la emisión de GEI,

consternó a la comunidad científica y llamó la atención de organismos internacionales tales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), de tal manera que una serie de eventos se sucedieron en los años posteriores; de los cuales dos de los siguientes sin duda han definido la dirección actual de la investigación global sobre cambio climático; la creación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (González, et al., 2011, pp. 106).

Con el fin de conocer los alcances y las consecuencias generadas por el cambio climático se logró a nivel mundial reunir dentro del “IPCC como un cuerpo científico líder formado voluntariamente por académicos de diferentes disciplinas alrededor del mundo, cuya tarea primordial es la evaluación rigurosa de información técnica y socioeconómica que se genera” (González, et al, 2011, pp. 106), se encargan de detectar las vulnerabilidades y los espacios geográficos afectados por el cambio climático, hacer predicciones sobre las posibles consecuencias, de tal forma que son capaces emitir recomendaciones para mitigar estos efectos no deseados, este mismo cuerpo científico propone y plantea las acciones que son necesarias de llevar a cabo, con la finalidad de lograr la mitigación y adaptación frente al cambio climático y son categóricos al señalar que “es necesario para 2050 reducir la emisiones en un 50 por ciento con respecto a los niveles de 1990” (González, et al, 2011,

pp. 234), de no llevar a cabo las acciones necesarias serán graves las consecuencias en el futuro, muchos de estos efectos pueden llegar a ser irreversibles, lo que afectaría a la flora y fauna en el planeta y poner en riesgo la vida del hombre.

Los resultados de estos estudios, muestran las probables consecuencias de lo que implica el calentamiento global, la sociedad informada y preocupada por dichos efectos, se está organizando y exigiendo mecanismos de regulación de emisiones de contaminantes, desde la década de los setentas en EEUU los movimientos sociales empezaron a demandar una legislación ambiental seria y efectiva, estos movimientos se empezaron a diseminar a nivel mundial, con sus diferentes alcances y modalidades. Para 1969 EE. UU la presión de la sociedad logró, que se diseñara el instrumento conocido como la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). En México este tipo de esfuerzos y demandas encaminadas a la protección ambiental, tuvieron sus propios movimientos y principios conforme a la situación del país, teniendo un “poderoso hincapié en la protección de la salud pública, en vez de belleza y permanencia (sin incluir la protección de la biósfera)” (Vargas, *et al.*, 1993, pp. 44), pero a pesar que las demandas eran diferentes a la de los Estados Unidos, el movimiento en México tuvo sus propios frutos uno de ellos se dio

el 28 de enero de 1988 los legisladores aprobaron la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente, que define los principios y metas de la ley sobre medio ambiente y establece los dispositivos de regulación creados para lograr esas metas (Vargas, *et al.*, 1993, pp. 45),

misma que aun rige y es una gran herramienta para promover la protección ambiental.

Estos esfuerzos por la conservación y protección ambiental, se manifiesta en las legislaciones y reglamentos de los países, México tiene una extensa reglamentación al respecto a nivel nacional, pero no solo se limita a su territorio, también se ha suscrito en acuerdos internacionales en contra del cambio climático y GEI, desde la adopción de las EIA, la firma del protocolo de Kioto en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático “tratado internacional ambiental cuyo propósito es estabilizar las concentraciones de emisiones de GEI en la atmosfera u un nivel que prevenga una interferencia peligrosa con el sistema climático mundial” (González, et al., 2011, pp. 106), manifestando su compromiso en limitar sus emisiones, en fechas recientes dando mayor impulso a la diversificación energética, con el compromiso de generar las condiciones de sustentabilidad, la cual

radica en gestionar de manera adecuada las diferentes medidas y acciones para alcanzar dos objetivos principales... primero una seguridad energética que permita planear un desarrollo económico y social adecuado... segundo, lograr una reducción o estabilización de las emisiones de CO2 generadas en los procesos de producción y consumo de las diferentes formas de energía.” (González, et al., 2011, pp. 214).

2. Marco Legal.

EL Marco legal, se refiere a leyes, que suelen interpretarse como un conjunto de restricciones, que obedecen más a la necesidad de encauzar y delinear de un proyecto, con la finalidad de alcanzar un desarrollo económico y social en cada país. El marco legal nos proporciona las bases sobre las cuales las instituciones construyen y determinan el alcance y naturaleza de su participación política. En México se encuentra fundamentada en La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Para el contenido del trabajo se contemplaron solo aquellas que, por su contenido, están vinculadas directamente con el transporte colectivo de personas, que a su vez fungen como reguladores del sector. Así mismo, las emisiones que genera este sector son preocupantes por los estragos que generan a nivel mundial, de ahí que, también se seleccionaron las leyes que tienen carácter de reducción de emisiones, de tal forma que estas se puedan vincular con el uso de gas natural, como medida de reducción de la contaminación.

2.1. Bases jurídicas para el transporte.

Se muestran las referencias legales directamente ligadas al sector de transporte colectivo de personas, con fundamento en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, enmarcados en los artículos 115 y 122. Dicho documento dota a los estados en la gestión y organización de este sector, haciendo necesario la inclusión de las leyes orgánicas de la administración pública de los estados, incluyendo el Distrito Federal, siendo el estado de Sinaloa el único que no contempla de manera tacita mandatos bien definidos.

2.1.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política, como la máxima Ley del estado mexicano es el eje rector, por lo que cualquier actividad debe estar supeditado a dicho documento, en este sentido es el

encargado de otorgar al sector transporte colectivo de persona de bases jurídicas, dichas facultades se establecen en los siguientes artículos:

- Artículo 115. En la fracción V, donde concede a los estados las facultades señaladas en el inciso h, que se refiere a “Intervenir en la formulación y aplicación de programas de transporte público de pasajeros cuando aquellos afecten su ámbito territorial” (Cámara de Diputados, 2015).
- Artículo 122. Este es aplicable solo para el Distrito Federal, en su base primera fracción V, inciso K, señala “Regular la prestación y la concesión de los servicios públicos” (Cámara de Diputados, 2015), dentro de estas actividades se cita el transporte urbano. En la base quinta, la presencia de un Tribunal de Justicia Administrativa, autónomo, para arbitrar controversias de la administración pública del Distrito Federal, para imponer sanciones, estas controversias se pueden generar para el transporte de personas en lo establecido en el inciso G, que se refiere a las colindancias del Distrito Federal y las zonas conurbadas, de acuerdo con el artículo 115, fracción VI de esta Constitución, en materia de ... preservación y restauración del equilibrio ecológico; transporte, agua potable y drenaje... sus respectivos gobiernos podrán suscribir convenios para la creación de comisiones metropolitanas en las que concurren y participen con apego a sus leyes (Cámara de Diputados, 2015).

2.1.2. Ley orgánica de la administración pública de los estados.

Las leyes orgánicas son la que dotan a los estados su organización pública estatal y las atribuciones del Ejecutivo del Estado. Cada estado dispone de configuraciones distintas y priorizan ciertos sectores, los estados que mayor énfasis hacen en el sector transportes de

encuentran: Chiapas, Distrito Federal, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Oaxaca, Puebla y Quintana Roo. Lo refleja la importancia del transporte colectivo de personas y su optimización con la finalidad de minimizar los efectos negativos de este, a tal grado que algunos estados empiezan buscar una compatibilidad entre este sector y una conservación del medio ambiente, precisamente en este apartado la diversificación de combustibles podría ayudar para encontrar ese punto de equilibrio, el gas natural (usado en algunos estados) se presenta como una alternativa económica y compatible con los fines ambientales.

A continuación, se señalan los artículos de las leyes orgánicas de los estados que dan sustento al transporte en cada uno de ellos, entre los principales puntos a destacar de estos documentos son:

- De estas leyes se les da sustento los reglamentos de tránsito, en las que se señalan las especificaciones técnicas que deben cumplir las unidades. Entre una de las más recurrentes es de la vida útil de los vehículos, en la cual el promedio es de 10 años. Que funcionen correctamente, no se piden bitácoras de mantenimiento en ningún caso, pero hay ciertos estados que, si exigen una verificación vehicular más minuciosa, la cual sobrepasa las revisiones de las condiciones físicas y mecánicas, concretamente se refiere a las emisiones de los tubos de escape.
- Tienen la facultad de hacer cumplir leyes y reglamentos, que tienen injerencia en el transporte público. Entre las funciones están: la expedición, revalidación, canje, de licencias para conducir vehículos, tarjetas de circulación, placas o calcomanías del servicio público. También tienen autoridad sobre la fijación de tarifas para el transporte y su negociación con el concesionario. Además de tener autoridad para autorizar nuevas

rutas o la modificación de las existentes y la búsqueda de alternativas viales, por consiguiente, la instalación de los paraderos.

- Se le confiere autoridad sobre los programas de servicio de transporte público, tales como: la autorización de cambios de unidades y fijar frecuencias y horarios de las unidades de transporte. Además, la recepción y revisión de las solicitudes de las concesiones para la prestación del servicio de transporte público, en carreteras estatales, caminos vecinales y demás vías de jurisdicción estatal.
- En temas de infraestructura, se les confiere su construcción y operación, que faciliten la movilidad.
- Injerencia en el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y calidad ambiental, aunque no está generalizado. Campeche y Guerrero, manifiestan que el transporte debe ser compatible con una mejora en la calidad ambiental. Jalisco, también pronuncia que este sector debe en cierta medida proteger el ambiente. Morelos, que la explotación del servicio del transporte público debe conservar en cierta medida el ambiente. Nuevo León, el uso de programas que lleven a un desarrollo urbano sustentable.
- El estado de Sinaloa, fue el único que, en su ley orgánica, no contempla directamente facultades sobre el transporte público o el cuidado del medio ambiente.

Para una mayor información sobre los artículos de las leyes orgánicas, de los estados, que tienen relación con el transporte colectivo de personas y el cuidado del ambiente, revisar anexo 1.

2.2. Bases legislación ambiental.

La reducción en las emisiones de CO₂, es una tarea que se ha estado esparciendo por todo el mundo, enfatizado por el reemplazo de la obtención de energía con carbón y petróleo,

enfocando la búsqueda en fuentes menos contaminantes y/o renovables, estas pueden resultar costosas en la medida que se estandaricen se podría ver una reducción en el precio. México se cuenta con una larga tradición petrolera y reservas para el mediano plazo, lo que puede ser un factor determinante para lograr que “la sustitución de los hidrocarburos como energético no será a través de una transición forzada; nuestra riqueza petrolera permite disponer de tiempo razonable para planearla.” (Bauer, *et al.*, 1989, pp. 134), aunque la apuesta del país aún sigue siendo claramente el uso del petróleo hasta su agotamiento. Es por eso que el país toma este compromiso y lo plasma en sus leyes, mismas proponen una diversificación energética, la cual podría coadyuvar a que el gas natural se posiciones como combustible para el transporte colectivo de personas.

2.2.1. Base Constitucional.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 25, establece el que facilitara las condiciones para un “desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales”(Cámara de Diputados, 2015), para fortalecer el desarrollo económico nacional, en este sentido el gas natural ya está cumpliendo con esto, a menos en la generación de electricidad, ya que se está usando con este propósito, lo que ha disminuido las emisiones que aportaba este sector, de aplicarse este combustible de forma amplia en el transporte colectivo de personas también tendría el mismo efecto de minimización de la contaminación. Para preservar y restaurar el equilibrio ecológico, en el artículo 27, la nación puede imponer a la propiedad privada modalidades y a los elementos naturales una apropiación, con fines de beneficio social y distribución equitativa de la riqueza. En áreas urbanas regula los asentamientos humanos y su expansión, mientras que, en áreas rurales el fomento de actividades económicas (agrícolas y ganaderas).

Para la expedición de leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico, según lo establecido en el artículo 73, inciso 4a, Fracción XXIX-G, tanto los gobiernos: federal, estatal y municipal, podrán expedir leyes es esta materia, siempre que sea dentro de sus competencias.

2.2.2. Base Legal

Leyes reglamentarias del artículo 27 constitucional en el ramo del petróleo:

En el artículo 4 Bis de esta ley, el petróleo debe ser orientado a intenses nacionales, principalmente a garantizar una seguridad energética, con criterios de: “sustentabilidad de la plataforma anual de extracción de hidrocarburos, diversificación de mercados, incorporación del mayor valor agregado a sus productos, desarrollo de la planta productiva nacional y protección del medio ambiente” (Cámara de diputados , 2014, pp. 3). De ahí que, el artículo 9, señala que se debe promover el desarrollo sustentable en la industria petrolera, fomentando:

la protección, la restauración y la conservación de los ecosistemas, además de cumplir estrictamente con las leyes, reglamentos y demás normatividad aplicable en materia de medio ambiente, recursos naturales, aguas, bosques, flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, así como de pesca (Cámara de diputados , 2014, pp. 4).

Asimismo, PEMEX si llega a incurrir en algún accidente, según el artículo 7 Bis, deberá realizar las actividades necesarias para reparar los daños al medio ambiente y contribuir monetariamente al equilibrio ecológico.

Ley General de Salud

Uno de los objetivos del Sistema Nacional de Salud, en materia de medio ambiente, se señala en el artículo 6 inciso V, enfatizando que el sistema debe ser participe en el “mejoramiento de las condiciones sanitarias del medio ambiente que propicien el desarrollo satisfactorio de la vida” (Secretaría de Salud, 2007, pp. 3). La Secretaría de Salud está facultada, con base en el artículo 96, para la investigación y desarrollo de acciones, para el control de efectos dañinos del ambiente que tienen repercusiones en la salud. Por lo tanto, es capaz de establecer “los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente” (Secretaría de Salud, 2007, pp. 37), establecido en el artículo 118, en esta ley el uso del gas natural para el transporte colectivo de personas, generaría un escenario favorable para la salud de su población, porque durante su combustión no emite material particulado por los tubos de escape de las unidades, el cual afecta directamente a la salud.

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental

En el artículo 3 de esta ley, se definen los conceptos de:

- Ambiente. Todas aquellas unidades que facilitan el desarrollo del ser humano, pueden ser naturales o artificiales, y se incluyen los organismos vivos (no humanos) que están presentes en el mismo espacio y tiempo.
- Contaminación. Son los compuestos que causan un desequilibrio ecológico.
- Desarrollo sustentable. Uso de criterios e indicadores, ambiental, económico y social, para mejorar la calidad de vida, conservar el equilibrio ecológico y aprovechar los recursos naturales, con la finalidad de garantizar la satisfacción de necesidades de las próximas generaciones.

- Emisión. Cualquier sustancia o tipo de energía, liberada al ambiente.

La federación es la que está facultada a la aplicación de esta ley, de acuerdo al artículo 5 de la misma, para realizar “acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal” (Cámara de diputados , 2013, pp. 6). Por consiguiente, debe regular todas actividades relacionadas de exploración y explotación de los recursos del subsuelo (minerales y demás recursos), ya que de acuerdo a la fracción XVI del mismo artículo, dichas acciones pueden llegar a ocasionar efectos sobre el equilibrio ecológico. En consecuencia, cualquier actividad debe minimizar o reparar los daños que ocasione y de acuerdo al artículo 15 fracción IV, se debe incentivar: la protección al ambiente, y la mitigación y la adaptación al cambio climático. Por lo tanto, la federación es capaz de otorgar estímulos fiscales, con base en el artículo 22 Bis fracción XII, para garantizar el derecho “a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar” (Cámara de diputados , 2013, pp. 15).

Por su parte los estados, pueden emplear política ambiental dentro de sus zonas de jurisdicción que no sean de atribución federal, en materia de preservación y restauración de equilibrio ecológico, establecido en el artículo 7 fracción II.

2.2.3. Base reglamentaria.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El objetivo de esta ley se encuentra definido en su artículo 3 fracción IV, y radica en la preservación del medio ambiente y del equilibrio ecológico, por medio de una actividad forestal. Por lo que en base al artículo 22 fracción XXV, la Comisión Nacional Forestal, será la encargada de la formulación y aplicación de programas de: “de prevención, protección,

conservación, y restauración de los recursos y suelos forestales” (Camara de Diputados, 2015, pp. 20). Como parte de la política forestal de carácter ambiental y silvícola, el artículo 33 fracción I, marca como criterio obligatorio el mejoramiento de los centros de población, de las vías de comunicación y la disminución de la contaminación. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, está facultada, con base en el artículo 82, para establecer medidas anexas al manejo forestal y de mitigación de impactos ambientales.

2.2.4. Base Normativa.

En el artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

A continuación, se enlistan las NOMS en Materia de impacto ambiental:

- NOM-150-SEMARNAT-2006. Se refiere a las especificaciones técnicas de pozos geotérmicos fuera de “áreas naturales protegidas y terrenos forestales y es de observancia obligatoria” (SEMARNAT, 2015, pp. 4).
- NOM-044-SEMARNAT-2006. Establece los límites máximos permitidos “emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible” (SEMARNAT, 2006), en la norma se encuentran dos tablas que muestran los límites, en g/bhp-hr -gramos por caballo de fuerza al freno por hora y en g/Kwhr - gramos por kilowatt por hora.
- NOM-052-SEMARNAT-2005. Abarca “el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos” (SEMARNAT, 2015, pp. 4).
- NOM-053-SEMARNAT-1993. Pauta “el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente (SEMARNAT, 2015, pp. 4)

- NOM-041-SEMARNAT-2015. Establece cuales son los limites superiores permitidos de emisiones, que se liberan del tubo de escape de vehículos motorizados que utilizan gasolina. Y para las unidades a importarse, se “deberá demostrar, mediante certificados emitidos por unidades de verificación acreditadas y aprobadas, que las emisiones a la atmosfera se encuentran dentro de los límites permitidos por las regulaciones aplicables” (SEMARNAT, 2015, pp. 1).
- NOM-076-SEMARNAT-2012. Fija los límites máximos de emisiones de “hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible” (SEMARNAT, 2012, pp. 1), en vehículos pesados nuevos (mayor de 3,857 kilogramos), que utilicen los siguientes combustibles: gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos.
- NOM-085-SEMARNAT-2011. Este se aplica para las fuentes fijas de combustión, que utilizan combustibles convencionales, de personas físicas y morales, mediante la metodología del punto 6 de esta NOM, se logran establecer, “los niveles máximos permisibles de emisión de humo, partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x) de los equipos de combustión de calentamiento indirecto ...con el fin de proteger la calidad del aire” (SEMARNAT, 2012).
- NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005. Se refiere a especificaciones de debe cumplir los combustibles fósiles sobre protección ambiental, ya sean producidos en el país o de importación. Esta gama de combustibles que deben cumplir con dichas la NOM son: gasolinas, diésel (automotores, marino y agrícola), turbosina, combustible líquidos de uso doméstico e industrial (diésel, gasóleo y combustóleo) y gas licuado de petróleo.

Si para alguno de estos combustibles es necesario agregar un aditivo, el combustible no se encuentra especificado dentro de la norma (caso del gas natural), será necesario entregar información de las especificaciones de estos con la finalidad de “evaluar las ventajas ambientales del mismo y demostrar que por su uso no se afectarían ...los vehículos, ni se produce ningún efecto nocivo en la salud de la población” (SEMARNAT, 2006).

- NOM-117-SEMARNAT-2006. La protección ambiental que debe haber en zonas rurales durante: “la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto” (SEMARNAT, 2009).
- NOM-129-SEMARNAT-2006. La protección ambiental necesaria en las redes de gas natural, en áreas urbanas y suburbanas en: “la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono de redes de distribución” (SEMARNAT, 2007).
- NOM-149-SEMARNAT-2006. La protección ambiental en los pozos petroleros, desde “actividades de perforación, mantenimiento y abandono” (SEMARNAT, 2007)
- NOM-143-SEMARNAT-2003. Requerimientos ambientales para el manejo de agua mezclada con hidrocarburos, ya que puede representar un riesgo de: “eventual contaminación de acuíferos en el proceso de inyección a formaciones receptoras, la contaminación de cuerpos receptores si no se cuenta con parámetros de limpieza, y la contaminación del suelo cuando se producen derrames accidentales en su transporte” (SEMARNAT, 2005, pp. 2)
- NOM-115-SEMARNAT-2003. La protección ambiental que se debe hacer fuera de áreas naturales protegidas o terrenos forestales, en pozos petroleros terrestres, en su perforación

y mantenimiento, ya que estas dos actividades pueden ocasionar efectos negativos al ambiente, “es posible prevenirlos, mitigarlos y compensarlos ... de realizarse en estricto apego a las especificaciones y medidas preventivas de protección al ambiente que incorpora la presente Norma Oficial” (SEMARNAT, 2004, pp. 1).

2.3. Transporte de Gas Natural

2.3.1. Base constitucional.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 25, establece en su párrafo cuarto, que todos los sectores deben contribuir al desarrollo de la Nación. Además, en el párrafo sexto, que los sectores social y privado, pueden participar para estimular áreas del desarrollo. En el artículo 27 párrafo sexto, que solo por medio de concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal, está permitido la explotación y aprovechamiento de recursos. El artículo 28 párrafo cuarto, menciona que las áreas estratégicas que el estado lo maneje de forma exclusiva no serán clasificados como monopolios, entre ellos se encuentran el “servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, y la exploración y extracción del petróleo y de los demás hidrocarburos, en los términos de los párrafos sexto y séptimo del artículo 27”(Cámara de Diputados, 2015).

Con el Decreto por el que se reforman y adicionan los artículos 25, 27 y 28, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía, se crea un artículo único, con varios transitorios:

- Quinto. Las empresas productivas del estado (PEMEX) podrá celebrar contratos de exploración y explotación de hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos, con particulares.

- Sexto. La Secretaría del ramo en materia de Energía será la encargada de adjudicar a PEMEX las áreas de exploración y los campos que estén en producción.
- Octavo. Ya que las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos se consideran estratégicos, tendrán prioridad sobre cualquier aprovechamiento que se realice en el subsuelo o la superficie.
- Décimo. se establecen los plazos para otorgar atribuciones a las dependencia y órganos federales. A la Secretaría del ramo en materia de Energía, la elaboración de contratos y lineamientos del proceso de licitación, también el otorgar permisos de refinación y procesamiento de gas natural. La Comisión Nacional de Hidrocarburos, será el apoyo técnico a la Secretaría del ramo en materia de Energía. La Comisión Reguladora de Energía, en materia de hidrocarburos, será la responsable de dar los permisos de almacenamiento, el transporte y la distribución por ductos de petróleo, gas, petrolíferos y petroquímicos; la regulación de acceso de terceros a los ductos de transporte y al almacenamiento de hidrocarburos y sus derivados, y la regulación de las ventas de primera mano de dichos productos(Cámara de Diputados, 2015).
Y la Secretaría del ramo en materia de Hacienda, impondrá las condiciones económicas a las licitaciones y los contratos.
- Décimo Sexto. Después de los 12 meses de vigor de la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, se debe crear el Centro Nacional de Control del Gas Natural, el cual estará “encargado de la operación del sistema nacional de ductos de transporte y almacenamiento”(Cámara de Diputados, 2015), mismo que PEMEX debe ceder a este nuevo a esta nueva institución.

2.4. Leyes, regulaciones y acuerdos.

Con la aprobación de la Reforma Energética y sus leyes secundarias, se acentúa la necesidad de una diversificación energética, ya no proporcionada por el estado, cediendo al capital privado la generación de energías menos contaminantes. Con estas modificaciones “necesarias” para el país, en el ramo energético, aun no se prevén grandes cambios al corto plazo, se puede observar que “la evolución en la demanda de energía será dominada por los hidrocarburos (petróleo y gas), pero se prevé un uso intensivo de las nuevas tecnologías para ser más eficiente la energía generada mediante esta fuente” (Bauer *et al.*, 1989, pp. 139), la apuesta sobre la eficiencia energética traerá consigo la reducción de emisiones lo que permitirá a su vez un ahorro energético.

Una vez abierto el sector energético del país, concretamente en el apartado del gas natural, lo que se espera lograr con la Reforma Energética, es reproducir las formas en las cuales

Estados Unidos... ha eliminado la mayoría de los controles federales sobre la producción de gas natural y procesos para despejar otros segmentos de esa industria está bastante avanzado. En el pasado, las compañías transportadoras de gas por tubería compraban gas y lo vendían a los consumidores o lo distribuían a otras compañías, pero este sistema hoy ha cambiado. La producción, transporte, almacenamiento y distribución se han separado y los requisitos reguladores se han reducido considerablemente (Vargas, *et al.*, 1993, pp. 157),

con la incursión del capital privado, se pueden proponer nuevas técnicas de explotación que no se practicaban en el país como las aguas profundas y los yacimientos no asociados, esta último con técnicas de explotación muy controversiales como la fractura hidráulica, que ha causado reacciones en contra a nivel mundial.

2.4.1. Reforma energética.

Entre los artículos constitucionales modificados para poder promulgar la Reforma Energética, fueron: “Se reforman los párrafos cuarto, sexto y octavo del artículo 25; el párrafo sexto del artículo 27; los párrafos cuarto y sexto del artículo 28; y se adicionan un párrafo séptimo, recorriéndose los subsecuentes en su orden, al artículo 27; un párrafo octavo, recorriéndose los subsecuentes en su orden, al artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos” (Presidencia de la Republica, 2014, pp. 1). Entre las modificaciones el artículo 25, añade el concepto “empresas productivas del Estado”, que serán las que tengan a cargo de forma exclusiva las áreas estratégicas, con esto Petróleos Mexicanos y Comisión Federal de Electricidad pasarán a ser empresas productivas del Estado. Para el artículo 27 se suprime la restricción que impide los contratos para la extracción de hidrocarburos del subsuelo, permitiendo la participación de capital privado en la exploración y extracción de hidrocarburos bajo diversos esquemas. Y por último el artículo 28 por su parte, quita a la petroquímica básica como área estratégica, lo que abre la participación de capital privado con ciertas regulaciones, en la cadena de valor después de la extracción, incluyendo el transporte, tanto de petróleo crudo, gas natural y sus líquidos, como de petroquímicos y refinados, a través de permisos que se otorguen en los términos que establezca la legislación secundaria.

Dentro de esta apertura se le concede a la

Comisión Reguladora de Energía: en materia de hidrocarburos, la regulación y el otorgamiento de permisos para el almacenamiento, el transporte y la distribución por ductos de petróleo, gas, petrolíferos y petroquímicos; la regulación de acceso de terceros a los ductos de transporte y al almacenamiento de hidrocarburos y sus

derivados, y la regulación de las ventas de primera mano de dichos productos. En materia de electricidad, la regulación y el otorgamiento de permisos para la generación, así como las tarifas de porteo para transmisión y distribución (Presidencia de la Republica, 2014, pp. 13).

Trayendo con esto la creación del Centro Nacional de Control del Gas Natural quien administre la infraestructura para el transporte por ducto y almacenamiento de gas natural. Así mismo la creación del “Centro Nacional de Control de Energía dará a la Comisión Federal de Electricidad el apoyo necesario, hasta por doce meses posteriores a su creación, para que continúe operando sus redes del servicio público de transmisión y distribución en condiciones de continuidad, eficiencia y seguridad” (Presidencia de la Republica, 2014, pp. 23). En el documento se plantea la generación de electricidad con energías más limpias y con reducción de emisión de contaminantes, el cual será reforzado por el Programa Nacional para el aprovechamiento Sustentable de la Energía.

2.4.1.1. Leyes Secundarias

Ley de Hidrocarburos y reforma a la Ley de Inversión Extranjera; a la Ley Minera; y a la Ley de Asociaciones Público Privadas.

Esta Ley en materia de gas natural, tiene como objetivo en su artículo 2 inciso III, el regular “El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el Transporte, Almacenamiento, Distribución, comercialización y Expendio al Publico de Gas Natural” (Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, 2014, pp. 2). El artículo 27, prevé que las concesiones mineras no necesitaran un proceso de licitación y contrato (exploración y extracción), siempre y cuando el gas natural este “contenido en la veta de carbón mineral y producido por la misma” (Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, 2014, pp. 30), pero

si se pretende solo la exploración y extracción del gas natural, sin explotación del carbón, entonces si será necesario el que se otorgue un permiso por medio de la Comisión Nacional de Hidrocarburos. De tal forma que esta comisión, en términos del artículo 43, solo podrá adjudicar el aprovechamiento de gas natural, siempre este contenido en yacimientos asociados.

Los permisos a la realización de actividades en materia de gas natural, se encuentran en el artículo 48, donde la Secretaria de Energía, será la encargada de dar autorizaciones para el procesamiento de gas natural y petróleo, por su parte la Comisión Reguladora de Energía, se encargará de gestionar el “Transporte, compresión, regasificación, al Público de Distribución, descompresión, Expendio Petrolíferos o Petroquímicos” (Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, 2014, pp. 54). Así mismo, el artículo 60, permite que el transporte por ducto de estos combustibles pueda hacerse por medio de Sistemas Integrados, para aumentar la extensión de la red. Estos sistemas integrados para el gas natural, se citan en el artículo 65, que pueden conducir a “Equipos descompresión, instalaciones vinculadas a la infraestructura de Transporte y Almacenamiento” (Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, 2014, pp. 65).

La institución encarga para administrar el Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural, de acuerdo al artículo 66, será el Centro Nacional de Control del Gas Natural, por lo que en lo dispuesto en el artículo 74, se podrán celebrar convenios de desarrollo de ductos entre permisionarios y usuarios.

La Secretaria de Energía se encargará de otorgar, modificar y revocar, los permisos para el procesamiento de gas natural, y exportación e importación de hidrocarburos, de acuerdo al artículo 80. Por su parte el artículo 81, otorga a la Comisión Reguladora de Energía el regular

y supervisar: transporte, transporte por ducto y almacenamiento y comercialización de petroquímicos; y la distribución, comercialización, “regasificación, licuefacción, compresión y descompresión de Gas Natural” (Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, 2014, pp. 78). Además, el de “Aprobar las bases de las licitaciones que realice el Centro Nacional de Control del Gas Natural” (Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, 2014, pp. 78). Y con apoyo de la Secretaría de Energía, determinar las zonas geográficas para los ductos de distribución.

Ley de la Industria Eléctrica; Ley de Energía Geotérmica; y reforma a la Ley de Aguas Nacionales.

El artículo 11, le otorga facultades a la Secretaría de Energía para “Asegurar la coordinación con los órganos reguladores en materia de la industria eléctrica, las demás autoridades relevantes para la industria eléctrica, el CENACE y el Centro Nacional de Control del Gas Natural” (Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, 2014, pp. 20).

Ley de Órganos Reguladores Coordinados; reforma a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; y Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente.

De acuerdo al artículo 41 de esta ley, la Comisión Nacional de Hidrocarburos, será la responsable del “aprovechamiento del gas natural asociado en las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos” (Presidencia de la República, 2014, pp. 33), así mismo, maximizar en el largo plazo, el factor de recuperación y alcanzar los volúmenes máximos de extracción de petróleo crudo y de gas natural.

Ley de Petróleos Mexicanos; Ley de la Comisión Federal de Electricidad; y reforma a otros ordenamientos.

Con las reformas estructurales, las paraestatales PEMEX y CFE, se convierten en empresas productivas del estado (EPE), permitiendo al primero principalmente la celebración de contratos con empresas privadas. EL artículo 5 de la Ley de Petróleos Mexicanos, le permite a PEMEX la exploración, extracción, recolección, venta y comercialización de hidrocarburos (líquidos y gaseosos). Por su parte CFE, se le confiere por medio de la Ley de la Comisión Federal de la Electricidad, en su artículo 5, el poder realizar actividades de “importación, exportación, transporte, almacenamiento, compra y venta de gas natural, carbón y cualquier otro combustible” (Presidencia de la República, 2014, pp. 110)

Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos; reforma a la Ley Federal de Derechos; a la Ley de Coordinación Fiscal; y Ley del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo.

En el artículo 6 de esta Ley, se establece que los “Contratos de licencia establecerán ...Contraprestaciones” (Presidencia de la República, 2014, pp. 7): a favor del estado (un bono a la firma, cuota contractual para la fase exploratoria, las regalías del artículo 24 y una tasa al valor contractual) y a favor del Contratista (el pago por la extracción de hidrocarburos, además de las contraprestaciones a favor del estado). Por consiguiente, el artículo 24, están las fórmulas para determinar cada una de los valores contractuales aplicables al petróleo, gas natural (asociado y no asociado, se calculan de diferente manera) y condensados. Se debe también pagar un derecho de extracción de hidrocarburos, el cual debe ser de forma mensual, con las tasas establecidas en el artículo 44. Además, existe el cobro de un derecho de exploración, el cual se realiza por medio de cuotas mensuales, establecido en el artículo 45.

En cambio, en el artículo 32, se establecen las formas de calcular el impuesto sobre la renta: a los contratistas, personas morales y EPE.

Reforma a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria; y a la Ley General de Deuda Pública.

Esta Ley en su artículo 2 fracción XXIII Bis, establece la creación del Fondo Mexicano de Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo, y de acuerdo a la fracción XXX Bis, se harán transferencias de dicho fondo para el presupuesto de egresos. También se creará una reserva del fondo, para ahorro a largo plazo, establecido en la fracción XLVII Bis. Al mismo tiempo, en el artículo 21 fracción II, prevé el uso de los recursos de la reserva del fondo, por la “disminución de los ingresos del Gobierno Federal, asociada a menores ingresos petroleros, así como a una menor recaudación impuestos, ...por debajo de los estimados para la Ley de Ingresos” (Presidencia de la República, 2014, pp. 7).

2.4.2. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND).

Refleja el problema que está causando el crecimiento de la mancha urbanas, y las zonas de trabajo lejos de las viviendas, y la falta de densidad adecuada no permite la inversión en transportes eficientes, lo que ocasiona “altos costos de transporte para los trabajadores y las empresas” (Gobierno de la República, 2013, pp. 51). Además, eso está ocasionando que se aumenten los kilómetros diarios recorridos ya que las distancias son mayores (la infraestructura carretera es de 374,262 km), provocando el aumento de la demanda de combustibles para el transporte motorizado, tales como la gasolina (principalmente para transporte individual) y el diésel (más común para el transporte colectivo), y la producción de estos (refinación), ha estado a la baja, causando “un déficit en el abasto de energéticos, que ha sido cubierto con crecientes importaciones” (Gobierno de la República, 2013, pp. 79).

También se reconoce el problema de que “muchas de las ciudades del país no cuentan con sistemas de transporte urbano masivo de calidad” (Gobierno de la República, 2013, pp. 81), así que se propone la mejora en el servicio (mayor seguridad y menores accidentes), diferentes modos de transporte con sistemas integrados de movilidad (multimodal). Teniendo en cuenta que se debe seguir fomentando el transporte colectivo y el transporte no motorizado como una forma de movilidad sustentable (Estrategia 2.5.1). En esta misma línea, como parte del combate al cambio climático se propone una economía de bajo carbono, donde el servicio de transportarte público, puede encontrar combustibles alternativos para lograrlo (Estrategia 4.4.3). Al mismo tiempo, hay líneas de acción dedicadas al transporte colectivo, en el que se proponen el uso de tecnologías para optimizar el desplazamiento, fomentar el uso de transporte colectivo y disminuir el uso del automóvil, y formas no motorizadas (bicicleta y peatonal) (Estrategia 4.9.1).

En el apartado de energéticos se “plantea abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva” (Gobierno de la República, 2013, pp. 86), por lo que se tiene concebido el incrementar el suministro de petróleo, gas natural y gasolina. La Estrategia 4.6.1, propone líneas de acción, en materia de gas natural: la explotación de los “yacimientos no convencionales como los lutita” (Gobierno de la República, 2013, pp. 137); elevar la recuperación de gas natural en yacimientos asociados; y asegurar el abastecimiento de gas natural mediante la producción e importación.

2.4.3. Prospectiva del Sector Eléctrico 2015 - 2029

Se tiene el compromiso de la diversificación energética, intentando dar prioridad a las energías renovables y aumentando su participación en la generación de energía eléctrica, pero también se tiene la intención de dar mayor impulso al uso del gas natural. En este sentido,

“se espera que el gas natural sea el combustible que más participación tenga dentro de la generación eléctrica con un promedio del 77.2% del total, a lo largo del período prospectivo” (Secretaría de Energía [SENER], 2015, pp. 85). Esta diversificación de combustibles para la generación de energía eléctrica, hace un uso intensivo de gas natural, con lo que se ha logrado que disminuyan “los costos de generación de energía eléctrica, sustituyendo combustibles como el combustóleo que es más caro y altamente contaminante” (SENER, 2015, pp. 50).

En el país, la producción interna de gas natural no es suficiente para satisfacer la demanda del energético, lo que lo ha “convirtiendo al país en un importador neto de gas” (SENER, 2015, pp. 112). La intensiva explotación de gas natural en Canadá y EE. UU. y la ampliación en infraestructura para la importación del energético, favorece a que México importe el combustible desde estos países, con la ventaja que tienen el menor precio a nivel mundial, debido a que el “precio del gas natural en México se encuentra indexado al del mercado Henry Hub de Estados Unidos, que actualmente presenta los menores precios de gas natural” (SENER, 2015, pp. 113).

Se tiene dentro de la prospectiva un escenario de precios del gas natural, “el precio spot del gas natural Henry Hub (en dólares de 2013) se eleva de 3.6 dólares por millón de BTU’s (USD/mm BTU) en 2015 a 4.8 USD/mmBTU en 2020 y a 7.8 USD/mm BTU 2040” (SENER, 2015, pp. 42), esta elevación en los precios se atribuye a la penetración de este combustible en un mayor número de sectores.

Como parte de la tendencia en la utilización del combustible dentro del país, se prevé el continuo desarrollo de la red de distribución, “PEMEX reforzará el sistema troncal de transporte de gas del norte al centro y en el sureste del país, con lo que se incrementará la

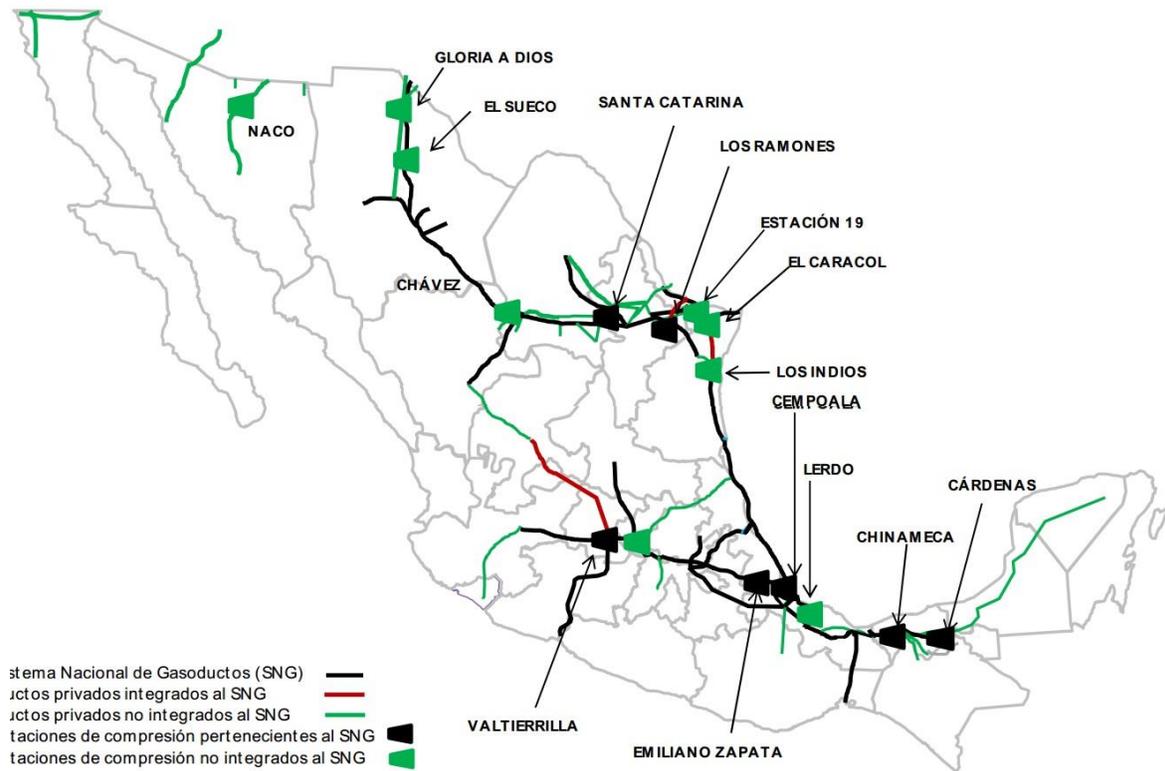
disponibilidad de gas natural y su red de transporte” (SENER, 2015, pp. 98), y el desarrollo de infraestructura en las regiones del país que aún no cuenta con el energético.

2.4.4. Prospectiva Gas Natural y Gas LP 2015-2029

Con la reforma energética se dio el decreto para la creación de Centro Nacional de Control del Gas Natural (CENAGAS), y la Comisión Reguladora de Energía (CRE) le otorgó el “permiso para llevar a cabo la gestión y administración de manera independiente del Sistema de Transporte y Almacenamiento Nacional Integrado de Gas Natural” (SENER, 2015, pp. 27), con la finalidad de continuar con el suministro del energético dentro del país. El transporte se podrá hacer por vía terrestre (autotanques, semirremolques, carrotanques), marítima (buquetanques) y por medio de gasoductos, este último es el “sistema de transporte de gas natural más importante del país, integrado por más de 8,700 km de gasoductos instalados a lo largo de todo el territorio mexicano, con una capacidad de 5,107 millones de pies cúbicos diarios (mmpcd)” (SENER, 2015, pp. 27).

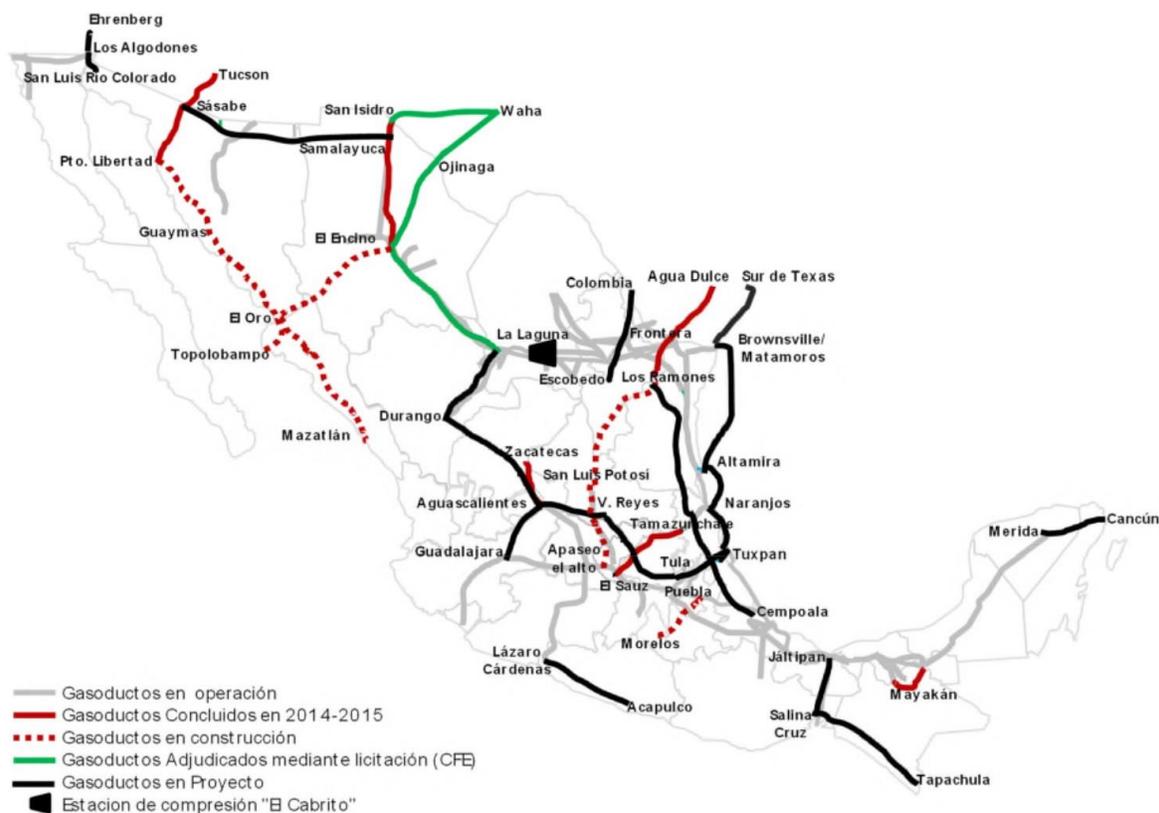
Así mismo, ya existen concesiones para el transporte de gas natural, “al terminó de 2014 existían 25 permisos vigentes de transporte de acceso abierto aprobados a inversionistas privados, de los cuales 21 estaban operando y 4 se encuentran en proceso de construcción” (SENER, 2015, pp. 34). Las figuras a continuación muestran la infraestructura existente en el país y la futura ampliación.

Figura 14 Infraestructura actual de gas natural.



Fuente: SENER, 2015, pp. 61

Figura 15 Red de Gasoductos 2015-2019.



Fuente: SENER, 2015, pp. 88

En el sector transporte la demanda de combustibles “disminuyó 0.6% respecto al 2013, posicionándose en 5,743.8 mmpcdgne. En este sector la gasolina sigue siendo el combustible más utilizado con una demanda de 3,728.2 mmpcdgne, seguida del diésel con 1,874.0 mmpcdgne, ...y gas natural comprimido ...2.3 mmpcdgne” (SENER, 2015, pp. 48). La siguiente tabla muestra la demanda de combustibles de este sector.

Tabla 3 Demanda de combustibles en el sector autotransportes 2004-2014.

Año	Gas L.P	Gas Natural Comprimido	Gasolina	Diésel	total
2004	154.7	2.0	3054.7	1412.4	4623.8
2005	137.5	1.9	3224.7	1514.8	4879.0
2006	109.0	2.0	3449.5	1651.6	5212.0

2007	118.3	1.9	3651.3	1748.1	5519.5
2008	109.7	1.7	3803.6	1853.7	5768.6
2009	104.1	1.5	3803.1	1756.4	5665.1
2010	103.3	1.4	3849.8	1809.6	5764.1
2011	113.5	1.5	3837.8	1836.7	5789.4
2012	127.4	1.8	3857.3	1892.0	5878.5
2013	139.0	2.4	3779.0	1855.9	5776.2
2014	139.3	2.3	3728.2	1874.0	5743.8
tmca 2004-2014	-1	1.2	2	2.9	2.2

Nota: Tasa media de crecimiento anual (tmca)

Los datos en la tabla están en millones de pies cúbicos diarios de gas natural equivalente (mmpcdgne)

Fuente: SENER, 2015, pp. 48

2.4.5. Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 (ENE).

Se enfoca a la demanda de energéticos que se requiere para el crecimiento de la economía y atender demanda la insatisfecha. También el promocionar la eficiencia energética, tanto en el consumo como en los procesos de producción de energía.

Para hacer frente a la demanda energética es necesario la utilización de plantas de ciclo combinado con base en gas natural, “combustible con el cual actualmente se genera cerca del 50% de la electricidad del país” (SENER, 2014, pp. 4), por la mayor eficiencia de estas plantas con respecto a las que emplean derivados del petróleo. Lo que ha provocado una mayor demanda en la importación de este energético.

El transporte colectivo y su penetración en las ciudades es básico para promover la eficiencia energética y más aun tomando en cuenta que este sector puede ser energizado por el gas natural, mejorando el rendimiento con una disminución de emisiones. “En términos de intensidad energética, el sector transporte es clave para reducir significativamente la demanda del país, al representar cerca de la mitad del consumo energético nacional” (SENER, 2014, pp. 13).

Desde los años ochenta, en México se ha ido consolidando una estructura eléctrica en la que el consumo de productos refinados derivados del petróleo, se encuentran en proceso de sustitución por gas natural. El acceso a este se ha concentrado en las grandes ciudades dejando al resto con gas LP. A partir de 1995

se permitió la participación privada en actividades de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, la expansión del sistema nacional de gasoductos ha sido limitada, lo que resulta insuficiente para atender la tendencia creciente en los niveles de demanda nacional de este combustible” (SENER, 2014, pp. 22),

esta disparidad entre el aumento de la demanda y su incapacidad de transporte ha provocado: la saturación de transporte en el Sistema Nacional de Gasoductos y limitaciones en el transporte de gas natural, entre los puntos de oferta y los puntos de consumo. “En el último año, estas restricciones han generado continuas ‘alertas críticas’, las cuales han provocado que los consumidores industriales reduzcan sus niveles de consumo, o sustituyan el consumo de gas natural por otros combustibles más caros y contaminantes” (SENER, 2014, pp. 23). Estos problemas de abastecimiento se suman a la falta de capacidad de almacenamiento de gas natural. Resultado de estas limitantes se tienen proyectos para ampliar la red de gasoductos y se buscan formas alternas para transportarlo a los lugares apartados de la red, ya que precisamente son esos lugares, los que utilizan combustibles más contaminantes y de mayor costo. La dependencia hacia este energético es cada vez es mayor, lo que ha estimulado diversificar las fuentes de suministro. El almacenamiento es crucial para garantizar el abasto, esto teniendo en cuenta la mayor parte de este energético es importado. Según las cifras de incorporaciones al 1 de enero de 2012 las reservas de Gas Natural en

México ascienden a “61.6 MMMMPc” (SENER, 2014, pp. 47). Está claro que el uso de este energético, permitirá al país su transición hacia el uso de energías más limpias.

Por su relevancia se prevé la explotación del gas natural, en sus yacimientos denominados no convencionales, lo que se traduce al uso de la técnica de fracturación hidráulica para la explotación del gas de lutitas, aquí es donde el país debe ser muy cuidadoso por los riesgos ambientales que este tipo de técnicas supone y además que deberá adaptarse a las condiciones legales, ambientales y económicas. Actualmente el precio del gas natural en México se encuentra vinculado a la referencia de Estados Unidos conocida como Henry Hub, el cual hasta dicta el precio de este energético en Norteamérica, resultando que sea más barato frente al resto del mundo, esta principalmente influenciado por la explotación del gas de lutitas y su abundancia en Estados Unidos.

Resultado de esto y el de aplicar las estrategias macadas se espera “avanzar hacia la transición energética. Diversificar la matriz energética aprovechando la disponibilidad de gas natural como combustible para la transición hacia un sector más sustentable y el uso de energías renovables y tecnologías limpias” (SENER, 2014, pp. 65). Es necesario contar con la infraestructura suficiente y adecuada que cumplan con la regulación aplicable y aprovechar los recursos de la nación.

2.4.6. Estrategia Nacional de Cambio Climático 2013

Con Visión 10-20-40. En este sentido cabe señalar que México en 2011 contribuyo con el “1.4% de las emisiones globales derivadas principalmente de la quema de combustibles fósiles. De acuerdo con estas cifras, México es el décimo segundo país con mayores emisiones del mundo” (SEMARNAT, 2014, pp. 13).

Dicha estrategia plantea para los próximos 10 años en el apartado de la movilidad que tanto el sector público como privado utilicen sistemas más sustentables, es aquí donde el uso del gas natural puede ser una alternativa viable y con menor costo, así también se estima el uso de vehículos eléctricos, los cuales podrían ser recargados con energía eléctrica producida en plantas de ciclos combinados. Para los 20 años siguientes se pretende el uso de sistemas de transporte colectivo eficientes y limpios, al igual que para el transporte de mercancías. Ya para los siguientes 40 años la estandarización de trenes y vehículos eléctricos, que ha lo proyectado en estrategias anteriores se ve claramente que la energía eléctrica será generada mayormente con el uso del gas natural. En base a esto se pretende “el incentivar el uso de tecnologías y combustibles que disminuyan la emisión de carbono negro” (SEMARNAT, 2014, pp. 53).

2.4.7. Ley General de Cambio Climático 2012 (LGCC).

Tiene por objetivo “Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera” (Cámara de Diputados, 2014, pp. 1), esto con el fin de una transición hacia una generación de energía baja en emisiones de carbono. Como uno de sus objetivos para la mitigación de GEI, se pretende reducir la quema y venteo de gas y promover el transporte público, masivo con la sustitución de los combustibles tradicionales, y es aquí donde el gas natural debe ser aprovechado por sus capacidades, costos y baja emisión de contaminantes. En este contexto es donde la administración pública federal, estados y municipios pueden incentivar el uso de este energético para cumplir con la reducción de contaminantes.

Derivado de la evaluación de esta Ley, señala el “Elevar los estándares de eficiencia energética de los automotores a través de la creación de normas de eficiencia para

vehículos nuevos” (Cámara de Diputados, 2014, pp. 39), en la actualidad ya existe en el mercado los vehículos propulsados por gas natural, aunque estos aún no han llegado a México por la falta de infraestructura necesaria. Siguiendo con la evaluación planeta “reducir la quema y venteo de gas para disminuir las pérdidas en los procesos de extracción y en los sistemas de distribución y garantizar al máximo el aprovechamiento del gas en instalaciones industriales, petroleras, gaseras y de refinación” (Cámara de Diputados, 2014, pp. 39).

2.4.8. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Establece que tienen facultades los municipios, conforme al artículo 8 de esta Ley y las leyes locales, el control de “los servicios de alcantarillado, limpia, mercados, centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transporte locales” (Cámara de Diputados, 2013, pp. 10), con la finalidad de proteger al ambiente, al mismo tiempo, la preservación y restauración del equilibrio ecológico, siempre que no se irrumpan las facultades de los estados o la federación.

En materia de transporte, el objetivo de la política ambiental, establecida en el artículo 23, aplicable a los asentamientos humanos, se considera que “se deberá privilegiar el establecimiento de sistemas de transporte colectivo y otros medios de alta eficiencia energética y ambiental” (Cámara de Diputados, 2013, pp. 22), por consiguiente, en prevención y contaminación, el artículo 112, les otorga facultades a los estados y municipios: establecer y operar sistemas para la verificación de emisiones en automotores; el monitoreo de la calidad del aire; en el transporte público establecer “requisitos y procedimientos para regular las emisiones ...y en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación” (Cámara de Diputados, 2013, pp. 60),

2.4.9. Ley de Transición Energética.

Los objetivos de esta ley están establecidos en el artículo 2, principales el uso de las energías limpias, como la forma más viable para la reducción de emisiones, al mismo tiempo, prevé por cuestiones de rentabilidad la generación de emisiones, pero solo para la generación de electricidad. Por esto se esfuerza en la promoción y uso de las energías renovables, al mismo tiempo que promueve el uso de los residuos con fines de generación de electricidad. El objetivo de esta ley, complementa directamente los objetivos a su vez de la Ley General de Cambio Climático.

El Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE), de acuerdo al artículo 36 de esta ley, será la encargada de promoción de la eficiencia energética y el aprovechamiento sustentable de la energía. En materia de movilidad, promover “vehículos energéticamente eficientes ...y la sustitución de combustibles en el uso de transporte individual que utilice hidrocarburos” (Cámara de Diputados, 2015, pp. 15). Ahora bien, el título cuarto (Del financiamiento y la inversión para la transición energética), contiene las formas de: financiamiento, los fondos para la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía y el financiamiento para el aprovechamiento.

3. Impactos socioeconómicos del transporte colectivo de personas.

3.1. Transporte colectivo de personas.

En primer lugar, es necesario establecer que a que se refiere el concepto *autobús*, se tomará el que utiliza la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), la cual lo define como “bus, incluye todos los servicios de pasajeros basados en vías, frecuencia y rutas fijas, incluyendo todos los tamaños de buses desde microbuses de 9 asientos... hasta los más grandes y rígidos...y los buses biarticulados” (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit [GIZ], 2015, pp. 1).

Con una creciente tendencia en América Latina hacia la concentración de sus poblaciones en centros urbanos, es necesario solucionar los problemas actuales de transporte, que propensión estimada de los flujos de población es que “casi el 80% de la población de la región vive en centros urbanos y esa proporción llegará a cerca del 90% en las próximas décadas” (Alcântara, Kogan, Azán, y Miquilena, 2015, pp. 5). Del buen funcionamiento de los sistemas de transporte depende el desarrollo urbano y económico, al mismo tiempo con una gestión adecuada mejora la calidad de vida de sus habitantes brindándoles acceso a servicios básicos de salud y educación.

3.1.1. Economía del transporte.

No obstante desde la década de los sesenta se da un cambio en la forma de abordar la problemática que implica el transporte creando la Economía del Transporte ya que “la evaluación de las infraestructuras desde el punto de vista económico era más bien escasa, centrándose los estudios en aspectos meramente técnicos” (Analistas Económicos de Andalucía, 2015, pp. 17), así que esta nueva visión se “orienta cada vez más hacia la evaluación de proyectos de transporte, que se consideran como un factor determinante para

el desarrollo económico” (Analistas Económicos de Andalucía, 2015, pp. 38), ya que cerca de un 20% de las préstamos del Banco Mundial a países en vías de desarrollo son destinados a proyectos de transporte. La economía del transporte se puede simplificar en diez puntos fundamentales:

1. Tecnología de producción: la infraestructura y los servicios. El transporte es el movimiento de personas y mercancías que puede darse en tres modalidades: aéreo, terrestre y marítimo. La tecnología de producción se basa en que cualesquiera de las tres modalidades necesitan una infraestructura y los vehículos que harán uso de ella.
2. Un input fundamental: el tiempo de los usuarios. “es la existencia de un input fundamental, necesario para la producción de los servicios de transporte: el tiempo de los usuarios (ya sea como pasajeros o como propietarios de las mercancías que son transportadas)” (de Rus, Campos, y Nombela, 2015, pp. 4).
3. Características de los servicios: no almacenabilidad e indivisibilidades. La no almacenabilidad es porque este servicio no se puede almacenar, al estar en circulación se da la oferta de los lugares disponibles, si no se utilizan el servicio se pierde. La indivisibilidad, producción del servicio solo se puede aumentar por bloques y no por unidades, si hay una demanda $n+1$ y se quiere cubrir toda la demanda será necesario aumentar otra unidad en circulación, aunque esto signifique que circule medio vacío.
4. Inversión óptima en infraestructuras. Se refiere a lo construido para el desarrollo de la actividad: carreteras, vías férreas, puertos, aeropuertos.
5. Competencia limitada y necesidad de regulación. La infraestructura está limitada al espacio, por lo que debe ser compartida por varios agentes a la vez para dar el servicio.

6. Efectos de red. “cuando la utilidad de un bien depende del número total de consumidores o usuarios que hacen uso del mismo o de bienes similares. (de Rus, et al., 2015, pp. 11).
7. Externalidades negativas. Efectos adversos de la producción del servicio, principalmente al medio ambiente y estas externalidades son trasladadas a la sociedad, pero se pueden establecer mecanismos correctores.
8. Costes del productor, costes del usuario y costes sociales: ¿quién debe pagarlos?

los economistas insisten en que la función de los precios no se puede reducir a la de una variable de ajuste contable que haga posible que ingresos y costes se igualen ...desde el punto de vista de la eficiencia económica es que los precios se igualen a los costes marginales de producción. (de Rus, et al., 2015, pp. 14).

Los costos sociales lo asumen los usuarios en el tiempo invertido para el desplazamiento. Los costos de producción el transportista por el uso de infraestructura y sus gastos de operación.
9. Obligaciones de servicio público. Con la finalidad de reducir la congestión y problemas de contaminación, es necesario el uso del transporte público por lo que se llegan a utilizar tarifas por debajo del costo marginal, con la finalidad de hacerlo más atractivo que el transporte privado. Las obligaciones no solo se limitan a los precios, sino que también a cubrir rutas, aunque estas no sean rentables.
10. Infraestructuras y crecimiento: los enfoques macro y microeconómico. Son los mecanismos de redistribución de renta e infraestructura en enfoques macro y micro.

3.1.2. Transporte colectivo de personas en México.

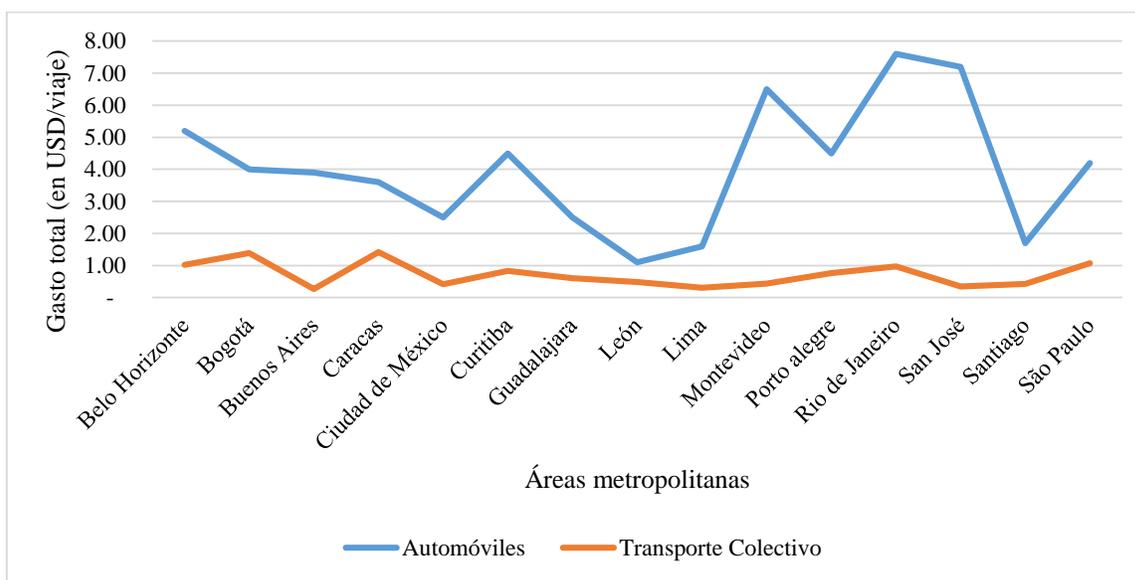
Se realizó un estudio por parte del Observatorio de Movilidad Urbana (OMU), para estimar el costo del transporte en algunas metrópolis de América Latina, para el caso de México, se

estudiaron Ciudad de México y Guadalajara, arrojando resultados como que las erogaciones llegan a ser aproximadamente

por año cerca de USD 82 mil millones, de los cuales el 78% corresponde al uso de vehículos particulares. El costo promedio de un viaje en vehículo particular es casi cuatro veces más alto que el costo de un viaje en transporte colectivo (Alcántara, et al., 2015, pp. 99).

En México el sector transporte urbano y suburbano, llegan a representar “en cifras oficiales el 4% del Producto Interno Bruto; reúne a 750 mil prestadores de servicios; traslada al 80% de la población que diariamente se moviliza a su trabajo, al estudio, a la recreación” (Molinero, 2015, pp. 8), esto marcado por la propensión de crecimiento irracional de las marchas urbanas, aumentando en la mayoría de las áreas una dispersión que ocasiona el aumento de los kilómetros motorizados para el desplazamiento de sus habitantes. La figura a continuación muestra como Ciudad de México y Guadalajara, en ciertos lugares el costo del transporte particular es mucho mayor la proporción.

Figura 16 Costo por viaje por tipo de transporte (2007)



Fuente: Alcântara, Kogan, Azán, y Miquilena, 2015, pp. 50.

3.1.3. Indicadores de ejecución.

Ahora bien, Con estos datos es posible utilizar indicadores de ejecución y estándares de servicios:

- Volumen de pasajeros. Este refleja la productividad del servicio, los pasajeros con respecto a la capacidad de las unidades. “Esto se expresa con el número promedio de pasajeros por bus operando al día. Este indicador puede usarse a nivel de la red, del operador o del servicio” (GIZ, 2015, pp. 9)
 - Pasajeros abordando por viaje por vehículo. Son los viajes de ida y vuelta por cada unidad al día.
 - Utilización de flotas. El uso óptimo de las unidades que se tienen, el poder sacar unidad de circulación (mantenimiento u otros servicios) sin que el servicio se vea

afectado. "...Una compañía de buses bien manejada logrará una utilización de la flota de un 80 – 85%" (GIZ, 2015, pp. 10)

- Kilómetros recorridos. Los kilómetros recorridos en un día de la unidad, se tienen estimaciones que un kilometraje razonable es de "...alrededor de 210 – 260 kilómetros-vehículo por bus al día" (GIZ, 2015, pp. 10), ya que las rutas muy largas son propensas a retrasos.
- Averías en el servicio. Debe procurarse un buen mantenimiento d las unidades, con la finalidad de minimizar los desperfectos, "...una flota razonablemente bien mantenida debiera esperar tener fallas en una tasa de no más de 8 – 10% de los buses en operación al día." (GIZ, 2015, pp. 10).
- Consumo de combustible. Este es muy específico dependiendo de la unidad que se trate, ya que intervienen aspectos como: el tamaño, la cantidad de pasajeros, el motor, el tipo de combustible, el mantenimiento de la unidad y el tráfico de la ruta. "...El consumo de combustible de un sistema bien manejado debería ser de un máximo de 20 – 25 litros cada 100 kilómetros para minibuses." (GIZ, 2015, pp. 10)
- Accidentes. Las eventualidades que puedan surgir durante los trayectos, el tráfico es uno de los principales atenuantes.
- Kilómetros muertos. Es cuando la unidad requiere desplazamiento sin pasajeros (cuando se va a la terminal, a una bodega o al estacionamiento donde son guardados por la noche.

3.1.4. Costos económicos, ambientales y sociales asociados al transporte individual.

En México los se pueden distinguir tres tipos de costos asociados al uso del automóvil: costos económicos, ambientales y sociales.

- Económicos. Los precios de la gasolina (2008) se encontraban subsidiados y cerca de un 47% de la gasolina que se consume es importada y era vendida a un precio más bajo del mercado. Con esta medida los más beneficiados de este control de precios es para los más ricos del país, que son quienes concentran la mayor cantidad de propiedad de vehículos. Dos años después para “2010 la importación de gasolina (el principal producto importado de México) implicó una erogación de 148 mil millones de pesos procedentes del erario público. Para noviembre de 2011 la cifra acumulada alcanzaba los 218 mil millones de pesos. (Embajada Británica en México, 2015, pp. 34). Además de se debe agregar las pérdidas económica producto de del congestionamiento vial, ya que aumentan los tiempos y los costos de traslado, “se estima que en nuestro país el congestionamiento vial genera pérdidas de alrededor de 200 mil millones de pesos anuales en el país” (Embajada Británica en México, 2015, pp. 35). Existen dos vías para intentar desestibar el uso del automóvil, un incremento en los combustibles o una tarificación optima de los sistemas colectivos, “en general, las políticas de tarificación que promuevan incentivos para viajar en modos diferentes a los vehículos motorizados, son consideradas que tienen el potencial para reducir tanto los riesgos en la salud como las emisiones de gases de efecto invernadero” (GIZ y World Health Organization [WHO], 2015, pp. 37)
- Costos sociales. Estos son muy elevados en fase la construcción de infraestructura y en su utilización. “Desde el enfoque económico neoclásico, se produce una distorsión en el funcionamiento del mercado, ya que la función de los costes sociales no coincide con la de los costes privados” (Coto y Lopez, 2015, pp. 115).
- Ambientales. El transporte motorizado es una de las principales fuentes de deterioro ambiental, entre los que se puede mencionar: ruido, partículas, vibraciones accidentes,

emisiones, destrucción de recursos naturales, congestión, intrusión visual, etc. “La mayoría de estos efectos ambientales por su propia naturaleza no están sometidos a un precio, es decir, no existe un sistema claro de mercado que provea suficientes señales al consumidor, en el sentido de cargar todos los costes sociales al causante daño.” (Coto, *et al.*, 2015, pp. 115)

3.2. Transporte Colectivo de Personas en México.

El sector transportes en México se encuentra dividido por el tipo de servicio que prestan, puede ser:

- Transporte urbano. Es al interior de las ciudades.
- Transporte suburbano. Es entre las ciudades y sus suburbios, ya que algunas zonas por razones geográficas o político administrativas no pertenecen a la ciudad, pero forman parte de la misma mancha urbana, con relaciones económicas y sociales.
- Transporte interurbano. Es entre ciudades, una de origen y otra diferente de destino.
- Transporte rural. Es en zonas no urbanas, aunque en ocasiones tengan como destino final las ciudades.
- Transporte internacional. Es entre diferentes países.

3.2.1. Parque vehicular.

Al mismo tiempo, en el país en el transporte colectivo de personas está conformado esencialmente por “autobuses regulares de 10 a 12 metros de longitud y 37 a 41 asientos, así como minibuses de 8 a 9 metros de longitud y 24 asientos en promedio y vans con capacidad entre 9 y 15 asientos. (Molinero, 2015, pp. 35). Los distintos reglamentos en los estados que conforman la nación, “señalan en promedio una edad del parque vehicular o vida útil entre los 8.6 (vans) y los 9.2 años (autobuses).” (Molinero, 2015, pp. 35). Por consiguiente, el

siguiente cuadro muestra los diferentes tipos de configuraciones del transporte, los cuales muestran las capacidades de transporte y no solo del número de asientos.

Tabla 4 Capacidad típica de los vehículos de transporte colectivo (2007)

Vehículo	Capacidad total (pasajeros)
Taxi colectivo	4 a 5
Jeep	12
Combis y van	12 a 20
Microbús	25 a 49
Minibús	35
Autobús estándar	55 a 100
Autobús articulado	122 a 160
Autobús biarticulado	189 a 270
Ferrocarril	98 a 447
Metro	137 a 300
Tranvía	60 a 101
Barco	1450

Fuente: Alcântara, Kogan, Azán, y Miquilena, 2015, pp. 19

Los vehículos de motor registrados en circulación, para el servicio público, se muestran en la siguiente tabla, en color azul están el total del transporte público colectivo (camiones para pasajeros), por años desde 2000 a 2015, es precisamente en ese último año donde la información no se ha capturado completamente, INEGI, informa que los datos para el año 2015 son de carácter preliminar y corresponden únicamente a 5 entidades federativas: Baja California, Hidalgo, Nayarit, Sinaloa y Tabasco. Por consiguiente, se tomaron para el estudio los del año 2014 (son cifras preliminares y to están capturadas todas las entidades federativas).

Tabla 5 Vehículos de motor registrados en circulación

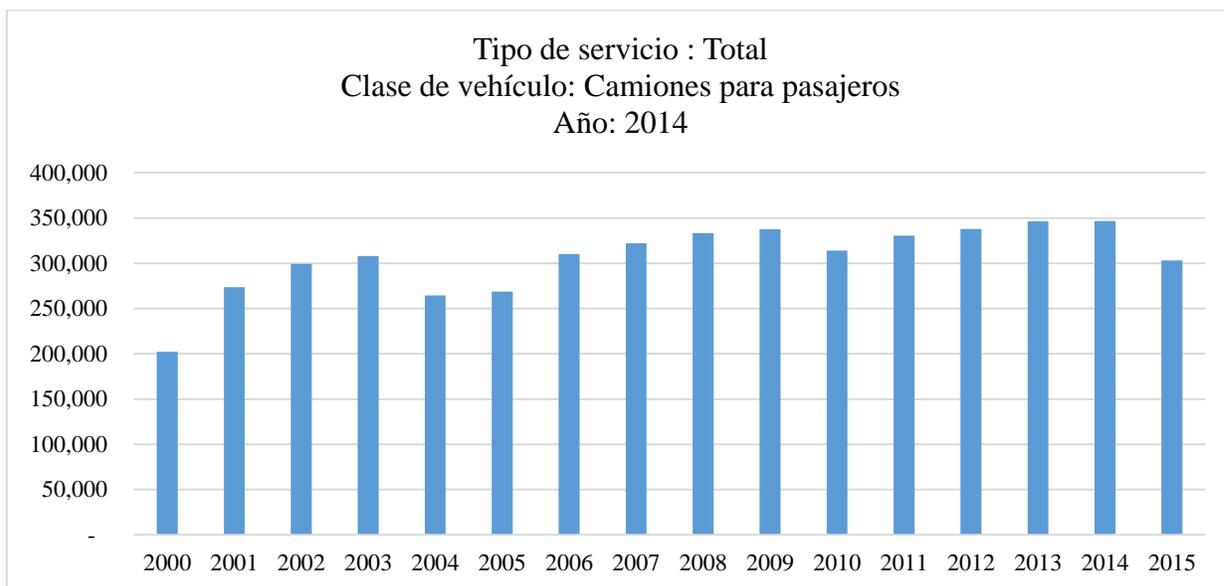
Año	Tipo de servicio : Total				
	Total	Automóviles	Camiones para pasajeros	Camiones y camionetas para carga	Motocicletas
2000	15,611,916	10,176,179	202,396	4,939,417	293,924
2001	17,300,530	11,351,982	273,536	5,394,206	280,806
2002	18,784,594	12,254,910	299,365	5,860,797	369,522
2003	19,806,960	12,742,049	308,101	6,317,293	439,517
2004	20,878,438	13,388,011	264,585	6,707,535	518,307
2005	22,138,478	14,300,380	268,817	6,980,738	588,543
2006	24,907,229	16,411,813	310,189	7,462,918	722,309
2007	26,747,197	17,696,623	322,078	7,849,491	879,005
2008	29,287,903	19,420,942	333,287	8,453,601	1,080,073
2009	30,890,136	20,519,224	337,465	8,835,194	1,198,253
2010	31,636,258	21,152,773	313,984	9,015,356	1,154,145
2011	33,278,309	22,374,326	330,405	9,260,456	1,313,122
2012	34,874,655	23,569,623	337,841	9,385,466	1,581,725
2013	36,743,331	24,819,922	346,185	9,704,131	1,873,093
2014	38,025,389	25,543,908	346,542	9,863,980	2,270,959
2015	29,040,716	17,744,459	303,168	8,940,031	2,053,058

Fuente: INEGI, 2015

En la siguiente grafica se muestra la tendencia de los camiones para pasajeros en circulación.

Se observa que desde 2013 la flota vehicular ha permanecido sin grandes cambios, por falta de captura de estadísticas de algunos datos de 2015 se observa disminución.

Figura 17 Vehículos de motor registrados en circulación



Fuente: INEGI, 2015

Al mismo tiempo la siguiente tabla muestra en la columna sombreada los camiones para pasajeros en 2014 por entidad federativa.

Tabla 6 Vehículos de motor registrados en circulación

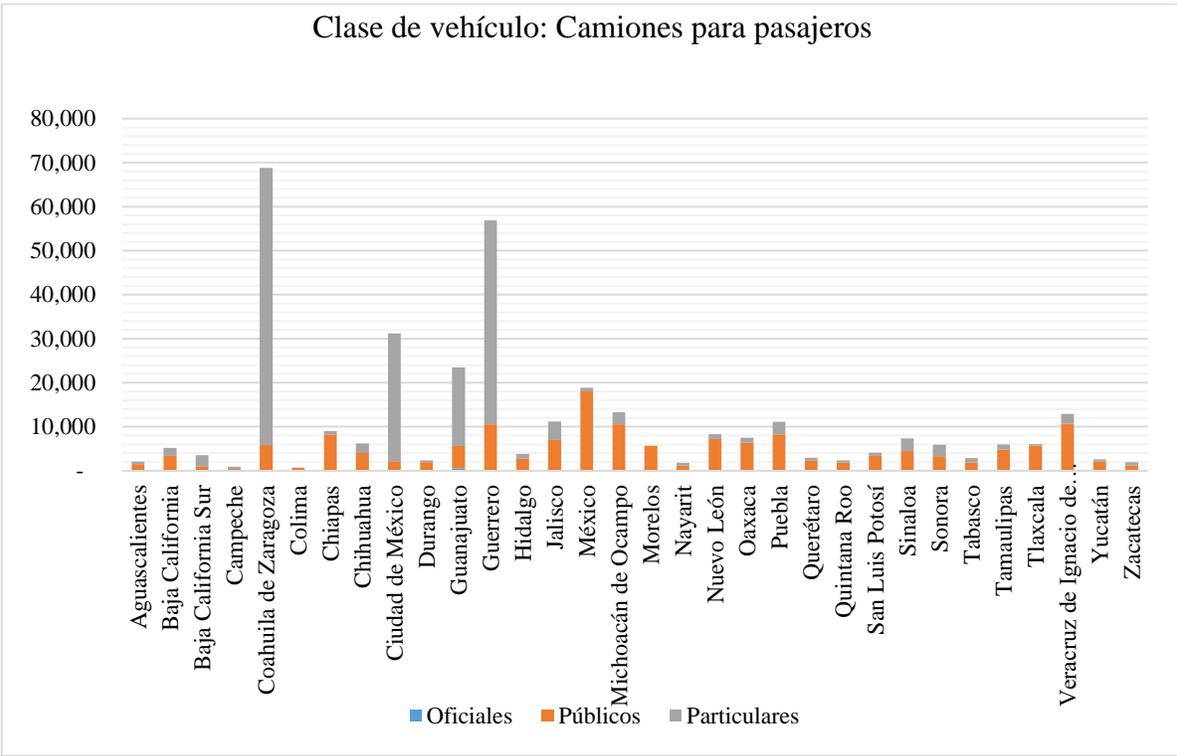
Clase de vehículo: Camiones para pasajeros				
Año: 2014				
Entidad Federativa	Oficiales	Públicos	Particulares	Total por Entidad Federativa
Aguascalientes	12	1,495	574	2,081
Baja California	-	3,354	1,794	5,148
Baja California Sur	67	933	2,531	3,531
Campeche	20	414	499	933
Coahuila de Zaragoza	11	5,832	62,950	68,793
Colima	16	576	125	717
Chiapas	79	8,162	787	9,028
Chihuahua	-	4,045	2,174	6,219
Ciudad de México	-	2,142	29,044	31,186
Durango	4	1,888	484	2,376
Guanajuato	519	5,084	17,853	23,456
Guerrero	70	10,489	46,320	56,879

Hidalgo	9	2,730	1,053	3,792
Jalisco	77	6,928	4,186	11,191
México	17	18,044	783	18,844
Michoacán de Ocampo	65	10,479	2,694	13,238
Morelos	-	5,594	1	5,595
Nayarit	-	1,112	700	1,812
Nuevo León	4	7,201	1,060	8,265
Oaxaca	167	6,189	1,118	7,474
Puebla	173	8,022	2,908	11,103
Querétaro	37	2,217	656	2,910
Quintana Roo	12	1,823	509	2,344
San Luis Potosí	22	3,381	682	4,085
Sinaloa	1	4,486	2,853	7,340
Sonora	-	3,321	2,604	5,925
Tabasco	71	1,801	982	2,854
Tamaulipas	191	4,653	1,133	5,977
Tlaxcala	4	5,671	348	6,023
Veracruz de Ignacio de la Llave	30	10,626	2,274	12,930
Yucatán	46	2,031	524	2,601
Zacatecas	14	1,210	668	1,892
Total	1,738	151,933	192,871	346,542

FUENTE: Elaboración propia con datos de INEGI, 2015

Con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se establece que la población de México en 2015, es de 119,530,753 de habitantes (61,474,620 mujeres y 58,056,133 hombres), son datos de ese porque cada 5 años se realiza el Censo de Población y Vivienda, mientras que los censos cada 10 años. En la gráfica se puede observar, el número de unidades de transporte colectivo en circulación, en primer lugar, con mayor cantidad de transporte colectivo esta Coahuila de Zaragoza con 2,954,915 habitantes, seguido por Guerrero con 3,533,251 habitantes y, en tercer lugar, Ciudad de México (CDMX) con 8,918,653. Nótese que el Estado de México con 16,187,608 habitantes, es el que posee mayor cantidad de transporte colectivo público con 18,044 unidades.

Figura 18 Vehículos de motor registrados en circulación 2014



FUENTE: Elaboración propia con datos de INEGI, 2015

3.2.1.1. Combustible empleado.

En términos generales el uso del gas natural se dedicó en la década de los 90 a la producción de energía eléctrica, para el 2010 el transporte (aéreo, marítimo y terrestre) alcanzaron 0.40 PJ (Peta joule 10¹⁵), siendo el combustible menos utilizado del resto para el sector. La tabla a continuación muestra el consumo energético en PJ, con tendencia a un uso intensivo de gasolinas, diésel y gas licuado de petróleo para el uso en el transporte.

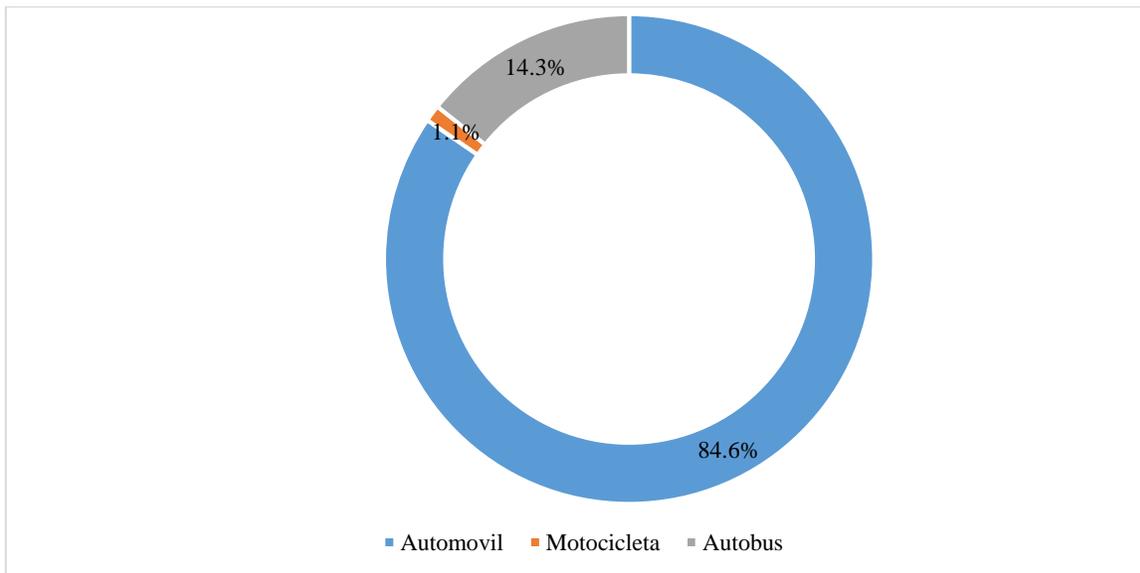
Tabla 7 Consumo energético sectorial (PJ)

Combustible	Total		Industrias de la energía		Transporte	
	1990	2010	1990	2010	1990	2010
GLP	330.55	453.54	25.82	4.90	15.24	40.92
Gasolinas	910.41	1,497.73	70.82	5.45	839.59	1,492.28
Querosenos	91.45	68.30	16.88	0.01	55.80	67.08
Diésel	485.83	809.84	57.35	54.38	324.99	590.45
Combustóleo	1,096.63	517.53	780.99	447.13	19.69	4.65
Gas natural	931.65	2,249.54	444.41	1,667.33		0.48

Fuente: SEMARNAT, 2013, p. 168

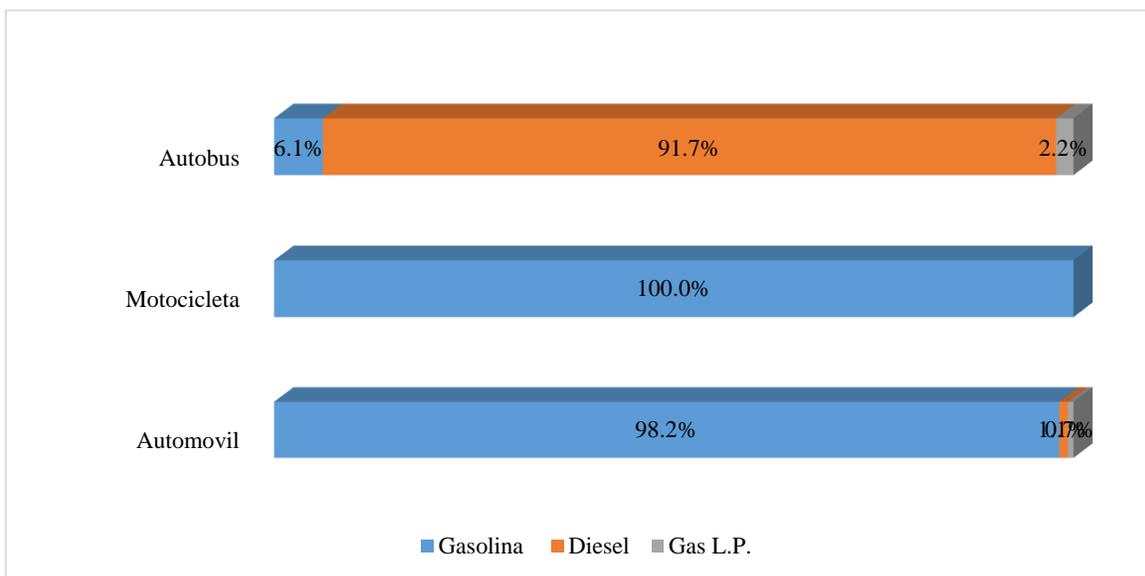
El combustible más utilizado en el transporte colectivo en México, de acuerdo a una encuesta realizada para elaborar los Indicadores de Eficiencia Energética en México, en la colaboración de SENER y AIE en 2010, muestra que el diésel es el combustible más utilizado, derivado de ello la comparación será entre gas natural vehicular y diésel.

Figura 19 Participación en el consumo de combustible del sector autotransporte de pasajeros por modalidad, 2010.



Fuente: SENER & AIE, 2011, pp. 42

Figura 20 Participación en el consumo de combustible del sector autotransporte de pasajeros por modalidad, 2010



Fuente: SENER & AIE, 2011, pp. 42

En el transporte colectivo de personas urbano y suburbano al estar a cargo de los estados y municipios, no existe una base de datos donde se pueda obtener datos finos, como sería el

uso de combustibles, pero más adelante se mostrará cómo es que se encuentra dominado por el diésel (casi el 92%). El transporte terrestre interurbano, de despacho y regulaciones se encarga el gobierno federal, por lo que sí existe una estadística detallada del número de unidades y el tipo de combustible que utilizan, donde el diésel es el combustible predominante con el 86%.

El combustible empleado transporte interurbano se muestra en la siguiente tabla muestra por estados el número de unidades para transporte público interurbano y el tipo de combustible que utilizan.

Tabla 8 Parque Vehicular del Transporte Terrestre de Pasajeros, excepto por Ferrocarril según Tipo de Combustible y Entidad Federativa 2014.

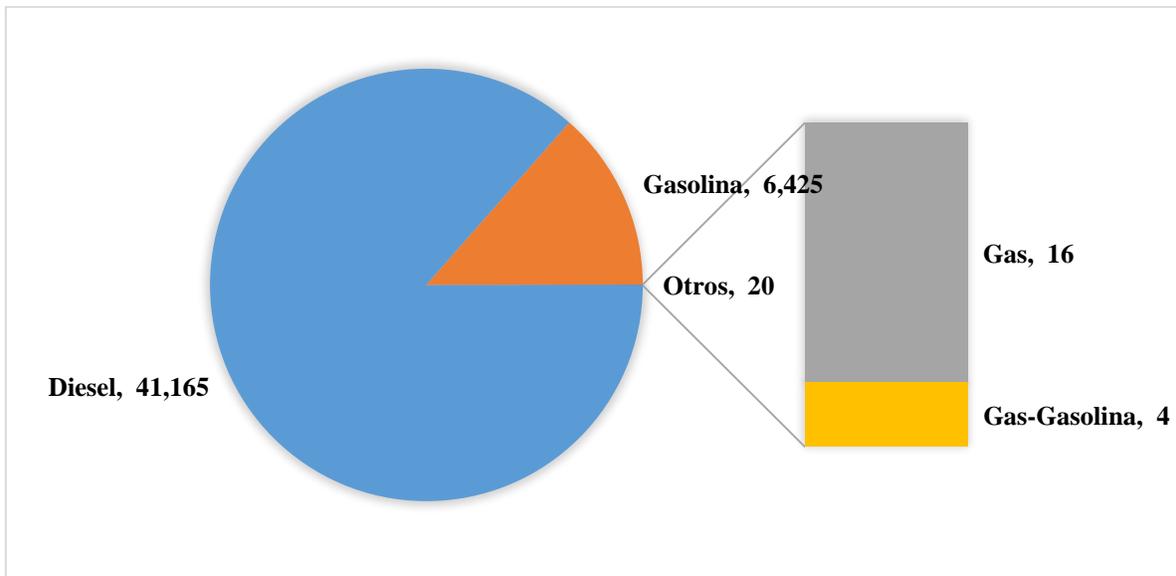
Entidad Federativa	Tipo de Combustible				Total
	Diésel	Gasolina	Gas	Gas-Gasolina	
Aguascalientes	179	53	-	-	232
Baja California	337	384	1	-	722
Baja California Sur	243	175	-	-	418
Campeche	167	48	-	-	215
Chiapas	700	464	-	-	1,164
Chihuahua	233	116	-	-	349
Coahuila	745	99	-	-	844
Colima	44	44	-	-	88
Distrito Federal	14,497	1,482	3	-	15,982
Durango	240	15	-	-	255
Estado de México	2,497	127	2	-	2,626
Guanajuato	2,814	77	6	1	2,898
Guerrero	151	164	-	-	315
Hidalgo	848	-	-	-	848
Jalisco	2,218	972	-	1	3,191
Michoacán	1,113	84	-	-	1,197
Morelos	555	15	-	-	570
Nayarit	246	21	-	-	267
Nuevo León	991	893	-	-	1,884
Oaxaca	857	108	1	-	966
Puebla	1,932	51	1	-	1,984

Querétaro	2,498	51	-	1	2,550
Quintana Roo	138	341	-	1	480
San Luis Potosí	732	29	-	-	761
Sinaloa	726	193	-	-	919
Sonora	461	73	-	-	534
Tabasco	606	70	-	-	676
Tamaulipas	817	91	-	-	908
Tlaxcala	1,009	7	-	-	1,016
Veracruz	2,086	74	2	-	2,162
Yucatán	371	76	-	-	447
Zacatecas	114	28	-	-	142
Total	41,165	6,425	16	4	47,610

Fuente: SCT, 2014

La siguiente figura muestra como el diésel mantiene su la mayor proporción como combustible en los autobuses interurbano.

Figura 21 Parque Vehicular de transporte de pasajeros suburbano, por tipo de combustible, excepto por Ferrocarril 2014.



Fuente: Elaboración propia con datos de SCT, 2014.

3.2.1.2. Consumo de diésel.

Es necesario precisar que el consumo de diésel para su utilización en el transporte colectivo de personas no fue posible acceder a dicha información, por lo que para efectos del trabajo se utilizó la información pública disponible de le portal del Sistema de Información Energética, en la cual se logró obtener la cantidad de este combustible vendido en las estaciones de servicio, se obtuvieron la cantidad de barriles vendidos diarios que para 2014 ascendió a 350,424.00 barriles de diésel diario.

Tabla 9 Balance Nacional de Diésel

Sistema de Información Energética Instituto Mexicano del Petróleo (miles de barriles diarios)		
	REALES-ANUAL	
	I/2014	I/2015
Origen	419.5055	419.9977
Producción	286.6195	274.6632
Cadereyta	61.06159	59.25193
Madero	30.73343	36.02553
Tula	42.52183	46.19067
Bicentenario	N/D	N/D
Salamanca	38.73436	33.61622
Minatitlán	57.1926	51.20971
Salina Cruz	56.3757	48.36914
Importación	132.886	145.3345
Destino	410.1563	404.585
Demanda interna	410.1563	404.585
Sector industrial	29.43141	29.66982
Sector petrolero	20.75804	19.83982
Sector transporte	350.424	345.7546
Sector eléctrico	9.542777	9.320746
Generación pública de electricidad (CFE y LyFC)	6.795589	6.583737
Productores independientes de electricidad	0.555695	0.946558
Autogeneración de energía eléctrica	2.191494	1.790451
Exportación	N/D	N/D
Variación de inventarios	9.349217	15.41271

Notas: Las cifras son preliminares a partir de 2010.

Fuente: IMP, con base en información de AMDA, AMIA, ANPACT, BANXICO, CFE, CONUEE, CRE, EIA, EPA, IEA, INEGI, Pemex, SCT, Sener y empresas privadas.

Fuente: SENER, 2010

Debe hacerse referencia a la nota del cuadro anterior que señala que las cifras a partir del 2010 son preliminares, por lo que al momento de hacer comparación con las cifras preliminares por mes los datos tienen un margen de error de 1,704,338.62 barriles de diésel durante todo el año, ya que si se multiplican los 350,424 promedio de barriles diarios por los 365 días dan un total de 126,200,437.55 barriles al año, en la siguiente tabla se muestran las ventas diarias promedio por mes dando un total de 127,904,776.164 barriles, esta cifra es más precisa por lo cual fue la que se utilizó para los cálculos.

Tabla 10 Consumo de barriles de diésel 2014

Sector transportes			
Año: 2014			
Mes	Promedio diario (miles de barriles)	Días	Barriles mensuales
Enero	332.216042	31	10,298,697.302
Febrero	350.496021	28	9,813,888.588
Marzo	344.499399	31	10,679,481.369
Abril	351.665867	30	10,549,976.010
Mayo	364.421582	31	11,297,069.042
Junio	350.163374	30	10,504,901.220
Julio	358.891764	31	11,125,644.684
Agosto	339.998464	31	10,539,952.384
Septiembre	337.172061	30	10,115,161.830
Octubre	363.472671	31	11,267,652.801
Noviembre	351.093655	30	10,532,809.650
Diciembre	360.630364	31	11,179,541.284
Total	350.393439	365	127,904,776.164

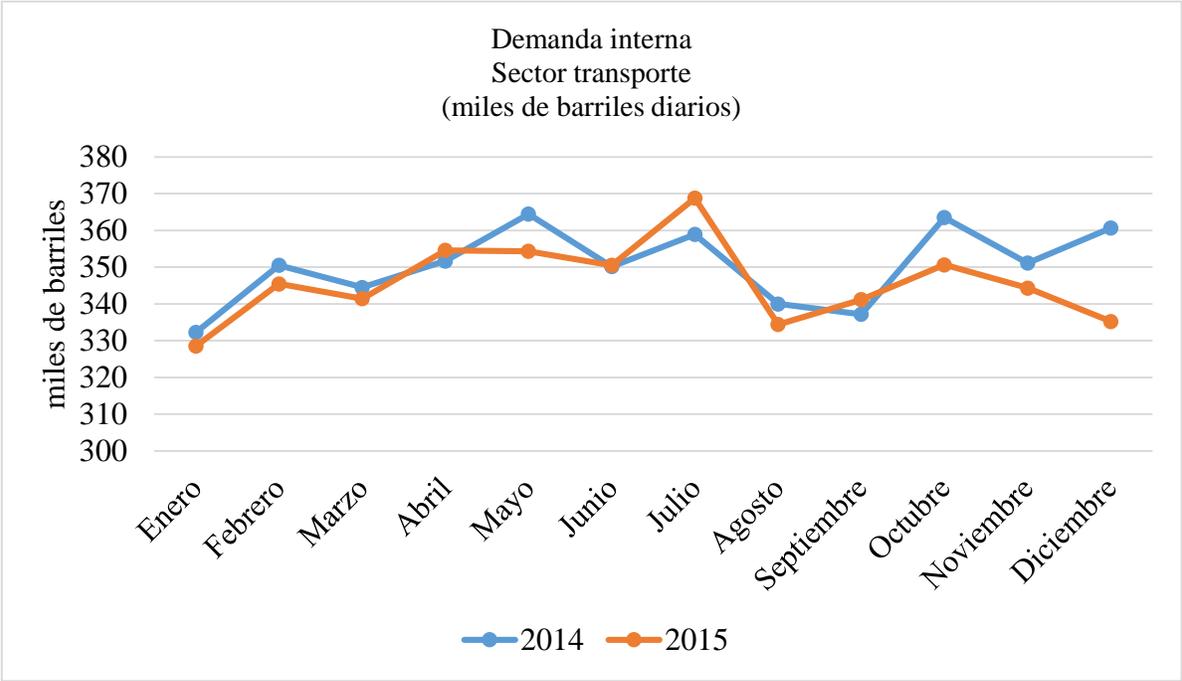
Notas: Las cifras son preliminares a partir de 2010.

Fuente: IMP, con base en información de AMDA, AMIA, ANPACT, BANXICO, CFE, CONUEE, CRE, EIA, EPA, IEA, INEGI, Pemex, SCT, Sener y empresas privadas.

Fuente: Elaboración propias con datos de SENER, 2010

Las siguiente grafica muestra las variaciones de ventas mensuales de barriles de diésel para el sector trasportes, para los años 2014 y 2015.

Figura 22 Balance Nacional de Diésel



Notas: Las cifras son preliminares a partir de 2010.
 Fuente: IMP, con base en información de AMDA, AMIA, ANPACT, BANXICO, CFE, CONUEE, CRE, EIA, EPA, IEA, INEGI, Pemex, SCT, Sener y empresas privadas.
 Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2010.

Es decir, diariamente los camiones para pasajeros y mercancías durante el 2014 consumieron 127,904,776.164 barriles de diésel. Sin embargo, no se logró obtener información sobre qué cantidad de este combustible era destinado al transporte colectivo de personas, por lo que se tuvo que hacer una ponderación, tomando en cuenta que los Camiones para pasajeros y los Camiones y camionetas para carga, son los que consumen casi en su totalidad dicho combustible, se hará una ponderación y se repartirá el combustible en partes proporcionales, tomando los datos de la tabla Vehículos de motor registrados en circulación 2014, del

universo de unidades diésel que fue de 10,210,522 para ese año, los Camiones para pasajeros correspondió 346,542 (3.39%) y los Camiones y camionetas para carga 9,863,980 (96.61%).

Con los datos anteriores se pueden obtuvo la siguiente tabla donde se muestra la ponderación que se realizó para determinar la cantidad de litros de diésel para cada clase de vehículo.

Tabla 11 Ponderación de consumo anual de diésel sector transportes en 2014

Tipo de servicio	Unidades	Porcentaje	Barriles diésel
Camiones para pasajeros	346,542.00	3.39%	4,335,971.91
Camiones y camionetas para carga	9,863,980.00	96.61%	123,568,804.25
Total	10,210,522	100.00%	127,904,776.164

Fuente Elaboración propia con datos de INEGI, 2015 y SENER, 2010.

No obstante, el mismo rubro de camiones para pasajeros se subdivide en el tipo de servicios que ofrece, por lo que se volvió a ponderar como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12 Consumo de diésel sector transportes 2014

Camiones para pasajeros			
Tipo de servicio	Unidades	Porcentaje	Barriles diésel
Oficiales	1,738	0.50%	21,679.86
Públicos	151,933	43.84%	1,900,890.09
Particulares	192,871	55.66%	2,413,401.97
Total	346,542	100.00%	4,335,971.91

Fuente Elaboración propia con datos de INEGI, 2015 y SENER, 2010.

3.2.2. Comparación de precios entre combustibles.

3.2.2.1. Gas Natural.

Para hacer cálculo del precio de gas natural en México, se realiza de manera mensual y por zonas, la CRE es la comisión facultada para establecerlos. El siguiente diagrama muestra la forma en que se compone el precio del gas natural.

Figura 23 Composición del precio de gas natural.



Fuente: Pemex Gas y Petroquímica Básica, 2016.

Para calcular el precio del Gas Natural Vehicular (GNV) es necesario al costo del gas natural sumarle el costo de compresión y uno de servicio. Las estaciones de gas natural vehicular en México están a cargo de los siguientes operadores: GNU Gas Natural, Gas Natural Fenosa, GAZO Sistemas a Gas Vehicular, natgas gas natural vehicular, Gas Natural Vehicular Gaseco, Incogas y gazel.

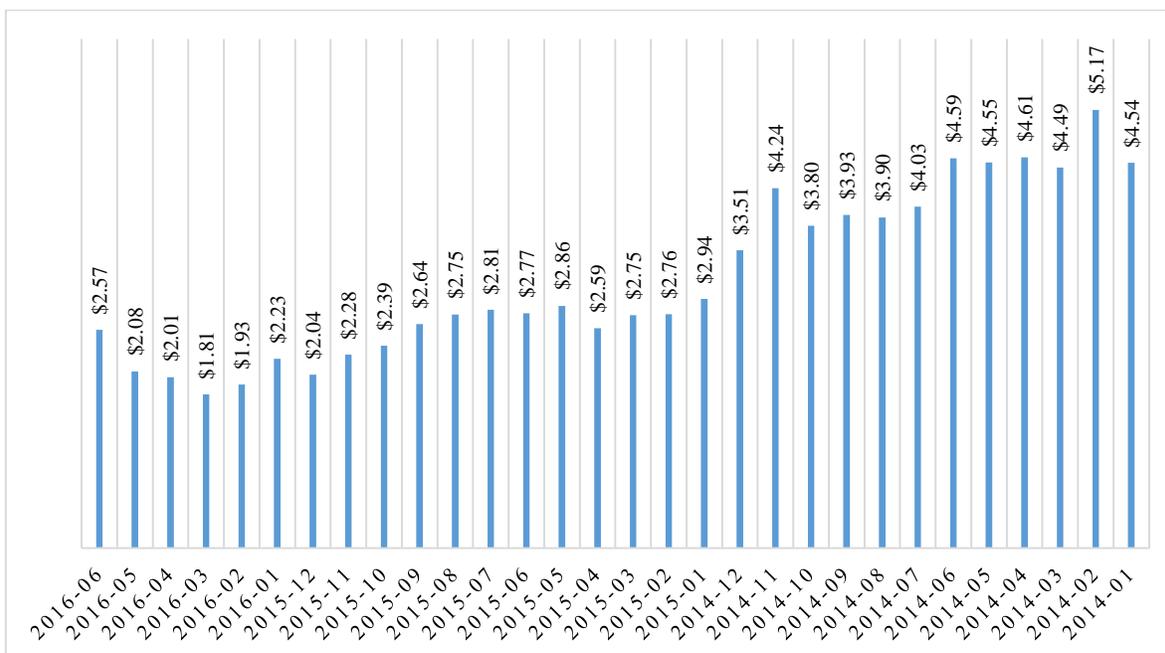
Figura 24 Composición del precio de gas natural comprimido.



Fuente: Gas Natural FENOSA, 2015.

El precio del gas natural, que es la materia prima para el gas natural vehicular, tuvo precios promedios, de acuerdo a CME Group de: en 2014 de \$4.27 USD/MMBtu, 2015 de 2.63 en USD/MMBtu y para hasta junio de 2016 de 2.09 en USD/MMBtu. En la siguiente grafica se muestran el precio promedio mensual por mes en USD/MMBtu.

Figura 25 Promedio Mensual Precio del Gas Natural PRECIO USD/MMBtu.



Fuente: Elaboración propia con datos de CME Group, 2016.

3.2.2.2. Diésel.

Por su parte el precio del combustible predominante (diésel) en el sector transporte colectivo de personas, en 2104 tuvo un promedio en su precio de venta de 13.94. En la siguiente tabla se muestra el comportamiento mensual de los precios, para 2015 tuvo un incremento promedio anual de 26 centavos.

Tabla 13 Precio al público de productos petrolíferos 2014.

	(pesos por litro)							
	Gas licuado ^b	Gasolinas automotrices				Turbosina ^e	Pemex Diésel	Combustóleo ^f
		Frontera norte ^c		Resto del país				
		Pemex Magna	Pemex Premium	Pemex Magna	Pemex Premium ^d			
2014	14.22	10.06	14.11	13.31	14.11	7.56	13.94	5.53
Enero	13.26	12.32	12.90	12.32	12.90	12.23	12.73	8.55
Febrero	13.37	12.41	13.01	12.41	13.01	12.40	12.84	8.61
Marzo	13.47	12.50	13.12	12.50	13.12	11.46	12.95	8.50
Abril	13.59	12.59	13.23	12.59	13.23	11.99	13.06	8.43
Mayo	13.70	12.68	13.34	12.68	13.34	11.58	13.17	8.81
Junio	13.81	12.77	13.45	12.77	13.45	11.97	13.28	8.85

Julio	13.89	12.86	13.56	12.86	13.56	11.48	13.39	8.53
Agosto	13.80	12.72	13.67	12.95	13.67	11.63	13.50	8.50
Septiembre	13.91	12.56	13.78	13.04	13.78	11.15	13.61	8.45
Octubre	14.01	12.14	13.89	13.13	13.89	10.16	13.72	7.55
Noviembre	14.12	11.06	14.00	13.22	14.00	9.68	13.83	6.58
Diciembre	14.22	10.06	14.11	13.31	14.11	7.56	13.94	5.53
2015	14.49	12.28	14.38	13.57	14.38	6.53	14.20	3.37
Enero	14.49	8.68	14.38	13.57	14.38	6.92	14.20	4.38
Febrero	14.49	10.27	14.38	13.57	14.38	8.30	14.20	5.41
Marzo	14.49	12.24	14.38	13.57	14.38	7.55	14.20	5.20
Abril	14.49	12.75	14.38	13.57	14.38	9.17	14.20	5.34
Mayo	14.49	13.57	14.38	13.57	14.38	9.57	14.20	6.01
Junio	14.49	13.49	14.38	13.57	14.38	9.15	14.20	6.26
Julio	14.49	13.57	14.38	13.57	14.38	8.72	14.20	5.74
Agosto	14.49	13.57	14.38	13.57	14.38	8.21	14.20	4.77
Septiembre	14.49	12.73	14.38	13.57	14.38	8.24	14.20	4.61
Octubre	14.49	12.04	14.38	13.57	14.38	7.95	14.20	4.72
Noviembre	14.49	11.79	14.38	13.57	14.38	7.42	14.20	4.38
Diciembre	14.49	12.28	14.38	13.57	14.38	6.53	14.20	3.37
2016	14.88	12.85	13.97	13.16	13.95	8.89	13.77	4.35
Enero	14.88	13.13	13.98	13.16	13.98	5.92	13.77	2.81
Febrero	14.88	10.09	13.95	13.16	13.95	6.51	13.77	3.07
Marzo	14.88	12.23	13.95	13.16	13.95	7.03	13.77	3.36
Abril	14.88	12.22	13.97	13.16	13.97	7.32	13.77	3.43
Mayo	14.88	12.85	13.97	13.16	13.95	8.89	13.77	4.35

- Al cierre del periodo. Incluyen IVA
- Pesos por kilogramo. Promedio de los precios autorizados.
- Precios tope no homologados ni escalonados. En la zona fronteriza norte aplica la política de homologación de precios, con precios tope para las gasolinas Pemex Magna y Pemex Premium, conforme a las fórmulas autorizadas por la SHCP.
- En las estaciones de servicio atendidas por las terminales de almacenamiento y reparto de Cuernavaca, Pachuca, Toluca, Querétaro, Valle de México, Cuautla, Iguala y Tula, el precio es un centavo por litro superior.
- Aeropuerto Ciudad de México
- LAB centros de venta

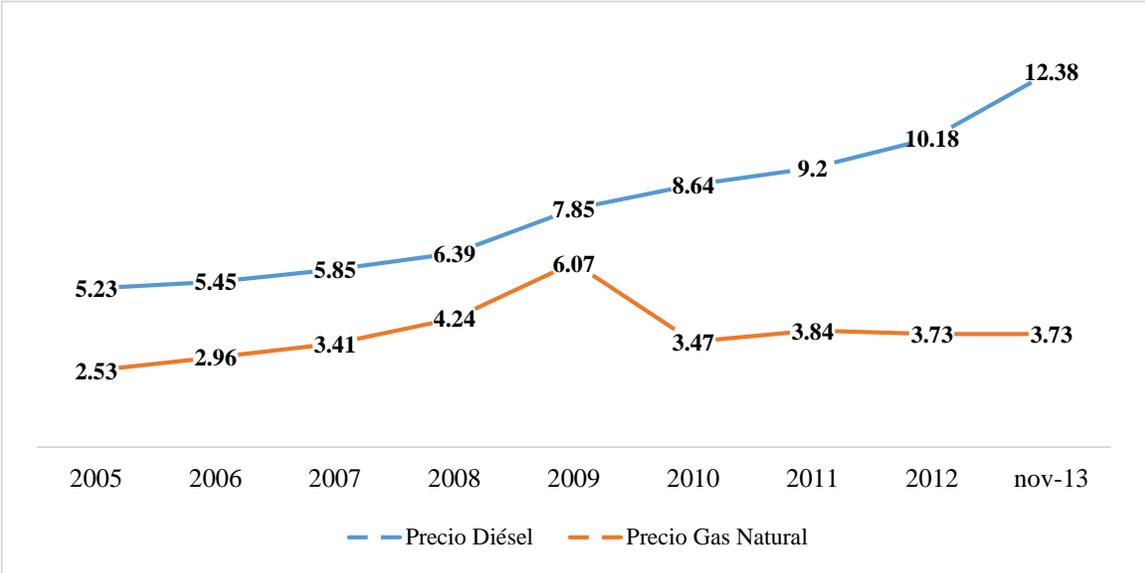
Fuente: PEMEX, 2016.

3.2.2.3. Comparación gas natural vehicular y diésel.

El gas natural vehicular disponible en México conlleva un proceso denominado compresión, con el que se pasa de la presión atmosférica, se “comprime a entre 3.000 y 3.600 psi (200 bar)” (Gazo, s.f., pp. 3), esta actividad tiene un costo, el cual puede ser variable. Asimismo,

para realizar una comparación entre diésel y gas natural vehicular, se utilizaron los precios en las estaciones de servicio (incluido el costo de compresión), la siguiente grafica hace referencia a dicha comparación desde el año 2005 a noviembre de 2013, la cual forma parte de una presentación realizada por la empresa armadora Hyundai, división Trucks & Bus.

Figura 26 Comparativa de precios de combustibles litros equivalentes diésel, en pesos 2005- noviembre 2013.

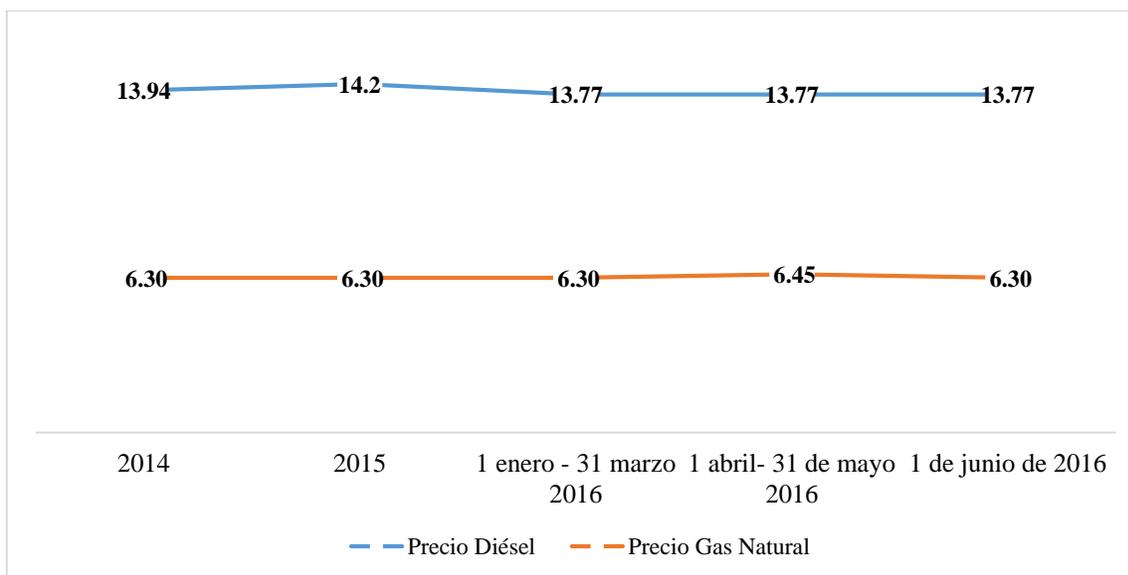


- 1) Costo de la Molécula + Costos de Compresión.
- 2) Precio Público de Gas Natural \$5.60 pesos por Litro Equivalente a Diésel

Fuente: Hyundai, s.f., pp. 16

La información actual sobre el costo de gas natural vehicular en las estaciones de servicio en México, se solicitó en Asociación Mexicana de Gas Natural, dicha organización no cuenta con históricos de precios, pero como parte de sus funciones, informo que la empresa Combustibles Ecológicos Mexicanos S.A. de C.V (GAZEL México), es de los que cuenta con mayor participación en el mercado de GNV, los datos recabados son parte de una entrevista con Profesional de Servicio al Cliente, Viridiana Ortega Maldonado, se muestran a continuación en la gráfica.

Figura 27 Comparativa de precios de combustibles litros equivalentes diésel, en pesos 2014- junio 2016.



Fuente: Elaboración propia con información en entrevista con Ortega Maldonado, 2016, (comunicación personal) e información de PEMEX, 2016.

Además, el diésel en el “periodo enero 2007 a enero 2015 ...el diésel pasó de 5.73 a 13.20 pesos por litro ...en términos relativos ...se ha incrementado ...en 147.82%, siendo el petrolífero que más se ha encarecido durante este periodo” (Tépach, 2015, pp. 8).

La equivalencia del Litro Equivalente de Gasolina (LEG) está establecida en el DOF, que contiene la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-010-ASEA-2016, Gas Natural Comprimido (GNC), que establece que “Un kilogramo de gas natural es aproximadamente equivalente a 1.5 litros de gasolina” (DOF, 2016), sin embargo no se menciona el Litro Equivalente de Diésel (LEQ), pero el LEG coincide con la equivalencia que se utiliza en España, que es de “...energía contenida en un kilo de Gas Natural corresponde a 2 litros de GLP, 1,5 litros de gasolina y 1,3 litros de diésel. (Lns.es, 2014), por lo que se utilizó, para el desarrollo del trabajo la siguiente equivalencia.

Tabla 14 Equivalencia de combustibles

Combustible		Equivalencia de energía contenida	Precio promedio al público en 2014 por unidad equivalente
Gasolina	LEG	1.5	13.31
Diésel	LEQ	1.3	13.94
Gas Natural Comprimido	GNC	1.0	6.30

Fuente: elaboración propia con datos de DOF, 2016, Lns.es, 2014, PEMEX, 2016 y Ortega Maldonado, 2016,)comunicación personal.

3.2.3. Tarifas del transporte colectivo.

Sin embargo, una buena tarificación debería de lograr reflejar los costos que la sociedad enfrenta a causa de las externalidades del servicio, como el tratamiento a persona por los contaminantes en el aire, la pérdida económica por días inactivos o en casos extremos por la muerte y uno de los que más relevancia está teniendo que son las emisiones GEI. Al no lograrse esto, se considera que

los pobres pagan una tarifa más elevada de transporte público porque la congestión vehicular provoca incrementos tarifarios, dispendios energéticos, ellos no van a tener un auto nuevo, pero el auto tiene un impacto negativo en sus vidas y en sus bolsillos (ctsembarqmexico, 2015).

La tabla a continuación contiene las tarifas aplicadas al transporte colectivo de personas, urbano, por estado de la república, siendo el costo promedio de \$7.85 pesos en la tarifa general y de pago en efectivo.

Tabla 15 Tarifas transporte colectivo por estado de la república mexicana.

Estado	Tarifa Urbana		Vigencia
	General a	Especial b	
Aguascalientes	6.00	4.00	2010
Baja California	13.00	6.00	2015
Baja California Sur	10.00	5.00	2016
Campeche	7.00	4.00	2014
Coahuila de Zaragoza	9.00	5.00	2015
Colima	6.00		2012
Chiapas	7.00		2015
Chihuahua	7.00		2016
Distrito Federal	5.00		2015
Durango	8.00	4.00	2015
Guanajuato	9.00	3.70	2014
Guerrero	10.00		2014
Hidalgo	8.00		2015
Jalisco	7.00		2016
México	8.00		2013
Michoacán de Ocampo	7.00		2015
Morelos	7.00		2013
Nayarit	5.00	2.50	2013
Nuevo León	12.00		2015
Oaxaca	7.00		2015
Puebla	6.00		2013
Querétaro	8.50		2015
Quintana Roo	8.00		2016
San Luis Potosí	7.80	3.90	2016
Sinaloa	7.50	3.50	2016
Sonora	10.00	5.00	2015
Tabasco	7.50	4.00	2013
Tamaulipas	9.00	6.00	2015
Tlaxcala	6.50		2013
Veracruz de Ignacio de la Llave	9.00	5.50	2015
Yucatán	7.00	3.00	2013
Zacatecas	6.50	3.50	2014
Promedio	7.85	4.02^c	

- Tarifa general. No es la misma para todo el estado, pero es la que sirve como base de aplicación en los municipios.
- Tarifa especial. Es la tarifa con subsidio, pueden incluir alguno de los siguientes conceptos: estudiantes, niños y personas de la tercera edad
- Al no contar con las tarifas especiales de todos los estados, se hizo un 50% de descuento al promedio global, se eligió 50%, por ser el descuento más utilizado.

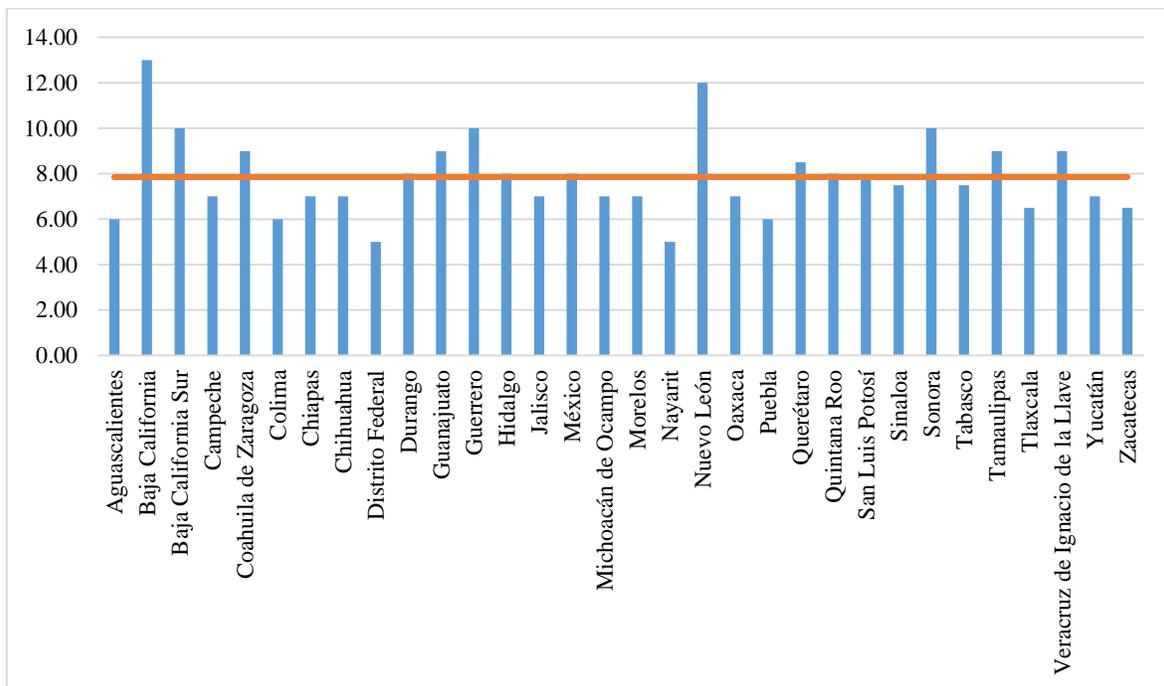
En la columna de tarifa especial algunos datos están faltantes, ya que las fuentes no se especificaba ese valor, el descuento suele ser entre 50% y 40%.

Se incluye Anexo con información de las fuentes de donde fueron obtenidas las tarifas.

Fuente: Elaboración propia, con información de sitios de internet, los cuales se muestran en el Anexo 2.

La tarifa que se paga por el servicio de transporte colectivo en México, es en promedio de \$7.85 para el pasaje general y de 4.02 con subsidio. En la siguiente grafica se en la línea horizontal la tarifa promedio a nivel nacional, siendo 10 estados los que están por encima de este, estas variaciones en los precios responden a diferentes factores, no solo al combustible, aunque es al que más se le atribuye, siendo cada estado responsable de fijar las tarifas.

Figura 28 Tarifa general, del transporte colectivo por estado de la república mexicana.



Fuente: Elaboración propia

Una de las principales razones que los concesionarios del transporte público se ven forzados a exigir revisiones ya aumento en las tarifas que cobran, se fundamentan principalmente por el aumento en los insumos, siendo el más importante de ellos, el combustible (diésel), algunos por mencionar son:

- Chihuahua, Chihuahua. Se incrementó la tarifa basándose en “el aumento se derivó en base a un estudio del incremento del diésel por año” (Martínez, 2015).
- Nuevo Laredo, Tamaulipas. Se elevó la tarifa del transporte y se dio “justificando el incremento por el costo del diésel, el aumento al dólar y el IVA” (Briones, 2015).
- Saltillo, Coahuila. Se efectuó una alza en las tarifas “...con base en la demanda de los concesionarios por el alza en el precio de los combustibles y otros insumos” (Hernández, 2015).
- León, Guanajuato. Los concesionarios del transporte urbano solicitan al gobierno municipal el aumento de las tarifas, con base en “el aumento en el precio del diésel, la gratuidad en las personas de la tercera edad” (Bernal, 2015).
- Tijuana, Baja California. Se estudia el aumento del costo de pasaje en el transporte público “En 2014, con los doce aumentos mensuales, la homologación del IVA a 16 (por ciento), pues, ¿cómo un incremento de 1 peso 20 centavos el litro? ...abriendo enero del 2015 aumentó el litro de diésel” (Pérez, 2015).
- Los Cabos, Baja California Sur. Se concedió el aumento en las tarifas del transporte colectivo, justificándose por “el incremento del precio del diésel” (BCS Noticias, 2014).
- Orizaba, Veracruz. La coalición de transportistas de este estado, manifestó la eliminación de rutas y se hizo la solicitud de una revisión y aumento en el costo del pasaje, argumentando que “el diésel sube, estamos en una situación difícil en serio, sube el diésel y ojalá nada más fuera eso, sino que los insumos como llantas y refacciones de manera mensual” (Rodríguez, 2014).

4. Impactos ambientales del transporte colectivo de personas.

4.1. Emisiones del sector.

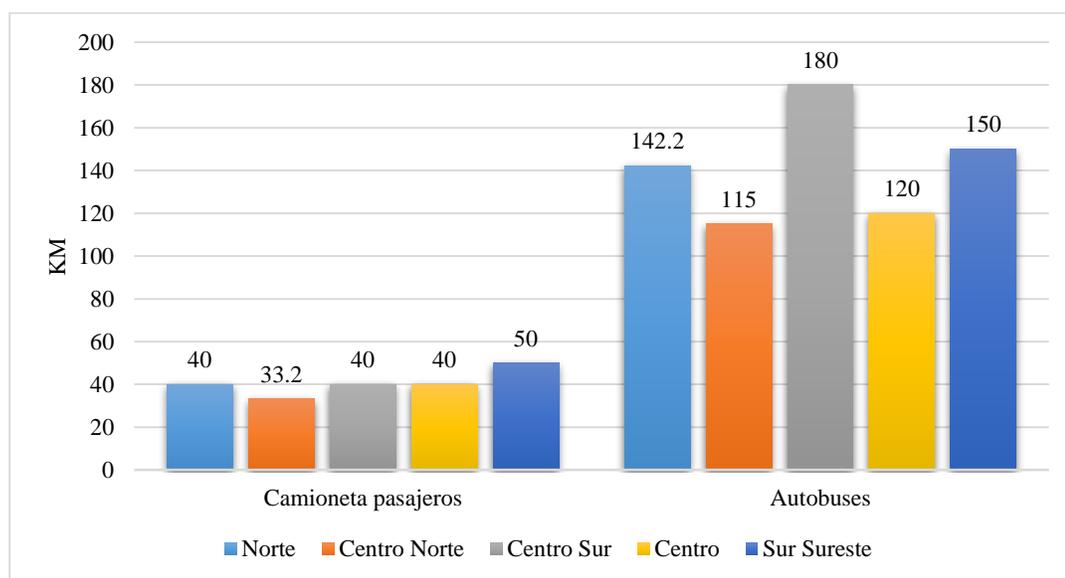
Los problemas ambientales generados por el sector transporte requieren medidas a corto y mediano plazo, ya que la población mundial sigue en aumento y estas nuevas generaciones demandaran este servicio, más aún cuando las ciudades tienden a ser más receptoras de personas, “en 2010 se estimó que más del 51 % de la población mundial residen en zonas urbanas, lo que se prevé que aumente a 61 % para el año 2030” (Suthawaree, 2012, pp. 296), provocando mayores problemas de movilidad en las ciudades del futuro.

Son varios los factores que afectan los porcentajes en las emisiones de los vehículos, entre los más destacables de encuentran:

- Tamaño y tipo de vehículo. Autobuses urbanos y suburbanos, microbuses, camiones escolares. El INEGI los clasifica como “en general los vehículos con 8 asientos o más, destinados al transporte público o privado de personas” (INEGI, 2016)
- Kilometraje acumulado y la edad. Conforme los motores van a amulando kilometro se van desgastando por lo que con el paso del tiempo la eficiencia va disminuyendo. No se logró encontrar una alguna estadística que pudiera demostrar el kilometraje de las unidades, sin embargo, en 2010 se realizó un estudio por parte de la SENER, titulado: Encuesta sobre el consumo de combustibles en el sector autotransporte de carga y pasajeros por modalidad; realizado en cinco regiones geográficas del país (norte, centro norte, centro sur, centro y sur sureste), con una muestra proporcional al tamaño de cada estrato de 545 unidades, realizándose en 8,945 gasolineras y 2,658 estaciones de gas. Se logró obtener una mediana los kilómetros diarios recorridos llegando a la conclusión que “Los camiones pesados son los que recorren más kilómetros en un día promedio.

Seguidos por los autobuses. Los que menos recorren son las motocicletas” (de la Macorra, 2010). La siguiente figura, es un extracto de la gráfica original, aquí solo se muestran los datos correspondientes al transporte colectivo de personas, se muestra que, en México, la zona centro sur es una de las que tiene mayor recorrido y el centro norte la menor cantidad de kilómetros.

Figura 29 Kilómetros recorridos por día (mediana).



Fuente: (de la Macorra, 2010, pp. 30)

- Combustible. Predominantemente el diésel en el transporte colectivo, la gasolina no es representativa en el sector, ya que se utiliza en menos del 5%, sin embargo, la diversificación de combustibles es una realidad en el país, ciertos lugares de la república el gas natural es utilizado.
- Condiciones atmosféricas. La altura sobre el nivel del mar, temperatura, humedad, velocidad del viento, etc.
- Mantenimiento del vehículo. Un óptimo desempeño dependerá directamente del buen funcionamiento de toda la unidad.
- Conducción técnica. La principal función es el ahorro de combustible, consiste en tener “un tipo de conducción y de comportamiento en relación al vehículo, que llevan al

consumo mínimo de combustible, llantas y refacciones, ...reduciendo las emisiones contaminantes al medio ambiente y que, además, respeta a los usuarios del camino” (Rafael y Hernández, 2012, pp. 37).

Un estudio realizado en México por Naciones Unidas, demostró que este tipo de conducción, en el transporte de mercancías, se reducen los “...contaminantes totales emitidos por el consumo de combustible cuando se realizó la conducción tradicional fue de 79.47 kilogramos y con la conducción técnica se obtuvieron 66.54 kilogramos de los mismos contaminantes, esto representa una disminución del 16.27 por ciento” (UN-DESA, s.f., pp. 16)

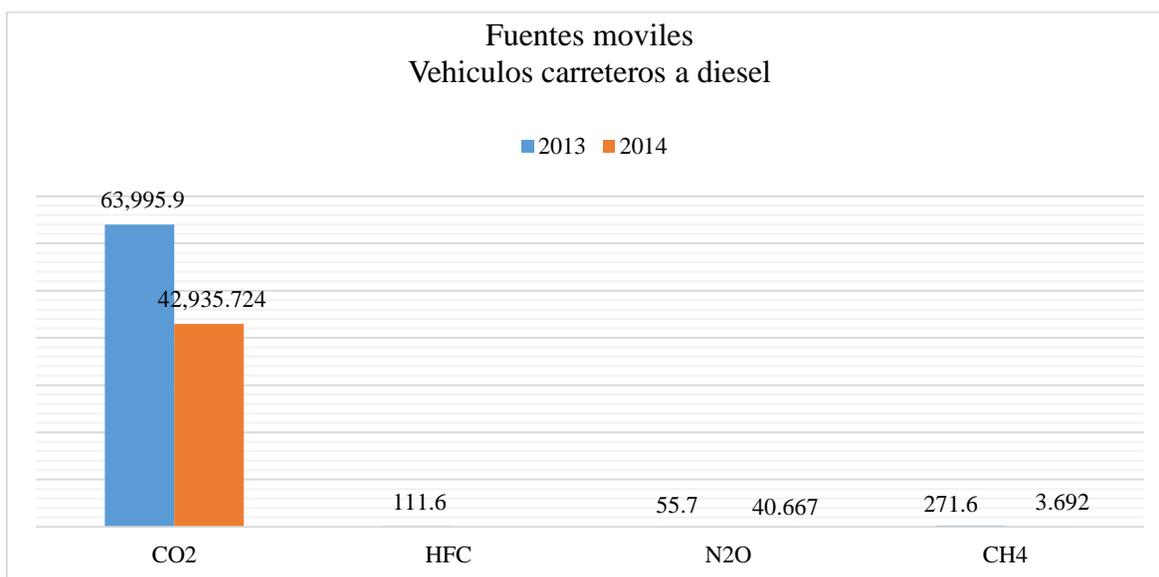
4.1.1. Emisiones diésel.

En México en el 2013 las emisiones de GEI del sector fuentes móviles carreteras, es específicamente el autotransporte diésel (pasajeros y mercancías), la cuales están medidas en equivalentes de CO₂ (CO₂e), que fue de

64,434.8 Gg de CO₂e” (INECC, 2013, p. 10), para el 2014 las emisiones de CO₂e se redujeron aproximadamente en un 33% (tomando en cuenta que para este año aún no se tenían contabilizados los HFCs) llegando a la cifra de “42,980.082 Gg de CO₂e” (INECC, 2015, pp. 1).

En la siguiente gráfica se muestra un comparativo de cada uno de los compuestos que integran las cifras de emisiones, así mismo se ve reflejado como casi la totalidad de las emisiones corresponde a CO₂e.

Figura 30 Emisiones por quema de combustibles fósiles en Gg de CO₂e



Nota: En la estadística de 2014 no se muestran los datos de la cantidad de emisiones de HFC
 Fuente: Elaboración propia con datos de INECC, 2013, pp. 10 e INECC, 2015, pp. 1.

4.1.2. Emisiones gas natural.

Se han realizado comparaciones entre los principales combustibles, “un solo tanque de gasolina libera entre 140 y 180 kilogramos de CO₂. Sin embargo, el gas natural comprimido (GNC) libera alrededor de un cuarto a un tercio menos de CO₂ que los combustibles derivados del petróleo” (Yang y Kraft-Oliver, 1997, pp. 395). Por otra parte “un litro de combustible para un vehículo diésel tenderá a tener más kilometraje que su equivalente de gasolina, pero emitirá más CO₂ (2.7 kg CO/ l) aproximadamente 15% más que la gasolina” (Shancita, Masjuki, Kalam, Rizwanul, Rashed, Rashedul, 2014, pp. 796). Además de reducirse la emisión de CO₂ con el uso de GNC durante su combustión, se produce material particulado de menos de un micrómetro (PM₁), mientras que el diésel y gasolina liberan material particulado de 2.5 micrómetros (PM_{2.5}), por lo que el “GNC virtualmente no emiten partículas u hollín negro visible del tubo de escape” (Laboratorio Nacional de Energía Renovable [NREL], 2001, pp. 1). Las emisiones del gas natural incluyen: óxidos de nitrógeno

(NO_x), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), compuestos orgánicos volátiles (COVs), trazas de dióxido de azufre (SO₂) y partículas (PM), en proporción el 99.9% es CO₂ y el 0.1 comprende el resto de las emisiones.

Por consiguiente, el gas natural, representa una disminución de emisiones, principalmente de CO₂. Este combustible consiste mayormente en CH₄ (por lo general mayor a un 89%) y cantidades variables de otros elementos tal y como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 16 Composición e información de los componentes del gas natural.

Material	%	Numero CAS (Chemical Abstracts Service)	LEP (Limite de Exposición Permisible)
Gas natural (Metano)	88	74-82-8	Asfixiante Simple
Etano	9		
Propano	3		
Etil Mercaptano	17-28 ppm		Odorífico

Nota: El CAS del Etil Mercaptano es 75-08-01 y el ACGIH TLV: 0.5 ppm

Fuente: Pemex Gas y Petroquímica Básica, 2000, pp. 2.

Por consiguiente, el gas natural al ser prácticamente CH₄ sus concentraciones de carbono son bajas, y al momento de la combustión “libera un 28 por ciento menos de dióxido de carbono por unidad de calor que el combustible diésel” (Delgado y Muncrief, 2015, pp. 14). La consultoría ambiental MJ Bradley & Associates en 2013, comparó el consumo de combustible de diésel y GNC autobuses de tránsito, tomando en cuenta todo el proceso de los combustibles, desde la extracción hasta la quema por los vehículos, a este tipo de investigación se le denomina “del pozo a la rueda” o WTW por sus siglas en inglés (well to wheels), así,

el Consejo Nacional de Investigación (NRC, 2014) determina que los vehículos de gas natural en general, emiten alrededor de 5 a 20 por ciento menos dióxido de

carbono que los vehículos diésel, esto depende del ciclo de conducción. Max Kofod y Trevor Stephenson (2013) estiman que las emisiones de gases de efecto invernadero en WTW de camiones pueden ser desde 17 hasta 25 por ciento menos que el diésel (Delgado, *et al.*, 2015, pp. 15).

También por parte de la Universidad de Virginia Occidental, se realizó un estudio en autobuses en Boulder, Colorado, para calcular en cuanto se reducen las emisiones de NOx (uno de los principales problemas del uso del diésel), donde se

demonstró una reducción del 97% en partículas y una reducción del 58% en óxidos de nitrógeno (NOx) en autobuses circulando a base de GNC en vez de diésel. Nótese que la cantidad traza de partículas asociada con el GNC generalmente se atribuye a consumo de aceite lubricante en el cárter del motor, no al combustible (NREL, 2001, pp. 1).

4.1.2.1. Seguridad en contenedores.

El GNC al ser un gas a presión, requiere de contenedores diseñados y con materiales específicos, con lo que se reduce drásticamente el peligro de una explosión o fuga, de tal manera que "...los tanques de combustible de GNC son mucho más fuertes y seguros que los de diésel o gasolina" (NREL, 2001, pp. 2), inclusive este riesgo de incendio es mucho menor en comparación con la gasolina, en la siguiente se pueden observar las temperaturas de auto ignición en grados centígrados (°C), de gasolinas (PEMEX Premium UBA y Magna), diésel (para vehículos a motor, no aplica para diésel marino) y de gas natural, estos datos fueron obtenidos de las "hojas de datos de seguridad", disponibles en la plataforma virtual de PEMEX.

Tabla 17 Temperatura de auto ignición (°C), gasolinas, diésel y gas natural.

Combustible	Temperatura de auto ignición (°C)
Pemex Premium UBA	aproximadamente 250°C
Pemex Magna	aproximadamente 250°C
Pemex Diésel	254 -285°C
Gas natural	650.0°C

Fuente: Elaboración propia con datos de PEMEX Refinación, 2015.

De lo anterior, se puede llegar a conclusión que el uso de este combustible alternativo no representa mayor peligro que en aquellos que usan diésel, estudios han afirmado esto, de tal manera que “...no hay pruebas de que los autobuses de GNC presenten un riesgo mayor de incendio o explosión que los autobuses de diésel” (NREL, 2001, pp. 2).

Se muestran a continuación, algunas de las especificaciones, de los 4 tipos de contenedores de GNC más comunes en México, empleados en unidades móviles con ruedas.

Tabla 18 Tipos de tanques de combustible para gas natural comprimido

Tipo	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Cilindro				
Compuesto	Metal	Fibra de vidrio Impregnado en resina Filamento continuo con camisa de metal (Aro envuelto)	Fibra de carbono Impregnado en resina Filamento continuo (Envuelto completo)	Fibra de carbono Impregnado en resina Filamento continuo (Envuelto completo)
Camisa (forro)	Metal	Metal	Aluminio	Plástico
Peso	94kg	89kg	45kg	39Kkg
Distribución de carga	100:0	55:45	20:80	0:100

Fuente: Hyundai, s.f., p. 50.

4.2. Comparación de emisiones.

En México la forma desarrollada para usar el gas natural en el transporte colectivo de personas, es en su versión GNC, que es que usan las unidades que se venden en el territorio nacional.

Para hacer el cálculo de las emisiones del sector transporte colectivo de personas, se utilizó la metodología del IPCC de 2006, “Directrices para inventario nacional de gases de efecto invernadero”, manual de referencia: energía volumen 2, capítulo 3. Para estimar las emisiones de los combustibles fósiles se pueden realizar de dos formas:

- Método simple (Tier 1). Método para la estimación de las emisiones, basadas en el consumo de combustible. “Las emisiones procedentes de todas las fuentes de combustión se calculan sobre la base de la cantidad de combustible consumido y los factores de emisión promedio” (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio [IPCC], 1996, pp. 5). Los compuestos que se logran estimar son: CO₂, CH₄, N₂O. Este es el método que se utilizó para este trabajo, por la dificultad para obtener la información, el mismo IPCC sigue este método cuando “no hay información detallada sobre el tipo de combustible, la tecnología y las condiciones de funcionamiento” (IPCC, 1996, pp. 9).
- Método detallado (Tiers 2/3). Al igual que la anterior estiman las emisiones, pero las mediciones son más detalladas del combustible y las fuentes móviles.

Por limitantes en la información se eligió el método simple, Nivel 1 (Tier 1). Una vez elegido el método se siguieron los siguientes pasos:

Paso 1: estimación del consumo aparente de combustibles en unidades originales

Paso 2: conversión a una unidad común de energía.

Paso 3: multiplicación de los factores de emisión para calcular el contenido de carbono

Paso 4: cálculo de carbono almacenado.

Teniendo el consumo anual de diésel del transporte colectivo de personas en 2014 fue 4,335,971.91 barriles de diésel (bl) (paso 1). Es necesario hacer la conversión a unidades a la unidad de energía utilizada en el IPCC que es en terajoules (TJ), así que utilizando los factores de conversión que se publicaron en el Balance Nacional de Energía 2014, se hizo la conversión a megajoules (MJ), que es la unidad utiliza en el territorio nacional, la cual después será convertida en la unidad de energía que requiere la metodología. Es preciso hacer mención que los poderes caloríficos netos, de los combustibles se modifican cada año, dependiendo de la calidad, origen y mezcla del petróleo, en la siguiente tabla se muestra dicha variación. La tabla a continuación contiene los poderes caloríficos netos en kilojoules sobre metro cubico (kJ/m³) y su variación.

Tabla 19 Poderes caloríficos netos.

	2010	2011	2012	2013	2014
Gas natural (promedio asociado y no asociado) (kJ/m ³)	38,875	40,013	40,319	41,123	41,041
Gas natural asociado (kJ/m ³)	40,389	40,724	40,941	42,103	42,103
Gas natural no asociado (kJ/m ³)	36,067	38,563	38,860	38,563	38,563
Diésel (MJ /bl)	5,681	5,813	5,650	5,715	5,620

Fuente: Beltrán, Alexandri, Herrera y Ojeda, 2015, pp. 88.

Con el poder calorífico neto de diésel de 2014 se obtuvo la cantidad de energía utilizada en megajoules (MJ) multiplicando el consumo diario de barriles de diésel por el poder calorífico del diésel correspondiente al mismo año (2014). En la siguiente tabla se observan los valores resultantes.

Tabla 20 Conversión de barriles a megajoules (MJ), con factor poder calorífico neto de 2014

Poder calorífico neto aplicable en México en 2014			
Combustible	Consumo anual barriles diésel	Factor poder calorífico neto (MJ /bl)	Consumo anual en MJ
Diésel	4,335,971.91	5,620	24,368,162,134.20

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER, 2010 y Beltrán, et al., 2015, pp. 88.

El consumo anual en MJ, deben ser convertidos en terajoules (TJ), que es la unidad utilizada en los factores de emisión (paso 2), en la siguiente tabla se realiza la conversión.

Tabla 21 Conversión consumo energía (anual) de MJ a TJ, en 2014.

Transporte colectivo de personas			
Combustible	MJ	Factor TJ/MJ	Combustible TJ
Diésel (anual)	24,368,162,134	10 ⁻⁶	24,368.1621

Fuente: Elaboración propia.

Al mismo tiempo se deben de tener en cuenta los factores de potencial de calentamiento global (PCG), para el desarrollo de las ecuaciones se utilizaron el PCG a 100 años, del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC, los cuales se están contenidos en la siguiente tabla.

Tabla 22 Potencial de Calentamiento Global (PCG) valores relativos en CO₂

Designación industrial o nombre común (años)	Formula Química	Horizonte temporal para Potencial de Calentamiento Global		
		Segundo Informe de Evaluación (SAR)	Cuarto Informe de Evaluación (AR4)	Quinto Informe de Evaluación (AR5)
Dióxido de carbono	CO ₂	1	1	1
Metano	CH ₄	21	25	28
Óxido Nitroso	N ₂ O	310	298	265

Fuente: The Greenhouse Gas Protocol, s.f.

Supone una sustitución del combustible en las unidades de transporte colectivo, de utilizar diésel a GNC. Para hacer el cálculo de las emisiones de CO₂ de diésel y gas natural se utilizó la ecuación CO₂ del transporte terrestre IPCC 2006, se muestra a continuación.

$$Emisión = \sum_a [Combustible_a \cdot EF_a]$$

Donde:

Emisión = Emisiones de CO₂ (kg)

Combustible_a = combustible vendido (TJ)

EF_a = factor de emisión (kg/TJ).

a = tipo de combustible (p. ej., gasolina, diésel, gas natural, GLP, etc.)

La siguiente tabla muestra los factores de emisión de CO₂ que son utilizados para esta metodología, se utilizó el valor por defecto.

Tabla 23 Factores de emisión de CO₂ por defecto del transporte terrestre y rangos de incertidumbre (a).

Tipo de combustible	Por defecto (kg/TJ)	Inferior	Superior
Gas/Diésel Oil	74,100	72,600	74,800
Gas natural comprimido	56,100	54,300	58,300

Fuente: Garg y Pulles, 2006, pp. 16.

Al utilizar la fórmula y los factores de emisión de CO₂, se obtuvieron los siguientes resultados en gigagramo (Gg) de CO₂e en la tabla a continuación.

Tabla 24 Estimación emisiones CO₂ Nivel 1 IPCC

Con conversión a CO ₂ toneladas equivalentes de carbono (toe) con el uso del potencial de calentamiento global (PCG)					
Combustible	Consumo anual en TJ j	Factor de Emisión (kg/TJ) EF _j	Emisiones CO ₂ (kg)	PCG	CO ₂ eq (Gg)
Diésel	24,368.1621	74,100	1,805,680,814.1442	1	1,805.6808
Gas Natural	24,368.1621	56,100	1,367,053,895.7286	1	1,367.0539
Variación			438,626,918.4156		-438.6269

Fuente: Elaboración propia con datos de Garg y Pulles, 2006, pp. 16.

Por lo que se dedujo que, de hacer el cambio en el transporte colectivo de personas, de combustible diésel a gas natural, es posible la reducción de 438.6269 Gg de CO₂e, que representa una disminución del 24.9%, en comparación con el diésel.

Además de CO₂, con esta metodología del 2006 de IPCC, se pueden medir otros GEI, tales como el CH₄ y N₂O. Utilizando los pasos anteriormente señalados a continuación se hicieron los cálculos. La ecuación para hacer el cálculo es la misma para los dos compuestos, solo es necesario tener en cuenta que cada uno de ellos tienen distintos factores de emisión y potencial de calentamiento global.

$$Emisión = \sum_a [Combustible_a \cdot EF_a]$$

Donde:

Emisiones = emisión en kg

EF_a = factor de emisión (kg/TJ)

Combustible_a = combustible consumido, (TJ) (representado por el combustible vendido)

a = tipo de combustible a (p. ej., diésel, gasolina, gas natural, GLP)

La tabla a continuación contiene los factores de emisión para estos dos compuestos.

Tabla 25 Factores de emisión de N₂O y CH₄ por defecto del transporte terrestre y rangos de incertidumbre.

Tipo de combustible / Categoría representativa de vehículo	CH ₄ (kg/TJ)			N ₂ O (kg/TJ)		
	Por defecto	Inferior	Superior	Por defecto	Inferior	Superior
Gas / Diésel Oil ^(e)	3.9	1.6	95.0	3.9	1.3	12.0
Gas natural ^(f)	92	50	1,540	3	1	77

(e) El valor diésel por defecto se basa en el valor de la AEMA (2005a) para un camión pesado diésel europeo, convertido con los valores y las hipótesis descritos en la nota (a) del cuadro.

(f) Los valores por defecto e inferiores del gas natural se basaron en un estudio de TNO (2003), realizado usando vehículos europeos y ciclos de pruebas en los Países Bajos. Hay mucha incertidumbre para el N₂O. La USEPA (2004b) tiene un valor por defecto de 350 kg CH₄/TJ y 28 kg N₂O/TJ para un automóvil de GNC de Estados Unidos, convertido usando los valores y las hipótesis descritos en la nota (a) del cuadro. Los límites superior e inferior también fueron tomados de USEPA (2004b)

Fuente: Garg y Pulles, 2006, pp. 21.

A continuación, se exponen los resultados que se obtuvieron después de aplicar la fórmula para los dos compuestos.

Tabla 26 Estimación emisiones CH₄ Nivel 1 IPCC.

Con conversión a CO ₂ toneladas equivalentes de carbono (toe) con el uso del potencial de calentamiento global (PCG)					
	Combustible TJ	Factor de Emisión (kg/TJ)	Emisiones CH ₄ (kg)	PCG	CO ₂ eq (Gg)
Diésel	24,368.1621	3.9	95,035.832	28	2.6610
Gas Natural	24,368.1621	92	2,241,870.916	28	62.7724
Variación			-2,146,835.084		60.1114

Fuente: Elaboración propia con datos de Garg y Pulles, 2006, pp. 21.

Tabla 27 Estimación emisiones N₂O Nivel 1 IPCC.

Con conversión a CO ₂ toneladas equivalentes de carbono (toe) con el uso del potencial de calentamiento global (PCG)					
	Combustible TJ	Factor de Emisión (kg/TJ)	Emisiones N ₂ O (kg)	PCG	CO ₂ eq (Gg)
Diésel	24,368.1621	3.9	95,035.8323	265	25.1845
Gas Natural	24,368.1621	3	73,104.4864	265	19.3727
Variación			-21,931.3459		-5.8118

Fuente: Elaboración propia con datos de Garg y Pulles, 2006, pp. 21.

En la siguiente tabla se muestran las estimaciones de emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, en Gg de CO₂eq. Se logra una reducción de 384.3273 Gg de CO₂eq, al utilizar gas natural, mismo que, en las emisiones de los compuestos CO₂ y N₂O, tuvieron una reducción de 24% y 23% respectivamente, pero las emisiones de CH₄ se elevaron en más del 2,000%, a pesar de esto se logra una disminución total de emisiones cercana al 21%.

Tabla 28 Variación en la emisiones CO₂eq entre diésel y natural.

Combustible	CO ₂ eq (Gg)			Total
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Diésel	1,805.6808	2.6610	25.1845	1,833.5263
Gas Natural	1,367.0539	62.7724	19.3727	1,449.1990

Fuente: Elaboración propia

El siguiente apartado es la elaboración de escenarios en la adopción del GNC, se establecen tres tipos alcances en la adopción del combustible, la primera corresponde al uso en toda la flota vehicular de transporte colectivo, la segunda con adopción al 80% y un tercer escenario con la mitad del parque vehicular a diésel y la otra mitad a GNC. Se mostraron las reducciones en emisiones, así como también el ahorro de diésel (al ser sustituido por el GNC) y el ahorro en el costo de los combustibles.

4.2.1. Escenario de uso de gas natural 100%

Escenario con adopción del 100% de gas natural como combustible en el transporte colectivo de personas. Con el supuesto del cambio de la totalidad de los autobuses de diésel a GNC, se

logra una reducción 159,084,111.81 litros de diésel equivalente, tal como lo muestra en la siguiente tabla.

Tabla 29 Equivalencia de litros de diésel a GNC, sustitución al 100% diésel por gas natural en 2014.

Factor de conversión 0.769230769 GNC a 200 bar por litro de diésel.			
Tipo de servicio	Litros diésel	GNC LEQ	Ahorro en unidades equivalentes
Oficiales	3,446,822.42	2,651,401.86	795,420.56
Públicos	302,217,390.01	232,474,915.39	69,742,474.62
Particulares	383,700,272.07	295,154,055.44	88,546,216.63
Total	689,364,484.50	530,280,372.69	159,084,111.81

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica a continuación se puede ver con mayor precisión la reducción en unidades equivalentes de GNC, cercano al 23% de unidades equivalentes, de los 689,364,484.50 litros de diésel que se utilizaron en 2014.

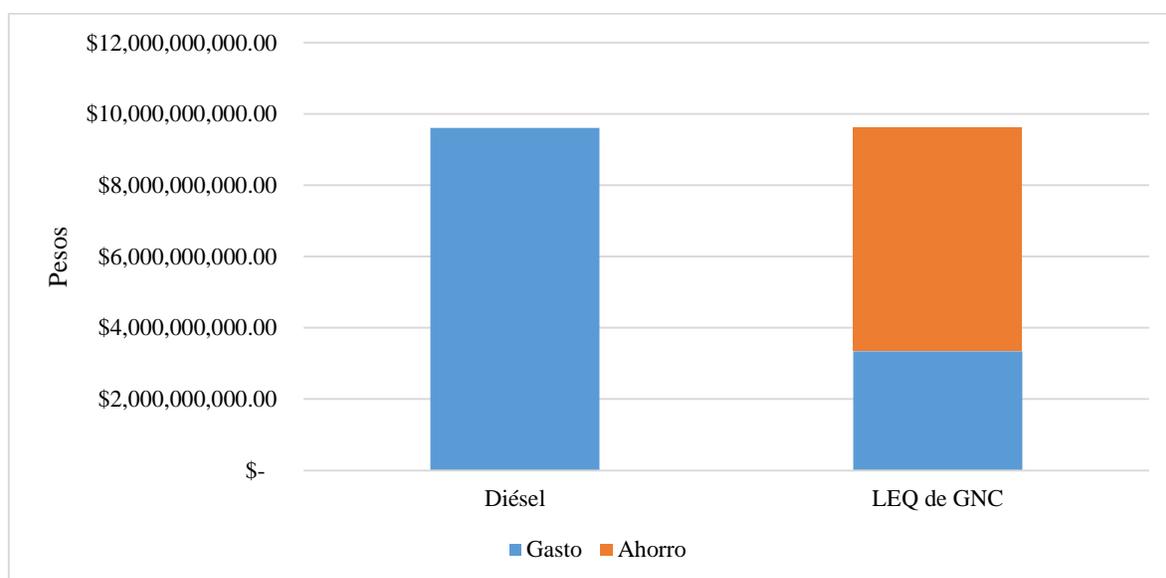
Estos ahorros en combustibles representan a su vez ahorro en el costo de los mismos, más si se tiene en cuenta que en 2014, el precio promedio anual del diésel, fue de \$13.94 pesos y de GNC LEQ de \$6.30 pesos, ambos precios son al público general, por lo que el gas ya tiene dentro del precio el costo de compresión. La tabla a continuación muestra de forma detallada los litros de diésel y GNC, necesarios para el transporte colectivo, mismo que al realizar la sustitución en este escenario se obtiene un ahorro de \$6,268,974,565.99, cerca del 65%, con respecto a lo necesario a erogar por diésel, que fue de \$9,609,740,913.96.

Tabla 30 Gasto anual en pesos del uso de diésel y GNC, 2014.

Precios promedio anual: litro diésel \$13.94 y equivalente GNC \$6.30					
Tipo de servicio	Litros diésel	Gasto diésel	GNC (BTu) a 200 bar	Gasto LEQ de GNC	Ahorro en pesos
Oficiales	3,446,822.42	\$48,048,704.57	2,651,401.86	\$16,703,831.74	\$31,344,872.83
Públicos	302,217,390.01	\$4,212,910,416.68	232,474,915.39	\$1,464,591,966.95	\$2,748,318,449.73
Particulares	383,700,272.07	\$5,348,781,792.71	295,154,055.44	\$1,859,470,549.28	\$3,489,311,243.43
Total	689,364,484.50	\$9,609,740,913.96	530,280,372.69	\$3,340,766,347.97	\$6,268,974,565.99

Fuente: Elaboración propia.

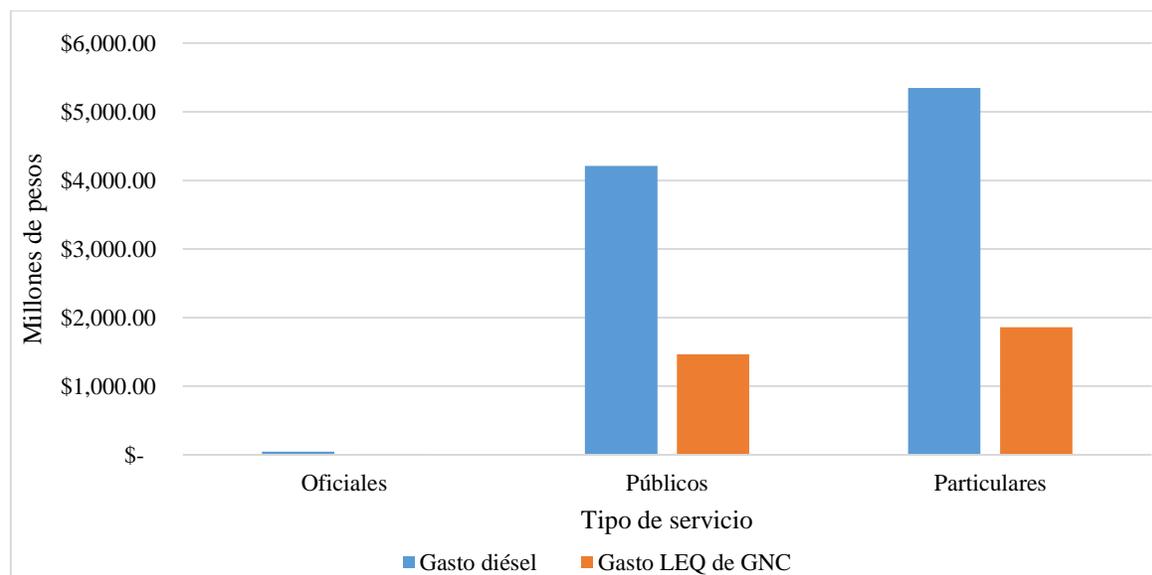
Figura 31 Ahorro en millones de pesos, por sustitución al 100% de los vehículos diésel a gas natural, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, en la gráfica se puede observar el ahorro, que se podrían lograr para cada uno de los tipos de servicio, siendo el servicio particular el que tendría mayor ahorro en el costo de combustible, que asciende a \$3,489,311,243.43 de pesos.

Figura 32 Gasto anual en millones de pesos por uso de diésel y GNC, por tipo de servicio, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Con este escenario de sustitución al 100% de diésel por gas natural, además del ahorro en la cantidad de dinero, se logran reducir la emisión de GEI (CO₂, CH₄ y N₂O), para hacer el cálculo, se utilizó la Tier 1, de la metodología del IPCC de 2006, contenida en las Directrices para inventario nacional de gases de efecto invernadero, manual de referencia: energía volumen 2, capítulo 3. En la siguiente tabla se muestran las estimaciones de los compuestos, de los combustibles diésel y gas natural.

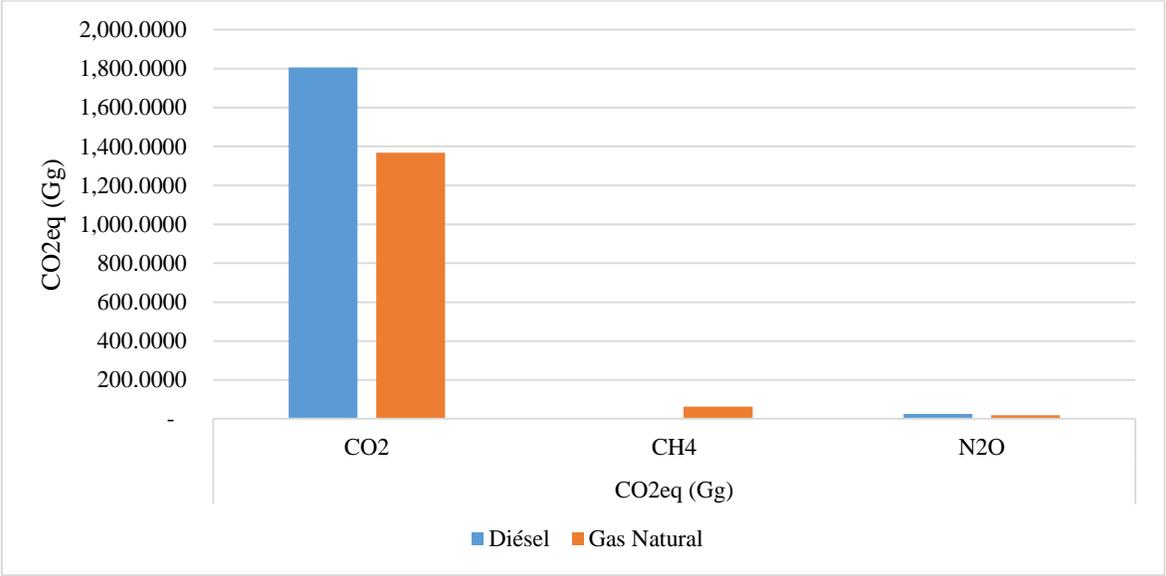
Tabla 31 Estimación emisiones gases GEI, diésel y gas natural, 2014.

Combustible	CO ₂ eq (Gg)			Consumo anual en TJ
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Diésel	1,805.6808	2.6610	25.1845	24,368.1621
Gas Natural	1,367.0539	62.7724	19.3727	24,368.1621
Variación	-438.6269	60.1114	-5.8118	

Fuente: Elaboración propia, con datos de las tablas 24, 26 y 27.

En la gráfica se muestra, como se disparan las emisiones de CH₄, en el GNC, en comparación con el diésel, pero la reducción CO₂, por si sola compensa el aumento de CH₄.

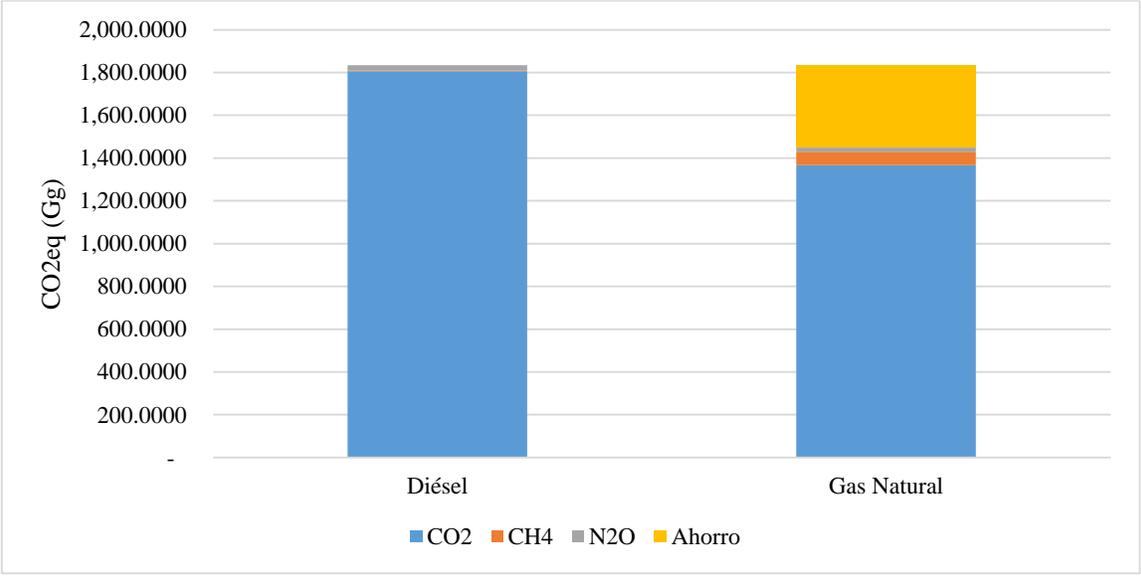
Figura 33 Reducción de emisiones (CO₂, CH₄ y N₂O), sustitución al 100% de los vehículos diésel a gas natural.



Fuente: Elaboración propia.

Así es como esa completa sustitución de combustible en el transporte colectivo de personas, representa un ahorro de 384.3273 Gg de CO₂eq, lo que significa que dejaría de emitir cerca del 21% de CO₂e, contribuyendo a evitar el calentamiento global.

Figura 34 Reducción de total de emisiones, sustitución al 100% de los vehículos diésel a gas natural



Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Escenario de uso de gas natural 80% y diésel 20%.

Escenario con adopción del 80% de gas natural y 20% diésel, como combustible en el transporte colectivo de personas. Bajo este presupuesto de adopción de energéticos, se utilizarían 137,872,896.90 litros de diésel y 424,224,298.16 de GNC LEQ, respectivamente, tal como muestra la siguiente tabla.

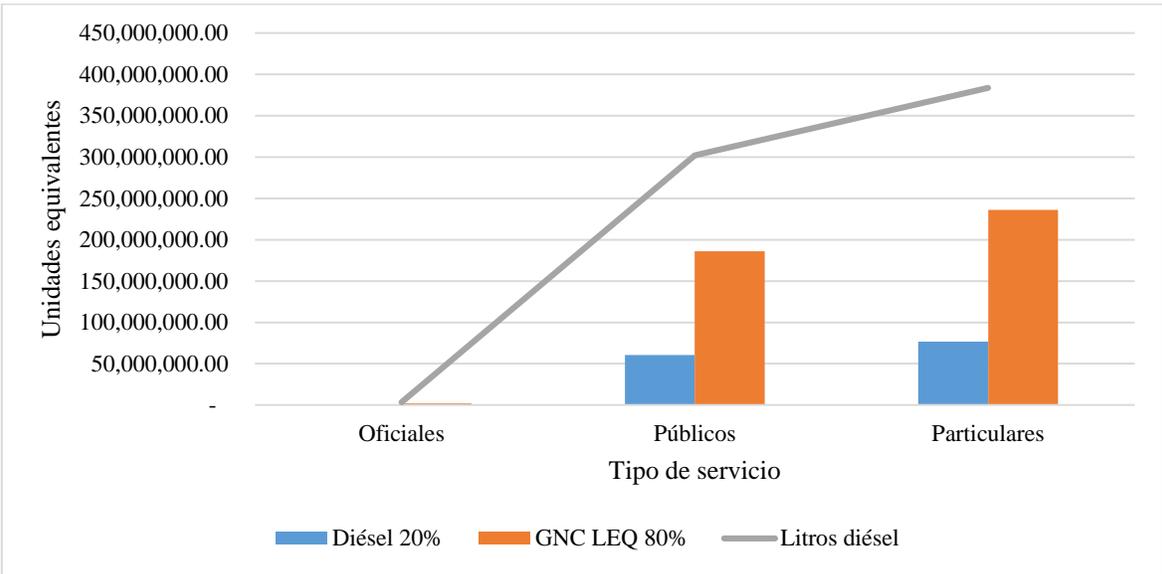
Tabla 32 Equivalencia de litros de diésel a GNC, sustitución al 20% diésel y 80% gas natural en 2014.

Factor de conversión 0.769230769 GNC a 200 bar por litro de diésel.				
Tipo de servicio	Litros diésel	GNC LEQ	Diésel 20%	GNC LEQ 80%
Oficiales	3,446,822.42	2,651,401.86	689,364.48	2,121,121.49
Públicos	302,217,390.01	232,474,915.39	60,443,478.00	185,979,932.31
Particulares	383,700,272.07	295,154,055.44	76,740,054.41	236,123,244.35
Total	689,364,484.50	530,280,372.69	137,872,896.90	424,224,298.16

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente grafica se puede entender cómo se da la ponderación de los combustibles establecidos en este escenario, donde la línea gris representan los litros de diésel que se consumieron durante 2014, y las barras el gasto en combustible por tipo de servicio.

Figura 35 Equivalencia de uso de diésel al 20% y 80% gas natural, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Los ahorros en la cantidad de los combustibles representan a su vez, genera que se gaste una menor suma de dinero, ahora bien, la diferencia de los precios marca otro aspecto muy importante, más si se tiene en cuenta que en 2014, el precio promedio anual del diésel, fue de \$13.94 pesos y de GNC LEQ de \$6.30 pesos (incluye costo de compresión), como se mencionó anteriormente, ambos precios son al público general. La tabla a continuación muestra de forma detallada los litros de diésel (20% es su utilización) y GNC (al 80% de uso), necesarios para el transporte colectivo, el cual se encuentra dividido a su vez por el tipo de servicio que prestan.

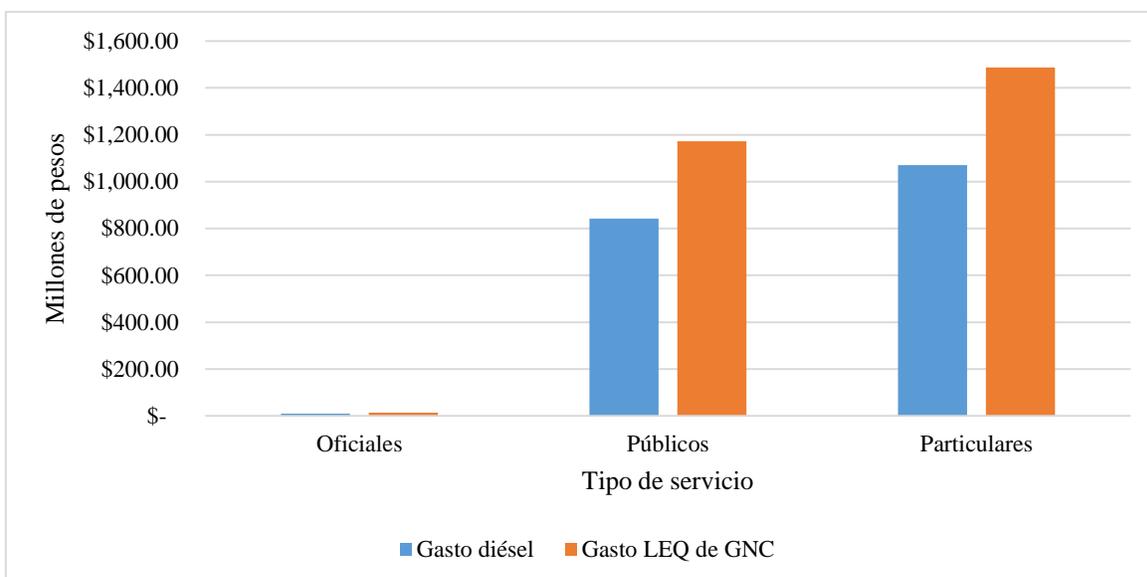
Tabla 33 Gasto anual en pesos de uso 20% diésel y 80% GNC, 2014.

Precios promedio anual: litro diésel \$13.94 y equivalente GNC \$6.30				
Tipo de servicio	Litros diésel 20%	Gasto diésel	GNC 80% (200 bar)	Gasto LEQ de GNC
Oficiales	689,364.48	\$9,609,740.91	2,121,121.49	\$13,363,065.39
Públicos	60,443,478.00	\$842,582,083.34	185,979,932.31	\$1,171,673,573.56
Particulares	76,740,054.41	\$1,069,756,358.54	236,123,244.35	\$1,487,576,439.43
Total	137,872,896.90	\$1,921,948,182.79	424,224,298.16	\$2,672,613,078.38

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica se muestran los costos de usar el GNC al 80%, el cual asciende a \$2,672,613,078.38 pesos y para diésel al 20% a \$1,921,948,182.79 pesos, por lo que el GNC representa cerca del 58% del gasto y el diésel alrededor del 48%, lo que manifiesta, el alto costo monetario del diésel.

Figura 36 Gasto anual en millones de pesos por uso de diésel al 20% y GNC al 80%, por tipo de servicio, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla, se muestra el combustible necesario para el funcionamiento de todo el parque vehicular. La primera celda corresponde al diésel que se utilizó en 2014, que fueron

689,364,484.50 litros, con un costo de \$9,609.74 millones de pesos, la celda de variación pertenece a la cantidad de diésel que se dejaría de consumir, alrededor de 551,491,587.60 litros, el ahorro de sustituir el uso de diésel al 20% y GNC al 80%, resulta un ahorro de \$5,015.18 millones de pesos.

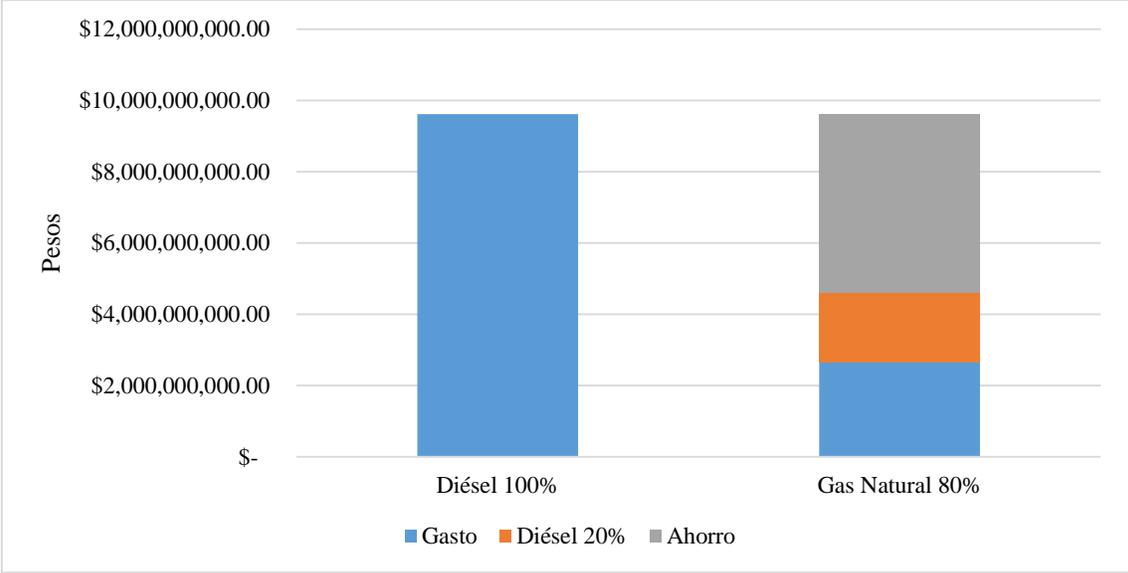
Tabla 34 Ahorro en combustible y dinero de la sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.

Combustible	Unidades	Millones de pesos
Diésel 100%	689,364,484.50	\$9,609.74
Diésel 20%	137,872,896.90	\$1,921.95
GNC LEQ 80%	424,224,298.16	\$2,672.61
Variación	127,267,289.45	\$5,015.18

Fuente: Elaboración propia.

La figura a continuación ejemplifica el ahorro, al aplicar la sustitución de combustibles de este escenario, el cual llega a ser cerca del 52%

Figura 37 Ahorro en dinero de la sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Con este escenario de sustitución al 80% de GNC y el 20% restante de diésel, se utilizó la metodología para el cálculo de GEI, misma que se encuentra en la Directrices para inventario nacional de gases de efecto invernadero”, manual de referencia: energía volumen 2, capítulo 3, método simple Tier 1, del IPCC de 2006, donde los compuestos a estimar CO₂, CH₄ y N₂O, en las siguientes tablas se aplica el método en la proporción de este escenario.

Tabla 35 Estimación emisiones CO₂, Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.

Con conversión a CO₂ toneladas equivalentes de carbono (toe) con el uso del potencial de calentamiento global (PCG)					
Combustible	Consumo anual en TJ	Factor de Emisión (kg/TJ) EF _j	Emisiones CO₂ (kg)	PCG	CO₂eq (Gg)
Diésel 20%	4,873.63	74,100	361,136,162.83	1	361.136
Gas Natural 80%	19,494.53	56,100	1,093,643,116.58	1	1,093.643
Suma escenario	24,368.16		1,454,779,279.41		1,454.779
Diésel 100%	24,368.16	74,100	1,805,680,814.14	1	1,805.681
Variación			-350,901,534.73		-350.902

Fuente: Elaboración propia con datos de Garg y Pulles, 2006, pp. 21.

Tabla 36 Estimación emisiones CH₄, Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.

Con conversión a CO₂ toneladas equivalentes de carbono (toe) con el uso del potencial de calentamiento global (PCG)					
	Consumo anual en TJ	Factor de Emisión (kg/TJ)	Emisiones CH₄ (kg)	PCG	CO₂eq (Gg)
Diésel 20%	4,873.63	3.9	19,007.166	28	0.532
Gas Natural 80%	19,494.53	92	1,793,496.733	28	50.218
Suma escenario	24,368.16		1,812,503.900		50.750
Diésel 100%	24,368.16	3.9	95,035.832	28	2.661
Variación			1,717,468.067		48.089

Fuente: Elaboración propia con datos de Garg y Pulles, 2006, pp. 21.

Tabla 37 Estimación emisiones N₂O, Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.

Con conversión a CO ₂ toneladas equivalentes de carbono (toe) con el uso del potencial de calentamiento global (PCG)					
	Consumo anual en TJ	Factor de Emisión (kg/TJ)	Emisiones N ₂ O (kg)	PCG	CO ₂ eq (Gg)
Diésel 20%	4,873.63	3.9	19,007.166	265	5.037
Gas Natural 80%	19,494.53	3	58,483.589	265	15.498
Suma escenario	24,368.16		77,490.756		20.535
Diésel 100%	24,368.16	3.9	95,035.832	265	25.184
Variación			-17,545.077		-4.649

Fuente: Elaboración propia con datos de Garg y Pulles, 2006, pp. 21.

A continuación, se muestran el concentrado de la estimación de emisiones para este escenario, en el mismo se hace la comparación con el uso de diésel al 100%, en la celda de variación se observa como existe una reducción en las emisiones de CO₂ y N₂O, con un aumento significativo de CH₄.

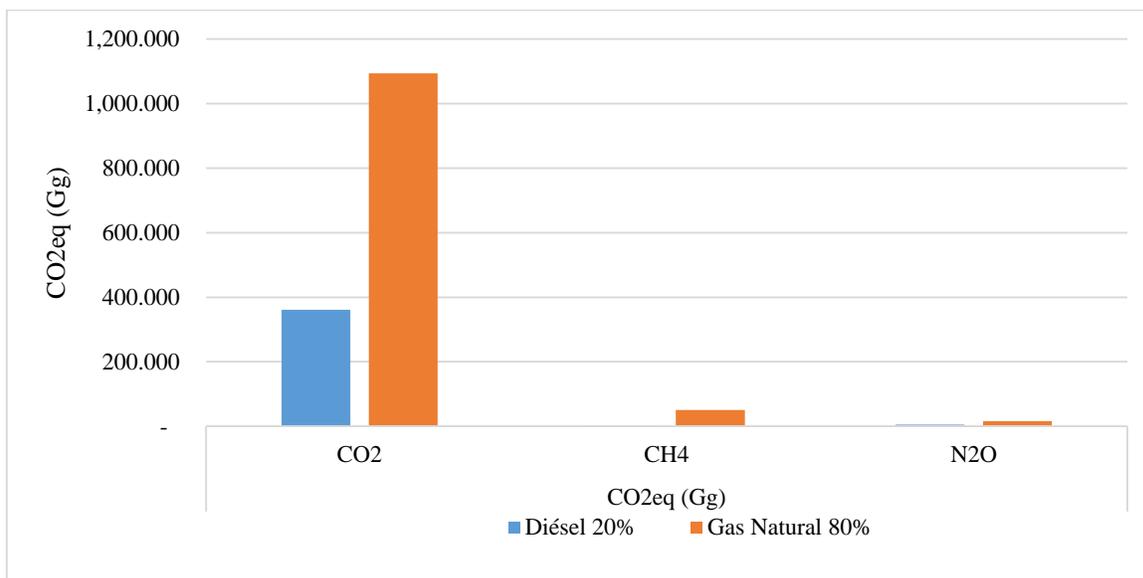
Tabla 38 Estimación emisiones GEI, diésel al 20% GNC al 80%, 2014.

Combustible	CO ₂ eq (Gg)			Consumo anual en TJ
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Diésel 20%	361.136	0.532	5.037	4,873.63
Gas Natural 80%	1,093.643	50.218	15.498	19,494.53
Suma escenario	1,454.779	50.750	20.535	24,368.16
Diésel 100%	1,805.681	2.661	25.184	24,368.16
Variación	- 350.90	48.09	- 4.65	

Fuente: Elaboración propia, con datos de las tablas 35, 36 y 37.

En la figura se observa la estimación de emisiones para el escenario, en donde, el GNC al estar en proporción 80% a 20% de diésel, las emisiones del gas son mayores, pero no debido a que sea más emisor, si no, que es mayor la cantidad de este combustible a utilizar.

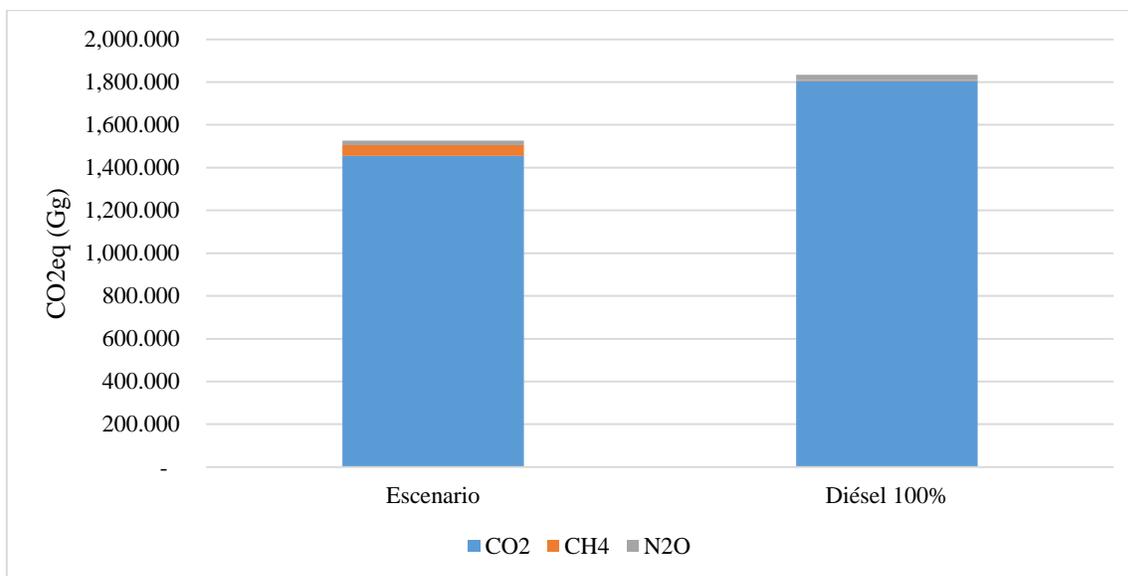
Figura 38 Emisiones (CO₂, CH₄ y N₂O), sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, el ahorro de emisiones para el escenario esta aproximadamente en 307.462 Gg CO₂ eq, con respecto a los 1,833.526 Gg CO₂ eq, que se generan con el de diésel al 100%.

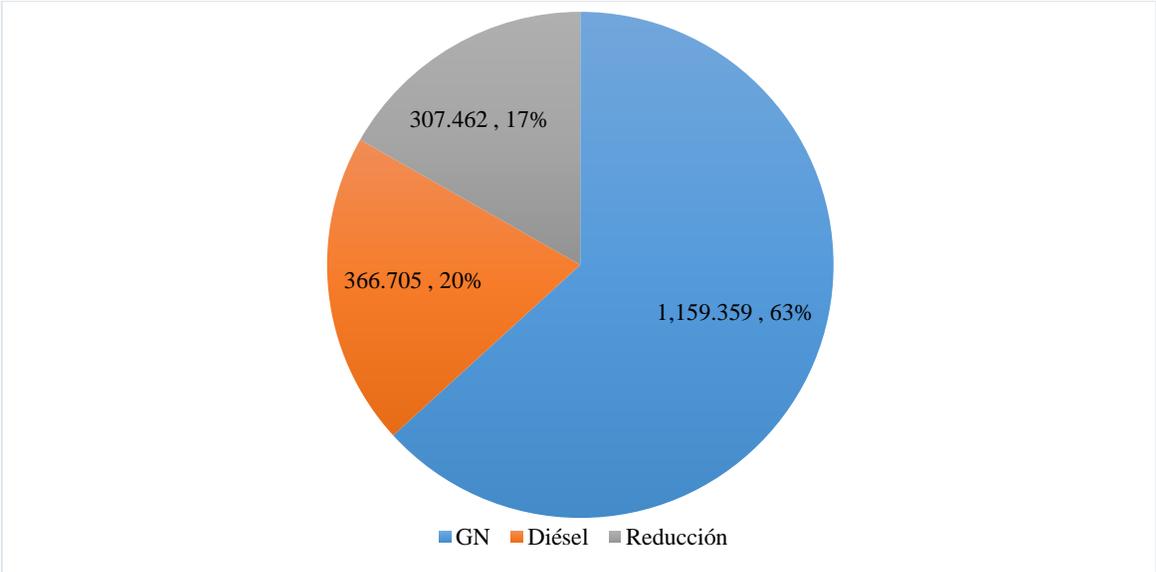
Figura 39 Reducción de emisiones (CO₂, CH₄ y N₂O), escenario frente al uso de diésel al 100%, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

De ahí que las emisiones totales para el escenario son de 1,526.064 Gg de CO₂eq, de las cuales 1,159.359 Gg de CO₂eq pertenecen al GNC, el diésel emite 366.705 Gg de CO₂eq, se logra un ahorro de emisiones cerca del 17%, con respecto al uso del diésel al 100%, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 40 Reducción de total de emisiones GEI, diésel al 20% GNC al 80%, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Escenario de uso de gas natural 50%

Escenario con adopción del 50% de gas natural y 50% diésel, como combustible en el transporte colectivo de personas. Al tratarse de la mitad en el uso de combustibles, se utilizarán de diésel 344,682,242.25 litros y de GNC LEQ 265,140,186.35, los datos se muestran en la siguiente tabla, donde se encuentran divididos por el tipo de servicio que prestan as unidades.

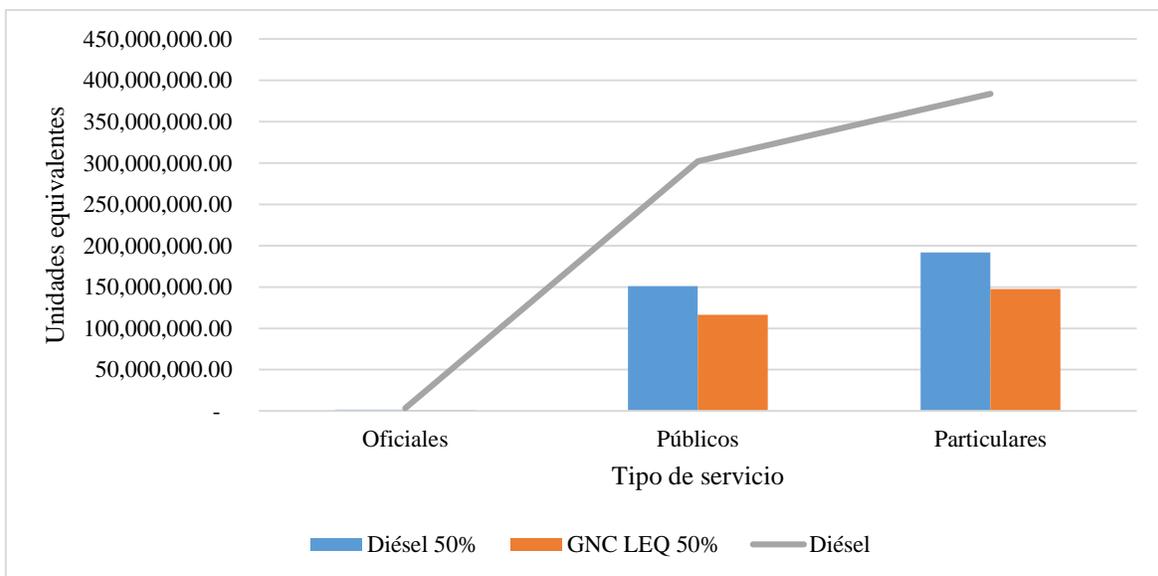
Tabla 39 Equivalencia de litros de diésel a GNC, sustitución al 50% diésel y 50% gas natural en 2014.

Factor de conversión 0.769230769 GNC a 200 bar por litro de diésel.				
Tipo de servicio	Litros diésel	GNC LEQ	Diésel 50%	GNC LEQ 50%
Oficiales	3,446,822.42	2,651,401.86	1,723,411.21	1,325,700.93
Públicos	302,217,390.01	232,474,915.39	151,108,695.00	116,237,457.69
Particulares	383,700,272.07	295,154,055.44	191,850,136.04	147,577,027.72
Total	689,364,484.50	530,280,372.69	344,682,242.25	265,140,186.35

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la gráfica se muestra el combustible, necesarios para el funcionamiento de las unidades por el tipo de servicio que prestan, para este cálculo al 50%, es necesaria mayor cantidad de diésel que de GNC, la línea gris representa los litros de diésel que se consumieron durante 2014.

Figura 41 Equivalencia de uso de diésel al 50% y 50% gas natural, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Además, implícito al ahorro en combustible, se traduce en un menor gasto, debido a la diferencia de precio entre ambos combustibles, el diésel de \$13.94 pesos por litro y el GNC

\$6.30 pesos LEQ (incluye costo de compresión), tal y como se ve en la siguiente tabla, donde también se subdivide el gasto por el tipo de servicio que prestan.

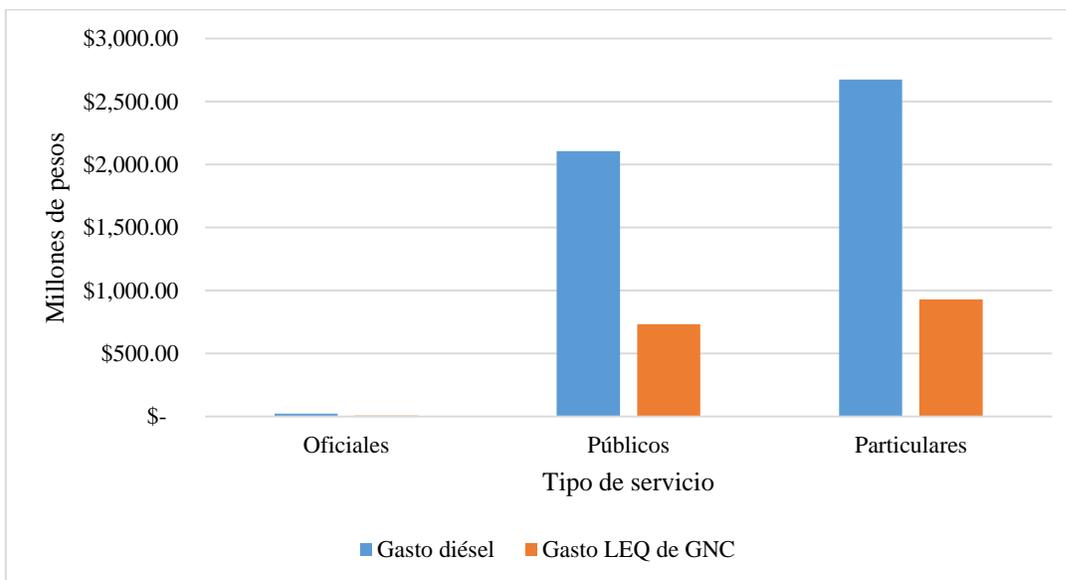
Tabla 40 Gasto anual en pesos de uso 50% diésel y 50% GNC, 2014.

Precios promedio anual: litro diésel \$13.94 y equivalente GNC \$6.30				
Tipo de servicio	Diésel 50%	Gasto diésel	GNC 50% (200 bar)	Gasto LEQ de GNC
Oficiales	1,723,411.21	\$24,024,352.28	1,325,700.93	\$8,351,915.87
Públicos	151,108,695.00	\$2,106,455,208.34	116,237,457.69	\$732,295,983.48
Particulares	191,850,136.04	\$2,674,390,896.36	147,577,027.72	\$929,735,274.64
Total	344,682,242.25	\$4,804,870,456.98	265,140,186.35	\$1,670,383,173.99

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica se muestran los costos de usar el GNC y diésel para este escenario, por tipo de servicio que prestan las unidades, las suma de esos tres, alcanzan la cifra de los \$1,670,383,173.99 pesos, y para el diésel \$4,804,870,456.98 pesos, lo que demuestra ser más económico el uso de GNC, para el transporte colectivo, en sus tres tipos de servicios.

Figura 42 Gasto anual en millones de pesos por uso de diésel al 50% y GNC al 50%, por tipo de servicio, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla muestra el combustible necesario para el funcionamiento del parque vehicular, también la conversión a millones de pesos. Para el cálculo se tomó el precio promedio de diésel y GNC durante 2014. La primera celda tiene los datos del uso de diésel al 100% que se utilizó en el año mencionado, que fueron 689,364,484.50 litros, con un costo de \$9,609.74 millones de pesos, la celda de variación corresponde a la cantidad de diésel que se dejaría de consumir, alrededor de 79,542,055.90 litros, por lo tanto, el ahorro de aplicar la sustitución de diésel al 50% y GNC al 50%, genera un ahorro de 3,134.49 millones de pesos.

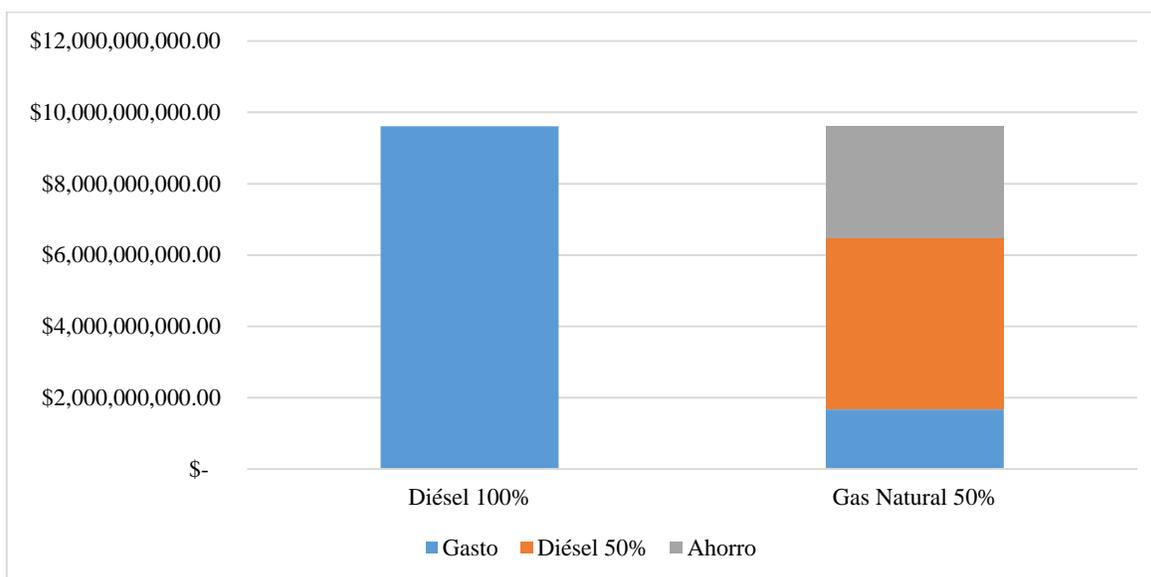
Tabla 41 Ahorro en combustible y dinero de la sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.

Combustible	Unidades	Millones de pesos
Diésel 100%	689,364,484.50	\$9,609.74
Diésel 50%	344,682,242.25	\$4,804.87
GNC LEQ 50%	265,140,186.35	\$1,670.38
Variación	79,542,055.90	3,134.49

Fuente: Elaboración propia.

La figura a continuación, muestra el ahorro que resulta de al aplicar la sustitución de combustibles de este escenario, el cual llega a ser cerca del 33%, que asciende a \$3,134,487,282.99 pesos.

Figura 43 Ahorro en dinero de la sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.



Este escenario de sustitución al 50%, en uso de GNC y diésel, es la misma metodología utilizada anteriormente, la cual está en las Directrices para inventario nacional de gases de efecto invernadero, manual de referencia (volumen 3), del IPCC de 2006. Se estimaron los compuestos CO₂, CH₄ y N₂O, en las siguientes tablas se aplica el método en la proporción de este escenario.

Tabla 42 Estimación emisiones CO₂, Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.

Con conversión a CO ² toneladas equivalentes de carbono (toe) con el uso del potencial de calentamiento global (PCG)					
Combustible	Consumo anual en TJ	Factor de Emisión (kg/TJ) EF _j	Emisiones CO ₂ (kg)	PCG	CO ₂ eq (Gg)
Diésel 50%	12,184.08	74,100	902,840,407.07	1	902.840
Gas Natural 50%	12,184.08	56,100	683,526,947.86	1	683.527
Suma escenario	24,368.16		1,586,367,354.94		1,586.367
Diésel 100%	24,368.16	74,100	1,805,680,814.14	1	1,805.681
Variación			-219,313,459.21		-219.313

Fuente: Elaboración propia con datos de Garg y Pulles, 2006, pp. 21.

Tabla 43 Estimación emisiones CH₄, Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.

Con conversión a CO ₂ toneladas equivalentes de carbono (toe) con el uso del potencial de calentamiento global (PCG)					
Combustible	Consumo anual en TJ	Factor de Emisión (kg/TJ)	Emisiones CH ₄ (kg)	PCG	CO ₂ eq (Gg)
Diésel 50%	12,184.08	3.9	47,517.916	28	1.331
Gas Natural 50%	12,184.08	92	1,120,935.458	28	31.386
Suma escenario	24,368.16		1,168,453.374		32.717
Diésel 100%	24,368.16	3.9	95,035.832	28	2.661
Variación			1,073,417.542		30.056

Fuente: Elaboración propia con datos de Garg y Pulles, 2006, pp. 21.

Tabla 44 Estimación emisiones N₂O, Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.

Con conversión a CO ₂ toneladas equivalentes de carbono (toe) con el uso del potencial de calentamiento global (PCG)					
Combustible	Consumo anual en TJ	Factor de Emisión (kg/TJ)	Emisiones N ₂ O (kg)	PCG	CO ₂ eq (Gg)
Diésel 50%	12,184.08	3.9	47,517.916	265	12.592
Gas Natural 50%	12,184.08	3	36,552.243	265	9.686
Suma escenario	24,368.16		84,070.159		22.279
Diésel 100%	24,368.16	3.9	95,035.832	265	25.184
Variación			-10,965.673		-2.906

Fuente: Elaboración propia con datos de Garg y Pulles, 2006, pp. 21.

La siguiente tabla contiene agrupadas las estimaciones de emisiones para este escenario, en el mismo se hace la comparación con el uso de diésel al 100%, en la celda de variación se observa como existe una reducción, al igual que en los escenarios anteriores, en las emisiones de CO₂ y N₂O, con un aumento CH₄.

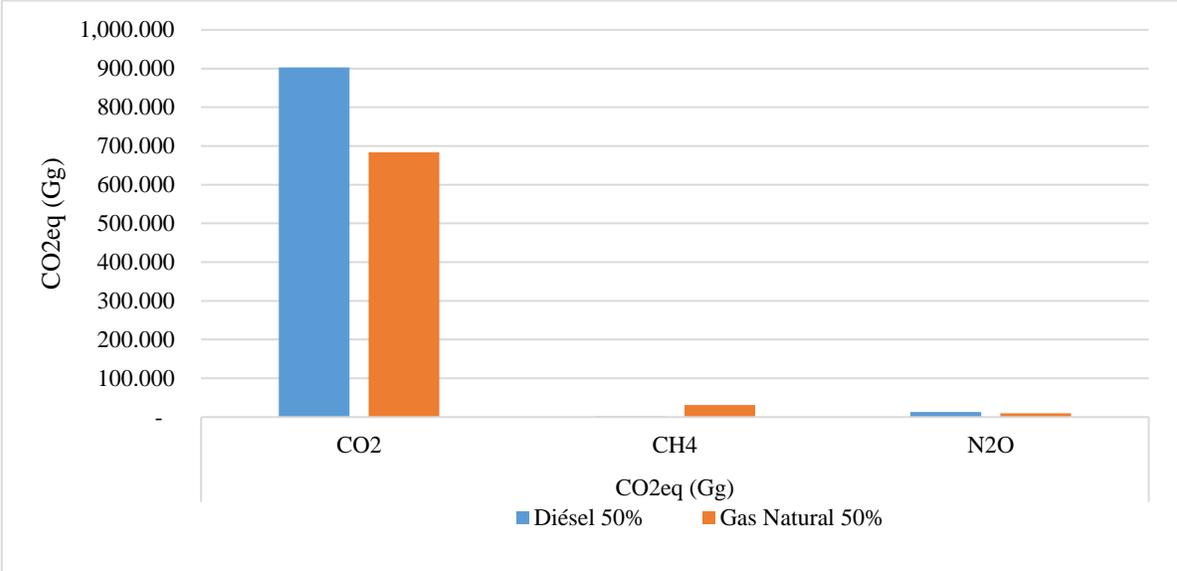
Tabla 45 Estimación emisiones GEI, diésel al 50% GNC al 50%, 2014.

Combustible	CO ₂ eq (Gg)			Consumo anual en TJ
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Diésel 50%	902.840	1.331	12.592	12,184.08
Gas Natural 50%	683.527	31.386	9.686	12,184.08
Suma escenario	1,586.367	32.717	22.279	24,368.16
Diésel 100%	1,805.681	2.661	25.184	24,368.16
Variación	- 219.31	30.06	- 2.91	

Fuente: Elaboración propia, con datos de las tablas 42, 43 y 44.

Por consiguiente, en la figura a continuación se observa la estimación de emisiones para el escenario, en dónde al utilizar los combustibles en las mismas cantidades, las emisiones de CO₂ y N₂O son elevadas en el diésel, pero el GNC emite mayor cantidad de CH₄.

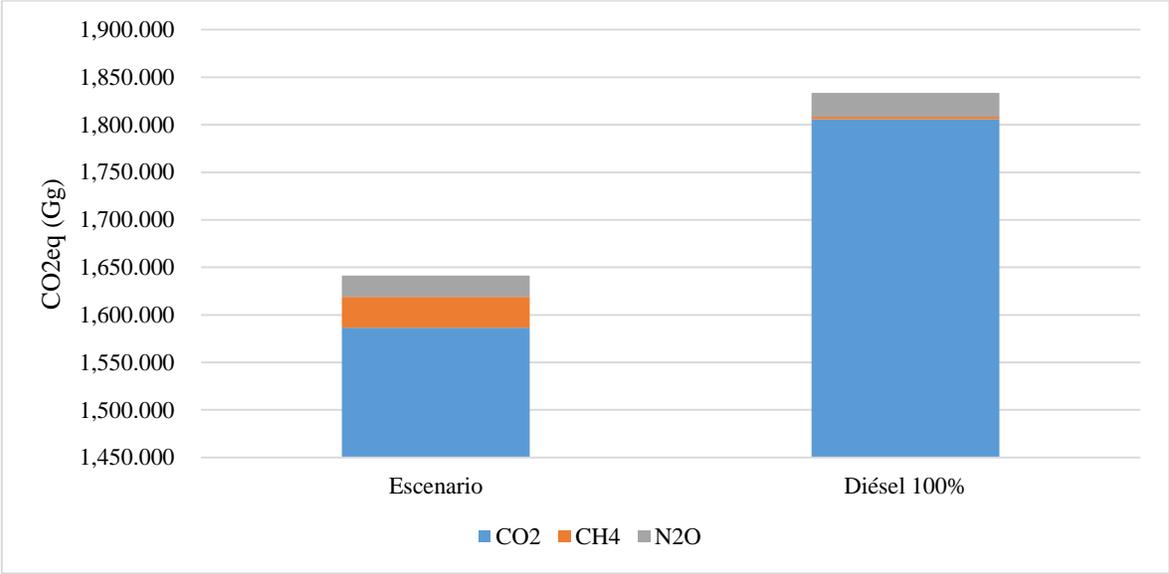
Figura 44 Emisiones (CO₂, CH₄ y N₂O), sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, la reducción de emisiones para este escenario, esta aproximadamente en 192.164 Gg CO₂ eq, con respecto a los 1,833.526 Gg CO₂ eq, que se generan con el de diésel al 100%.

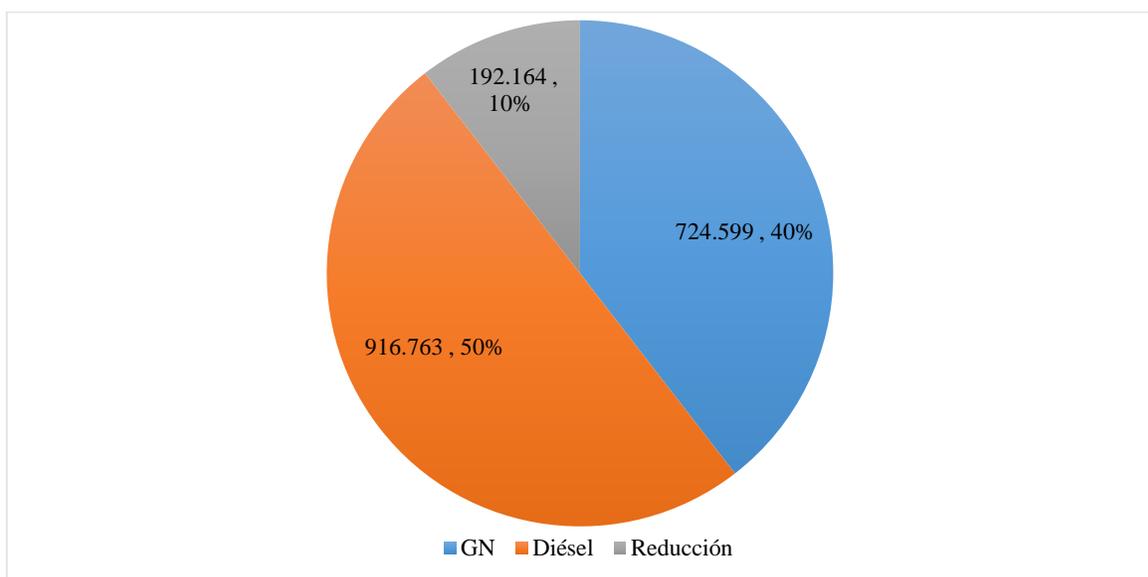
Figura 45 Reducción de emisiones (CO₂, CH₄ y N₂O), escenario frente al uso de diésel al 100%, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Esto es que las emisiones totales para el escenario fueron de 1,641.363 Gg de CO₂eq, de las cuales 724.599 Gg de CO₂eq pertenecen al GNC, el diésel emite 916.763 Gg de CO₂eq, se logra un ahorro de emisiones cerca del 10%, con respecto al uso del diésel al 100%, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 46 Reducción de total de emisiones GEI, diésel al 50% GNC al 50%, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

Con el desarrollo de estos tres escenarios en la sustitución de GNC por diésel, fue necesario el realizar un concentrado de estos, con la finalidad de hacer una comparación entre ellos. Y lograr determinar cuál de los tres, puede tener mejores beneficios, en reducción de emisiones y ahorro monetario por el uso de estos combustibles. La tabla a continuación, muestra la comparación de los escenarios, en la estación de emisiones por compuesto, frente uso de diésel (escenario real).

Tabla 46 Comparación de los escenarios, estimación en la reducción de emisiones, frente al uso de diésel al 100%, por compuesto, 2014.

Escenario	CO ₂ eq (Gg)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Diésel 100%	1,805.681	2.661	25.184
Gas Natural 100%	-438.627	60.111	-5.812
Gas Natural 80%	-350.902	48.089	-4.649
Gas Natural 50%	-219.313	30.056	-2.906

Nota: las cantidades de los escenarios que están en negativo, corresponden a que son las emisiones que se lograrían evitar.

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, la tabla a continuación, muestra por compuesto, las emisiones que se estiman, se producirían en cada uno de los escenarios.

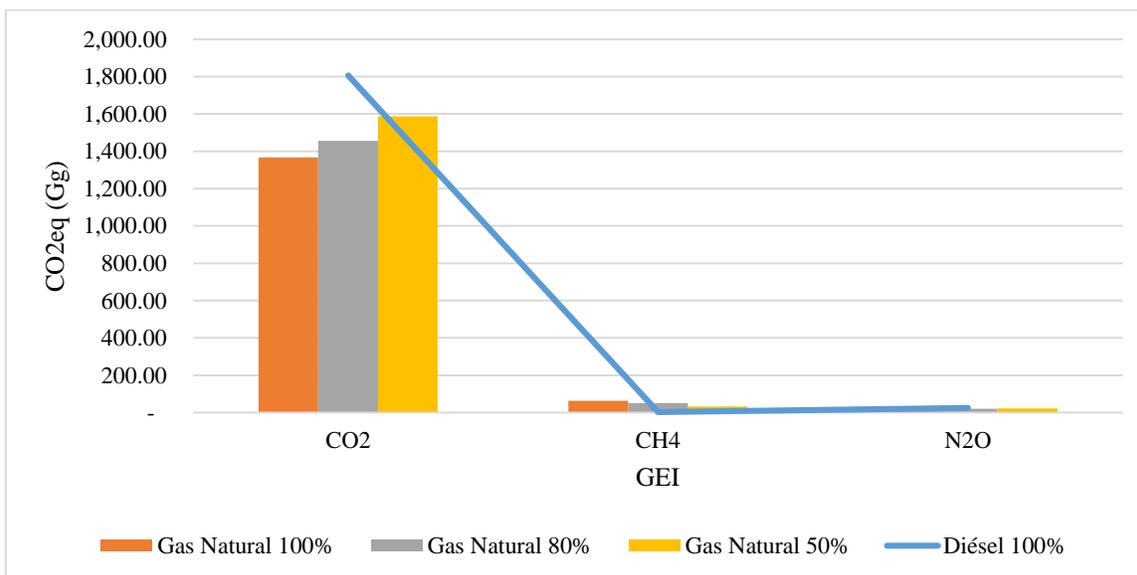
Tabla 47 Comparación de los escenarios, estimación en emisiones, frente al uso de diésel al 100%, por compuesto, 2014.

Escenario	CO ₂ eq (Gg)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Diésel 100%	1,805.681	2.661	25.184
Gas Natural 100%	1,367.054	62.772	19.373
Gas Natural 80%	1,454.779	50.750	20.535
Gas Natural 50%	1,586.367	32.717	22.279

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, en la siguiente figura, se observa como en cualquiera de los tres escenarios el diésel produce mayor cantidad de CO₂ y N₂O, mientras que este resulta ser muy bajo emisor de CH₄. En el escenario que utiliza menor uso GNC (escenario al 50%), las emisiones se reducen: CO₂ 12%, N₂O 12% y aumento de CH₄ 1,129%. En el escenario de sustitución completa de diésel por GNC, son posibles reducciones de: CO₂ 24%, N₂O 23% y aumento de CH₄ 2,259%.

Figura 47 Comparación de los escenarios, estimación en emisiones, frente al uso de diésel al 100%, por compuesto, 2014.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Normas de homologación de emisiones EPA y Euro.

Las emisiones de los combustibles no solo se limitan a los GEI, también existen emisiones de contaminantes criterio: monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos distintos del metano (NMHC), HCNM+ NO_x, PM y amoniaco (NH₃). No se realizaron los cálculos, pero cobran relevancia ya que en diciembre de 2014 se aprobó una propuesta formulada por el comité nacional de normalización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual deberán cumplir todos los vehículos nuevos, pesados diésel (camiones, autobuses, camionetas y grandes pickups), a partir del 1 de enero de 2018, las unidades nuevas deberán cumplir con las normativas sobre emisiones la propuesta de EE. UU, por parte de la Agencia de Protección del Medio Ambiente (en inglés: Environmental Protection Agency; siglas EPA) y por la Unión Europea, la Comisión Europea (Euro), de tener efecto su aplicación para dicha fecha se estarían aplicando las EPA 2010 y la Euro VI, que “regulan el material particulado (PM), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC) y el monóxido de carbono (CO)” (The International Council on Clean Transportation [ICCT], 2014, pp. 1).

En el cuadro a continuación se muestra una propuesta de homologación de las normas históricas EPA y Euro, propuestas por SEMARNAT para México.

Tabla 48 Normas propuestas para México, junto con la cronología de las normas estadounidenses y europeas.

Normas	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Estados Unidos	EPA 1994				EPA 1998				EPA 2004					EPA 2007			EPA 2010										
Unión Europea	Euro I			Euro II				Euro III			Euro IV			Euro V			Euro VI										
México	EPA 1994				EPA 1998									EPA 1998			EPA 2004					EPA 2010					
												Euro III		Euro IV					Euro VI								

Fuente: ICCT, 2014, pp. 2.

En las siguientes tablas se muestra la diferencia que existe entre EPA y Euro que serán aplicables en México, se establecen los valores máximos de emisiones para vehículos pesados (no es específico para el transporte de personas, pero entran en dentro de estas condiciones), los estándar 1B y 2B representan los límites máximos que serán permitidos. La tabla 51, son los límites permitidos en México, se observa como en todos los compuestos si será necesaria la reducción de emisiones, por lo que las nuevas tecnologías aplicadas a los motores serán necesarias para cumplir con las nuevas normas que serán impuestas.

Tabla 49 Valores límite de certificación para motores pesados, EPA.

Requerimiento de certificación	Estándar	Método de prueba	CO	Nox	NMHC	HCNM + NOx	PM	Numero de partícula (#/kWh)	NH3 (ppm)
			gramos por caballo de fuerza al freno por hora (g/bhp-hr)						
EPA 2004	1A	SET & FTP	15.5		-	2.40	0.10	-	-
					-	2.50		-	-
EPA 2010	1B	SET & FTP	15.5	0.20	0.14	-	0.01	-	-

Fuente: ICCT, 2014, pp. 5.

Tabla 50 Valores límite de certificación para motores pesados, Euro.

Requerimiento de certificación	Estándar	Método de prueba	CO	Nox	NMHC	HCNM + NOx	PM	Numero de partícula (#/kWh)	NH3 (ppm)
			gramos por kilowatt- hora (g/kWh)						
Euro IV	2A	ESC	1.5	3.5	-	0.46	0.02	-	-
		ETC	4.0	3.5	0.55	-	0.03	-	-
Euro VI	2B	WHSC	1.5	0.4	-	0.13	0.01	8.0×10 ¹¹	10
		WHTC	4.0	0.46	-	0.16	0.01	8.0×10 ¹¹	10

Fuente: ICCT, 2014, p. 5.

Tabla 51 Valores límite permisibles de emisión de hidrocarburos totales, México.

Estándar	Método de prueba	CO g/Kwh	Nox g/Kwh	HCNM g/Kwh	HC g/Kwh	Part g/Kwh	Opacidad de Humo m ⁻¹
A	CEEC	2.1	5.0	No aplica	0.66	0.10	No aplica
	CET	5.45		0.78	No aplica	0.16	
	CERBC	No aplica					0.8
B	CEEC	1.5	3.5	No aplica	0.46	0.02	No aplica
	CET	4.0		0.55	No aplica	0.03	
	CERBC	No aplica					0.5

Notas: Gramos por kilowatt- hora (g/kWh)

Estándar A. Límites máximos permisibles para motores y/o unidades nuevas producidos en el año 2006 y hasta junio de 2008, obtenidos con los métodos de prueba Ciclo Europeo de Estado Continuo (CEEC), Ciclo Europeo de Transición (CET) y Ciclo Europeo de Respuesta Bajo Carga (CERBC) descritos en los numerales 4.6.3, 4.6.4. y 4.6.5., según se establece en esta Tabla.

Estándar B. Límites máximos permisibles para motores y/o unidades nuevas producidos a partir de julio de 2008 y hasta junio de 2011, obtenidos con los métodos de prueba Ciclo Europeo de Estado Continuo (CEEC), Ciclo Europeo de Transición (CET) y Ciclo Europeo de Respuesta Bajo Carga (CERBC) descritos en los numerales 4.6.3, 4.6.4. y 4.6.5., según se establece en esta Tabla.

Fuente: SEMARNAT, 2006.

5. Casos exitosos de gas natural en el sector transporte colectivo de personas.

5.1. Casos exitosos.

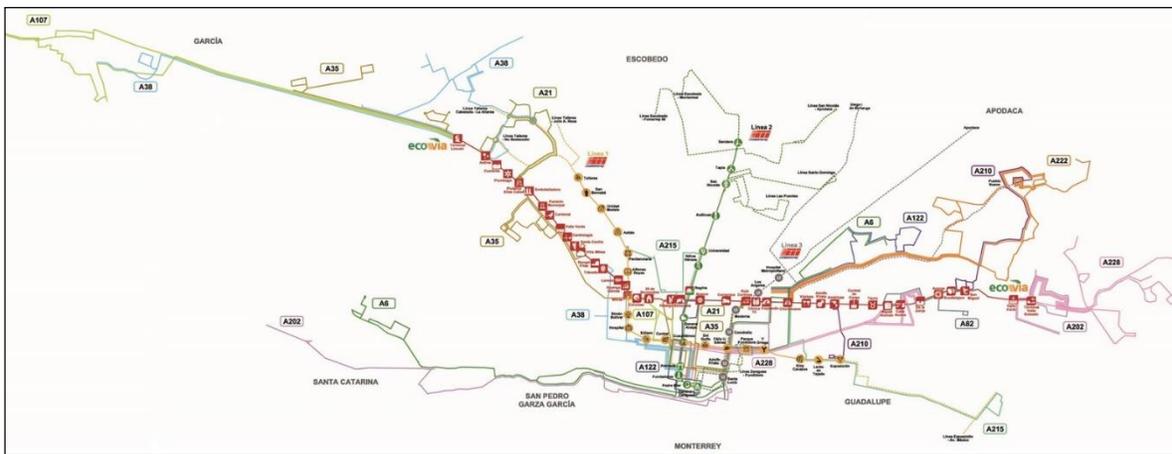
5.1.1. Eco vía. Monterrey, Nuevo León.

La eco vía, en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, es el primer sistema de transporte en el estado, denominado BRT (Bus Rapid Transit), en el estado, el cual tiene carriles exclusivos, lo que permite un desplazamiento en tiempos menores a aquellos que comparten la infraestructura, plantea que está inspirado en el sistema de transporte llamado “Transmilenio que funciona desde hace más de 10 años en Bogotá” (Cepeda, 2013). Se hizo posible con la colaboración del gobierno del estado de Nuevo León y el sector privado con una inversión de “...890 millones de pesos, provenientes del Fondo Nacional de Infraestructura a través de BANOBRAS” (Valdés, 2014). Como parte de esta inversión están en funcionamiento 80 autobuses, con “...capacidad para 100 pasajeros” (Cepeda, 2013), por lo que se tiene contemplado que sea utilizado por “...160 mil usuarios del transporte público diariamente” (ecovía, s.f.).

Los carriles exclusivos con los carriles de este sistema de transporte, tienen una extensión de “30 Km ...en las avenidas Lincoln y Ruiz Cortinez” (ecovía, s.f.), (41 estaciones de las cuales 39 son intermedias) lo que comprende “...desde el límite de Monterrey y García, en la colonia Puerta del Hierro, hasta el límite de Guadalupe y Juárez, en la colonia Valle Soleado” (Martínez, 2014). Con un solo boleto de “ECOVÍA me da derecho a acceder al SITME, que consiste en una red de servicios de transporte de 545.7 km de extensión, que incluye la Troncal de ECOVÍA, las Líneas 1 y 2 del Metro, las rutas de Transmetro y la red de 24 Rutas Alimentadoras y Difusoras” (López, 2014).

El siguiente mapa muestra en color rojo el recorrido que hacen los autobuses, el cual permite que se pueda reducir "...hasta en un 50 por ciento los tiempos de traslado para el usuario ...recorridos de una hora sobre Lincoln y Ruiz-Cortines se harán en 30 minutos" (ecovía, s.f.), por lo que el "usuario que transborda desde o hacia una de estas rutas sólo pagará la Tarifa de ECOVÍA una sola vez dentro de un periodo de tiempo de dos horas o hasta dos transbordos (teniendo la Troncal como enlace), lo que ocurra primero" (López, 2014).

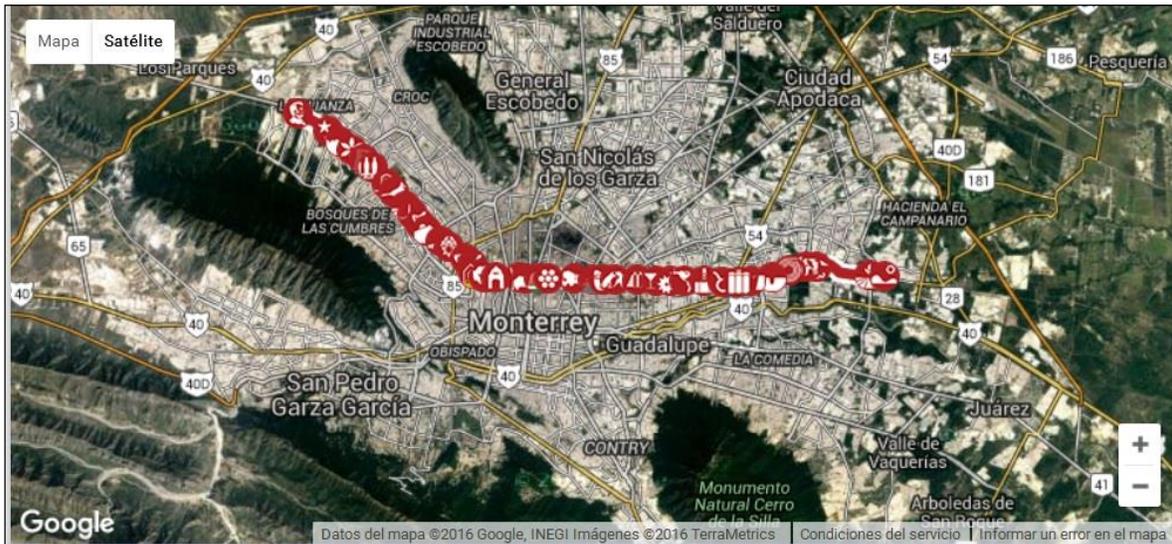
Figura 48 Ruta de ECOVÍA, 2014.



Fuente: ecovía, s.f.

Se puede ver en la siguiente imagen satelital como es que el sistema BRT, prácticamente cruza toda la ciudad de Monterrey, de forma horizontal, un viaje de ida y vuelta se puede realizar en 1 hora.

Figura 49 Ruta de ECOVÍA, imagen satelital, 2016.



Fuente: rutadirecta, 2016.

La tarifa en 2016 de la eco vía, para el pasaje general de \$12.50 y \$8.50 la preferencial, mismas que se “se incrementarán en \$0.05 (cinco centavos de peso M.N.) el primer día de cada mes” (ecovía, s.f.), que como se vio en el capítulo anterior de este trabajo es la tarifa más elevada a nivel nacional, también se obtienen diferentes servicios tales como: “...una estación cerrada, con aire acondicionado (clima/calefacción), con pantallas de información de los diversos servicios (destinos), con acceso a internet gratuito vía WiFi, vigilancia a través de circuito cerrado y guardia en cada estación ...acceso y salida con semáforo peatonal y rampa ...abordo del autobús, el cual está climatizado, es de piso bajo para acceso universal y adecuado para acomodar sillas de ruedas, es silencioso y de bajas emisiones, tengo derecho a seguir conectado a internet vía WiFi durante mi viaje” (López, 2014).

El principal punto a destacar es que no utiliza diésel como combustible, para su funcionamiento se utiliza gas natural, lo que permite que en términos generales “se reducirán

16,750 toneladas de bióxido de carbono al año, lo que representa alrededor de 5% de las emisiones actuales en el corredor” (Valdés, 2014).

Con este cambio en el combustible se realizó un estudio por parte del INECC, llamado: Estudio de exposición personal a contaminantes atmosféricos en corredor del sistema ECOVÍA. en la cual se tomó como base para la muestra los 30 km que mide la eco vía, se realizó durante las horas pico de lunes a viernes (06:30-09:30 y 17:00-19:30), con recorridos completos (de ida y vuelta), todo esto durante dos semanas, en dos etapas:

1. Con autobuses con combustible diésel, compartiendo la infraestructura y con un número indefinido de paradas (a petición de los usuarios.
2. Los autobuses a gas natural, con carriles exclusivos y las 39 paradas.

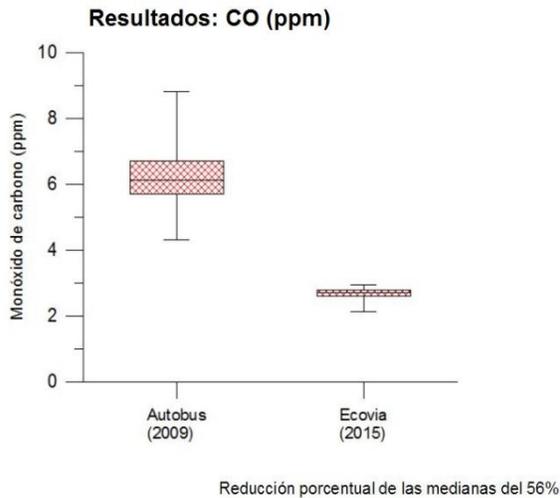
Las mediciones de emisiones que se estudiaron fueron:

- Material Particulado 2.5 (PM2.5). Para su medición se utilizaron: Impactador Personal, bomba y filtro.
- Compuestos orgánicos Volátiles (COV), los BTEX (benceno y tolueno). Para su medida se requirió: Cannister y controlador de flujo.
- Carbono (CO). Para su cálculo se necesitó una celda electroquímica.

Los resultados del estudio se muestran en las cuatro gráficas a continuación, donde se puede ver la reducción de las medianas del CO ppm 56%, PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 28% (donde μg es igual a microgramo), y los BTEX, benceno y tolueno partes por billón (ppbV) 56% y 28% respectivamente, por lo que se llegó al resultado que las “concentraciones menores en los autobuses de la eco vía a los determinados en los autobuses que circularon en las avenidas

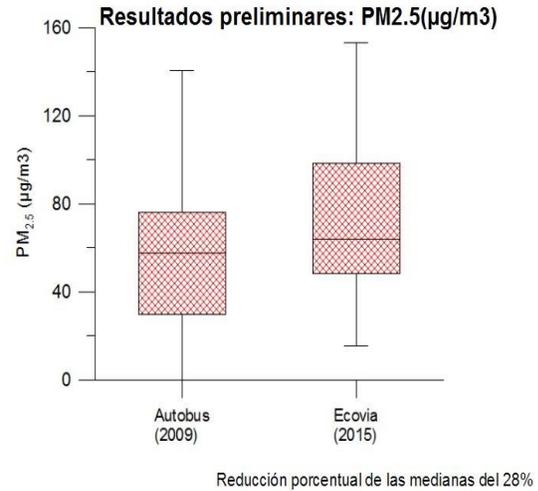
Lincoln y Ruiz Cortines previo a la implementación de la Eco vía” (Basaldud Cruz, 2015, p. 12).

Figura 50 Resultados: CO (ppm)



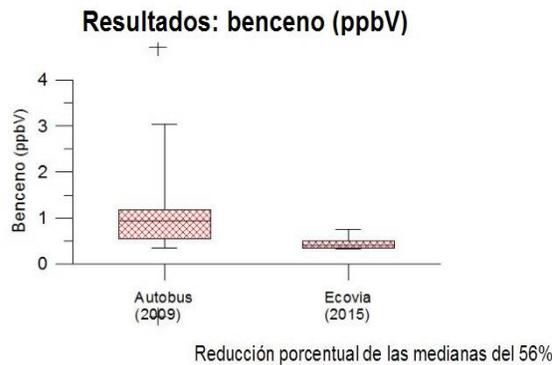
Fuente: Basaldud Cruz, 2015, pp. 9.

Figura 51 Resultados preliminares: PM2.55 µg/m3



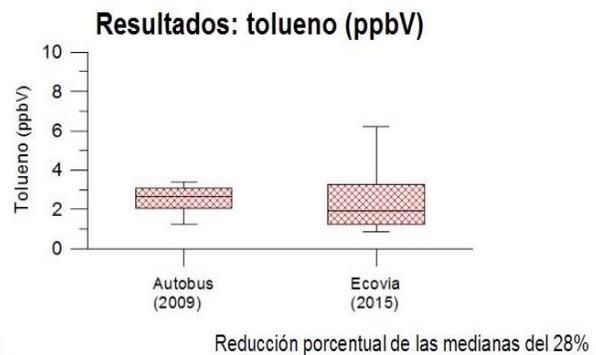
Fuente: Basaldud Cruz, 2015, pp. 10.

Figura 52 Resultados: benceno (ppbV)



Fuente: Basaldud Cruz, 2015, pp. 11.

Figura 53 Resultados: tolueno (ppbV)



Fuente: Basaldud Cruz, 2015, pp. 11.

5.1.2. EcoBús. Ruta Verde a Gas Natural Comprimido. Ciudad de México.

El ecoBUS, en la Ciudad de México (CDMX), la infraestructura que utiliza es compartida por más prestadores de servicio, pero con carriles exclusivos, por lo que se denominan que

pertenecen los autobuses de tránsito rápido (BRT), estas unidades tienen paraderos específicos, lo cual hace más eficiente el tiempo invertido y el combustible en el desplazamiento. Por lo que la inversión se dedicó exclusivamente a autobuses, dichas unidades utilizan gas natural como combustible, la inversión necesaria

fue de aproximadamente 139 millones de pesos y ocho millones de pesos para las unidades híbridas, sin embargo una de ellas fue donada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el gobierno de Japón, como resultado de los bonos de carbono que RTP ahorró en la operación de este tipo de unidades” (Transporte informativo.com, 2014),

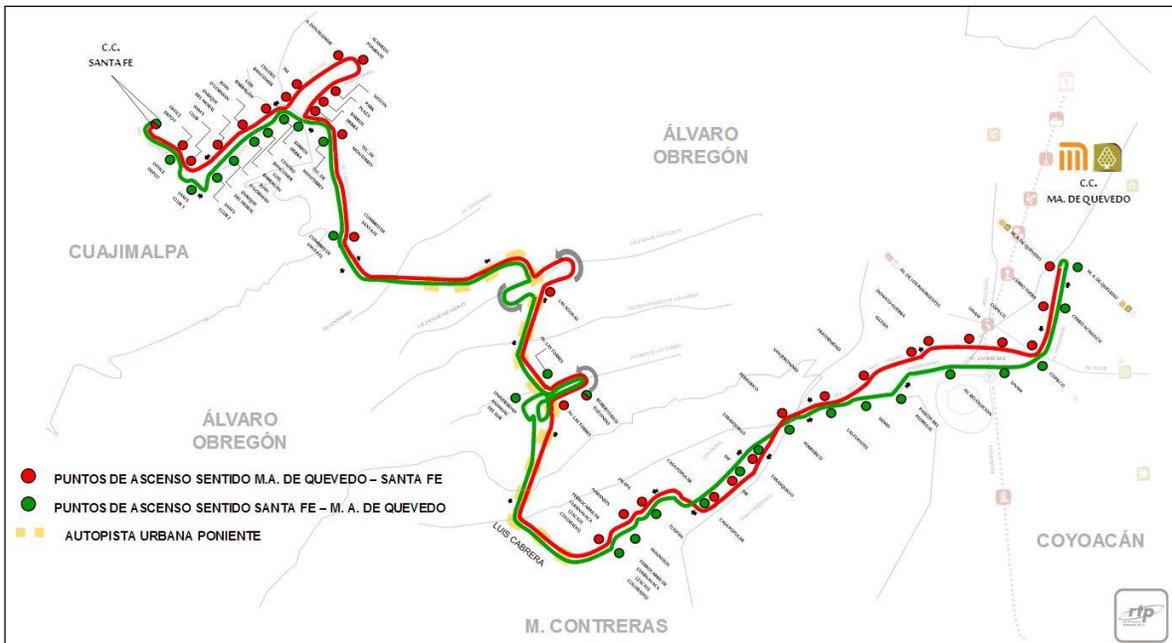
las “2 unidades híbridas (Eléctrico/GNC) de Hyundai” (Nación Transporte, 2014), permitiendo tener mayor aprovechamiento y conservación de la energía, “con motor a gas natural de 230 hp, y cuatro motores eléctricos que generan 15 kilowatts/hora cada uno” (Transporte informativo.com, 2014).

El resultado es la existencia de 30 unidades para la ruta 34-A Metro Balderas y 40 unidades para la ruta 34-B Metro M. A. de Quevedo, cada uno de ellos con una “capacidad para 24 pasajeros sentados y 66 de pie” (Eje central, 2014), y se calcula que “el número de viajes-persona-día en la Ciudad de México se estima en el orden de los 20 millones” (Luege, 2015). Con sus carriles asignados, las líneas 1 y 2 (34-A y 34-B, respectivamente), comprenden una extensión de “82 kilómetros de recorrido sirviendo a las Delegaciones Coyoacán, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo, Cuajimalpa y Álvaro Obregón” (Eje central, 2014).

En el siguiente mapa se muestra la ruta 34-A, la cual cuenta con 77 paradas de ida y vuelta, cuenta con 30 unidades a gas natural, y

recorre 44 kilómetros y pasa por 6 Centros de Educación Superior (ITESM Santa Fe, UNAM, UVM San Ángel, Anáhuac del Sur, U. Iberoamericana y UAM Cuajimalpa), que representa un beneficio directo a los jóvenes estudiantes, y conecta con la Línea 3 del Metro y con la Línea K de Transportes Eléctricos (Eje central, 2014).

Figura 55 EcoBús, ruta 34-B, 2014.



Fuente: RUTAS DEL SERVICIO ecoBUS, 2016.

Este cambio en el uso de combustible al resultar ser más económico que el diésel, suponía un “ahorro por usar gas natural en autobuses de pasajeros sería de un 40%” (Luege, 2015), sin embargo, no se ve reflejada en la tarifa, ya que se están manejando en las Líneas 1 y 2 del ecoBUS de “cinco pesos para el recorrido de 38 kilómetros” (Lopez Gómez, 2016), lo que equivale a un solo viaje ya sea de ida a vuelta, las cuales están al mismo precio que los autobuses convencionales, tal como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 52 EcoBús, tarifas vigentes, 2010.

Modalidad	Concepto	Tarifa anterior	Tarifa actual
Autobús	0 a 12km	\$3.50	\$4.00
	Más de 12 km	\$4.50	\$5.00
Microbuses y Combis	Hasta 5 km	\$2.50	\$3.00
	De 5 a 12 km	\$3.00	\$3.50
	Más de 12 km	\$4.00	\$4.50

Fuente: Secretaría de Movilidad (SEMOVI), s.f.

Como servicios adicionales por la misma tarifa en el ecoBUS, se cuentan con “4 cámaras de video vigilancia monitoreadas en todo el trayecto, sistema de geolocalización (GPS), enlazado al Centro de Control de RTP” (Eje central, 2014)

Estas unidades a gas natural cuentan con la certificación “Euro V (vigente desde 2009), baja en emisiones contaminantes que permiten mejorar la calidad del aire (Eje central, 2014), a diferencia de las que estaban en circulación que contaba con la EURO III (vigente desde el 2000) diésel, con lo que se pretende que se logre una reducción de

hasta 40% las emisiones de bióxido de carbono y al 100% el monóxido de carbono y el bióxido de azufre, esto último debido a que el gas natural no contiene azufre. También elimina la emisión de partículas y, por lo mismo, el molesto humo negro tan común en la mayoría de los camiones (Luege, 2015).

La empresa Gas natural Fenosa hizo un comparativo de la reducción de toneladas de CO₂e que se reducirán solo para la línea 1 (34-A), ruta Balderas - Santa Fe, lo que dio como resultado que, al sustituir las 40 unidades por el mismo número, pero a gas natural, una reducción del 99.89%, por lo que las emisiones en TON CO₂e, pasaron de 3,435.63 a 3.73.

Tabla 53 EcoBús, autobuses a sustituir motor a diésel y GNC.

Autobuses a sustituir motor a diésel (EURO III)			
Cantidad de autobuses	Emisiones CO2 g/km	Kilometraje recorrido al año	TON CO2 equivalente
40	1,143.38	75,120	3,435.63
Autobuses nuevos motor a GNV (EURO V)			
Cantidad de autobuses	Emisiones CO2 g/km	Kilometraje recorrido al año	TON CO2 equivalente
40	1.24	75,120	3.73
Reducción de TON CO2 equivalente			3,431.89

Fuente: Gas Natural FENOSA, 2015.

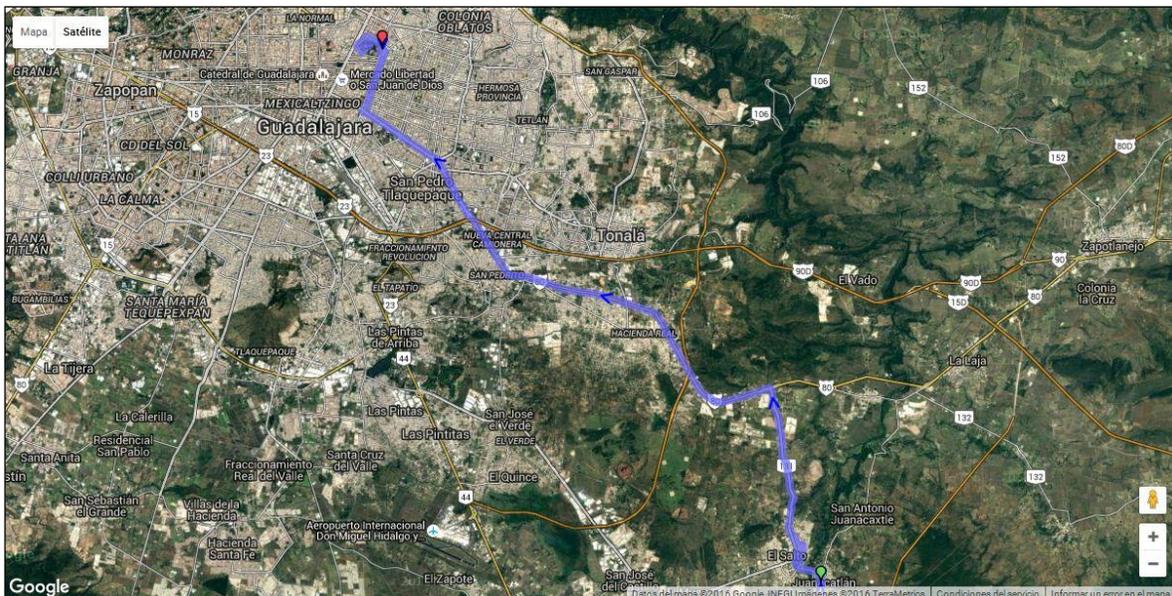
5.1.3. Ruta 178 Vía 1. Guadalajara, Jalisco.

La ruta 178 Vía 1, en Guadalajara, Jalisco. Dicha vía esta concesionada a la empresa Autotransportes Guadalajara El Salto. “Además, la empresa transportista contará con una estación de gas natural comprimido, la primera en su tipo en Jalisco. La inversión total entre los autobuses y estas instalaciones asciende a 120 millones de pesos” (T21, 2013), por lo que se “sustituyeron 42 unidades Mercedes Benz con motor a diésel por 50 a gas natural de la armadora mexicana DINA” (Lucena, 2013), estas unidades modelo Dina Linner G, cuentan con una capacidad de “41 asientos altos fijos en tela (8 asientos para personas con capacidades diferentes)” (transporteinformativo.com, 2013), al revisar las especificaciones en la ficha técnica, no se menciona la homologación de cuantas personas pueden ir de pie, el cual se prevé proporcionara el servicio a “35 mil pasajeros al día” (T21, 2013).

Estas nuevas unidades Dina “cuentan con motor Cummins ISL G con gas natural comprimido de seis cilindros de 8.9 lts. y 250 HP, EPA 2013, ...se obtiene un ahorro de al menos un 35% del costo de la energía y del 22% de las emisiones de gases de efecto invernadero” (T21, 2013).

El trayecto comprende de “Juanacatlán con Centro Médico, ...beneficiando a los municipios de El Salto, Guadalajara, Ixtlahuacán de los Membrillos, Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga, La Capilla y Zapotlanejo” (T21, 2013). La ruta comprende una “Distancia Total de 34.34 km ...Tiempo de Recorrido Estimado (24 km/h) 1:34 hr ...Tiempo de Recorrido Estimado en Hora Pico (14 km/h) 2:42 hr.” (Rutas GDL, 2016), con una frecuencia de “...cada 10 min” (BuscaTuRuta, 2016). La siguiente imagen de satélite muestra el recorrido que se lleva a cabo en la ruta 178 vía 1.

Figura 56 Ruta 178 Vía 1, imagen satelital, 2016.



Fuente: Rutas GDL, 2016.

La “Tarifa normal 6” (BuscaTuRuta, 2016) pesos, la cual además del recorrido incluye como servicios adicionales como “Letrero de rutas electrónico, Cámaras de vigilancia, GRPS ...Sistemas avanzados de seguridad” (transporteinformativo.com, 2013). En 2013 cuando se inauguró la línea, se realizó un estudio para estimar el ahorro que representaba el cambio del diésel a gas natural, y se llegó al resultado de que

mientras el litro de este combustible se encuentra actualmente en 12.16 pesos (y a punto de subir otros 11 centavos, como parte de la dinámica de incrementos mensuales cada primer sábado del mes), el de gas natural es de 5.8 pesos por litro equivalente a diésel, que sube al 6.58 pesos al convertirlo al poder calorífico del primero (Lucena, 2013).

En términos generales para la empresa, el uso de gas natural como combustible, les reditúa en “Hasta un 50% menos en consumo de combustible o, lo que es lo mismo, entre 600 mil y 700 mil pesos mensuales es el ahorro que ha conseguido la empresa de transporte urbano de pasajeros Autotransportes Guadalajara El Salto” (Lucena, 2013).

En términos de emisiones se logra una

reducción de emisiones contaminantes (partículas suspendidas y óxido de Nitrógeno mínimo 90%) con una mitigación de gases de efecto invernadero de 22% con lo que se reduce el riesgo de enfermedades respiratorias a causa de estos contaminantes en las grandes urbes. (transporteinformativo.com, 2013),

esto debido a que “el gas natural es 150 veces más limpio que el propio diésel” (Lucena, 2013), inclusive se disminuyen nuevas formas de contaminación como la auditiva, “toda vez que los motores de las unidades emiten 10 veces menos ruido que los motores a diésel convencionales” (transporteinformativo.com, 2013).

5.1.4. Sistema Red Q. Santiago de Querétaro, Querétaro.

La red de transporte metropolitano, Red Q, en Santiago de Querétaro, Querétaro, está integrada por “diez empresas operadoras” (Estrella, 2014), que en su conjunto integran “74 rutas y se ha logrado la renovación ...unidades” (Navarro, 2015), además, en conjunto el

“Gobierno federal, estatal e IP invertirán 211.9 mdp para convertir más de mil taxis a gas natural y la adquisición de 97 nuevos autobuses con este sistema” (Comunicado de Prensa Núm. 60/15, 2015), de los cuales comprometieron para procesos de hibridación de unidades existentes el destinar “30 millones de pesos —que el gobierno del estado y la federación harán— para la conversión de gasolina o diésel a gas natural en el caso del transporte público en la modalidad de taxi y colectivo (Autotransporte 2000, 2015), lo que se traduce en la hibridación de “en 2013 ..mil 355 taxis” (RR Noticias, 2015) y un “un 80 por ciento de vehículos tipo midibús a Diésel y un 20 por ciento a Gas Natural” (integra927, s.f., pp. 3). Todo este proceso de actualización y modernización del sistema de transporte público, se ha logrado en el “...último año y medio los concesionarios de la UTUQ renovaron su parque vehicular con 450 unidades nuevas, 350 camiones de diésel y 150 camiones a gas natural (Navarro & Robledo, 2015). Para atender la demanda de este combustible, se dio la apertura de una segunda estación de gas natural “la más grande del país, con una capacidad máxima de carga de 8 mil 400 m³ o 76 autobuses urbanos por hora” (Comunicado de Prensa Núm. 60/15, 2015).

Todo el sistema de transporte REDQ, en su infraestructura soporta

1231 vehículos concesionados activos con base al sistema de prepago y monitoreo y una estadística del último año en promedio diario anual operan 1148 autobuses se ofertan 222, 769 kilómetros en ruta más 15 por ciento de kilómetros en vacío (patio a inicio de ruta y viceversa) resultado 233,907 kilómetros por día. Se movilizan 516 mil 894 pasajeros (integra927, s.f., pp. 2),

Se aumentaron en 2015, “las tarifas del transporte público se incrementarán a partir de este domingo 2 de agosto, pasando de 6.50 a 8.50 pesos ...en razón de que la tarifa del transporte

no había sufrido modificación alguna desde 2009” (Navarro y Robledo, 2015), por lo que a partir de esa fecha están de la siguiente manera: "usuario general pago en efectivo \$8.50, usuario general con tarjeta \$8.00, preferencial (estudiante, personas con discapacidad y adulto mayor) \$4.00” (REDQ, 2016), no se manejan tarifas especiales a aquellas unidades que utilizan gas natural, ya que el gobierno del estado realizó un estudio en el cual determinó que “los costos reales de operación, por persona, superan los 10 pesos, pero tras discutirlo con las autoridades se decidió subirle dos pesos a la tarifa actual” (Navarro, *et al.*, 2015), por lo que el uso del gas natural ayuda para disminuir el subsidio al sector. Los mismos concesionarios reconocen que el uso de “gas natural ...genera un ahorro entre 40 y 50%, dependiendo del combustible que utilicen” (Navarro, 2015).

Parte de ese estudio también se adentra en el rendimiento de las unidades, se compara el diésel frente al gas natural, entonces

el midibús tiene un rendimiento promedio de 2.0 kilómetros por litro y el gas natural equivale a 2.6 kilómetros por litro. Un promedio ponderado de 2.12 kilómetros por litro un costo de diésel de con un costo de diésel de \$14.20 el litro, resulta de \$6.698 por kilómetro (Integra 927, s.f., pp. 3).

Con la renovación del transporte público en Querétaro y su zona metropolitana, se verán beneficiados “más de un millón de habitantes ...que abarca los municipios de Querétaro, Corregidora, El Marqués y Huimilpan, lo cual beneficiará a más de un millón de habitantes que tendrán una mejor calidad del air. (Comunicado de Prensa Núm. 60/15, 2015).

5.1.5. Prueba en las Rutas 28 y 30. Tangamanga, en San Luis Potosí.

Estuvo a prueba en las Rutas 28 y 30, un autobús a gas natural, a cargo de la empresa Transportes Urbanos y Suburbanos Tangamanga, en San Luis Potosí, la unidad marca “Hyundai, tiene un costo aproximado de 3 millones 300 mil pesos” (Rodríguez, 2014), con una capacidad para “...transportar cómodamente a 100 pasajeros” (Plano Informativo, 2014), no fue adquirida por la empresa concesionada, se trató de una “unidad prestada circulará un mes en las Rutas 28-30” (Rodríguez, 2014).

Esta unidad cuenta con sistemas para hacer más comfortable los recorridos y más seguros, tales como: “sensores donde la unidad no puede avanzar si alguna puerta está abierta, módem Wi-Fi y frenos ABS” (Vega, 2014), de los cuales carecen las unidades que están circulando. Además, se estima que el uso de gas natural puede ser la solución para un transporte sustentable, que “permitirá el ahorro del 50 por ciento de combustible ... si sube 13 por ciento el diésel, entonces ya no puede ser sostenido por el sistema de transporte actual” (Rodríguez, 2014).

Resultado de esto el gobernador de San Luis Potosí, presento el Plan de Movilidad Urbana, que “busca de igual manera cubrir las necesidades de transporte con un sistema masivo, ecológico, eficiente, rápido, seguro y confiable” (Ortega, 2015). Entre las acciones mencionadas contempla , el uso de gas natural en autobuses y crear carriles confinados para crear vías BRT, el cual permitirá “reducir tiempo de traslado, beneficiará en su primera etapa a más de 100 mil personas” (Torres, 2015).

Este esfuerzo solo posible con la colaboración del gobierno del estado, la iniciativa privada y el Fondo Nacional de Infraestructura (Fonadin), el cual requiere de una “inversión de 541 millones de pesos, se pondrán en marcha los dos primeros corredores del proyecto “Sistema

de transporte urbano masivo sustentable”, de los cuales sólo uno estará terminado antes del fin de los gobiernos estatal y municipal” (Torres, 2015), se está finalizando con la “...primera de las rutas es un circuito que hoy es trabajado por operadores de transporte urbano y se llama Circuito Exterior, la segunda ruta es una conexión de la Alameda Juan Sarabia con la Carretera 57 y permitirá, el transbordo de pasajeros. (Mendoza, 2015). Así es como “la inversión total de estas dos rutas, se desprende que el 24% lo aporta Fonadin, el 44% la Iniciativa Privada y el 32% restante Gobierno del Estado” (Torres, 2015).

Ya se adquirieron unidades para prestar el servicio de transporte urbano, son

Mercedes-Benz con su vehículo Low Entry a gas natural, que ya entregó 21 unidades a San Luis Potosí. Este vehículo de piso bajo agiliza el ascenso y descenso del pasaje, cuenta con una longitud de 12 metros y emite menos partículas contaminantes, comparadas con un vehículo a diésel, además de que su marcha es más silenciosa (Ortega, 2015),

por lo que hay que destacar que "el combustible que utilizarán los vehículos generará menos gases de efecto invernadero” (Mendoza, 2015).

5.1.6. Servicio Urbano y Servicio a maquiladoras en la frontera. Juárez, Chihuahua.

En ciudad Juárez, Chihuahua, el uso de gas natural para el transporte se está dando de dos formas: primero por renovación gradual de las unidades que se encuentran en circulación ofreciendo servicio urbano y la segunda es renovar unidades que prestan servicio a las maquiladoras de la frontera. Para el transporte urbano ya se inició el reemplazo de autobuses, retirando de circulación “50 camiones rojos propiedad del Municipio que funcionan con

diésel, pero Intra compró 60 autobuses de la marca Dina modelo 2016, que usan gas natural comprimido como combustible” (El Diario de Juárez, 2016).

Para hacer el cambio de unidades que prestan servicio a las maquiladoras, el planeamiento es más ambicioso, por medio de la Asociación Empresarial de Transporte de Juárez se hace el planteamiento para

renovar al menos 2 mil 400 autobuses que dan servicio a las maquiladoras de esta frontera ...con un crédito total de hasta 260 millones de dólares... el crédito privado estará concretándose a inicios de 2016, con una tasa del 5.9 por ciento, gracias al respaldo de los contratos confirmados de la industria maquiladora que requieren cada vez mover más personal y al cuidado del medioambiente que conllevan, ya que se trata de unidades con emisiones mínimas (Transporte.mx , 2015).

Estas nuevas unidades serán vendidas por la empresa DINA de México, de su planta en el estado de Hidalgo,

Los modelos que se contempla adquirir son el Linner G y el Runner, cada uno con un precio de 2.4 y 1.6 millones de pesos ... El Linner es el más largo y se puede usar para viajes a mayores distancias, y el Runner, por ser más compacto, puede servir muy bien para moverse dentro de la ciudad” (Transporte.mx , 2015)

Si bien el uso de gas natural reduce los costos de operación de los autobuses ya que puede representar hasta “un 50 por ciento de ahorro en dinero ... El gas natural comprimido cuesta 7.80 pesos el litro, en tanto que el diésel está en 14.20 . (Transporte.mx , 2015), inclusive se hizo una comparación con autobuses de transporte de personal, con la finalidad de calcular cual será el ahorro real al usar gas natural, lo que arrojó que se “gasta entre 2 mil 500 y 5 mil

pesos semanales en combustible para realizar hasta 30 viajes. Con el nuevo proyecto la idea es reducir ese costo a la mitad, estimó. (Transporte.mx , 2015).

Tras la gradual renovación del transporte urbano, la tarifa sufrió un incremento para los autobuses a gas natural (por ser nuevos), quedando los cobros de la siguiente manera: “un costo de 8 pesos en autobús nuevo y 7 en unidades usadas” (Robles, 2016).

5.1.7. Proyectos a futuro.

5.1.7.1. Baja California.

En el estado de Baja California, los municipios de Ensenada y Tijuana están previendo el uso de gas natural comprimido para el transporte urbano. En Ensenada se propuso por medio de la “...Comisión de Seguridad Tránsito y Transporte y a la Comisión de Desarrollo Urbano Ecología, en conjunto y con el apoyo del Instituto Municipal de Investigación y Planeación (IMIP), analicen la factibilidad técnica de la propuesta” (El Vigía, 2015). Y en Tijuana, se presentó el proyecto denominado “Ruta Troncal, de implementarse el uso de gas natural comprimido como lo ha planteado el 21 Ayuntamiento de Tijuana, ayudará a la reducción de la contaminación; ya que este combustible contamina un 80% menos que la gasolina y es 40% más barata” (AFN, 2015).

5.1.7.2. Campeche.

En la capital del estado de Campeche, se presentó el proyecto de “ciudad sustentable se encontraba sustituir los motores de transporte público a gas natural” (Delgado Rojas, 2016), el cual sirve como complemento al programa puesto en marcha en el país nombrado “Programas de Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA), que considera la utilización del gas natural en el transporte público” (Delgado, 2016).

5.1.7.3. Sinaloa.

En el estado de Sinaloa, se está poniendo el uso de gas natural el transporte urbano y suburbano, es este sentido, existe un proyecto para este mismo año el iniciar las pruebas de estas unidades en trayectos suburbanos de Topolobampo a la capital del estado. Ahora bien, para el transporte urbano se elabora el proyecto por parte del gobierno del estado para facilitar que los concesionarios puedan

acceder a un fondo de 400 millones de pesos para la adquisición de nuevos camiones adaptados para usar gas natural ...y la intención es echar a andar hasta 200 camiones ...si es que los concesionarios quieren, porque al final es decisión de ellos" (Noroeste, 2016).

5.1.7.4. Sonora.

En Hermosillo, Sonora, ya se encuentra en marcha una unidad a gas natural, como parte de observar su funcionamiento y hacer las mediciones pertinentes para cuantificar los beneficios derivados del uso de esta unidad,

de tener resultados positivos y de operatividad, se invertirán aproximadamente 176 millones de pesos para 50 unidades, con una coinversión entre Gobierno Federal y el Gobierno del Estado, con un apoyo de hasta el 10%, que equivale al anticipo de la unidad y los concesionarios pagarían el 90% restante (Gobierno del Estado de Sonora, 2016).

5.1.8. Otros países.

5.1.8.1. Colombia.

En Santa Fe de Bogotá como parte del

Plan Nacional de Desarrollo 1994-1998 contempló la implantación de un sistema integrado de transporte masivo (SITM) para instrumentar el proyecto, donde se previó el apoyo técnico y financiero para el desarrollo de los estudios de demanda, factibilidad y diseño del SITM (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2008, pp. 2).

Por consiguiente, se da la creación de del Transporte del Tercer Milenio S. A, conocida como TransMilenio, inicio en el segundo semestre del 2002 con tecnología de punta, destacado por una “nueva flota de buses, estimada en 500 máquinas, ...con motores dedicados sólo a gas natural” (EL TIEMPO, 2002). Uno de los posibles alicientes para el cambio a este tipo de combustible en sus unidades pudo responder a los “incentivos en este país, como la exención tributaria (IVA) sobre equipos de conversión y motores a gas natural, y la exención de la revisión anual a todos los vehículos que operan con esta energía” (Associação Portuguesa do Veículo a Gás Natural [DÉSIRÉE] , s.f., pp. 3). Por lo que la empresa invirtió una cantidad cercana a los “20.000 millones de pesos” (EL TIEMPO, 2002), para ampliar su flota vehicular, que funciona con GNC.

Uno de los principales objetivos de la creación de este sistema TransMilenio, fue el “superar la congestión vehicular, reducir los tiempos de viaje en el desplazamiento de pasajeros, desestimular el uso de vehículos particulares” (DNP, 2008, pp. 2). Por lo tanto, se logró incrementar el uso del transporte público urbano, llegando en 2008 a cifras “que alcanza entre el 65 y 85% de todos los viajes motorizados” (DNP, 2008, pp. 1), se continua con la ampliación de la infraestructura ya que se empieza a ver superada, por la creciente demanda del servicio, en materia de ocupación, sobre pasa los estándares mundiales: “Estándar mundial: 6 pasajeros por metro cuadrado, Promedio en Europa: 4 pasajeros por metro

cuadrado y Promedio Transmilenio: 8 pasajeros por metro cuadrado” (Castro, Cruz, Cristancho, 2014), alcanzando la cifra de ocupación del servicio de “2 millones 190 mil pasajeros usan Transmilenio cada día” (Castro, et al., 2014).

Las unidades que se utilizan actualmente en TransMilenio, cumplen con las más altas normas de calidad ambientales, “Los nuevos vehículos utilizan la tecnología Euro VI, la más avanzada a nivel mundial, que permite la reducción de emisiones y ruido. Además, su operación resulta más económica que otras energías como la gasolina” (Fundación Consejo España Colombia [FCECo], 2016). Cabe mencionar que “Los vehículos con tecnología europea tienen un costo de 750 millones de pesos... con mecanismo mejorado para abordaje de discapacitados. (hsbnoticias, 2016). Un tipo de unidades que se adquirieron fue

El bus con motor Euro VI a gas, traído desde Suecia por Scania, ...sus beneficios, superando diferentes condiciones de desempeño con excelentes resultados de arranque, funcionamiento a distintas altitudes, bajo consumo de combustible, sistemas de seguridad (frenos ABS, control electrónico de estabilidad, etc.) y nivel de emisiones, entre otros (Elnuevosiglo.com.co, 2016).

La demanda en el servicio ocasiono que se integren a la red los autobuses articulados.

Tal es la importancia del uso de gas natural en el transporte público, ya que se planeta que “aportan a los planes de descontaminación y además sus bajos costos generan ahorros para el sistema integrado de transporte, aliviando la carga económica de los operadores” (Elnuevosiglo.com.co, 2016).

Las ventajas antes mencionadas han ido permeando en el resto del país,

en otras ciudades colombianas como Cartagena, Medellín y Barranquilla, lo que muestra la clara tendencia del país a la utilización de energías limpias en el transporte. Más de medio millón de vehículos han sido convertidos a gas natural en Colombia, lo que lo convierte en el tercer país latinoamericano con mayor número de conversiones (FCECo, 2016),

por lo que es posible que sea utilizado de una forma más generalizada en el transporte a motor.

El municipio de Medellín, es otro ejemplo del empleo de GNC en el transporte colectivo de persona, el cual en su etapa inicial en 2013 contó con “20 buses articulados (etapa inicial)”(Naturagas, 2012, p. 23), con lo que se logró llegar a una movilización diaria de “42,700 pasajeros” (Naturagas, 2012, pp. 23),

A continuación, se muestran las rutas que deberán ser cubiertas por los autobuses a gas natural en combinación con lo existentes diésel.

Figura 57 Rutas que deberán ser cubiertas por los autobuses GNC en combinación con los existentes diésel, Colombia 2012.



Fuente: Naturagas, 2012, pp. 23.

Al igual que en Santa Fe de Bogotá, los autobuses a gas natural, son parte de lo que catalogan como “un sistema amigable con el medio ambiente debido a que opera con GNV cumpliendo normas EPA 2010, equivalente a un Euro VI” (Naturagas, 2012, pp. 24). Lo que ha permitido una reducción de emisiones de CO₂ cercanas a las “47.000 ..al año que iban a la atmósfera y contribuían al aumento del cambio climático” (Naturagas, 2012, pp. 24), además un ahorro

que ronda alrededor de los 486,947,500.87 de pesos colombianos tan solo de diciembre de 2011 a junio de 2012. A continuación, se muestra una tabla, donde se realiza la comparación entre el consumo de gas natural y diésel, así como los ahorros que representa de forma mensual.

Tabla 54 Comparativo Costos GNV vs Diésel, 2012.

Suministro + Compresión	Consumo m ³ GNV	Total a pagar GNV (Vr m ³ =\$810)	Consumo gal Diésel	Total a pagar Diésel (Vr gal=\$8114)	Ahorro
Diciembre	34.260,85	\$ 27.751.288,50	6.006,92	\$ 48.740.121,83	\$ 20.988.833,33
Enero	98.614,18	\$ 79.877.485,80	18.582,62	\$ 150.779.351,63	\$ 70.901.865,83
Febrero	90.664,80	\$ 73.438.488,00	17.952,33	\$ 145.665.232,67	\$ 72.226.744,67
Marzo	102.035,56	\$ 82.648.803,60	20.611,23	\$ 167.239.547,27	\$ 84.590.743,67
Abril	101.862,24	\$ 82.508.414,40	19.707,83	\$ 159.909.359,67	\$ 77.400.945,27
Mayo	107.194,70	\$ 86.827.707,00	20.437,07	\$ 165.826.358,93	\$ 78.998.651,93
Junio	102.415,85	\$ 82.956.840,93	20.310,15	\$ 164.796.557,10	\$ 81.839.716,17
Total	637.048,18	516.009.028,23	123.608,15	1.002.956.529,10	486.947.500,87

Fuente: Naturagas, 2012, pp. 26.

5.1.8.2. España.

Al igual que en el resto del mundo el transporte carretero (personas y mercancías) llega a ser uno de los sectores que más aportan contaminación, en el caso concreto de este país, el “Sector Transporte representa el 40% del consumo final en España ...Fuerte Participación de la Carretera, 80%, siendo el modo más ineficiente ...El sector Transporte es responsable del 24% de los GEI” (del Olmo, 2014, pp. 13), el cual está fuertemente influenciado por el transporte individual, las cifras son muy altas ya que es

el cuarto país del mundo desarrollado con más coches por cada 1.000 habitantes, con 480 vehículos ...por delante de España en esta estadística se situarían Italia (con 600 coches por cada 1.000 habitantes), Alemania (510) y Francia (495); por detrás,

estarían grandes potencias de la talla de Estados Unidos (439), Japón (450) o, mucho más atrás en el ránking, China (34) e India (12) (EcoMotor.es, 2012).

Este país es un claro ejemplo de como con voluntad política es posible una movilidad de las personas (sobre todo de manera colectiva), con menores emisiones, el gas natural es el combustible adoptado por ese país, principalmente por los ahorros que representa, en contaminación al aire y económicos. Entre los municipios que sobresalen se encuentran

Madrid y Barcelona, aunque la opinión pública no sea consciente, ya el 40% de la flota de autobuses se mueve gracias al gas natural y este porcentaje alcanza el cien por cien en el caso del transporte para recogida de residuos. Los expertos coincidieron en que es el momento de enmendar el error tecnológico cometido con el apoyo masivo a la tecnología diésel en los vehículos europeos y en que España tiene la oportunidad de impulsar y apostar por el gas natural vehicular. (Asociación Industrial de Talleres de Reparación de Automóviles de Santa Cruz de Tenerife [ASINTRA], 2015).

Para el año 2015, España ha logrado integrar el uso del gas natural al transporte carretero, más tomando en cuenta que

el parque actual de 4.600 vehículos de gas natural rodando en España, casi todos ellos pesados, consume anualmente 89.000 toneladas de gas natural, y por tanto sustituye a la misma cantidad de derivados del petróleo siendo esta cifra, con gran diferencia, la mayor sustitución de derivados petrolíferos de todas las energías alternativas, aun contando con el menor número de vehículos, lo que demuestra la efectividad del gas natural como alternativa” (Lage, 2015),

así es como la apuesta de diversificación en combustibles en este país, está generando grandes resultados, como un ahorro en emisiones y en el costo de los combustibles.

5.1.8.2.1. Barcelona.

Los primeros esfuerzos por diversificar el uso de combustibles en el municipio de Barcelona, fueron por parte de la empresa Transports Metropolitans de Barcelona (TMB), las fases de prueba fueron del

segundo semestre del año 1995 y todo el año 1996 dos autobuses de TMB propulsados con gas natural circularon por Barcelona dentro de una experiencia de colaboración entre TMB, Gas Natural SDG, Mercedes Benz y l'Institut Català de l'Energia, que tenía como finalidad demostrar la viabilidad de este combustible en vehículos de transporte público. Los resultados de la prueba confirmaron la reducción de las emisiones contaminantes y del nivel de ruido en relación con los autobuses que utilizan gasóleo (Universitat Politecnica de Catalunya [UPC], s.f., pp. 43),

estas pruebas fueron realizadas en dos líneas de servicio, “la línea 27 (Pl.Espanya-Roquetes), ..línea 9 (Pl.Catalunya-Pg.Zona Franca)...Ambos entraron en servicio desde mayo del 1995 hasta diciembre de 1996” (UPC, s.f., pp. 43).

Como resultado satisfactorio de estas dos pruebas el uso de gas natural en el en el parque vehicular de la TMB, se dio a partir del año 2002 se inició la renovación de las unidades propulsadas por gas natural, para que eso fuera posible fue necesario la colaboración

entre Gas Natural SDG y Transports Metropolitans de Barcelona (TMB), que permitirá renovar hasta 250 vehículos de la flota de transporte urbano de la capital

catalana en los próximos años. A lo largo del año 2002, 35 autobuses más comenzarán a circular por las calles barcelonesas” (DÉSIRÉE, s.f., pP. 4),

Con esta renovación del parque vehicular de la empresa TMB, se contemplaron los beneficios ambientales de su implementación, con que los

250 autobuses de gas natural en Barcelona, permitirá que en los próximos años se dejen de emitir a la atmósfera, aproximadamente: 4.000 toneladas anuales de CO₂ (dióxido de carbono); 147 toneladas de NO_x (óxidos de nitrógeno); 36,4 toneladas de CO (monóxido de carbono); 19,5 toneladas de SO₂ (dióxido de azufre), y 3,5 toneladas de partículas” (DÉSIRÉE, s.f., pP. 4).

Asimismo, en tan solo tres años, para 2005 se agregaron nuevas unidades propulsadas con gas natural al TMB, para cerrar ese mismo con el 16% de su parque vehicular utilizando este combustible, de los que ya contaba desde la primera etapa en 2002 de “70 autobuses de gas natural que con los 90 que se incorporan ahora hacen un total de 160 en una flota de aproximadamente 1000 vehículos” (Transports Metropolitans de Barcelona [TMB], 2005, pp. 3). Estas nuevas unidades a fueron adquiridas con una inversión de “25'7 millones de euros (más de 4.725 millones de pesetas) (TMB, 2005, pp. 3), el detalle de la compra fue de la siguiente manera: “50 autobuses articulados IRISBUS-IVECO, 20 estándar IRISBUS-IVECO y 20 estándar MAN (TMB, 2005, p. 3), los cuales utilizan el gas natural como combustible, sin embargo, también se adquirieron 55 unidades que funcionan con diésel, con un costo aproximado de 11.5 millones de euros, para dar un total por las 145 unidades (gas natural y diésel) de “38'5 millones de euros (más de 6.400 millones de las antiguas pesetas)” (TMB, 2005, pp. 3). El siguiente cuadro muestra la distribución de las unidades por tipo de combustible.

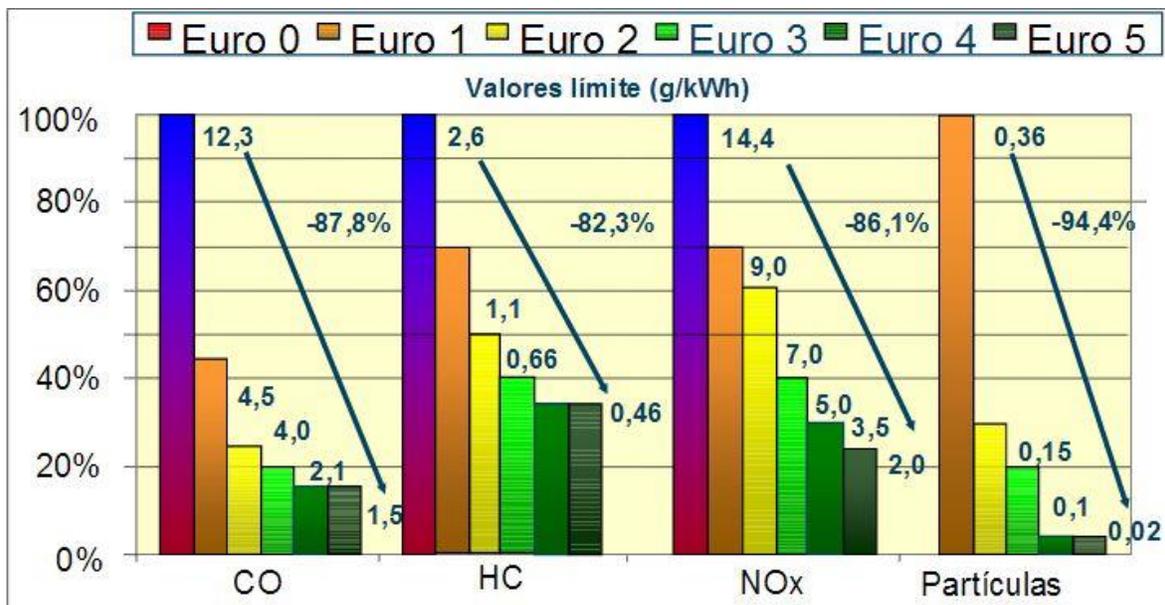
Tabla 55 Número de unidades por tipo de combustible, TMB 2005.

	AUTOBUS ESTÁNDAR	GNC	AUTOBUS ARTICULADO	GNC
	DIESEL		DIESEL	
IRISBUS IVECO	10 vehículos (Noge)	20 vehículos (Castrosua)		50 vehículos (Castrosua)
EVOBUS MERCEDES BENZ	15 vehículos (Evobus)		30 vehículos (Evobus)	
MAN		20 vehículos (Castrosua)		

Fuente: TMB, 2005, pp. 4.

La tabla muestra la reducción de Emisiones según la generación de motores utilizada con GNV según la directiva Para Vehículos Ecológicamente Mejorados referida por la empresa TMB.

Figura 58 Reducción de emisiones según la generación de motores utilizada con GNV, TMB 2015.



Fuente Gas Natural SDG, 2015, p. 22.

5.1.8.2.2. Madrid

El municipio de Madrid es uno de los que más ha avanzado en materia de diversificación energética, ya que no solo está presente el uso del gas natural en el transporte colectivo de persona con la Empresa Municipal de Transportes (EMT), también otorgo por medio de licitación pública a la empresa FCC Servicios Ciudadanos, la recogida de basuras, con el uso de unidades con motores a gas natural, así mismo, este municipio realiza esfuerzos para que este combustible sea utilizado en los vehículos privados, con la puesta en marcha del Plan Renove de Vehículos con GNC.

En cuanto al transporte de personas la EMT, inicio su fase de prueba de una unidad a gas en 1994 con “1 autobús ECOBUS ...Proyecto de 1 año de duración” (Terrón, 2015, pp. 6). Lo que trajo como consecuencia la introducción de estos autobuses a las rutas de la EMT, de tal manera que en el periodo 2010 al 2012, se dio una renovación del parque vehicular, la renovación quedo de la siguiente manera:

165 nuevos autobuses que comprará la EMT de cara al año 2012, IVECO-IRISBUS ha resultado adjudicatario de 74; MAN fabricará 53; Bredamenarini se adjudica 15, mientras que los 23 restantes, híbridos eléctricos y gas natural, serán producidos por las carroceras Castrosua (13) y Tata Hispano (10)” (¡Madrid!, 2010),

este tipo de hibridación no es como el convecina que tiene una batería para guardar la energía liberada en forma de calor (frenado), obtiene la energía de la mis manera pero esta es mantenida en “supercondensadores para acumular la energía eléctrica recuperada durante el frenado del autobús” (¡Madrid!, 2010).

Los estudios realizados sobre los autobuses a gas natural de esta empresa logran ahorros en comparación con el diésel en:

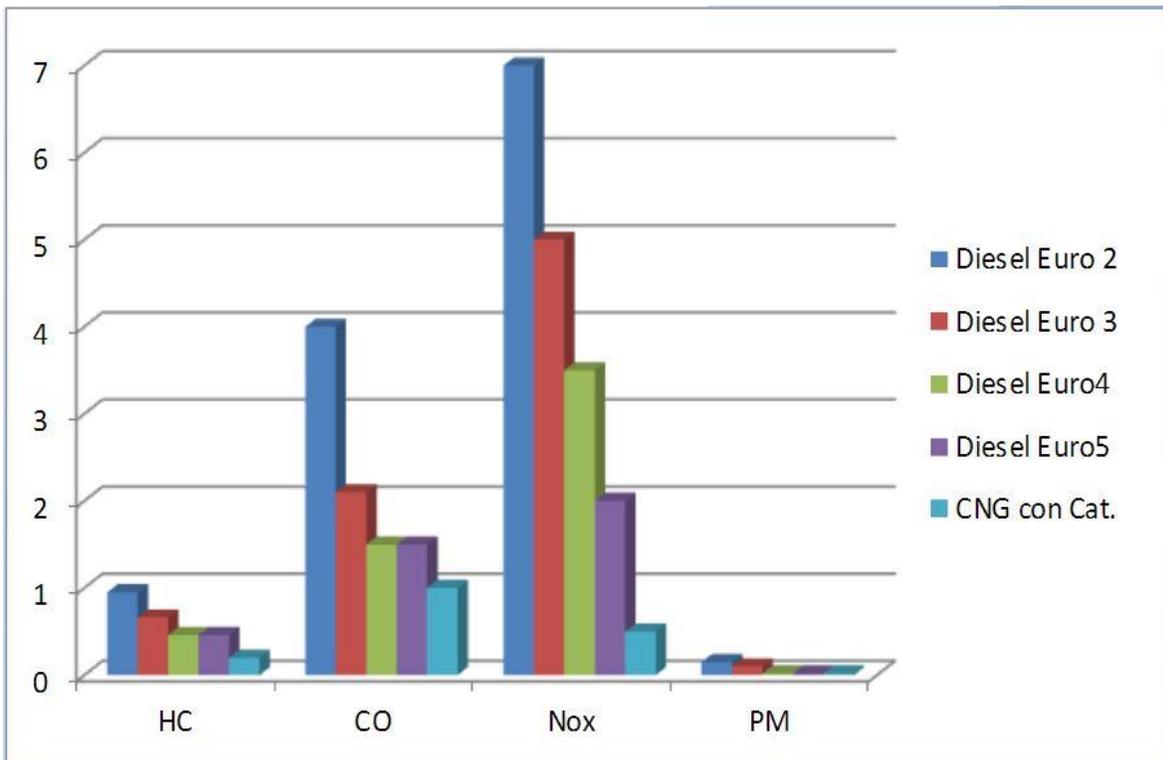
- Ahorros económicos en comparación del diésel (gasóleo en España) cerca del “30% respecto a la utilización del gasóleo” (Gas Natural Fenosa, s.f.).
- Ahorros en emisiones liberadas al ambiente, las cuales llegan a las cifras de “85% de las emisiones de óxidos de nitrógeno y de partículas en suspensión y del 15% las emisiones de CO₂” (Gas Natural Fenosa, s.f.).

De ahí que, para 2014 la EMT amplió su flota a gas natural, llegando a “790 autobuses GNC” (del Olmo, 2014, pp. 12), tan solo en Madrid. Para el 2016 se contempla la adquisición de

200 nuevos buses que este año se incorporarán a la flota, 170 están propulsados por Gas Natural Comprimido (GNC) –combustible que reduce un 77 por ciento las emisiones contaminantes respecto al diésel— y los 30 restantes son de propulsión híbrida (motor diésel + eléctrico) cuyo consumo es un 30 por ciento inferior al de un bus estándar ...cumplen la más estricta normativa europea vigente en materia de emisiones (Euro VI) lo que les confiere la etiqueta de autobuses ‘limpios’ (Municipal de Transportes de Madrid [EMTMadrid], 2016).

La grafica a continuación muestra porque son llamados autobuses limpios, ya que las emisiones del gas natural en los autobuses son menores que las establecidas en las homologaciones Euro 5.

Figura 59 Comparación emisiones Euro 2 a 5 con las de CNC con Catalizador.

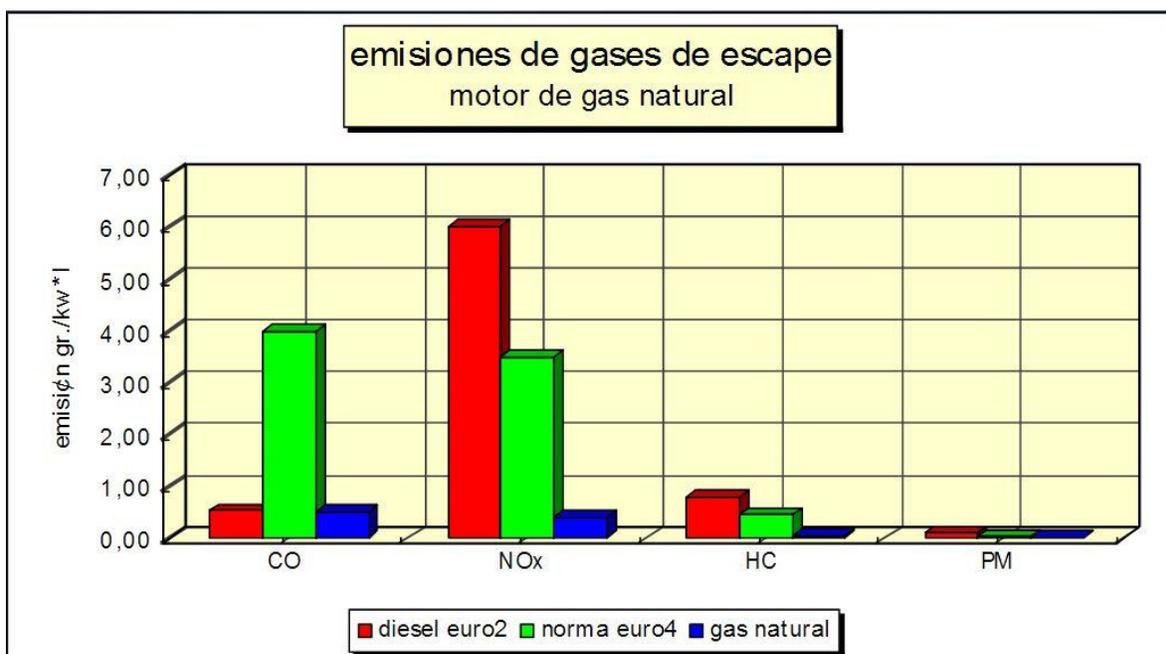


Fuente: (Terrón, 2015, pp. 12)

La empresa encargada de la recolección de basuras FCC Servicios Ciudadanos, fue hasta 2003 que dio un cambio en el tipo de combustible que utilizaban, convirtiéndose en aquel entonces en la “Única ciudad del mundo con toda la flota de camiones de recogida propulsada por GNC ...Reducción de la contaminación en un 87% ...Camiones más silenciosos (propulsión GNC, ventosas)” (Ureña Avilés , s.f., pp. 11), logrando en 2006 que la “totalidad de la flota propulsada por GNC (227 nuevos vehículos)” (Ureña Avilés , s.f., p. 12). Así es como la empresa logro integrar para otorgar los servicios de basuras “166 ...vehículos. Los camiones destinados a la recogida estarán propulsados con motores de gas natural, mucho menos contaminantes y ruidosos que los convencionales, salvo 15 que serán eléctricos. (Operador global de infraestructuras y servicios [FCC], 2006).

Se realizaron estudios a las unidades de FCC que circulan en Madrid, donde se logra ver la gran diferencia que existe entre las emisiones del diésel contra el gas natural, siendo este último cambiante el que cumple con las normas Euro, sin tener que llegar a la mitad de las emisiones permitidas por dicha homologación. Así es como la siguiente grafica muestra los ahorros en emisiones que genera el uso de gas natural.

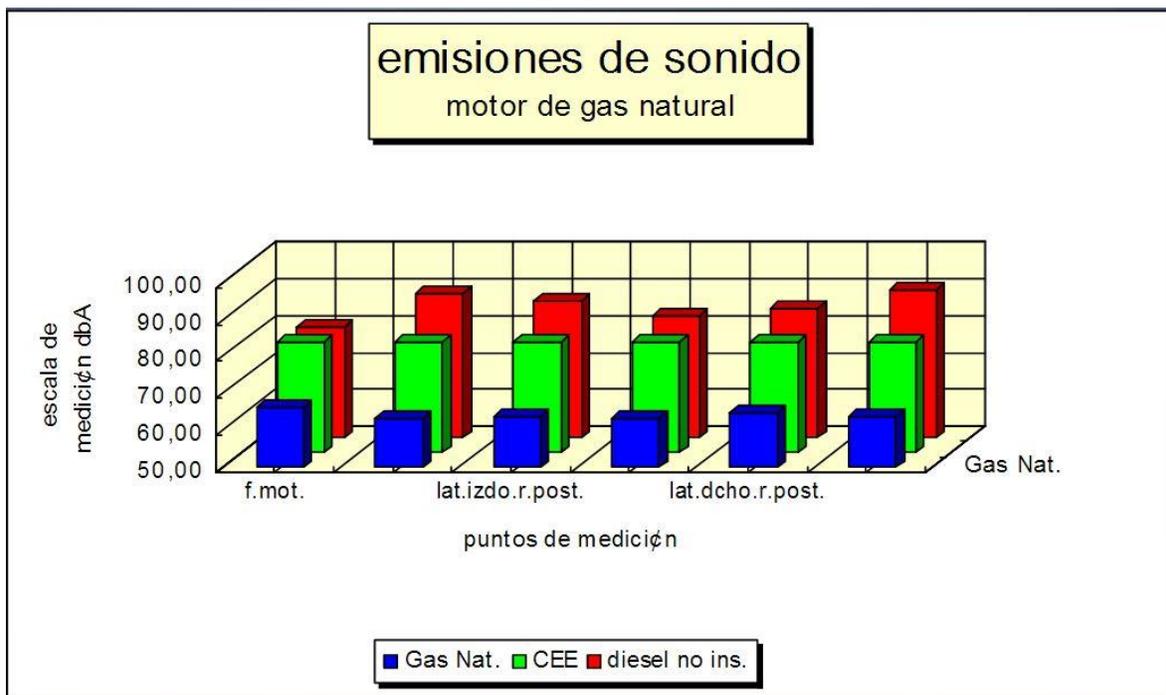
Figura 60 Emisiones de gases de escape, motor de gas natural.



Fuente: Ureña Avilés , s.f., pp. 44.

Si bien en España ya existen leyes en relación a la contaminación acústica, se muestra como el uso del gas natural en las unidades de recogida de basura son inferiores al resto, la siguiente grafica muestra los decibelios generados por estas unidades.

Figura 61 Emisiones de sonido, motor de gas natural.



Fuente: Ureña Avilés , s.f., p. 45.

Por su parte el Plan Renove de Vehículos con GNC, consiste en modificar una automóvil para el uso dual (hibridación) de combustibles, que necesariamente uno de ellos debe ser “gas licuado del petróleo (propano, butano) y gas natural comprimido” (Comunidad de Madrid, 2016, pp. 1), entre los incentivos que se manejan son de “Hasta 400 € de incentivo por vehículo” (Comunidad de Madrid, 2016), lo cual solo es válido para los vehículos registrados en la comunidad de Madrid, lo que ha representado una inversión de “14 Planes Renove en 2016 por valor de 3,8 millones de euros” (Comunidad de Madrid, 2016, pp. 1), esta inversión responde directamente a el uso de combustibles más baratos y menos contaminantes, que a su vez

supone un ahorro para el usuario en el coste del combustible frente a los carburantes tradicionales y además permiten reducir la contaminación urbana y las emisiones de

efecto invernadero, siendo su desarrollo muy conveniente para la mejora de la calidad del aire urbano, como se contempla en la Estrategia de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid” (Comunidad de Madrid, 2016, pp. 1).

Conclusiones y recomendaciones

Desde que se logró dar un uso a los combustibles fósiles, estos fueron formando parte de la vida cotidiana de las personas, el éxito de la lámpara eléctrica (por Thomas Alva Edison), estrecho la relación entre el hombre y la electricidad. Esta nueva dependencia y la forma en la que facilitaría la vida, propicio una nueva era de luz, sin percatarse de las dimensiones de los residuos y emisiones que se arrojaban al ambiente. Cabe mencionar que el uso de carbón, que fue el precedente del petróleo, el primero más contaminante que el segundo.

Con la invención y uso de las máquinas, se produjeron cambios en los estilos de vida de las personas, uno que fue revolucionario, fue la facilidad con la que se podrían desplazar los individuos a lugares remotos, con el uso de vehículos a motor, lo cuales utilizaron los primeros refinados de petróleo. A partir de ese momento, surgió una nueva industria, la automotriz. Misma que se encuentra dominada por dos principales derivados del petróleo: el diésel y la gasolina. El primero principalmente para vehículos pesados (aquí se encuentran los autobuses de pasajeros) y el segundo para los vehículos ligeros (en su mayoría automóviles dedicados al transporte individual).

Además, con el crecimiento que están experimentando las ciudades y la cantidad de personas en las zonas urbanas, ocasiona que los individuos realicen más viajes y más largos, lo que genera mayor uso de combustible, que a su vez genera una mayor cantidad de emisiones, que en las grandes urbes están generando problemas locales, por los contaminantes criterio, y aumentando las posibilidades de un calentamiento global por las emisiones GEI.

Al mismo tiempo, el acelerado crecimiento que experimenta sector de transporte de personas, en 2014 el total del parque vehicular en México fue de 38,025,389 unidades, el que ha tenido mayor dinamismo es el transporte individual, en 2014 ascendió a cerca del 67.18%, lo que

se traduce en 25,543,908 de automóviles. Por consiguiente, es uno de los mayores emisores del sector, que, en conjunto con el resto del parque vehicular, están generando graves problemas, productos de las emisiones de los tubos de escape, los cuales son emisores de GEI (CO₂, CH₄ y N₂O), precursores del calentamiento global y el cambio climático.

No obstante, el desarrollo de las telecomunicaciones (internet, telefonía, etc.), han hecho posible el evitar un número considerable de viajes. Sin embargo, el número de viajes, ha aumentado por diversas razones, debido a este dinamismo del sector y sus emisiones, la diversificación energética, podría ser una solución factible, a los problemas de contaminación. Este posible cambio de combustibles, no podría suceder al corto plazo en el automóvil privado/individual, principalmente por la gran cantidad de estos, además, el costo extra que le representarían a los dueños de estas unidades. También en los automóviles nuevos existe un sobre precio en las unidades que funcionan con combustibles alternos, lo que genera que los automóviles que funcionan con combustibles convencionales, continúen siendo los dominantes.

A diferencia, el transporte colectivo, es una opción más viable para una posible hibridación, hasta una renovación de la flota, las siguientes razones:

- Es mucho menor la cantidad de unidades, apenas llega al 0.91% (346,542 unidades, en 2014).
- Los concesionarios de transporte pueden acceder a créditos, por parte del gobierno federal.
- Traslada al 80% de la población diariamente.
- Y está establecido que las unidades que presten el servicio de transporte colectivo, no deben de tener más de 10 años de antigüedad.

Este último punto, a pesar de estar en los reglamentos de tránsito, no se cumple, por cuestiones económicas, tales como el argumento que las tarifas que cobran son demasiado bajas y el constante incremento del precio del diésel (principal combustible de este tipo de unidades), también una cierta “costumbre” y/o “tendencia al ahorro” en la compra de unidades, lo que ocasiona que se importen unidades usadas desde EE. UU.

Si bien una unidad nueva que cumple con las normativas en cuestión de emisiones, pero no es hasta 2018, que serán de rigor el cumplir con las homologaciones EPA 2010 o Euro VI, todas las unidades nuevas vendidas a partir de esa fecha, en cumplimiento con la NOM-044-SEMARNAT-2006, lo que se puede aprovechar y realizar esta renovación gradual que ocurrirá, para diversificar el tipo de combustible, en la búsqueda de uno más barato y menos contaminante que el diésel, es en este punto donde el gas natural es la opción más viable ya que es menor su precio y reduce emisiones.

La disposición del gas natural (importación), cuenta con la ventaja de su precio (en México, se tiene el precio de este combustible, como el precio más bajo a mundial, gracias a la explotación intensiva que se hace de este en EE. UU), lo posiciona como una alternativa sólida para su uso dentro del territorio. En este sentido en el país ya se está utilizando, pero de forma aislada, en el transporte colectivo en su forma de GNC. Al mismo tiempo, es necesario tener en cuenta que, al ser un combustible de importación, la dependencia energética y la seguridad energética para el sector, sería vulnerable a los cambios en precios y al suministro, es similar al caso de las gasolinas, que la mitad de este derivado del petróleo, también es importado al país. También con la reforma energética, se pone en situación de riesgo la seguridad energética, al permitirse la concesión de la explotación de los hidrocarburos de la nación, por empresas privadas.

Así mismo, el precio al público del GNC es muy competitivo, en 2014 estuvo en promedio en \$6.30 pesos por LEQ y el diésel en ese mismo año en \$13.94 pesos, por lo que el GNC LEQ resultó ser un 45% más económico. Si se toma en cuenta que uno de los principales argumentos de los concesionarios para pedir un aumento de tarifa del servicio (que en promedio es de \$7.85 pesos), es el precio del diésel, el uso de GNC, no garantizaría que las tarifas bajaran, pero si podría ser un aliciente al mantener la tarifa y que gocen de una mayor rentabilidad, y estos mismo ahorros en el combustible como amortización para la compra de la unidades nuevas, que cabe mencionar las unidades a GNC, llegan a ser, dependiendo de las especificaciones de confort, hasta un 35% más caras que las convencionales a diésel, pero ese sobre precio puede ser amortizado, debido al precio del GNC.

En el mismo sentido, para realizarse las comparaciones en la estimación de emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, se utilizó la metodología del IPCC de 2006, “Directrices para inventario nacional de gases de efecto invernadero”, manual de referencia: energía volumen 2, capítulo 3. A continuación, fue necesario estimar las emisiones que generaron las 346,542 unidades de transporte colectivo de personas en México durante 2014, los cuales consumieron 4,335,971.91 bl, lo que significó un gasto de \$9,609.74 millones de pesos, en términos de energía representó 24,368.1621 TJ, y en emisiones 1,833.526 Gg CO₂eq, esto es: CO₂ 1,805.68 Gg CO₂eq, CH₄ 2.661 CO₂eq y N₂O 25.1845 CO₂eq. El precio promedio del diésel para ese periodo fue de \$13.94 pesos el litro y el GNC LEQ de \$6.30 pesos.

Se realizaron tres escenarios, utilizando la metodología del IPCC, para hacer las estimaciones, en las emisiones de diésel y GNC, teniendo como resultado:

- Escenario en la adopción de GNC al 100%. Este consideró el cambio del combustible de todas las unidades de transporte colectivo, por nuevas, que utilizarían solo GNC, con lo

que se bajó este supuesto, se estarían necesitando 530,280,372.69 GNC LEQ, con lo cual se cubriría la cantidad de energía necesaria, lo que genera un gasto de \$3,340.77 millones de pesos, con lo que se estarían ahorrando 6,268.97 millones de pesos, cerca del 65.24% con respecto al gasto que genera el uso de diésel. En emisiones se estiman que se reducen en 384.327 Gg CO₂eq, cerca del 20.96%, de los cuales fueron: reducción en CO₂ 438.6269 Gg CO₂eq y N₂O 5.8118 CO₂eq, pero un aumento en CH₄ 60.1114 CO₂eq.

- Escenario en la adopción de GNC al 80% y uso de diésel al 20%. Bajo esta situación, se necesitarían 137,872,896.90 litros de diésel y 424,224,298.16 GNC LEQ, que genera un gasto de \$4,594.56 millones de pesos, lo que representa un ahorro de \$ 5,015.18 millones de pesos, cerca del 52.19% con respecto al uso de solo diésel. Asimismo, la estimación de las emisiones resulto que se liberan por uso de GNC 1,159.359 Gg CO₂eq, y por diésel 366.705 Gg CO₂eq. Por lo tanto, hay un ahorro de cerca de 307.462 Gg CO₂eq, que es cerca de 17%, por compuesto fueron: reducción en CO₂ 350.902 Gg CO₂eq y N₂O 4.649 CO₂eq, pero un aumento en CH₄ 48.089 CO₂eq.
- Escenario en la adopción de GNC al 50% y uso de diésel al 50%. La sustitución de combustibles se da partes iguales de energía a utilizar, por lo que se utilizarían 344,682,242.25 litros de diésel y 265,140,186.35 GNC LEQ. Lo que genera un gasto de \$1,670.38 millones de pesos para el GNC y para el diésel \$4,804.87 millones de pesos, lo que genera un ahorro de \$3,134.49 millones de pesos, lo que representa cerca del 32.69%. Asimismo, al estimar las emisiones mantuvo la tendencia en la reducción llegando a cifras de 192.164 Gg CO₂ eq, cerca del 10%, de los cuales se logra: reducción en CO₂ 219.31 Gg CO₂eq y N₂O 2.91 CO₂eq, pero un aumento en CH₄ 30.06 CO₂eq.

Los contaminantes criterio que son los que afectan de manera local, no fueron medidos en el trabajo, pero a partir de 2018 se deberán cumplir con las homologaciones EPA 2010 y Euro VI, por lo que en un futuro trabajo se puede trabajar sobre este tipo de contaminantes.

Los ahorros en combustible y en dinero mostrado en los escenarios, sacan a relucir los casos exitosos de uso de GNC en el transporte colectivo, tales como:

- Ecovia, en Monterrey, Nuevo León. Donde los concesionarios del servicio, junto con el gobierno y BANOBRAS, lograron la instauración de rutas que permiten el ahorro de 16,750 Ton CO₂ al año.
- Ecobus, en Ciudad de México. Aquí fue con inversión del BID y también resultados de los bonos de carbono, lo que han reducido en un 40% las emisiones de CO₂.
- Ruta 178 Vía 1. Guadalajara, Jalisco. En alianza con el proveedor de gas natural en el Salto, se logró la instauración de una ruta a GNC, lo que genera un ahorro de un 22% de GEI y ahorro de 35% en combustibles.
- Sistema Red Q. Santiago de Querétaro, Querétaro, un esfuerzo entre concesionarios con apoyo del gobierno federal, logró la hibridación de taxis y el cambio de cerca del 80% de los autobuses diésel a GNC.

El precio del GNC y la reducción de emisiones GEI, son un atractivo que sitúan a este combustible como una opción viable para su implementación, pero, además, existe otro incentivo directamente relacionado a la reducción de emisiones, ya que es posible acceder a una financiación por medio fondos (nacionales como internacionales) que están concentrados en mitigar el cambio climático. Este conjunto de elementos hace posible la diversificación por combustibles menos contaminantes, por lo que en México ya se ha implementado en los estados ya mencionados, al mismo tiempo, se realizan pruebas en varios estados con la

finalidad de ver la factibilidad de los proyectos, ya que es necesaria la infraestructura de terminales de servicio, las cuales no están instaladas en todos los estados, por lo que es necesaria la inversión en estaciones de servicio de compresión.

En México las condiciones para una diversificación energética en el transporte colectivo de personas, si no está de manera tácita en las leyes, tienen una directriz encaminada a una movilidad baja en carbono. La constitución política artículo 115 y en la fracción V, da facultades para intervenir y formular programas en el desarrollo del transporte público, enfocado en que el transporte deba de estar bajo la ley para preservar el equilibrio ecológico.

Por medio de las leyes orgánicas de los estados, se faculta al poder ejecutivo, para la negociación con los concesionarios del servicio de transporte colectivo de personas, y llegar a los acuerdos necesarios que puedan derivar, en la renovación de las unidades, además, es posible hacer la propuesta de diversificación de combustibles. Para el uso de GNC como combustible, se puede facilitar en aquellos estados de la república que ya están conectados a la red de gasoducto y/o tienen el suministro de este, lo que permitiría lograr este cambio con un menor costo. Asimismo, para lograr la diversificación de combustibles, es necesario de la voluntad política y la búsqueda de los financiamientos mencionados, para otorgar a los habitantes mejor calidad en el servicio y generar una movilidad baja en carbono.

El cuidado del ambiente es fundamental más cuando se trata de GEI, ya que estos afectan a todo el planeta, con consecuencias tan graves como la pérdida de vidas. Por lo que las leyes reglamentarias del artículo 27 constitucional del ramo petrolero, manejan criterios de sustentabilidad, y protección al ambiente derivadas de esta actividad, por lo que este cuidado también se garantiza durante la extracción de gas natural, que, si bien no es suficiente la

cantidad, ya que la mayor parte es importada, es un buen antecedente en el caso de una explotación intensiva.

En el país se cuenta con la Ley general de equilibrio ecológico y la protección ambiental, esta es la que pone mayor énfasis en el cuidado del medio ambiente, la protección de los seres vivos. El GNC, si bien no es una solución a los problemas que genera el transporte de personas, si puede contribuir a disminuir las cantidades de emisiones liberadas y al mismo tiempo, dar un periodo de tiempo para el uso de energías limpias y renovables, con la finalidad de cumplir con los objetivos de esta ley. Por lo tanto, el GNC puede contribuir al desarrollo sustentable de la movilidad motorizada, ya que se estrían reduciendo las emisiones y como resultado disminuir el riesgo que representa el calentamiento global.

Las emisiones de los motores generan efectos dañinos en la salud de la población, de ahí que el artículo 4 de la constitución, confiere al Estado que los habitantes tengan un medio ambiente sano. Al mismo tiempo, se tiene una ley específica relacionada con la salud de la población, la de Ley general de salud, para incentivar un mejoramiento de las condiciones sanitarias, para una mejor calidad de vida.

La diversidad natural que tiene el México, es capaz de generar condiciones satisfactorias para la vida, no solo de las personas, también de los demás seres vivos. Al mercantilizar a la naturaleza, se pierde su conservación, y se convierten en recursos naturales, tal es el caso de los hidrocarburos de la nación, y son precisamente estos los que se abordan en la Reforma energética, pero se vuelve muy controversial, por la minimización del poder del Estado sobre la tenencia de los hidrocarburos del subsuelo, ya que se permite que empresas privadas, puedan gozar bajo una “licitación” pública, el aprovechamiento mediante renta o asociación con PEMEX, de los hidrocarburos, preocupante es la forma en que pueden llegar a ser

negociados los yacimientos, en el caso del gas natural, estos yacimientos se explotan mayormente en tierra, así que a diferencia de como se hace en otros países donde el que tiene la tenencia de la tierra puede llegar a una negociación, en México, una de las formas dispuestas es mediante la expropiación de tierras. Lo que genera un descontento al perder y/o ceder forzosamente, tierras de un particular a petroleras extranjeras.

Bibliografía

- González Ávila, M., Muñoz Meléndez, G., & Ortega Rubio, A. (2011). *Hacia la sustentabilidad ambiental de la producción de energía en México*. México DF.: Offset Rebosán S.A. de C.V.
- ¡Madrid! (27 de Noviembre de 2010). *¡Madrid!* Recuperado el 3 de Julio de 2015, de <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Actualidad/Noticias/La-EMT-compra-165-autobuses?vgnextfmt=default&vgnextoid=93fe7abb6778c210VgnVCM2000000c205a0aRCRD&vgnnextchannel=a12149fa40ec9410VgnVCM100000171f5a0aRCRD>
- AFN. (25 de Noviembre de 2015). *Agencia Fronteriza de Noticias*. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de http://www.afntijuana.info/informacion_general/49588_usar_gas_natural_reducira_contaminacion
- Alcántara Vasconcellos, E., Kogan, J. H., Azán, S., & Miquilena, M. E. (1 de Enero de 2015). *CAF*. Recuperado el 2 de Septiembre de 2015, de <http://publicaciones.caf.com/media/1130/0.pdf>
- Analistas Económicos de Andalucía. (2015). Obtenido de <http://www.economiaandaluza.es/sites/default/files/2%20Cap%C3%ADtulo%20%20El%20transporte,%20importancia%20econ%C3%B3mica%20y%20social.pdf>
- asintra. (23 de Octubre de 2015). *asintra.org*. Recuperado el 03 de Enero de 2016, de <http://www.asintra.org/publicaciones/ver/1070/el-gran-momento-para-espana-del-gas-natural-vehicular>
- Autotransporte 2000. (25 de Marzo de 2015). *Autotransporte 2000*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://www.autotransporte.mx/armadoras/queretaro-impulsa-el-uso-del-transporte-a-gas/>
- Basaldud Cruz, R. (Septiembre de 2015). *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático*. Recuperado el 2 de Mayo de 2016, de http://inecc.gob.mx/descargas/eventos/2015_ehime_cca_unam_catmosfericos_mty_rbasaldud.pdf
- Bauer Ephrussi, M., & García-Colín Scherer, L. (1989). *Energía en México el arranque del siglo XXI. Realidades y opciones*. México DF., DF, México : Cromocolor S.A. Recuperado el 22 de Febrero de 2015
- Bauer Ephrussi, M., & García-Colín Scherer, L. (1996). *Energía, ambiente y desarrollo sustentable (El caso de México)*. . México DF: Cromocolor S.A.

- BCS Noticias. (30 de Diciembre de 2014). *BCS Noticias*. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de <http://www.bcsnoticias.mx/en-los-cabos-iniciaran-el-2015-con-el-aumento-de-tarifas-en-el-transporte-publico/>
- Beltrán Rodríguez, L., Alexandri Rionda, R., Herrera Romero, J., & Ojeda Galicia, O. (2015). *Gob.mx*. Recuperado el 15 de Enero de 2016, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44353/Balance_Nacional_de_Energ_a_2014.pdf
- Bernal, G. (5 de Mayo de 2015). *Periódico Correo*. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de <http://periodicocorreo.com.mx/preven-transportistas-alza-al-costos-del-pasaje/>
- bp. (Junio de 2016). *BP*. Recuperado el 20 de Julio de 2016, de <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>
- bp. (Junio de 2016). *BP*. Recuperado el 6 de Julio de 2016, de <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>
- Briones, C. (7 de Septiembre de 2015). *El Mañana*. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de <http://www.elmanana.com.mx/noticia/78511/Anuncian-en-Carta-Abierta-aumento-en-transporte-publico--NuevoLaredo.html>
- BuscaTuRuta. (2016). *BuscaTuRuta*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de <http://www.buscaturuta.mx/mx/guadalajara/ruta-178-Via-1>
- Cámara de diputados . (5 de Noviembre de 2013). *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Obtenido de <http://www.metro.df.gob.mx/transparencia/imagenes/fr1/normaplicable/2014/1/lgeepa14012014.pdf>
- Cámara de diputados . (28 de Agosto de 2014). *Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo Petróleo*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/lrart27_rp/LRArt27_RP_abro.pdf
- Cámara de Diputados. (5 de Noviembre de 2013). *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Obtenido de <http://www.metro.df.gob.mx/transparencia/imagenes/fr1/normaplicable/2014/1/lgeepa14012014.pdf>
- Cámara de Diputados. (01 de Enero de 2014). *Ley General de Cambio Climático*. Recuperado el 30 de Marzo de 2014, de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>
- Cámara de Diputados. (7 de Julio de 2015). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm>

- Cámara de Diputados. (24 de Diciembre de 2015). *Ley de Transición Energética*. Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>
- Camara de Diputados. (26 de Marzo de 2015). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259_260315.pdf
- Castro, C., Cruz, L., & Cristancho, F. (2014). *SEMANA.COM*. Recuperado el 12 de Julio de 2016, de <http://www.semana.com/especiales/por-que-exploto-transmilenio/index.html>
- Centro Mario Molina. (1 de Enero de 2015). *Centro Mario Molina*. Recuperado el 25 de Julio de 2015, de <http://centromariomolina.org/el-impacto-del-cambio-climatico-en-la-agricultura/>
- Cepeda, C. (31 de Mayo de 2013). *Reporte Índigo*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://www.reporteindigo.com/reportes/monterrey/impugnan-fallo-de-ecovia>
- CME Group. (2016). *Secretaría de Economía*. Recuperado el Junio de 2016, de <http://portalweb.sgm.gob.mx/economia/es/energeticos/precios/701-seguimiento-precio-gas-natural-datos.html>
- Comunicado de Prensa Núm. 60/15. (19 de Marzo de 2015). *SEMARNAT*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://saladeprensa.semarnat.gob.mx/index.php/noticias/2116-inicia-en-queretaro-programa-para-uso-de-gas-natural-en-el-transporte>
- Comunidad de Madrid. (9 de Agosto de 2016). *Comunidad de Madrid*. Recuperado el 3 de Septiembre de 2016, de <http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename%3D160809+NP+CG+Plan+Renove+combustibles+no+contaminantes.pdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1352912170>
- Comunidad de Madrid. (2016). *RenoveGNV*. Recuperado el 2 de Junio de 2016, de <http://www.renovengnv.com/>
- Coto Millán, P., & Lopez de Sabando, V. (1 de Enero de 2015). *Google Books*. Recuperado el 28 de Julio de 2015, de https://books.google.com.co/books?id=2djSXUcDIHYC&pg=PA114&lpg=PA114&dq=thompson+y+el+transporte+1974&source=bl&ots=2EpEuBjJV&sig=3Svs5voJLb_pi429nmycGSHHYFQ&hl=es&sa=X&ei=DR3WUenYIIHC9Qsq64GwDA#v=onepage&q&f=false
- Dávalos González, E. (13 de Septiembre de 2016). *PetroQuiMex*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2016, de <http://petroquimex.com/el-mercado-del-gas-natural-en-mexico-una-transicion-necesaria-hacia-las-energias-limpias/>

- de la Macorra, A. (Agosto de 2010). *SENER*. Recuperado el 3 de Junio de 2015, de www.energia.gob.mx/taller/res/1861/reporte_final.ppt
- de Rus, G., Campos, J., & Nombela, G. (1 de Enero de 2015). *Google Books*. Recuperado el 19 de Julio de 2015, de https://books.google.com.mx/books?id=wC2YdObpLrIC&pg=PA1&lpg=PA1&dq=1.+PRINCIPIOS+DE+ECONOM%C3%8DA+DEL+TRANSPORTE&source=bl&ots=6J9GALrtWa&sig=Yyi-Jhv_10DiicW7IACr3YvdTEA&hl=es-419&sa=X&ved=0CCIQ6AEwAWoVChMIyIjphZ2RyAIVhUOSCh1-egNz#v=onepage&q=1.%20PRINCI
- del Olmo, I. (5 de Junio de 2014). *Dirección General de Tráfico*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2015, de www.dgt.es/Galerias/.../06/02-06-2014-Presentacion-Jornada-DGT-definitiva.pptx
- Delgado Rojas, W. (23 de Mayo de 2016). *El Expreso de Campeche*. Recuperado el 30 de Mayo de 2016, de <http://expresocampeche.com/notas/estado/2016/05/23/urgen-mejorar-transporte-publico-en-la-ciudad-alcala-ferraez-gas-natural-positivo-en-transporte-publico/>
- Delgado, O., & Muncrief, R. (Julio de 2015). *icct*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2015, de http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_NG-HDV-emissions-assessmnt_20150730.pdf
- Désirée , R. (s.f.). *Associação Portuguesa do Veículo a Gás Natural*. Recuperado el 2 de Enero de 2016, de http://apvgn.pt/wp-content/uploads/dossier_gnv_2.pdf
- DNP. (2008). *Departamento Nacional de Plameación*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de https://spi.dnp.gov.co/App_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/0011083790000.pdf
- DOF. (8 de Septiembre de 2016). *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2016, de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5451868&fecha=08/09/2016
- EcoMotor.es. (21 de Agosto de 2012). *EcoMotor.es*. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de <http://www.economista.es/ecomotor/motor/noticias/4196558/08/12/Espana-cuarto-pais-con-mas-coches-por-habitantes-por-delante-de-Japon-o-EEUU.html>
- ecovía. (s.f.). *ecovía*. Recuperado el 22 de Marzo de 2016, de <http://ecovia.nl.gob.mx/about.html>
- Eje central. (18 de Diciembre de 2014). *Eje central*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://www.ejecentral.com.mx/la-linea-2-del-ecobus-beneficiara-a-mas-de-6-millones-de-usuarios-entre-miguel-angel-de-quevedo-y-santa-fe-con-tarifa-de-5-pesos/>

- El Diario de Juárez. (11 de Junio de 2016). *El Diario de Juárez*. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de <http://eldiariodechihuahua.mx/Estado/2016/06/11/-sacan-viejos-camiones-del-vivebus-en-juarez/>
- EL TIEMPO. (16 de Enero de 2002). *EL TIEMPO Casa Editoria*. Recuperado el 11 de Octubre de 2015, de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1310841>
- El Vigía. (29 de Mayo de 2015). *UniradioInforma.com*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de <http://www.uniradioinforma.com/noticias/ensenada/342464/en-ensenada-proponen-uso-de-gas-natural-en-transporte-publico.html>
- Elnuevosiglo.com.co. (12 de Mayo de 2016). *Elnuevosiglo.com.co*. Recuperado el 3 de Junio de 2016, de <http://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/5-2016-con-gas-se-mover%C3%A1n-buses-de-rutas-complementarias>
- Embajada Británica en México. (1 de Enero de 2015). *ITDP México*. Recuperado el 11 de Julio de 2015, de <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Transformando-la-movilidad-urbana-en-Mexico2.pdf>
- EMTMadrid. (26 de Abril de 2016). *EMT Madrid*. Recuperado el 2 de Junio de 2016, de <http://blog.emtmadrid.es/2016/04/26/las-nuevas-adquisiciones-de-emt/>
- Energías Renovables. (s.f.). *Energías Renovables*. Recuperado el 7 de Enero de 2016, de <http://www.energiasrenovablesinfo.com/general/combustibles-fosiles-vs-energias-renovables/>
- Estévez, R. (10 de Abril de 2013). *ecoinTELigencia*. Recuperado el 7 de Junio de 2015, de <http://www.ecointeligencia.com/2013/04/consecuencias-consumo-energetico-insostenible/>
- Estrella, V. (9 de Enero de 2014). *amdeQuerétaro*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://amqueretaro.com/periodico-hoy/2014/01/09/mas-de-1200-quejas-cada-mes-por-red-q>
- Everett, B., Boyle, G., Peake, S., & Ramage, J. (2012). *Energy Systems and Sustainability: Power for a Sustainable Future*. New York: Oxford University Press Inc.
- FCC. (25 de Octubre de 2006). *FCC Servicios Ciudadanos*. Recuperado el 3 de Enero de 2016, de <http://www.fcc.es/es/-/fcc-gana-los-concursos-de-recogida-de-basuras-del-centro-de-madrid>
- FCECo. (23 de Mayo de 2016). *Fundación Consejo España Colombia*. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de <http://www.espana-colombia.org/articulo/bogota-estrena-sus-primeros-autobuses-a-gas-natural>
- Garg, A., & Pulles, T. (2006). *IPCC*. Recuperado el 12 de Abril de 2016, de http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf

- Gas Natural FENOSA. (Mayo de 2015). *cybercast.mx*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de cybercast.mx/conuee/Presentacion_GNV_Mayo_2015_Fenosa.pptx
- Gas Natural FENOSA. (Mayo de 2015). *Cybercast.mx*. Recuperado el 14 de Enero de 2016, de http://cybercast.mx/conuee/Presentacion_GNV_Mayo_2015_Fenosa.pptx
- Gas Natural Fenosa. (s.f.). *Gas Natural Fenosa*. Recuperado el 15 de Enero de 2016 , de <http://www.gasnaturalfenosa.es/es/conocenos/eficiencia+y+bienestar/en+el+transporte/vehiculos+a+gas/1297100981469/transporte+publico.html>
- Gas Natural SDG. (Mayo de 2015). *gob.mx*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2015, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99747/22_mayo_2o_Seminario_Gas_Natural_Vehicular_Cecal.pdf
- Gazo. (s.f.). *Gazo*. Recuperado el 3 de Julio de 2015, de <http://www.gazo.com.mx/es/descargas/6-manual-tecnico-gazo/file>
- GIZ. (1 de Enero de 2015). *STUP Sustaintable Urban Transport Project*. Recuperado el 5 de Junio de 2015, de http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB3_Transit-Walking-and-Cycling/GIZ_SUTP_SB3a_Mass-Transit-Options_ES.pdf
- GIZ and WHO. (1 de Enero de 2015). *World Healt Organizaion*. Recuperado el 3 de Junio de 2015, de http://www.who.int/hia/green_economy/giz_transport_sp.pdf
- GNV. (25 de Enero de 2010). *Gas Natural Vehicular [GNV]*. Obtenido de <http://www.gnv.cl/node/179>
- Gobierno de la República. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Obtenido de http://www.snieg.mx/contenidos/espanol/normatividad/MarcoJuridico/PND_2013-2018.pdf
- Gobierno del Estado de Sonora. (9 de Febrero de 2016). *Gobierno del Estado de Sonora*. Recuperado el 15 de Marzo de 2016, de <http://www.sonora.gob.mx/noticias/noticias/746-inicia-periodo-de-prueba-de-unidad-de-transporte-que-utiliza-gas-natural.html>
- Gonzalo Martínez, C. (24 de Mayo de 2010). *La Jornada*. Recuperado el 13 de Julio de 2015, de <http://www.jornada.unam.mx/2010/05/24/opinion/022a2pol>
- Greenpeace. (s.f.). *Greenpeace International*. Recuperado el 7 de Enero de 2016, de http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio_climatico/Gas%20Natural-GP_ESP.pdf
- H. Asamblea Legislativa del Distrito . (29 de Diciembre de 1998). *Secretaria de Finanzas*. Obtenido de http://www.finanzas.df.gob.mx/pbr/pdf/Ley_organica_ap_df1.pdf
- H. Congreso del Estado de Aguascalientes. (28 de Diciembre de 2010). *Gobierno del Estado de Aguascalientes*. Obtenido de

http://www.aguascalientes.gob.mx/gobierno/leyes/leyes_PDF/21012014_152159.pdf#page=15&zoom=auto,-169,692

- H. Congreso del Estado de Baja California. (26 de Junio de 2015). *Secretaría de Gobernación*. Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Baja%20California/wo19587.pdf>
- H. Congreso del Estado de Baja California Sur. (9 de Septiembre de 2015). *Gobierno del Estado de Baja California Sur*. Obtenido de <http://www.cbcs.gob.mx/Leyes-2012/LOrgAdministracionPublicaBCS.doc>
- H. Congreso del Estado de Campeche. (s.f.). *Poder Judicial del Estado de Campeche*. Obtenido de http://www.poderjudicialcampeche.gob.mx/Descargas/ley_organica_admon_publica_camp.pdf
- H. Congreso del Estado de Chiapas. (12 de Noviembre de 2014). *Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana*. Obtenido de <https://www.sspc.chiapas.gob.mx/documentos/ley-organica.pdf>
- H. Congreso del Estado de Chihuahua. (19 de Enero de 2005). *Gobierno del Estado de Chihuahua*. Obtenido de <http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/coespris/uploads/TRANSPARENCIA/Normatividad/LEY%20ORGANICA%20DEL%20PODER%20EJECUTIVO%20DEL%20EDO.pdf>
- H. Congreso del Estado de Coahuila de Zaragoza. (30 de Noviembre de 2011). *Gobierno de Coahuila*. Obtenido de http://www.sefircoahuila.gob.mx/ADMIN/uploads/Documentos/modulo1/Ley_Org%C3%A1nica_de_la_Administraci%C3%B3n_P%C3%BAblica_del_Estado_de_Coahuila_de_Zaragoza.pdf
- H. Congreso del Estado de Colima. (7 de Julio de 2012). *Gobierno del Estado de Colima*. Obtenido de http://www.colima-estado.gob.mx/normateca/archivos/normateca_5037d03317f40.pdf
- H. Congreso del Estado de Guanajuato. (13 de Marzo de 2015). *Procuraduría General de Justicia del Estado de Guanajuato*. Obtenido de <https://portal.pgjguanajuato.gob.mx/PortalWebEstatal/Archivo/normateca/18.pdf>
- H. Congreso del Estado de Guerrero. (16 de Junio de 2009). *Gobierno del Estado de Guerrero*. Obtenido de <http://i.administracion2014-2015.guerrero.gob.mx/uploads/2012/02/LEY-443-ORGANICA-DE-LA-ADMINISTRACION.pdf>
- H. Congreso del Estado de Jalisco. (27 de Febrero de 2013). *Gobierno del Estado de Jalisco*. Obtenido de

http://www.jalisco.gob.mx/sites/default/files/ley_organica_del_poder_ejecutivo_del_estado_de_jalisco.pdf

- H. Congreso del Estado de Morelos. (28 de Septiembre de 2012). *Transparencia Morelos.mx*. Obtenido de <http://www.transparenciamorelos.mx/leyes/9.pdf>
- H. Congreso del Estado de Nuevo León. (26 de Diciembre de 2011). *Gobierno del Estado de Nuevo León*. Obtenido de http://www.nl.gob.mx/sites/default/files/ley_organica_de_la_administracion_publica_para_el_estado_de_nuevo_leon.pdf
- H. Congreso del Estado de Oaxaca. (31 de Octubre de 2013). *Gobierno del Estado de Oaxaca*. Obtenido de <http://www.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2014/11/Ley-Org%C3%A1nica-del-Poder-Ejecutivo-del-Estado-de-Oaxaca.pdf>
- H. Congreso del Estado de Puebla. (30 de Diciembre de 2013). *Honorable Ayuntamiento de Tehuacán Puebla*. Obtenido de http://tehuacan.gob.mx/Transparencia/files/11/I/ley-organica-vigente-31_12_14_bn.pdf
- H. Congreso del Estado de Quintana Roo. (19 de Agosto de 2013). *H. Ayuntamiento de Benito Juárez*. Obtenido de <http://cancun.gob.mx/transparencia/files/2011/09/admon.leyadmondeledodeqroo.pdf>
- H. Congreso del Estado de San Luis Potosí. (24 de Enero de 2015). *Secretaría de Gobernación*. Obtenido de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/San%20Luis%20Potosi/wo95856.pdf>
- H. Congreso del Estado de Sonora. (2 de Junio de 2014). *Secretaría de la Contraloría General de Sonora*. Obtenido de <http://contraloria.sonora.gob.mx/ciudadanos/compendio-legislativo-basico/compendio-legislativo-basico-estatal/-3/201--156/file.html>
- H. Congreso del Estado de Tabasco . (6 de Mayo de 2010). *Gobierno del Estado de Tabasco*. Obtenido de <http://transparencia.tabasco.gob.mx/TransArchivos/SA/5/141544.pdf>
- H. Congreso del Estado de Tamaulipas . (1 de Septiembre de 2011). *Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Tamaulipas* . Obtenido de <http://seduma.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2011/12/71-ley-organica-de-la-administraci%C3%B3n-p%C3%BAblica.pdf>
- H. Congreso del Estado de Tlaxcala. (23 de Diciembre de 2011). *Comisión de Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales del Estado de Tlaxcala*. Obtenido de <http://www.caip-tlax.org.mx/pdf/oRGANNICA%20DE%20LA%20ADMON%20PUB%2023%20DIC%202012.pdf>

- H. Congreso del Estado de Veracruz-Llave. (1 de Febrero de 2008). *Gobierno del Estado de Veracruz*. Obtenido de <http://www.veracruz.gob.mx/comunicaciones/files/2011/08/3.-LEY-ORGANICA-DEL-PODER-EJECUTIVO-DEL-ESTADO-DE-VERACRUZ-DE-IGNACIO-DE-LA-LLAVE.pdf>
- H. Congreso del Estado de Yucatán. (8 de Marzo de 1988). *Unidad de Acceso a la Información Pública de Yucatán*. Obtenido de <http://transparencia.yucatan.gob.mx/datos/cultur/Leyes/ley4.pdf>
- H. Congreso del Estado de Zacatecas . (4 de Agosto de 2012). *Poder Legislativo del Estado de Zacatecas*. Obtenido de <http://www.congresozac.gob.mx/e/todojuridico&cual=56>
- H. Otterbach, D. (2014). *Energía y calentamiento global*. D.F, México: Patria. Obtenido de <http://www.editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074386257.pdf>
- Hernández, E. (9 de Julio de 2015). *Vanguardia*. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de <http://www.vanguardia.com.mx/apruebanaumentoaltransporteensaltillo-2350451.html>
- hsbnoticias. (13 de Mayo de 2016). *hsbnoticias.com*. Recuperado el 3 de Junio de 2016, de <http://hsbnoticias.com/noticias/bogota/transmilenio-contara-con-buses-que-funcionaran-con-gas-natur-207768>
- Hyundai. (s.f.). *Comisió Nacional para el Uso Eficiente de la Energía*. Recuperado el 13 de Mayo de 2016, de <http://www.conuee.gob.mx/archivospdf/presentacionHyunday.pdf>
- ICCT. (Diciembre de 2014). *The International Council on Clean Transportation*. Recuperado el 14 de Octubre de 2015, de http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate_NOM-044_20141222_ESP.pdf
- IEA. (2016). *IEA*. Recuperado el 5 de Julio de 2016, de <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf>
- IEA. (2016). *IEA*. Recuperado el 2016, de https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Global_EV_Outlook_2016.pdf
- INE. (Agosto de 2005). *INECC*. Recuperado el 16 de Febrero de 2015, de http://www.inecc.gob.mx/descargas/calair/2005_inf_fac_emis_combus.pdf
- INECC. (Noviembre de 2012). *Naciones Unidas*. Recuperado el 9 de Marzo de 2015, de <http://unfccc.int/resource/docs/natc/mexnc5s.pdf>
- INECC. (2013). *INECC*. Recuperado el 4 de Enero de 2016, de http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2015_inv_nal_emis_gei_result.pdf

- INECC. (2015). *INECC*. Recuperado el 4 de Diciembre de 2015, de http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/INEGEI_2014_EMISIONES_QUE_MA_COMBUSTIBLES_FOSILES_1.pdf
- INEGI. (2015). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Recuperado el 1 de Mayo de 2016, de http://www.inegi.org.mx/est/lista_cubos/consulta.aspx?p=adm&c=8
- INEGI. (2016). *INEGI*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825086084.pdf
- integra927. (s.f.). *integra927*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de <http://integra927.com/wp-content/uploads/2015/11/Justificaci%C3%B3n-del-alza-a-la-tarifa-redQ.pdf>
- IPCC. (1996). *IPCC*. Recuperado el 19 de Marzo de 2016, de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/ch1ref1.pdf>
- Lage, M. (21 de Abril de 2015). *Movilidad sostenible, ciudad eficiente*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2015, de <http://movilidadesosteniblemalaga.com/sin-categoria/el-gas-natural-hoy-en-espana/>
- Lns.es. (2 de Octubre de 2014). *La Nueva España*. Recuperado el 7 de Julio de 2015, de <http://www.lne.es/motor-asturias/2014/10/02/energia-gnc-eficiente-combustibles/1650144.html>
- Lopez Gómez, L. (28 de Enero de 2016). *siempre88.9*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de <http://siempre889.mx/noticias/informacion-general/renuevan-a-rtp-y-ecobus-con-80-unidades/>
- López, J. (2 de Febrero de 2014). *Grupo Milenio*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de http://www.milenio.com/region/preguntas-Ecovia_0_238176496.html
- Lucena, P. (2 de Octubre de 2013). *Grupo T21*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://t21.com.mx/terrestre/2013/10/02/autobuses-gas-natural-guadalajara-ahorran-50-combustible>
- Luege, J. L. (9 de Febrero de 2015). *EL UNIVERSAL*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://www.eluniversalmas.com.mx/editoriales/2015/02/74728.php>
- Martínez Valenzuela, O. (27 de Enero de 2014). *INFO7*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://www.info7.mx/a/editorial/4244>
- Martínez Vargas, F. (31 de Diciembre de 2015). *La Opción de Chihuahua*. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de <http://laopcion.com.mx/noticia/119107>
- Martínez, A. (14 de Junio de 2012). *El Universal*. Recuperado el 5 de Julio de 2015, de <http://archivo.eluniversal.com.mx/finanzas/95677.html>

- Mendoza, M. (3 de Marzo de 2015). *HOYSanLuis*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015 , de <http://www.hoysanluis.mx/notas/154196/Presentan-proyecto-de-Movilidad-Urbana-para-San-Luis-Potosi.html>
- Molinero Molinero, Á. R. (2015). *Situación actual del transporte urbano en México*. La Asociación Mexicana de Transporte y Movilidad (AMTM).
- Nación Transporte. (18 de Diciembre de 2014). *Nación Transporte*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://naciontransporte.com/19098/participa-hyundai-en-linea-2-de-ecobus/>
- Naturagas. (Julio de 2012). *Financiera del desarrollo*. Recuperado el 13 de Julio de 2015, de www.findeter.gov.co/descargar.php?idFile=100380
- Navarro , M., & Robledo, L. (1 de Agosto de 2015). *EL UNIVERSAL*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://www.eluniversalqueretaro.mx/portada/01-08-2015/manana-sube-850-tarifa-en-redq>
- Navarro, M. (9 de Enero de 2015). *EL UNIVERSAL*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://www.eluniversalqueretaro.mx/metropoli/09-01-2015/se-suman-cuatro-rutas-red-q>
- Navarro, M. (24 de Marzo de 2015). *EL UNIVERSAL*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://www.eluniversalqueretaro.mx/metropoli/24-03-2015/niega-aumento-la-tarifa-de-red-q>
- Noroeste. (20 de Junio de 2016). *Noroeste*. Recuperado el 22 de Junio de 2016, de <http://beta.noroeste.com.mx/publicaciones/view/buscan-instaurar-uso-de-gas-natural-en-transporte-1032372>
- NREL. (Octubre de 2001). *Laboratorio Nacional de Energía Renovable*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2015, de <http://www.nrel.gov/docs/fy02osti/30238.pdf>
- OECD. (1997). *CO2 Emissions from Transport. ECMT, european conference of ministers of transport*. France: reu André-Pasca.
- OECD. (2001). *Vehicle Emission Reduction. ECMT, european conference of ministers of transport*. France: reu André-Pascal.
- OECD. (2002). *Strategies to Reduce Greenhouse Gas Emissions from Road Transport: Analytical Methods*. France: reu André-Pascal.
- Ortega Maldonado, V. (1 de Julio de 2016). Precios de GNV en estaciones de servicio en México. .
- Ortega, R. I. (4 de Febrero de 2015). *EL FINANCIERO*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://www.elfinanciero.com.mx/suplementos/transporte-ecologico-apuesta-de-estados.html>

- Osorio, R. (29 de Junio de 2010). *Blog sobre la Industria del Petróleo y Gas Natural*. Recuperado el 12 de Julio de 2015, de <http://www.ingenieriadepetroleo.com/endulzamiento-de-gas-natural.html>
- Page, D. (2013). *Expansión*. Recuperado el 17 de Junio de 2015, de <http://www.expansion.com/2013/06/25/empresas/energia/1372172739.html>
- PEMEX. (13 de Mayo de 2016). *PEMEX*. Recuperado el 7 de Junio de 2016, de <http://www.pemex.com/comercializacion/productos/Paginas/gas/gas-natural.aspx>
- PEMEX. (Mayo de 2016). *PEMEX*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de http://www.pemex.com/ri/Publicaciones/Indicadores%20Petroleros/epublico_esp.pdf
- Pemex Gas y Petroquímica Básica. (Julio de 2000). *Pemex Gas y Petroquímica Básica*. Recuperado el 7 de Enero de 2015, de http://www.gas.pemex.com.mx/NR/rdonlyres/1D3E1128-E8A5-4CD1-B04C-DBC7CEFC0592/0/msdsgasnatural_02.pdf
- Pemex Gas y Petroquímica Básica. (24 de Marzo de 2015). *Pemex Gas y Petroquímica Básica*. Recuperado el 13 de Junio de 2015, de <http://www.gas.pemex.com.mx/pgpb/Productos%20y%20Servicios/Gas%20Natural/>
- Pemex Gas y Petroquímica Básica. (24 de Marzo de 2015). *Pemex Gas y Petroquímica Básica*. Recuperado el 7 de Enero de 2016, de <http://www.gas.pemex.com.mx/PGPB/Productos+y+servicios/Gas+licuado/>
- Pemex Gas y Petroquímica Básica. (18 de Febrero de 2016). *Pemex Gas y Petroquímica Básica*. Recuperado el 3 de Marzo de 2016, de <http://www.gas.pemex.com.mx/PGPB/Productos+y+servicios/Gas+natural/Precios/>
- Pemex Gas y Petroquímica Básica. (s.f.). *Pemex Gas y Petroquímica Básica*. Recuperado el 10 de Julio de 2016, de <http://www.gas.pemex.com.mx/NR/rdonlyres/05E98E6D-E390-4A3D-AAC7-5E170558FA20/0/PROCESOSINDUSTRIALESnoviembre06.pdf>
- PEMEX Refinación. (7 de Septiembre de 2015). *PEMEX Refinación*. Recuperado el 13 de Julio de 2016, de <http://www.ref.pemex.com/index.cfm?action=content§ionID=18&catID=1082>
- Pérez Sánchez, H. (6 de Enero de 2015). *El Sol de Tijuana*. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de <http://www.oem.com.mx/elsoldetijuana/notas/n3662000.htm>
- Plano Informativo. (4 de Febrero de 2014). *Plano Informativo*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://planoinformativo.com/nota/id/306182/noticia/inicia-operaciones-camion-urbano-que-funciona-con-gas.html>

- Presidencia de la Republica. (1 de Enero de 2014). *Decreto - Reforma Energética*. Recuperado el 5 de Marzo de 2014, de <http://cdn.reformaenergetica.gob.mx/decreto-reforma-energetica.pdf>
- Presidencia de la República. (5 de Agosto de 2014). *Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos*. Obtenido de http://www.energia.gob.mx/webSener/leyes_Secundarias/_doc/leyes/5.%20Ley%20de%20Ingresos%20sobre%20Hidrocarburos_Decreto.PDF
- Presidencia de la República. (5 de Agosto de 2014). *Ley de Petróleos Mexicanos*. Obtenido de http://www.energia.gob.mx/webSener/leyes_Secundarias/_doc/leyes/4.%20Ley%20de%20Petroleos%20Mexicanos_Decreto.PDF
- Presidencia de la República. (31 de Julio de 2014). *Ley Organos Reguladores Coordinados en Materia Energética*. Obtenido de http://www.energia.gob.mx/webSener/leyes_Secundarias/_doc/leyes/1.%20Ley%20Organos%20Reguladores%20Coordinados_Decreto.PDF
- Presidencia de la República. (6 de Agosto de 2014). *Reforma a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria*. Obtenido de http://www.energia.gob.mx/webSener/leyes_Secundarias/_doc/leyes/6.%20Ley%20de%20Presupuesto_Decreto.PDF
- Presidente de los Estados Unidos Mexicanos. (5 de Agosto de 2014). *Ley de Hidrocarburos*. Obtenido de http://www.energia.gob.mx/webSener/leyes_Secundarias/_doc/leyes/2.%20Ley%20de%20Hidrocarburos_Decreto.PDF
- Presidente de los Estados Unidos Mexicanos. (5 de Agosto de 2014). *Ley de la Industria Eléctrica*. Obtenido de http://www.energia.gob.mx/webSener/leyes_Secundarias/_doc/leyes/3.%20Ley%20de%20la%20Industria%20Electrica_Decreto.PDF
- Quelart, R. (2 de Diciembre de 2014). *LA VANGUARDIA*. Recuperado el 12 de Enero de 2015, de <http://www.lavanguardia.com/motor/20141202/54420420290/aumentan-vehiculos-gas-natural-comprimido.html>
- Rafael Morales, M. Y., & Hernández Guzmán, A. (2012). *SCT*. Recuperado el 5 de Julio de 2015, de <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt360.pdf>
- REDQ. (2016). *REDQ*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de <http://www.redq.gob.mx/>
- REN21. (2015). *Ren21*. Recuperado el 7 de Junio de 2016, de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf
- REN21. (2015). *REN21*. Recuperado el 3 de Junio de 2016, de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/GSR2015_Key-Findings_SPANISH.pdf

- Ren21. (2016). *Ren21*. Recuperado el 2016, de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf
- Reyna Quiroz, J. (21 de Julio de 2016). *La Jornada*. Recuperado el 27 de Julio de 2016, de <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2016/07/21/voluntad-politica-para-desarrollar-industria-del-gas-natural-amng>
- Robles, A. (4 de Julio de 2016). Recuperado el 7 de Julio de 2016, de <http://www.pasajero7.com/desde-hoy-regresan-las-rutas-tradicionales-de-transporte-publico-en-chihuahua/>
- Rodríguez Hernández, M. (3 de Marzo de 2014). *Al Calor Politico*. Recuperado el 7 de Marzo de 2016, de <http://www.alcalorpolitico.com/informacion/incremento-de-insumos-provoca-que-rutas-de-transporte-publico-dejen-de-operar-olvera-de-gasperin-135514.html#.WAZrcTWjmM9>
- Rodríguez, M. (4 de Febrero de 2014). *Pulso Diario de San Luis*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://pulsoslp.com.mx/2014/02/04/ponen-a-prueba-en-slp-camion-urbano-que-funciona-con-gas-natural/>
- RR Noticias. (19 de Marzo de 2015). *RR Noticias*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2015, de <http://rrnoticias.mx/2015/03/19/gobernador-pone-en-operacion-el-programa-de-impulso-al-uso-de-gas-natural-en-el-transporte-y-firma-de-convenio-proaire/>
- RT sepa más. (17 de Octubre de 2013). *RT sepa más*. Recuperado el 7 de Julio de 2015, de <https://actualidad.rt.com/actualidad/view/108788-reservas-mundiales-petroleo-energia-acabarse>
- rutadirecta. (2016). *rutadirecta*. Recuperado el 16 de Marzo de 2016, de <http://mty.rutadirecta.com/rutas/brt/2433/ecovia.html>
- RUTAS DEL SERVICIO ecoBUS. (2016). *RPT*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de http://www.rtp.gob.mx/rutas_ecobus.html
- Rutas GDL. (2016). *Rutas GDL*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de <http://rutasgdl.com/rutas/178-via-1>
- Salas, J. (9 de Septiembre de 2016). *El País*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2016, de http://elpais.com/elpais/2016/09/05/ciencia/1473092509_973513.html
- Santamarta, J. (2004). *nodo50*. Recuperado el 17 de Junio de 2015, de <http://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/Renovables.pdf>
- SCT. (2014). *gob.mx*. Recuperado el 21 de Enero de 2016, de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/autotransporte-federal/estadistica/2014/>

- Secretaria de Energia [SENER], & Agencia Internacional de Energía [AIE]. (2011). *gob.mx*. Recuperado el 7 de Enero de 2015, de http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/85305/Bibliograf_a_6.pdf
- Secretaria de Energía. (1 de Enero de 2014). *Estrategia Nacional de Energía (ENE) 2013-2027*. Recuperado el 30 de Marzo de 2014, de http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/ENE_2013-2027.pdf
- Secretaría de Salud. (9 de Octubre de 2007). *Secretaría de Salud*. Obtenido de http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/legis/lgs/LEY_GENERAL_DE_SALUD.pdf
- SEMARNAT. (27 de Agosto de 2004). *SEMARNAT*. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO287.pdf>
- SEMARNAT. (3 de Marzo de 2005). *SEMARNAT*. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO561.pdf>
- SEMARNAT. (30 de Enero de 2006). *PROFEPA*. Recuperado el 12 de Julio de 2015, de <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1278/1/nom-086-semarnat-sener-scfi-2005.pdf>
- SEMARNAT. (2006). *PROFEPA*. Recuperado el 12 de julio de 2015, de http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/658/1/NOM_044_SEMARNAT_2006_12_OCT_06.pdf
- SEMARNAT. (17 de Julio de 2007). *SEMARNAT*. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/DOF915.pdf>
- SEMARNAT. (31 de Enero de 2007). *SEMARNAT*. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO2761.pdf>
- SEMARNAT. (29 de Octubre de 2009). *SEMARNAT*. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2152.pdf>
- SEMARNAT. (2 de Febrero de 2012). *DOF*. Recuperado el 12 de Julio de 2015, de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5232012&fecha=02/02/2012
- SEMARNAT. (27 de Noviembre de 2012). *SEMARNAT*. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO2977.pdf>
- SEMARNAT. (2013). *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático*. Recuperado el 15 de Enero de 2016, de http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf_inegei_public_2010.pdf

- SEMARNAT. (1 de Enero de 2014). *Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)*. Recuperado el 30 de Marzo de 2014, de <http://www.encc.gob.mx/documentos/estrategia-nacional-cambio-climatico.pdf>
- SEMARNAT. (27 de Agosto de 2015). *SEMARNAT*. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO3631.pdf>
- SEMARNAT. (14 de Octubre de 2015). *SEMARNAT*. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PP03/DO3656.pdf>
- SEMOVI. (s.f.). *Secretaría de Movilidad*. Recuperado el 1 de Junio de 2016, de http://www.semovi.cdmx.gob.mx/wb/stv/tarifas_autorizadas_tp.html
- SENER. (2010). *SENER*. Recuperado el 21 de Octubre de 2015, de <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&subAction=applyOptions>
- SENER. (2010). *SIE*. Recuperado el 3 de Febrero de 2016, de <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&subAction=applyOptions>
- SENER. (2014). *gob.mx*. Recuperado el 12 de Febrero de 2015, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44353/Balance_Nacional_de_Energia_2014.pdf
- SENER. (2015). *gob.mx*. Recuperado el 12 de Julio de 2016, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44328/Prospectiva_del_Sector_Electrico.pdf
- SENER. (2015). *gob.mx*. Recuperado el 12 de Julio de 2016, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44326/Prospectiva_Gas_Natural_y_Gas_LP.pdf
- SENER, & AIE. (2011). *gob.mx*. Recuperado el 19 de Agosto de 2015, de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/85305/Bibliograf_a_6.pdf
- Serretaría de Energía. (2013). *Prospectiva de Gas Natural y Gas L.P. 2013-2027*. Obtenido de http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/Prospectiva_Gas_Natural_y_Gas_LP_2013-2027.pdf
- Serretaría de Energía. (2014). *Prospectiva del Sector Eléctrico 2014-2028*. Obtenido de http://www.energia.gob.mx/res/prospectiva_de_electricidad_2014.pdf
- Shancita, I., Masjuki, H., Kalam, M., Rizwanul Fattah, I., Rashed, M., & Rashedul, H. (29 de Septiembre de 2014). *ELSEVIER*. Recuperado el 6 de Enero de 2015, de <http://www.journals.elsevier.com/energy-conversion-and-management>

- Sostenibilidad para todos. (s.f.). *Sostenibilidad para todos*. Recuperado el 7 de Enero de 2016, de <http://www.sostenibilidad.com/ahorro-y-eficiencia-energetica>
- T21. (8 de Abril de 2013). *Grupo T21*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://t21.com.mx/terrestre/2013/04/08/dina-entrega-jalisco-sus-primeros-autobuses-gas-natural>
- Taboada Ibarra, E. L., & Osnaya García, S. G. (2009). *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal [Redalyc]*. Recuperado el 13 de Julio de 2015, de <http://www.redalyc.org/pdf/325/32512739008.pdf>
- Tépach M, E. R. (Enero de 2015). *Cámara de Diputados*. Recuperado el 5 de Abril de 2015, de <http://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/se/SAE-ISS-01-15.pdf>
- Terrón, J. Á. (16 de Septiembre de 2015). *Fundacion de la Energía de la Comunidad de Madrid*. Recuperado el 3 de Enero de 2016, de https://www.fenercom.com/pages/pdf/formacion/Jornada_16_09_2015_Vehiculos_ecoeficientes_con_gas_natural/7-EL-GAS-NATURAL-EN-LA-FLOTA-DE-AUTOBUSES-DE-LA-EMT-DE-MADRID-EMT-fenercom-2015
- The Greenhouse Gas Protocol. (s.f.). *The Greenhouse Gas Protocol*. Recuperado el 3 de Julio de 2016, de [https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjKsMGkuPzPAhXMzlQKHdzpCZYQFggiMAE&url=http%3A%2F%2Fghgprotocol.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fghgp%2FGlobal-Warming-Potential-Values%2520\(Feb%252016%25202016\).pdf&usg=AFQjCNfXR](https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjKsMGkuPzPAhXMzlQKHdzpCZYQFggiMAE&url=http%3A%2F%2Fghgprotocol.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fghgp%2FGlobal-Warming-Potential-Values%2520(Feb%252016%25202016).pdf&usg=AFQjCNfXR)
- TMB. (18 de Mayo de 2005). *Autobuses BCN*. Recuperado el 12 de Febrero de 2015, de <http://www.autobusesbcn.es/modelos/pdf/PresentacionBuses2005.pdf>
- Torres Barrón, B., & Corella Martínez, J. (1 de Septiembre de 2013). *Energía a Debate*. Recuperado el 17 de Julio de 2015, de <http://energiaadebate.com/el-gas-natural-prospectiva-y-precios/>
- Torres, A. (4 de Marzo de 2015). *Pulso Diario de San Luis*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://pulsoslp.com.mx/2015/03/04/tendra-slp-nuevo-sistema-de-transporte/>
- Transparency International. (Febrero de 2011). *Transparency International*. Recuperado el 7 de Julio de 2015, de www.transparency.org/content/download/59374/951162/TI_PRT_2011_report_FIN_AL_EN.pdf
- Transporte informativo.com. (18 de Diciembre de 2014). *Transporte informativo.com*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://transporteinformativo.com/armadoras/dan-banderazo-de-salida-a-42-unidades-hyundai-para-ecobus>

- Transporte.mx . (2 de Octubre de 2015). *Transporte.mx* . Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://www.transporte.mx/renovaran-2400-autobuses-dina-de-gas-natural-en-juarez/>
- transporteinformativo.com. (8 de Abril de 2013). *transporteinformativo.com*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <http://transporteinformativo.com/pasaje/banderazo-a-un-mexico-mas-limpio>
- UN-DESA. (s.f.). *UN-DESA*. Recuperado el 4 de Julio de 2015, de http://www.un.org/esa/dsd/dsd_aofw_ni/ni_pdfs/NationalReports/mexico/Transporte.pdf
- UNIVERSAL DF. (28 de Enero de 2016). *EL UNIVERSAL*. Recuperado el 12 de Abril de 2016, de <http://www.eluniversaldf.mx/home/fotos-conoce-las-nuevas-unidades-de-ecobus-que-van-a-santa-fe.html>
- UPC. (s.f.). *Universitat Politecnica de Catalunya*. Recuperado el 3 de Enero de 2016, de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/2713/36232-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ureña Avilés , J. M. (s.f.). *Twinning Domestic Waste Managment*. Recuperado el 19 de Marzo de 2015, de <http://www.twinning-waste-bacau.ro/twinning-1/actividades-focalizadas-gestion-de-residuos-urbanos/sistemas-de-gestion-de-residuos/materiales-de-los-expertos/4-1-b-recogida-y-transporte-de-residuos/sistemas-de-transporte-de-residuos>
- Valdés, A. L. (9 de Septiembre de 2014). *MANU FACTURA*. Recuperado el 12 de Octubre de 2105, de <http://www.manufactura.mx/industria/2014/09/09/monterrey-alista-segunda-fase-de-ecovia>
- Vargas, R., & Bauer E, M. (1993). *México – Estados Unidos. Energía y ambiente*. México DF: Ediciones de buena tinta S.A. de C.V.
- Vázquez Barrios, M. (19 de Mayo de 2016). *centrourbano*. Recuperado el 7 de Julio de 2016, de <https://centrourbano.com/mexico-80-la-poblacion-usa-transporte-publico/>
- Vega Gómez, S. (4 de Febrero de 2014). *Noticiero Potosino*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2015, de <https://noticieropotosino.wordpress.com/2014/02/04/hacen-pruebas-a-camion-urbano-que-opera-con-gas-natural/#more-1992>
- Wionczek. (1982). *Energía en México ensayos sobre el pasado y el presente*. México DF.: Ediciones Griver.
- XIV Seminario de Ahorro de Energía, Cogeneración y Energía Renovable. (7 de Agosto de 2014). *Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. CONAE*. Obtenido de <http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/.../SuministrodegasPGPB.pdf>

Yang , M., & Kraft-Oliver, T. (1997). *ELSEVIER*. Recuperado el 6 de Enero de 2015, de <http://www.elsevier.com/>

Glosario y terminología aplicada.

Abreviaciones

Bp	British Petroleum
BRT	Autobús de tránsito rápido
CDMX	Ciudad de México
CFE	Comisión federal de electricidad
CRE	Comisión Reguladora de Energía
ECMT	Conferencia Europea de Ministros de Transporte
EE. UU	Estados Unidos de Norteamérica
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EMT	Empresa Municipal de Transportes
EPE	Empresas productivas del estado
GEI	Gases efecto invernadero
GLP	Gas licuado de petróleo
GNC	Gas natural comprimido
GNC	Gas natural comprimido
GNL	Gas natural licuado
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
ONU	Organización de Naciones Unidas
PEMEX	Petróleos Mexicanos
TMB	Transports Metropolitans de Barcelona
VPM	Ventas de primera mano

Compuestos químicos.

CH ₄	Metano
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ e	Equivalentes de dióxido de carbono
COVs	Compuestos orgánicos volátiles
HFC	Hidrofluorocarbonos
N ₂ O	Óxido nitroso
NO _x	Óxido de nitrógeno

PFC	Perfluorocarbonos
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
SO ₂	Dióxido de azufre
Unidades de medida.	
BTU	British Thermal Unit
µg/m ³	microgramos/metro cúbico
bl	Barriles
g/l	Gramos por litro
Gg	Gigagramo
kJ/m ³	Kilojoules sobre metro cubico
LEQ	Litros equivalentes diésel
MJ	Megajoules
mmpcd	Millones de pies cúbicos
PM1	Material particulado de un micrómetro
PM2.5	Material particulado de 2.5 micrómetros
ppbV	Partes por billón
TJ	Terajoules

Lista de tablas.

Tabla 1 Preocupaciones sociales y medio ambientales asociadas las principales fuentes de energía.	24
Tabla 2 Emisión de Bióxido de Carbono para diferentes combustibles.....	29
Tabla 3 Demanda de combustibles en el sector autotransportes 2004-2014.....	73
Tabla 4 Capacidad típica de los vehículos de transporte colectivo (2007)	88
Tabla 5 Vehículos de motor registrados en circulación	89
Tabla 6 Vehículos de motor registrados en circulación	90
Tabla 7 Consumo energético sectorial (PJ)	93
Tabla 8 Parque Vehicular del Transporte Terrestre de Pasajeros, excepto por Ferrocarril según Tipo de Combustible y Entidad Federativa 2014.....	95
Tabla 9 Balance Nacional de Diésel.....	97
Tabla 10 Consumo de barriles de diésel 2014.....	98
Tabla 11 Ponderación de consumo anual de diésel sector transportes en 2014	100
Tabla 12 Consumo de diésel sector transportes 2014.....	100
Tabla 13 Precio al público de productos petrolíferos 2014.	102
Tabla 14 Equivalencia de combustibles	106
Tabla 15 Tarifas transporte colectivo por estado de la república mexicana.....	107
Tabla 16 Composición e información de los componentes del gas natural.....	114
Tabla 17 Temperatura de auto ignición (°C), gasolinas, diésel y gas natural.	116
Tabla 18 Tipos de tanques de combustible para gas natural comprimido.....	116
Tabla 19 Poderes caloríficos netos.	118
Tabla 20 Conversión de barriles a megajoules (MJ), con factor poder calorífico neto de 2014	119
Tabla 21 Conversión consumo energía (anual) de MJ a TJ, en 2014.....	119
Tabla 22 Potencial de Calentamiento Global (PCG) valores relativos en CO ₂	119
Tabla 23 Factores de emisión de CO ₂ por defecto del transporte terrestre y rangos de incertidumbre (a).	120
Tabla 24 Estimación emisiones CO ₂ Nivel 1 IPCC	121
Tabla 25 Factores de emisión de N ₂ O y CH ₄ por defecto del transporte terrestre y rangos de incertidumbre.....	122
Tabla 26 Estimación emisiones CH ₄ Nivel 1 IPCC.	122
Tabla 27 Estimación emisiones N ₂ O Nivel 1 IPCC.	123
Tabla 28 Variación en la emisiones CO ₂ eq entre diésel y natural.....	123
Tabla 29 Equivalencia de litros de diésel a GNC, sustitución al 100% diésel por gas natural en 2014.	124
Tabla 30 Gasto anual en pesos del uso de diésel y GNC, 2014.	125
Tabla 31 Estimación emisiones gases GEI, diésel y gas natural, 2014.	126
Tabla 32 Equivalencia de litros de diésel a GNC, sustitución al 20% diésel y 80% gas natural en 2014.	128

Tabla 33 Gasto anual en pesos de uso 20% diésel y 80% GNC, 2014.....	130
Tabla 34 Ahorro en combustible y dinero de la sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.	131
Tabla 35 Estimación emisiones CO ₂ , Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.	132
Tabla 36 Estimación emisiones CH ₄ , Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.	132
Tabla 37 Estimación emisiones N ₂ O, Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.	133
Tabla 38 Estimación emisiones GEI, diésel al 20% GNC al 80%, 2014.	133
Tabla 39 Equivalencia de litros de diésel a GNC, sustitución al 50% diésel y 50% gas natural en 2014.	136
Tabla 40 Gasto anual en pesos de uso 50% diésel y 50% GNC, 2014.....	137
Tabla 41 Ahorro en combustible y dinero de la sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.	138
Tabla 42 Estimación emisiones CO ₂ , Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.	139
Tabla 43 Estimación emisiones CH ₄ , Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.	140
Tabla 44 Estimación emisiones N ₂ O, Nivel 1 IPCC, sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.	140
Tabla 45 Estimación emisiones GEI, diésel al 50% GNC al 50%, 2014.	140
Tabla 46 Comparación de los escenarios, estimación en la reducción de emisiones, frente al uso de diésel al 100%, por compuesto, 2014.....	143
Tabla 47 Comparación de los escenarios, estimación en emisiones, frente al uso de diésel al 100%, por compuesto, 2014.	144
Tabla 48 Normas propuestas para México, junto con la cronología de las normas estadounidenses y europeas.	146
Tabla 49 Valores límite de certificación para motores pesados, EPA.....	146
Tabla 50 Valores límite de certificación para motores pesados, Euro.	147
Tabla 51 Valores límite permisibles de emisión de hidrocarburos totales, México.....	147
Tabla 52 EcoBús, tarifas vigentes, 2010.	156
Tabla 53 EcoBús, autobuses a sustituir motor a diésel y GNC.	157
Tabla 54 Comparativo Costos GNV vs Diésel, 2012.....	171
Tabla 55 Número de unidades por tipo de combustible, TMB 2005.	175

Lista de figuras.

Figura 1 Suministro total de energía primaria mundial 2014.....	11
Figura 2 Consumo total de energía final mundial 2014	11
Figura 3 Proporción estimada de energía renovable del consumo final mundial de energía, 2013	12
Figura 4 Porcentaje estimado de energía renovable de la producción mundial de electricidad, finales de 2014	13
Figura 5 Principales movimientos comerciales 2015	18
Figura 6 Principales movimientos comerciales 2015	19
Figura 7 Precios de gas natural 1985 – 2015.....	20
Figura 8 Precios del crudo 1980-2015.....	20
Figura 9 Proceso de endulzamiento de gas.....	27
Figura 10 Distribución de reservas probadas en 1995.....	31
Figura 11 Distribución de reservas probadas en 2005.....	31
Figura 12 Distribución de reservas probadas en 2015.....	32
Figura 13 Consumo energético (PJ) de la generación de electricidad y la tendencia de emisiones (Gg de CO ₂ eq.).....	33
Figura 14 Infraestructura actual de gas natural.	72
Figura 15 Red de Gasoductos 2015-2019.....	73
Figura 16 Costo por viaje por tipo de transporte (2007)	84
Figura 17 Vehículos de motor registrados en circulación	90
Figura 18 Vehículos de motor registrados en circulación 2014	92
Figura 19 Participación en el consumo de combustible del sector autotransporte de pasajeros por modalidad, 2010.	94
Figura 20 Participación en el consumo de combustible del sector autotransporte de pasajeros por modalidad, 2010	94
Figura 21 Parque Vehicular de transporte de pasajeros suburbano, por tipo de combustible, excepto por Ferrocarril 2014.	96
Figura 22 Balance Nacional de Diésel	99
Figura 23 Composición del precio de gas natural.	101
Figura 24 Composición del precio de gas natural comprimido.....	101
Figura 25 Promedio Mensual Precio del Gas Natural PRECIO USD/MMBtu.....	102
Figura 26 Comparativa de precios de combustibles litros equivalentes diésel, en pesos 2005- noviembre 2013.....	104
Figura 27 Comparativa de precios de combustibles litros equivalentes diésel, en pesos 2014- junio 2016.....	105
Figura 28 Tarifa general, del transporte colectivo por estado de la república mexicana. ...	108
Figura 29 Kilómetros recorridos por día (mediana).	111
Figura 30 Emisiones por quema de combustibles fósiles en Gg de CO ₂ e.....	113

Figura 31 Ahorro en millones de pesos, por sustitución al 100% de los vehículos diésel a gas natural, 2014.....	125
Figura 32 Gasto anual en millones de pesos por uso de diésel y GNC, por tipo de servicio, 2014.	126
Figura 33 Reducción de emisiones (CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O), sustitución al 100% de los vehículos diésel a gas natural.....	127
Figura 34 Reducción de total de emisiones, sustitución al 100% de los vehículos diésel a gas natural.....	127
Figura 35 Equivalencia de uso de diésel al 20% y 80% gas natural, 2014.	129
Figura 36 Gasto anual en millones de pesos por uso de diésel al 20% y GNC al 80%, por tipo de servicio, 2014.	130
Figura 37 Ahorro en dinero de la sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.....	131
Figura 38 Emisiones (CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O), sustitución diésel al 20% y GNC al 80%, 2014.....	134
Figura 39 Reducción de emisiones (CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O), escenario frente al uso de diésel al 100%, 2014.....	134
Figura 40 Reducción de total de emisiones GEI, diésel al 20% GNC al 80%, 2014.	135
Figura 41 Equivalencia de uso de diésel al 50% y 50% gas natural, 2014.	136
Figura 42 Gasto anual en millones de pesos por uso de diésel al 50% y GNC al 50%, por tipo de servicio, 2014.	137
Figura 43 Ahorro en dinero de la sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.....	139
Figura 44 Emisiones (CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O), sustitución diésel al 50% y GNC al 50%, 2014.....	141
Figura 45 Reducción de emisiones (CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O), escenario frente al uso de diésel al 100%, 2014.....	142
Figura 46 Reducción de total de emisiones GEI, diésel al 50% GNC al 50%, 2014.	143
Figura 47 Comparación de los escenarios, estimación en emisiones, frente al uso de diésel al 100%, por compuesto, 2014.	144
Figura 48 Ruta de ECOVÍA, 2014.	149
Figura 49 Ruta de ECOVÍA, imagen satelital, 2016.	150
Figura 50 Resultados: CO (ppm).....	152
Figura 51 Resultados preliminares: PM _{2.5} µg/m ³	152
Figura 52 Resultados: benceno (ppbV)	152
Figura 53 Resultados: tolueno (ppbV)	152
Figura 54 EcoBús, ruta 34-A, 2016.....	154
Figura 55 EcoBús, ruta 34-B, 2014.....	155
Figura 56 Ruta 178 Vía 1, imagen satelital, 2016.	158
Figura 57 Rutas que deberán ser cubiertas por los autobuses GNC en combinación con lo existentes diésel, Colombia 2012.	170
Figura 58 Reducción de emisiones según la generación de motores utilizada con GNV, TMB 2015.	175
Figura 59 Comparación emisiones Euro 2 a 5 con las de CNC con Catalizador.	178
Figura 60 Emisiones de gases de escape, motor de gas natural.	179

Figura 61 Emisiones de sonido, motor de gas natural..... 180

Anexos

Leyes orgánicas de los estados.

Aguascalientes.

Publicada el 28 de diciembre de 2010, otorga las bases para la organización y funcionamiento del estado de Aguascalientes, en lo referente al sector trasportes se establecen en tres artículos:

- Artículo 29. Se le otorgan las atribuciones al Secretario de Gobierno entre las que destacan las del fracción XVII, referente a “Coordinarse con las autoridades competentes en materia de transporte y vialidad en los términos que disponga esta Ley y demás normatividad aplicable” (H. Congreso del Estado de Aguascalientes, 2010, pp. 16).
- Artículo 30. Corresponde a las facultades de la Secretaría de Seguridad Pública, en la fracción XXV pertenece a la materia de tránsito, en su inciso C, prevé “Inspeccionar y vigilar la situación física, mecánica y legal, tanto interior como exterior de los vehículos de transporte público y privado que transiten por las carreteras y caminos de jurisdicción estatal, así como sancionar el incumplimiento de las normas legales aplicables” (H. Congreso del Estado de Aguascalientes, 2010, pp. 21).
- Artículo 38. Corresponde al despacho de asuntos de la Secretaria de Infraestructura y Comunicaciones, en su fracción XX puntualiza el “Establecer y coordinar, conforme a las disposiciones jurídicas aplicables, las normas técnicas y administrativas a que deben sujetarse la construcción y operación, de obras y programas para la prestación del servicio público de transporte, de competencia del Gobierno del Estado” (H. Congreso del Estado de Aguascalientes, 2010, pp. 42).

Baja California

Publicada el 20 de enero de 1986, regula la función administrativa y fija la estructura del Poder Ejecutivo del Estado de Baja California, en lo relativo al sector transportes se establecen en dos artículos:

- Artículo 19. Se le delega la Estado que sea el encargado de funciones, se establece en la fracción XII, el “Despachar los asuntos que conforme a la Ley General de Transporte Público del Estado de Baja California, competen al Gobernador del Estado” (H. Congreso del Estado de Baja California, 2015, pp. 7).
- Artículo transitorio del decreto no. 148. Este artículo fue reformado en 2003, estableciendo en su párrafo Quinto, “La vigilancia del cumplimiento de las leyes y reglamentos en materia de Transporte Público, el otorgamiento de permisos y concesiones de servicio público... el transporte de pasajeros y de carga, y demás para la prestación de servicios de transporte público” (H. Congreso del Estado de Baja California, 2015, pp. 67), asimismo se le confiere la gestión de la Ley de Tránsito y Transportes del Estado de Baja California y las disposiciones aplicables y la Dirección de Tránsito y Transportes del Estado facultándolo de “...unidades administrativas en materia de expedición, canje o revalidación de licencias para conducir vehículos, tarjetas de circulación, Placas o calcomanías del servicio particular y público” (H. Congreso del Estado de Baja California, 2015, pp. 67).

Baja California Sur

Reformada la ley el 9 de septiembre del 2015, regula la organización y funcionamiento de la administración del Estado de Baja California Sur, establece facultades y obligaciones entre

las diferentes dependencias, entidades y unidades administrativas, en lo concerniente al sector transportes se funda en un artículo:

- Artículo 23. Señala las funciones de la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Transporte. En su apartado III establece que se le confiere a esta secretaria el “Diseñar y conducir las políticas estatales de asentamientos humanos, urbanismo, obras de infraestructura, vivienda, transporte y movilidad” (H. Congreso del Estado de Baja California Sur, 2015, pp. 15). La fracción XVI de este artículo se le otorga “Realizar, en coordinación con los municipios, los estudios para la planeación del servicio público de transporte de pasajeros y de carga en el Estado” (H. Congreso del Estado de Baja California Sur, 2015, pp. 16). Para el XVIII faculta al Gobierno del Estado “Revisar las solicitudes de las concesiones para la prestación del servicio público de transporte en las carreteras estatales, caminos vecinales y demás vías de jurisdicción estatal” (H. Congreso del Estado de Baja California Sur, 2015, pp. 17)

Campeche.

Regula la organización y funcionamiento de la Administración Pública del Estado de Campeche, en lo relativo al sector transportes se constituye en dos artículos:

- Artículo 24. Se le confiere a la Secretaría de Ecología la fracción XII, el “Promover y difundir las tecnologías y formas de uso requeridas para el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y de la calidad ambiental de los procesos productivos, de los servicios y del transporte” (H. Congreso del Estado de Campeche, pp. 17).

- Artículo 27. Se le concede a la Secretaría de Obras Públicas y Comunicaciones atribuciones señaladas en: fracción IX, “Realizar las actividades referentes a la ingeniería de transporte y al señalamiento de la vialidad en el Estado” (H. Congreso del Estado de Campeche, pp. 20). La fracción X se autoriza “Participar en la determinación de las tarifas de los servicios de transportes sujetos a permisos o autorizaciones del Gobierno Estatal” (H. Congreso del Estado de Campeche, pp. 20)

Coahuila de Zaragoza.

Con una última reforma el 18 de marzo de 2014, autoriza las bases para la organización y funcionamiento del estado de Estado de Coahuila de Zaragoza, en lo relativo al sector transportes se establecen en un artículo:

- Artículo 30. Ataño a la Secretaría de Gestión Urbana, Agua y Ordenamiento Territorial, en la fracción XXIII el “Normar y supervisar el adecuado funcionamiento del transporte público de competencia estatal, así como otorgar las concesiones y permisos que les correspondan” (H. Congreso del Estado de Coahuila de Zaragoza, 2011, pp. 32).

Colima.

Publicada la última reforma, el 16 de noviembre de 1985, establece las bases de la estructura orgánica de la Administración Pública del Estado de Colima, con respecto al sector transportes se instituyen en dos artículos:

- Artículo 20. Se dan las facultades y obligaciones a la Secretaría General de Gobierno, en la fracción XII, el “Organizar, controlar y supervisar a los cuerpos de transporte

del Estado, cuyo titular estará bajo su autoridad y mando directo” (H. Congreso del Estado de Colima, 2012, pp. 5).

- Artículo 21. Corresponde a las facultades y obligaciones que se le otorgan a la Secretaría de Finanzas y Administración, en su inciso B, fracción IV el “Administrar, organizar y controlar los sistemas de transportes, ...y, en general, aquellos que se requieran para el adecuado funcionamiento de las áreas sustantivas del gobierno estatal” (H. Congreso del Estado de Colima, 2012, pp. 9)

Chiapas.

Con la última reforma la ley publicada, el 12 de noviembre del 2014, reglamenta la organización y funcionamiento de la administración del Estado de Chiapas, instaure las facultades y obligaciones entre las diferentes dependencias, entidades y unidades administrativas, en lo relativo al sector transportes se funda en cuatro artículos:

- Artículo 42. Se establecen las jurisdicciones al titular de la Secretaría de Transportes. En la fracción I, se le conceden a la secretaria la formulación de programas para el transporte. Para la fracción II, se le autoriza el otorgar concesiones y permisos para el desarrollo del transporte. La fracción III, es sobre los vehículos de los servicios públicos del transporte estatal, en cuestiones tarifarias, rutas, paraderos, etc. Fracción IV, necesidad de cubrir rutas rurales, suburbanas y urbanas. Fracción V, facultad de sancionar a concesionarios y permisionarios. Fracción VII, faculta el poder “Modificar y revocar concesiones para la prestación del servicio público de transporte” (H. Congreso del Estado de Chiapas, 2014, pp. 53). Fracción VIII, colaboración con estados vecinos para fortalecer el transporte. Fracción IX, comprende la fijación de las tarifas.

- Transitorio, tomo II, artículo cuarto. Define la estructura operativa de los administradores del transporte.
- Transitorio, Tomo III, artículo quinto. Son modificaciones a las formas organizacionales de las jerarquías de las dependencias.

Chihuahua.

Ultima reforma publicada, el 19 de enero de 2005, en materia de transporte establece:

ARTÍCULO 25. Función de la Secretaría General de Gobierno en cuestiones: fracción XVIII. “Dirigir y vigilar el cumplimiento de las leyes y sus reglamentos en relación a las funciones de Gobernación ...Transporte, así como vigilar la organización y el funcionamiento de las Direcciones” (H. Congreso del Estado de Chihuahua, 2005, pp. 8). Y la fracción XX, la aprobación de tarifas y concesiones para el transporte de personas.

Distrito Federal.

Está vigente desde el 29 de diciembre de 1998 en esta materia establece:

- Artículo 27. Los proyectos y construcción para el transporte colectivo están a cargo de la Secretaría de Obras y Servicios.
- Artículo 31. El desarrollo, control, planeación y operación son facultades de la Secretaría de Transportes y Vialidad. Fracción III, realizar estudios sobre tránsito, para buscar alternativas en vialidades. Fracción IV, medidas técnicas y operacionales. Fracción VII. “Autorizar cambios de unidades y fijar frecuencias y horarios de las unidades de transporte de carga y pasajeros, revisar y opinar sobre nuevos tipos y características de los mismos” (H. Asamblea Legislativa del Distrito , 1998, pp. 42).

Fracción VIII, establecimiento de paraderos. Fracción IX determinación de rutas y fracción XIII optimización del transporte colectivo.

Durango.

Con la última reforma el 25 de diciembre de 2014, establece:

- ARTICULO 29. las siguientes atribuciones de la Secretaría General de Gobierno: Fracción XXXI, la administración de transporte público concesionado y la fracción XXXII, el otorgamiento o pérdida de concesiones.

Guanajuato.

Última reforma publicada, el 13 de marzo de 2015:

Artículo 23. Facultades de la Secretaría de Gobierno en colaboración con el gobernador: fracción IV incisos: j) la planeación de transporte público de personas; k) otorgamiento de concesiones; l) “Prestar y ordenar el servicio público de transporte de competencia estatal” (H. Congreso del Estado de Guanajuato, 2015, pp. 12)

Guerrero.

Última reforma del 16 de junio de 2009, establece:

- Artículo 20. Facultades de la Secretaría General. Fracción XXXI, se le confiere autoridad en transporte y vialidad. Fracción XXXII, concesiones en materia de transporte. Fracción XXXIII, encargado de la fijación de tarifas para el transporte.
- Artículo 22.- La Secretaría de Finanzas y Administración da apoyo al Poder Ejecutivo en: fracción XXX, aprobación de las tarifas.

- Artículo 31 Bis. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado (SEMAREN) establece en su fracción XI, “Promover y difundir las tecnologías y formas de uso requeridas para el aprovechamiento racional y sostenible de los recursos naturales y sobre la calidad ambiental de los procesos productivos de los servicios y del transporte” (H. Congreso del Estado de Guerrero, 2009, pp. 44).

Hidalgo.

Con la última reforma publicada, el 9 de julio de 2012, establece:

- Artículo 24.- Facultades de la Secretaría de Gobierno, en su fracción XVII, autorización de concesiones, suspenderlas o revocarlas en materia de transporte.

Jalisco.

En la última reforma publicada, el 1 marzo 2013, establece:

- Artículo 26. Atribuciones de la Secretaría de Movilidad: fracción VII, realizar estudios para mejorar las vías de comunicación, el transporte y el transporte multimodal, también la protección del ambiente. Fracción X, establecer la tarifa de los transportes públicos. Fracción XII, las normas de equipamiento del transporte público. Fracción XIII, establecer rutas del transporte de pasajeros. Fracción XVI, otorgamiento de concesiones. Fracción XXII. “Planear, integrar y coordinar los servicios del transporte público que ofrece el Estado a través de los organismos públicos descentralizados” (H. Congreso del Estado de Jalisco, 2013, pp. 27)

Estado de México.

La última reforma publicada, el 6 agosto 2003, establece:

- Artículo 32.- Es facultad de la Secretaría de Comunicaciones: fracción II. Creación y puesta en marcha de planes y programas de comunicaciones concerniente al transporte colectivo y de alta capacidad. Fracción XIX en conjunto con otros estados, el desarrollo o mantenimiento del transporte colectivo y de alta capacidad; y encargarse de las concesiones. Fracción XX, desarrollo y/o manteniendo de la infraestructura del transporte, directamente la secretaria o por medio de concesión.
- Artículo 33.- La Secretaría de Transporte está facultada para: fracción II, otorgar concesiones, suspenderlas y revocarlas en el transporte colectivo. Fracción IV, puede autorizar: nuevas rutas o modificación de las existentes, paraderos, horarios, itinerarios, etc. Fracción VII, modificar tarifas. Fracción XVI, emitir las formas de identificación de los vehículos para transporte de pasajeros. Fracción XVII, autorizar a las unidades que puedan circular.

Michoacán de Ocampo.

Con última reforma publicada, el 12 de abril del 2002, establece:

- Artículo 30. Las atribuciones de la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente: fracción XXXI, controlar el servicio de transporte colectivo. Fracción XXXII, elaborar los reglamentos y políticas en materia de transporte. Fracción XXXIII, otorgamiento de concesiones.

Morelos.

En su última reforma publicada, el 28 de septiembre de 2012, establece:

- Artículo 32. Facultades de la Secretaría de Movilidad y Transportes: fracción I, administración del servicio de transporte. Fracción II, ejecución de los programas de

transporte. Fracción VII, establecer las normas técnicas. Fracción IX, otorgar concesiones, suspensión y cancelación. Fracción XII, acciones para promover la “conservación del ambiente en el desarrollo en el desarrollo, explotación y operación del transporte” (H. Congreso del Estado de Morelos, 2012, pp. 29). Fracción XIV, establecer rutas, paraderos, horarios y la formulación de tarifas. Fracción XVI, otorgar concesiones. Fracción XVII, vigilar que el servicio público se preste bajo las condiciones de ley. Fracción XX, buscar y establecer si es necesario nuevas modalidades de transporte público. Fracción XXIV. Otorgar, suspender y cancelar licencias a choferes. Fracción XXV, entrega de documentación y distintivos para la identificación de las unidades. En la modificación la fracción XXVIII, el promover fideicomisos para el transporte colectivo.

Nayarit.

Con última reforma publicada, el 24 de octubre de 2014, establece:

- Artículo 32. Es competencia de la Secretaría General de Gobierno: fracción XLIX, control y supervisión del transporte público.

Nuevo León.

Su última reforma publicada, el 26 de diciembre del 2011, establece:

- Artículo 32. Son atributos de la Secretaría de Desarrollo Sustentable el de “instrumentar y coordinar las políticas, estrategias, planes, programas y acciones que promuevan el desarrollo urbano y medio ambiente sustentables” (H. Congreso del Estado de Nuevo León, 2011, pp. 22). Fracción V, asesoría a los municipios para el desarrollo urbano. Fracción VIII, planear la distribución y ordenación de la población.

Oaxaca.

En la última reforma publicada, el 31 de octubre de 2013, establece:

- Artículo 35. Facultades de la Secretaría de Seguridad Pública: fracción IX, “aplicar las normas técnicas y operativas para el tránsito de vehículos en las poblaciones” (H. Congreso del Estado de Oaxaca, 2013, pp. 12).
- Artículo 37. Atribuciones de la Secretaría de las Infraestructuras y el Ordenamiento Territorial Sustentable: fracción XV, lo correspondiente a la infraestructura para la movilidad y transporte.
- Artículo 40. Le corresponde a Secretaría de Vialidad y Transporte el despacho de: fracción I, que se mantenga en funcionamiento todas las modalidades de transporte. Fracción II. Formular políticas en materia de transporte para el Gobernador. Fracción III, vigilar y promover el apego a la ley del transporte de personas. Fracción IV, en materia de concesiones: otorgar, suspender y cancelar. Fracción V. esta encargado de la documentación y expedir distintivos para el transporte. Fracción VI, mantener actualizada la base de datos de las concesiones. Fracción VII, aplicar sanciones de su competencia. Fracción IX, expedir de tarjetas de circulación. Fracción X, expedir las licencias a chofer. Fracción XIV, crear planes para el mejoramiento del sistema del transporte. Fracción XX, en conjunto con el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable, la verificación de emisiones en las unidades. Fracción XXIII, búsqueda de financiamiento para la modernización de las unidades de transporte público y un seguro para los usuarios. Fracción XXXI, creación y/o modificación de; rutas, horarios y tarifas. Fracción XL, estimular el transporte colectivo en: turismo, de personal, escolar y los que ayuden a proteger el medio ambiente,

Puebla.

La última reforma publicada, el 30 de diciembre de 2013, establece:

- Artículo 35. Atribuciones de la Secretaría de Finanzas y Administración: fracción LXIV, expedir las tarjetas de circulación del transporte público, en conjunto con la Secretaría de Transportes. Fracción LXV, “... de manera coordinada con la Secretaría de Transportes, el registro y control de las concesiones, permisos y autorizaciones” (H. Congreso del Estado de Puebla, 2013, pp. 29).
- Artículo 37. Son facultades de la Secretaría de la Contraloría: fracción LII, observar el cumplimiento de las leyes con respecto a las concesiones, para el uso de la infraestructura. Fracción LIV en alianza con la Secretaría de Transportes del Estado, o de manera autónoma, vigilar el uso adecuado de la infraestructura. Fracción LV vigilar el cumplimiento de rutas, horarios y tarifas.
- Artículo 42. Le corresponde a la Secretaría de Transportes del Estado: fracción V, acciones de planeación y presupuestos para el desarrollo de infraestructura del transporte. Fracción VII, establecer las normas técnicas del transporte. Fracción X, en las concesiones puede: otorgar, suspender o cancelar. Fracción XIII, promover la conservación del medio ambiente. Fracción XVII, fijar rutas, horarios y tarifas. Fracción XXVI, tener actualizada la base de datos de las concesiones.
- Artículo 48. Se le confiere a la Secretaría de Seguridad Pública: fracción XXI, apoyar en la vigilancia del transporte en todas sus modalidades.

Querétaro.

Con la última reforma publicada, el 9 de abril de 1999, establece:

- Artículo 21. Son atribuciones de las Secretaría de Gobierno: fracción XXXIII, en materia de concesiones, el otorgar, suspende y cancelarlas.

Quintana Roo.

La última reforma publicada, el 19 de agosto de 2013, establece:

- Artículo 31. Le corresponde a la Secretaría de Gobierno, el despacho de: fracción XVII, junto con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, la planeación del transporte de pasajeros.
- Artículo 33. Facultades de la Secretaría de Planeación y finanzas: fracción XX, tener una base de datos de las unidades de transporte público, en sus diferentes modalidades.
- Artículo 35. Son atribuciones de la Secretaría de Infraestructura y Transporte: fracción XII, “Estudiar, planear y controlar el servicio público de transporte en todas sus modalidades” (H. Congreso del Estado de Quintana Roo, 2013, pp. 23). Fracción XIII, las concesiones que otorgue el Gobernador del Estado, esta secretaria se encargara de hacer el trámite. Fracción XIV, en conjunto con la Secretaría de Planeación y finanzas la fijación de tarifas. Fracción XVI, en vinculación con la Secretaría de Gobierno, el estudio y desarrollo de las rutas del transporte suburbano y foráneo.

San Luis Potosí.

Con la última reforma publicada, el 24 de enero de 2015, establece:

- Artículo 36 Bis. Se encargará de lo siguiente, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes: fracción V, en conjunto con el ejecutivo convenios con el gobierno

federal u otros estados en materia de transporte. Fracción VII, “recibir, tramitar y someter a la consideración del titular del Ejecutivo, las solicitudes para la autorización de concesiones” (H. Congreso del Estado de San Luis Potosi, 2015, pp. 19). Fracción VIII, en conjunto al Ejecutivo y asesoría del Consejo Estatal de Transporte, determinar: los paraderos, rutas y horarios. Fracción IX, tener una base de datos del transporte público. Fracción XIII, de las concesiones otorgadas por el Ejecutivo, la secretaria deberá tramitar: suspensiones o cancelaciones de concesiones, y la aplicación de multas.

Sinaloa.

En última reforma publicada, el 21 de junio de 2013, en el documento no se encontraron las facultades que otorga el Ejecutivo y el H. Congreso del Estado de Sinaloa, en materia de transporte público.

Sonora

Con la última reforma publicada, el 2 de junio de 2014, establece:

- Artículo 29. Otorga facultades a la Secretaría de Infraestructura Urbana y Desarrollo Urbano. Inciso D, en materia de transporte: fracción I, “proponer las políticas y ejecutar los programas relativos a la planeación, administración, regulación, modernización, control y supervisión del servicio público y privado” (H. Congreso del Estado de Sonora, 2014, pp. 17)

Tabasco

La última reforma publicada, el 6 de mayo de 2010, establece:

- Artículo 27. Atribuciones de la Secretaría de Gobierno: fracción XIX, en materia de concesiones el otorga, suspender, revalidar y cancelar.
- Artículo 33. Le corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes: fracción III, “...supervisar la prestación del servicio público de transporte de pasajeros” (H. Congreso del Estado de Tabasco , 2010, pp. 34). Fracción IV, el establecer los paraderos del transporte público. Fracción V, establece los requisitos para el otorgamiento de concesiones. Fracción XI, se encarga de fijar: horarios y rutas. Fracción XXVI, en cuestión ambiental, el solicitar a las autoridades ayuda en el mejoramiento.

Tamaulipas

En la última reforma publicada, el 1 septiembre 2011, establece:

- Artículo 27. Atribuciones de la Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo: fracción VII, promover la cooperación para programas del transporte.

Artículo 33. Facultades de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente: fracción XLVII, “dar trámite a las atribuciones del Poder Ejecutivo en materia de otorgamiento y cancelación de permisos y concesiones para la prestación de servicios de autotransporte” (H. Congreso del Estado de Tamaulipas , 2011, pp. 29)

Tlaxcala

Con la última reforma publicada, el 23 de diciembre de 2011, establece:

- Artículo 39. “La Secretaría de Comunicaciones y Transportes es la encargada de formular y conducir las políticas y programas para el desarrollo del transporte” (H. Congreso del Estado de Tlaxcala, 2011, pp. 13).
- Artículo 40. Son atribuciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes: fracción III, en materia de concesiones el tramitarlas. Fracción IV, el otorgar concesiones y junto con la Secretaría de Finanzas, mantener una base de datos actualizada de las unidades.

Veracruz de Ignacio de la Llave.

En la última reforma publicada, el 1 febrero 2008, establece:

- Artículo 18. Las atribuciones del Secretario de Gobierno: fracción XXXVIII, “Coordinar, dirigir y vigilar la política en materia de tránsito y transporte” (H. Congreso del Estado de Veracruz-Llave, 2008, pp. 11).
- Artículo 18 Ter. Le corresponde al secretario de Seguridad Pública: fracción XI, en materia de concesiones: otorgar, suspender y cancelar.

Yucatán

La última reforma publicada, el 8 de marzo de 1988, establece:

- Artículo 34. Le confiere a la Oficialía: fracción XII, “Atender los requerimientos del Despacho del Gobernador del Estado, en materia ... transporte” (H. Congreso del Estado de Yucatán, 1988, pp. 14)

Zacatecas

Con la última reforma publicada, el 4 de agosto de 2012, establece:

- Artículo 36. Atribuciones de la Secretaría de Seguridad Pública: fracción XXII, “Vigilar la prestación de los servicios de autotransporte público” (H. Congreso del Estado de Zacatecas , 2012, pp. 48)

Tarificación.

Estado	Tarifa		Vigencia	Enlace
	General	Con subsidio		
Aguascalientes	6.00	4.00	2010	http://www.aguascalientes.gob.mx/gobierno/leyes/leyes_PDF/10082010_140401.pdf
Baja California	13.00	6.00	2015	http://www.lacronica.com/edicionenlinea/notas/noticias/09122014/918808-aprueba-cabildo-nueva-tarifa-de-transporte-publico.html
Baja California Sur	10.00	5.00	2016	http://elinformantebcs.mx/el-transporte-publico-de-la-paz-busca-un-aumento-de-tarifas-revela-ayuntamiento/
Campeche	7.00	4.00	2014	http://www.sdpnoticias.com/estados/2014/04/13/gobierno-de-campeche-autoriza-alza-a-pasaje-de-transporte-publico
Coahuila de Zaragoza	9.00	5.00	2015	http://www.zocalo.com.mx/seccion/articulo/oficial-aumenta-la-tarifa-en-el-transporte-publico-en-saltillo-1436449884
Colima	6.00		2012	http://148.235.70.104/periodico/peri/01112012/p2110101.pdf
Chiapas	7.00		2015	https://meganoticias.mx/tu-ciudad/tuxtla-gutierrez/noticias/item/72970-posible-incremento-en-el-costo-del-pasaje-de-transporte-publico.html
Chihuahua	7.00		2016	http://laopcion.com.mx/noticia/119107
Distrito Federal	5.00		2015	http://ciudadanosenred.com.mx/tarifas-transporte-publico-de-la-cdmx-2015/
Durango	8.00	4.00	2015	http://www.milenio.com/region/tarifa_de_transporte_en_Durango-Consejo_Consultivo_del_Transporte_en_Durago_0_463753965.html
Guanajuato	9.00	3.70	2014	http://www.am.com.mx/leon/local/aumenta-un-peso-tarifa-de-transporte-98348.html
Guerrero	10.00		2014	https://guerrero.quadratin.com.mx/Detiene-Congreso-alza-a-tarifas-del-servicio-publico/
Hidalgo	8.00		2015	https://hidalgo.quadratin.com.mx/principal/Aprueban-incremento-de-50-centavos-a-tarifas-del-transporte-publico/
Jalisco	7.00		2016	http://rutasgdl.com/posts/sube-la-tarifa-del-transporte-publico-a-7-pesos
México	8.00		2013	http://smovilidad.edomex.gob.mx/sites/smovilidad.edomex.gob.mx/files/files/Detalles.PDF
Michoacán de Ocampo	7.00		2015	http://www.atiempo.mx/estado/plantean-subir-a-8-50-tarifa-del-transporte-publico-en-michoacan/
Morelos	7.00		2013	https://www.marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/acuerdos_estatales/.../Acu00516-5022.doc
Nayarit	5.00	2.50	2013	http://www.nayarit.gob.mx/prensa/video.asp?idvideo=44
Nuevo León	12.00		2015	http://elhorizonte.mx/finanzas/mas-noticias/586322/tiene-nl-transporte-mas-carro-del-pais
Oaxaca	7.00		2015	http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2015/10/31/aumenta-7-tarifa-del-transporte-publico-en-oaxaca
Puebla	6.00		2013	http://www.e-consulta.com/nota/2013-08-27/gobierno/goza-puebla-de-tarifas-de-transporte-bajas-en-el-centro-del-pais
Querétaro	8.50		2015	http://amqueretaro.com/queretaro/2015/07/31/aumentara-la-tarifa-del-transporte-publico-a-8-50
Quintana Roo	8.00		2016	http://sipse.com/novedades/piden-aumento-de-un-peso-al-transporte-publico-193931.html
San Luis Potosí	7.80	3.90	2016	http://www.milenio.com/estados/Aumenta-precio-transporte-publico-SLP_0_665333641.html
Sinaloa	7.50	3.50	2016	http://beta.noroeste.com.mx/publicaciones/view/el-jueves-aumenta-tarifa-de-camiones-urbanos-50-centavos-1005365

Sonora	10.00	5.00	2015	http://www.elimparcial.com/EdicionEnLinea/Notas/Noticias/24062015/983555-Aumentan-a-10-pesos-tarifa-de-transporte.html
Tabasco	7.50	4.00	2013	http://sct.tabasco.gob.mx/content/tarifas-oficiales-de-transporte-p%C3%Bablico
Tamaulipas	9.00	6.00	2015	http://tamaulipas.gob.mx/2015/10/ajustan-tarifa-de-transporte-publico/
Tlaxcala	6.50		2013	http://www.observadortlaxcalteca.com/portal/noticias/no-al-aumento-a-tarifas-del-transporte-publico-de-tlaxcala-prd
Veracruz de Ignacio de la Llave	9.00	5.50	2015	http://www.alcalorpolitico.com/informacion/rutas-de-transporte-publico-de-veracruz-aumentaron-tarifas-sin-autorizacion-estatal-158127.html#.V3QL5jWjmM8
Yucatán	7.00	3.00	2013	http://sipse.com/milenio/sube-a-7-pesos-la-tarifa-del-transporte-urbano-de-merida-57268.html
Zacatecas	6.50	3.50	2014	http://ntrzacatecas.com/2014/01/02/zacatecas-recibe-2014-con-alza-al-costo-del-transporte-publico/