



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

EL USO DE BIODIESEL EN AUTOBUSES FORÁNEOS DE PASAJEROS COMO UNA FORMA DE REDUCIR COSTO DE COMBUSTIBLE Y COLABORAR CON EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE

TESIS

Que para obtener el grado de
MAESTRO EN INGENIERÍA CON OPCIÓN TERMINAL EN TRÁNSITO Y TRANSPORTE

Presenta:

JUAN ARTURO OJEDA GARCÍA

Director de tesis:

Mtro. Jorge Antonio Caraza Islas

Puebla, Pue.

Noviembre 2016



BUAP

Oficio SIEP No. 3517/2015

LIC. JUÁN ARTURO OJEDA GARCÍA

Maestría en Ingeniería, opción terminal
Tránsito y Transporte, León, Guanajuato
Presente.

El suscrito M.I. Edgar Iram Villagrán Arroyo, Director de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a su solicitud de aceptación de tema de tesis, le autoriza desarrollar el tema intitulado **“EL USO DE BIODIESEL EN AUTOBUSES FORÁNEOS DE PASAJEROS COMO UNA FORMA DE REDUCIR COSTO DE COMBUSTIBLE Y COLABORAR CON EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE”**, para obtener el grado de Maestro en Ingeniería con opción terminal en Tránsito y Transporte. Asignándose como Director de tesis al M.I. Jorge Antonio Caraza Islas.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

“Pensar bien, para vivir mejor”
Puebla, Pue., a 29 de octubre de 2015

M.I. EDGAR IRAM VILLAGRAN ARROYO
Director de la Facultad de Ingeniería

C.c.p. M.I. Jorge Antonio Caraza Islas. Director de tesis.
C.c.p. Archivo.

GJS/JCI/dsm.

49

Facultad
de Ingeniería

Bld. Valsequillo y Av. San Claudio
s/n, edif. 108 C, Col. San Manuel,
Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00 Ext. 7610

ASUNTO: Autorización de impresión

M. I. FERNANDO DANIEL LAZCANO HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
DE LA B.U.A.P.
P R E S E N T E .

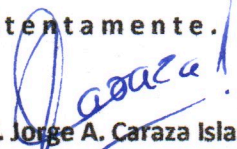
Por este conducto me dirijo a usted para informarle, que una vez procedido a la revisión del trabajo de tesis denominada **"EL USO DE BIODIESEL EN AUTOBUSES FORANEOS DE PASAJEROS COMO UNA FORMA DE REDUCIR COSTO DE COMBUSTIBLE Y COLABORAR CON EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE"** realizada por el **Lic. Juan Arturo Ojeda García**, alumno de la Maestría en Ingeniería con opción terminal en Tránsito y Transporte, para su defensa en el examen de grado.

No existe inconveniente alguno de mi parte, para la autorización de la impresión de la misma.

Lo que hago de su conocimiento para los efectos legales a que haya lugar.

Puebla, Pue., a 16 de noviembre de 2016

Atentamente.


M. I. Jorge A. Caraza Islas
Director de tesis

c.c.p. Interesado
c.c.p. archivo

DEDICATORIA

A mi esposa Vera, a mis hijos Roxana Belem y Juan Arturo, a mis padres, cuya luz me ilumina desde el cielo y a los que permanecen junto a mí, a pesar de mis deficiencias humanas, a pesar del tiempo, la distancia y las vicisitudes de la vida y cuyos nombres están inscritos por siempre en mi corazón.

Gracias!

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	IX
Planteamiento del problema	X
Justificación	XI
Objetivo general.....	XI
Hipótesis.....	XII
Alcances.....	XII
CAPÍTULO I	1
1. EL MEDIO AMBIENTE.....	1
1.1. El Medio Ambiente en el Mundo	1
1.1.1. Cambio climático: El reto	3
1.1.2. Efectos del Cambio Climático	5
1.1.3. Acuerdos y soluciones al Cambio Climático	7
1.2. El Medio Ambiente en México	11
1.2.1. El Cambio Climático en México	11
1.2.2. El Cuidado del Medio Ambiente en México	14
1.2.3. Estrategias y políticas para bajar las emisiones en México	17
CAPÍTULO II	19
2. LOS COMBUSTIBLES	19
2.1. Situación energética mundial.....	21
2.1.1. Riesgos del sistema energético actual	24
2.1.2. El petróleo	29
2.2. Situación energética en México	36
2.2.1. Crisis en reservas y exploración en México.....	38
2.2.2. Consumo energético en el autotransporte en México	40
2.2.3. Calidad del diésel y la normatividad ecológica automotriz en México	41
CAPÍTULO III	46
3. LOS BIOCOMBUSTIBLES.....	46
3.1. Los biocombustibles como alternativa.....	46
3.1.1. Ventajas de los biocombustibles.....	47
3.1.2. Desventajas de los biocombustibles	48

3.2.	El Biodiésel	52
3.2.1.	Definición del biodiésel y breve historia	53
3.2.2.	El Biodiésel en la actualidad	54
3.2.3.	Aspectos técnicos del biodiésel.....	57
3.2.4.	La soya como alternativa para la producción de biodiésel	59
CAPÍTULO IV		64
4.	ANÁLISIS Y FACTIBILIDAD	64
4.1.	Resultado del uso del biodiésel en un motor.....	66
4.1.1.	Ventajas y desventajas del biodiésel.....	67
4.1.2.	Mezclas del biodiésel	69
4.2.	El uso del biodiésel en el autotransporte.....	75
4.3.	Factibilidad técnica (propuesta logística).....	78
4.3.1.	Marco legal del biodiésel	78
4.3.2.	Proveeduría real del biodiésel en México	81
4.3.3.	Opinión de las armadoras de autobuses y las mezclas más convenientes	84
4.3.4.	Distribución “in situ”	88
4.4.	Estudio de caso a una empresa de autotransporte foráneo en México.....	89
4.4.1.	El caso del Biodiésel Norteamericano	94
4.4.2.	Su aplicación y beneficios.....	96
4.5.	Factibilidad económica (evaluación económica)	97
Conclusiones		99
Bibliografía		101
Anexos.....		105

Índice de figuras

Figura 1. 1. Emisiones contaminantes en el mundo	2
Figura 1. 2. Incremento de temperaturas en el mundo	3
Figura 1. 3. Países con más emisiones de CO ₂ en el mundo	4
Figura 1. 4. Crecimiento de emisiones de CO ₂ en el mundo.....	5
Figura 1. 5. Gases de efecto invernadero	6
Figura 1. 6. El calentamiento global y el efecto invernadero.....	7
Figura 1. 7. Acuerdos de Kioto	8
Figura 1. 8. Acuerdos de Bali (2007) “Hojas de ruta”	9
Figura 1. 9. Bonos de carbono.....	10
Figura 1. 10. Emisiones contaminantes en México.....	12
Figura 1. 11. Fuentes contaminantes en México	13
Figura 1. 12. Consecuencias del Cambio Climático en México	14
Figura 1. 13. Sistema del Cambio Climático en México.....	16
Figura 1. 14. Programas Estatales de Cambio Climático	17
Figura 1. 15. Emisiones contaminantes en el transporte mexicano.....	18
Figura 2. 1. Empresas petroleras en el mundo	20
Figura 2. 2. Producción de petróleo en México	21
Figura 2. 3. Energía mundial.....	22
Figura 2. 4. Energías alternativas en el mundo	23
Figura 2. 5. Reservas de petróleo en el mundo	24
Figura 2. 6. Consumo de energéticos en el mundo	25
Figura 2. 7. Reservas internacionales de petróleo	26
Figura 2. 8. La lluvia ácida.....	27
Figura 2. 9. El efecto invernadero	28
Figura 2. 10. Tensiones sociales por el petróleo	28
Figura 2. 11. Consumo mundial de petróleo	30
Figura 2. 12. Reservas de petróleo en México	31
Figura 2. 13. Producción y consumo de petróleo en México	32
Figura 2. 14. Precios de los productos de Pemex.....	33
Figura 2. 15. Precios del diésel en México.....	33
Figura 2. 16. Costos de producción de Pemex	34
Figura 2. 17. Importaciones de Pemex	35
Figura 2. 18. Cargas tributarias de Pemex.....	36
Figura 2. 19. Finanzas de Pemex.....	37
Figura 2. 20. Producción de los yacimientos de Pemex	38
Figura 2. 21. Yacimientos de Pemex.....	39
Figura 2. 22. Distribución del consumo de la energía en México.....	40
Figura 2. 23. Flota vehicular en México	41
Figura 2. 24. Contenido de azufre en el diésel internacional	42

Figura 2. 25. Emisiones contaminantes del diésel.....	43
Figura 2. 26. Normas mexicanas para las emisiones de diésel.....	44
Figura 2. 27. Emisiones contaminantes en el autotransporte mexicano.....	45
Figura 3. 1. Los biocombustibles en el mundo.....	47
Figura 3. 2. Ventajas de los biocombustibles.....	48
Figura 3. 3. Desventajas de los biocombustibles.....	49
Figura 3. 4. Tierras para la producción de energéticos	50
Figura 3. 5. Desigualdad entre los pueblos	51
Figura 3. 6. Contaminación del transporte en el mundo	52
Figura 3. 7. Biodiésel en el gasoil	53
Figura 3. 8. Producción de biodiésel en Estados Unidos	55
Figura 3. 9. Producción de maíz en México	56
Figura 3. 10. Generaciones de biodiésel.....	57
Figura 3. 11. Materias primas para el biodiésel	58
Figura 3. 12. Producción de colza en Europa.....	60
Figura 3. 13. La soya para el biodiésel.....	61
Figura 3. 14. Producción de biodiésel en Chiapas	62
Figura 3. 15. Producción de biodiésel en México	63
Figura 4. 1. Proceso de producción de biodiésel.....	65
Figura 4. 2. Biodiesel contra el diésel	65
Figura 4. 3. Ventajas del uso del biodiésel y desventajas del biodiésel	68
Figura 4. 4. Mezclas del biodiésel.....	70
Figura 4. 5. Empresas en Estados Unidos productoras de biodiésel	71
Figura 4. 6. Normas para el uso del biodiésel	73
Figura 4. 7. Resultados del biodiésel en el transporte	74
Figura 4. 8. Uso de biodiésel en Europa	75
Figura 4. 9. Uso de biodiésel en el mundo	76
Figura 4. 10. Distribución del consumo de energía en México.....	77
Figura 4. 11. La Reforma Energética en México	79
Figura 4. 12. Estructura para la Norma de biodiésel en México	80
Figura 4. 13. Biodiésel vs la alimentación	81
Figura 4. 14. Precios del Petróleo en México.....	82
Figura 4. 15. Precios del biodiésel	84
Figura 4. 16. Scania y el biodiésel	85
Figura 4. 17. Volvo y el biodiésel	86
Figura 4. 18. Mercedes Benz y el biodiésel	87
Figura 4. 19. MAN y el biodiésel.....	88
Figura 4. 20. Primera Plus.....	90
Figura 4. 21. Servicios Coordinados.....	90
Figura 4. 22. Flecha Amarilla.....	90

Figura 4. 23. Servicio Alimentador.....	91
Figura 4. 24. Servicios Turísticos.....	91
Figura 4. 25. Servicio Empresarial.....	91
Figura 4. 26. Distribución de CDM's y consumo de diésel.....	92
Figura 4. 27. Porcentajes de diésel en cada CDM.....	93
Figura 4. 28. Litros de diésel y costo por cada CDM.....	94
Figura 4. 29. Imágenes de ABC.....	96
Figura 4. 30. Comparativa de beneficios económicos.....	97

Anexos

Anexo 1. Emisiones mundiales de CO ₂ y la posición de México.....	105
Anexo 2. México adherido a la solución del tema del Cambio Climático Mundial.....	106
Anexo 3. Promulgación de la Ley General del Cambio Climático en México.....	107
Anexo 4. México en el Contexto Internacional.....	108
Anexo 5. México adherido al Sistema de Reportes GEI.....	109
Anexo 6. Registro Nacional de Emisiones (RENE).....	110
Anexo 7. Guía del RENE.....	111
Anexo 8. Resultados de laboratorio al B33 elaborado por el Instituto Mexicano del Petróleo.....	112

INTRODUCCIÓN

Aunque nuestras refinerías mexicanas todavía no están preparadas para producir la gasolina y el diésel de ultra bajo contenido de azufre que exige la normatividad ambiental y que es requisito indispensable para la introducción de motores con tecnología más avanzada para disminuir las emisiones contaminantes a nuestra atmósfera, la tendencia en el uso creciente del diésel como combustible para el autotransporte foráneo de pasajeros seguirá en aumento. Las empresas armadoras de autobuses que operan en México, están buscando su permanencia en el mismo y es por esta razón que trabajan incesantemente en el desarrollo de nuevas tecnologías que ayuden a este fin.

México atraviesa la transición para el uso de combustibles alternativos y menos sucios. Nuestro país se encuentra en vías para establecer normas ecológicas para la reducción de emisiones contaminantes y está trabajando en la necesidad urgente de producir combustibles para el sector del autotransporte que cumplan con los requerimientos de calidad que demanda tecnológica y ecológicamente esta industria.

La demanda del diésel se ha visto sorprendida con la utilización de productos alternativos como los biocombustibles en el sector del autotransporte. Por ejemplo en Estados Unidos, Alemania, Argentina, Francia y Brasil ya utilizan el biodiésel. Brasil, Estados Unidos, Argentina y Nicaragua utilizan también el etanol. Argentina, Brasil y Pakistán utilizan el gas natural y en Australia, Bélgica, Francia, Japón, Holanda, Estados Unidos e Inglaterra el gas LP. Entre estos países, hay algunos que han logrado disminuir sus emisiones contaminantes en un 50%; otros, en cambio, sólo cuentan con programas para su desarrollo. México incursiona en el uso de tecnologías alternativas presionado por la reducción de sus reservas petroleras, por su creciente importación de gasolinas para garantizar su consumo nacional y por las exigencias ambientales y tecnológicas de la industria automotriz.

La producción mundial de biocombustibles, de acuerdo con la OPEP, podría acercarse a los 3 millones de barriles diarios para el año 2030, siendo Estados Unidos el principal productor derivado de sus políticas internas de promoción. Brasil incrementará un 40% su

producción para esas fechas. En la actualidad, la Unión Europea está demandando 500 mil barriles diarios.

En suma, México se encuentra frente a un gran problema energético, tanto en la producción, como en el consumo y la exportación de crudo, así como la refinación de gasolina.

Los precios del crudo siguen bajando internacionalmente y México ha apostado en sus últimos años, a una política económica que descansa en sus reservas petroleras. Hemos de abrir los ojos y buscar caminos diferentes que nos garanticen nuestra presencia activa en el mundo globalizado y que sigamos teniendo la capacidad de autosuficiencia en la producción de los combustibles alternativos que nos permitan afianzar el sector del autotransporte en nuestro país como motor de la vida económica y social.

Planteamiento del problema

El insumo más caro en la oferta de la transportación terrestre de pasajeros es sin lugar a dudas el diésel. En los últimos años se ha incrementado sustancialmente su precio con la política federal de estandarizar su precio de acuerdo a los mercados internacionales. El diésel ha sufrido incrementos mensuales constantes. En los años 2010 y 2011 subió mensualmente \$0.08 en promedio. En el año 2012 se incrementó en \$0.09 mensuales. En los años 2013 y 2014 tuvo un incremento promedio mensual de \$0.11; de tal manera que el incremento acumulado en el periodo de 5 años fue del 72.33%.

Por otra parte, el diésel como derivado del petróleo, es un fuerte promotor de emisiones contaminantes y que provoca gases de efecto invernadero para nuestra atmósfera, trayendo consigo una gran cantidad de problemas para la salud de los seres humanos.

Teniendo como base la argumentación anterior, se plantean las siguientes preguntas para la investigación y desarrollo de esta tesis:

- *¿Es viable buscar e implementar productos alternos al diésel que reduzcan significativamente las emisiones de CO₂ para el servicio de transportación terrestre de pasajeros?*

- *¿Es posible bajar los costos en el transporte foráneo de pasajeros por el uso de energéticos?*

Justificación

El incremento en los costos de operación para una empresa de transporte foráneo de pasajeros, principalmente en el rubro del diésel y el alto índice de emisiones contaminantes que este emite a la atmósfera por su combustión, principalmente el CO₂, son razones suficientes para considerar al biodiésel como una alternativa para su utilización. Utilizar biodiésel con una mezcla suficiente al diésel convencional, se puede convertir en una propuesta interesante y que traiga consigo repercusiones económicas para el sector; además de tener otros beneficios a la salud del planeta: la disminución de gases de efecto invernadero que tanto dañan a los seres humanos.

Este trabajo de tesis pretende ser una respuesta a las interrogantes anteriores y con una investigación profunda y suficiente, lograr su justificación plena para llegar posteriormente a su implementación en una empresa que se dedica a la transportación terrestre de personas.

Objetivo general

Dado el plan de operación de una empresa de transportación foránea de pasajeros:

- Estimar la reducción de partículas contaminantes de CO₂, derivados de la mezcla de diésel con biodiésel.
- Estimar los ahorros en costos de combustible derivados de la mezcla de diésel y biodiésel.

Hipótesis

La mezcla entre diésel y biodiésel permite tener ahorros en costos de combustible y una reducción de las emisiones contaminantes en autobuses foráneos de pasajeros. Estos ahorros hacen viable económicamente su implementación en una empresa.

Alcances

Esta tesis está basada en la investigación del problema de las emisiones contaminantes emitidas por las unidades que se dedican al transporte y su impacto global. Se enmarca en una situación actual del problema y se proyecta hacia el futuro con las políticas emanadas por los países, especialmente por México.

Por otra parte, se realiza la investigación para determinar el comportamiento que ha tenido el diésel como principal fuente energética para el sector y se buscan alternativas sustitutivas o complementarias que nos lleven a un ahorro de combustible en la operación.

CAPÍTULO I

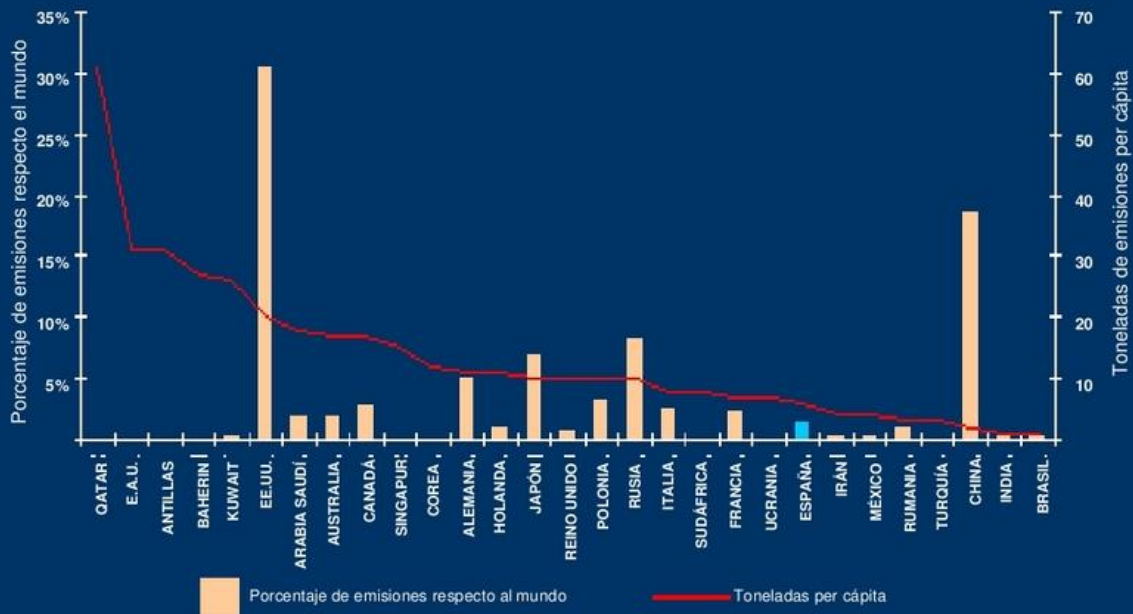
1. EL MEDIO AMBIENTE

Ha llegado el momento en el que han surgido muchos cuestionamientos sobre el uso de los combustibles derivados del petróleo y sus repercusiones en nuestro planeta: ¿Estamos conscientes del impacto que tiene la utilización de los hidrocarburos tradicionales en los autobuses de transporte?, ¿Existen soluciones claras para remediar y revertir el impacto ambiental?, ¿Existe la plataforma jurídica, financiera, socio-cultural, técnica y operativa para visualizar otras formas sustitutivas de los derivados del petróleo?. Las preguntas no son de fácil respuesta. Existe una cultura social que poco favorece a una toma de conciencia y a una implementación de acciones para revertir este mal que nos acecha y que se agrava día a día. En este capítulo buscaré encuadrar la problemática del medio ambiente en el mundo y en nuestro México. Definiré el camino andado hasta ahora y trataré de vislumbrar una solución para este controvertido tema.

1.1. El Medio Ambiente en el Mundo

El cambio climático es, en lo fundamental, causado por el uso de combustibles fósiles y la inevitable producción de dióxido de carbono, aunque se cree que cerca del 18% de las emisiones netas totales de este gas se deben a la deforestación en los trópicos. Originalmente, antes de la era industrial, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera era de 280 ppm, pero ahora es mucho más alta. El dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero tienden a evitar que la radiación de calor escape de la atmósfera y por tanto, a elevar la temperatura de la superficie. Ya son muy notorios los efectos de este calentamiento global: aumento en las temperaturas del aire y del mar, cambio en movimientos y en comportamientos animales, la reducción de glaciares y del hielo marino.

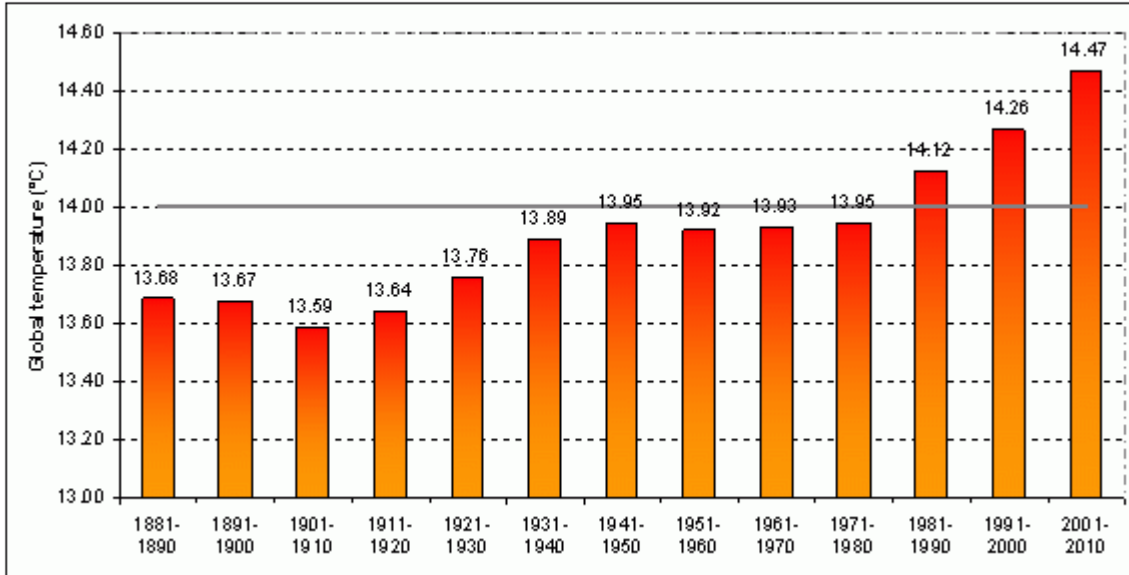
PAISES EMISORES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO



Fuente: División Estadística de las Naciones Unidas. Datos referidos a 1996. Elaboración propia.
Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio (DUyOT). Rafael Córdoba Hernández

1.1. Emisiones contaminantes en el mundo

En el tercer Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, IPCC en el año 2001, se predijo un aumento promedio de la temperatura global de 1 a 5 grados hacia el final de este siglo. Temperaturas muy altas podrían derretir las capas de hielo en el mundo y si esto sucede, en Groenlandia el nivel del mar subiría 7 metros, en la Antártica Occidental 6 metros y en la Antártica Oriental hasta 70 metros. El panorama no es grato de ninguna manera y en ocasiones se ha considerado exagerada la visión que tienen los científicos en este punto, pero a inicios de la década de los noventa muchos creían que no era probable la ocurrencia de cambios claramente observables antes de los años 2030 – 2050 y esos cambios ya están aquí.



1.2. Incremento de temperaturas en el mundo

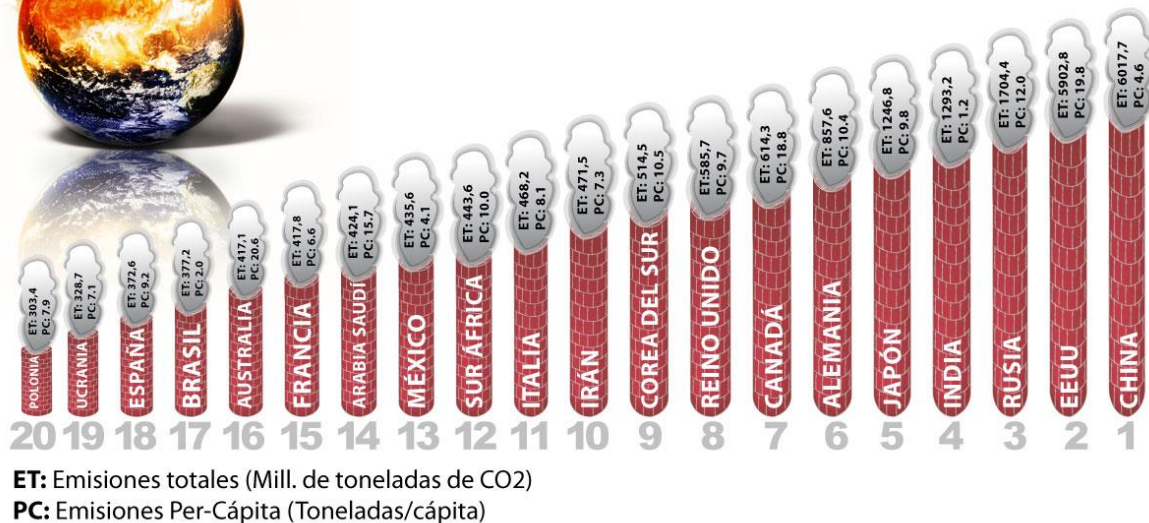
1.1.1. Cambio climático: El reto

Los gobiernos mundiales se encuentran bajo una fuerte presión para que sean tomadas medidas correctivas. El análisis económico realizado por Stern en el año 2006 afirma que el objetivo práctico debe ser la estabilización del nivel de carbono atmosférico en un rango de 450 a 550 ppm (actualmente el nivel es de 430 ppm). El análisis económico muestra que la estabilización temprana es más eficiente, pero esto requerirá del 25% en las emisiones actuales para el año 2050, en lugar del aumento continuo que se presenta hoy en día. El principal gas de efecto invernadero es el dióxido de carbono y su principal fuente es el uso de combustibles fósiles, incluyendo el diésel y la gasolina.

Es claro y contundente, que el rumbo mundial debe estar enfocado a la disminución de los gases de efecto invernadero que se emiten a nuestra atmósfera tanto por la industria, como por la utilización indiscriminada y desmedida de los energéticos derivados del petróleo en sectores como el del transporte. En este sentido me refiero específicamente al uso tanto particular como masivo de los vehículos.



Ranking Mundial de Emisiones de CO2



1.3. Países con más emisiones de CO2 en el mundo

La forma más fácil para moderar estas emisiones de dióxido de carbono es quemar menos combustible, pero es difícil obtener el apoyo político y popular necesario, especialmente para combustibles en el sector transporte. El mundo requiere formas nuevas de mitigación y lo más inmediato es el uso de métodos alternativos de generación de energía. Hasta ahora la mayoría de las medidas que se han utilizado son muy limitadas. Los gobiernos han estimulado métodos alternativos de generación de energía como la eólica y la derivada de las olas, la energía hidráulica, la energía solar y el uso de la biomasa. La energía atómica tiene gran potencial pero no tiene aceptación, ya que su implementación hasta el momento no ha tenido repercusiones contundentes que lo orillen a su utilización en ninguno de los sectores productivos. Ninguno de estos métodos es directamente utilizable como combustible en el autotransporte y aunque se han realizado pruebas, no existe en realidad un interés por implementarlos.



1.4. Crecimiento de emisiones de CO₂ en el mundo

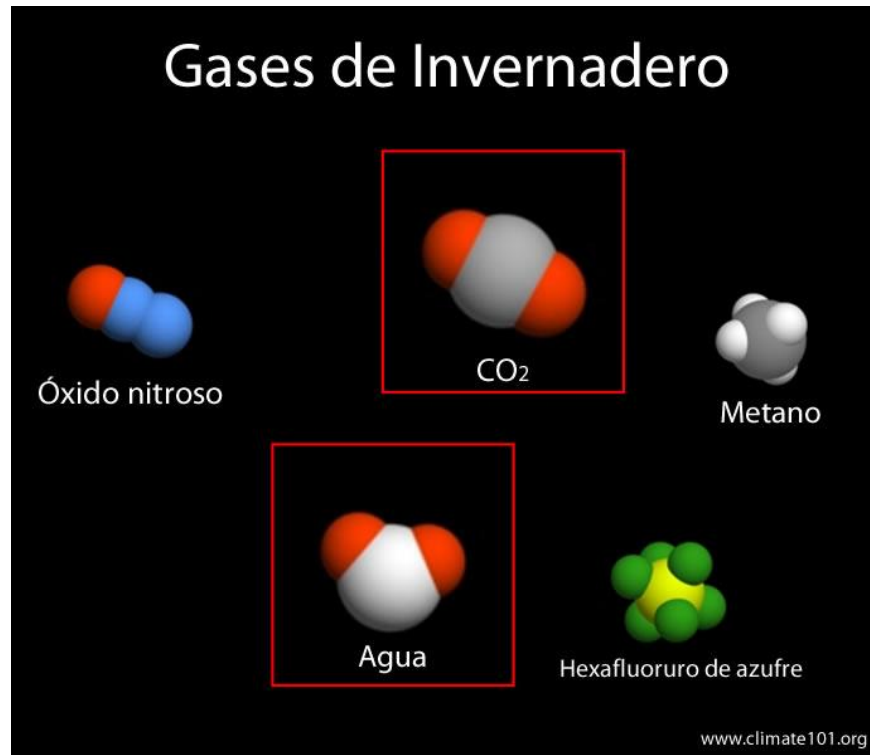
1.1.2. Efectos del Cambio Climático

Los efectos del cambio climático son un hecho real que está produciendo y producirá graves consecuencias en el clima, la atmósfera y la biodiversidad y algunos efectos secundarios en el ser humano como la hambruna y algunas enfermedades. Enumero 3 de los principales efectos del cambio climático en nuestro planeta:

Efecto invernadero

Dentro de un invernadero, la temperatura es más alta que en el exterior porque entra más energía de la que sale por la misma estructura del habitáculo, sin necesidad de que se utilice calefacción para calentarlo. El efecto invernadero se produce porque la energía que llega del sol está formada por ondas de frecuencia altas que traspasan la atmósfera con gran facilidad. La energía remitida hacia el exterior, desde la tierra, al proceder de un cuerpo mucho más frío, está en forma de ondas de frecuencia bajas y es absorbida por los gases de efecto invernadero. De una forma muy simple podemos decir que el efecto invernadero provoca que la energía que llega a la tierra sea devuelta más lentamente, por lo que es

mantenida mucho más tiempo junto a la superficie y es así como se mantiene más elevada la temperatura. Los gases más comunes de efecto invernadero son: el dióxido de carbono (CO_2), el metano y el óxido de nitrógeno.

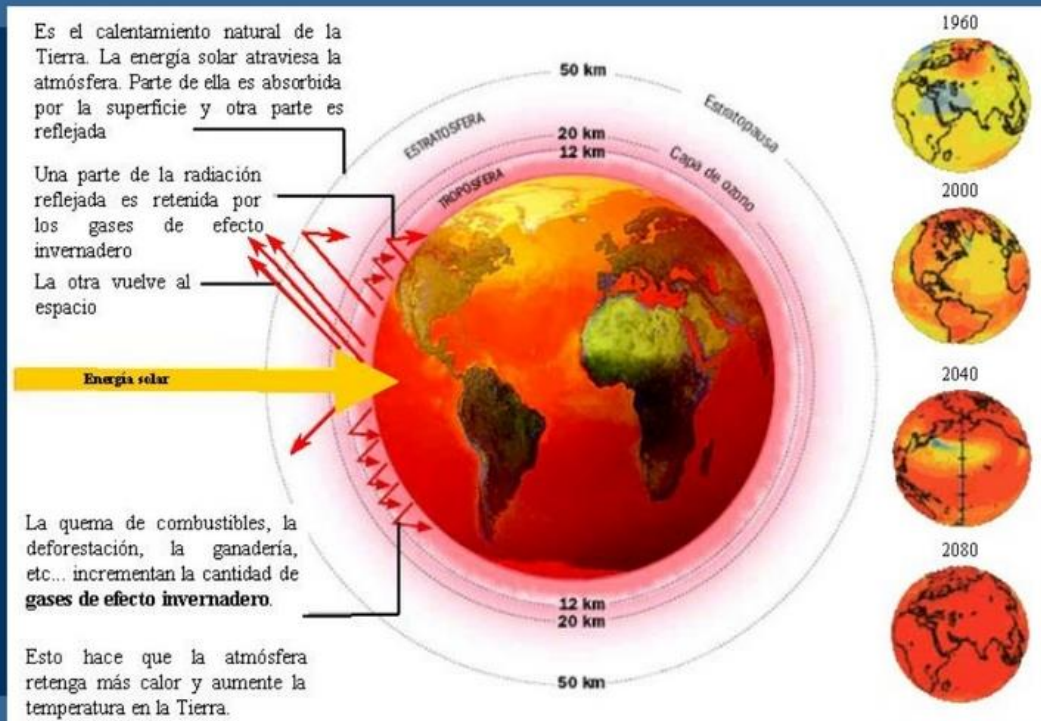


1.5. Gases de efecto invernadero

Efecto en la economía

Uno de los efectos del cambio climático en la economía se da en el sector agrícola, ya que el campo requiere de algunos factores para producirse: los rayos del sol, la temperatura y la lluvia y estos se han visto modificados con el cambio climático. El sector agropecuario es la base y fundamento de la economía de muchos países y son motor y fuente del progreso de los pueblos. En la medida en que se vean afectados los factores esenciales en los ciclos de cultivo, se verá afectada la producción del campo. El cambio climático ha afectado ya a sectores agrícolas de alta producción en los Estados Unidos y en algunos países de la Unión Europea y México no está exento de su impacto, principalmente en la zona norte.

EFECTO INVERNADERO



1.6. El calentamiento global y el efecto invernadero

Efecto en la salud

Son fácilmente comprensibles los efectos que el cambio climático está teniendo y seguirá teniendo en la salud de los seres humanos, pues al haber una modificación de la temperatura ambiental, las repercusiones en la salud se dan de forma inmediata con problemas respiratorios, problemas cardiacos y de la piel, entre otros. Pero esto va más allá, ya que el cambio climático genera problemas naturales como huracanes, tornados, sequías, inundaciones y por consecuencia, muertes.

1.1.3. Acuerdos y soluciones al Cambio Climático

Son muchos los intentos que los pueblos realizan para minimizar los efectos del cambio climático, pero hay que resaltar uno en particular que es el Protocolo de Kioto. En la convención de la Organización de las Naciones Unidas en diciembre de 1997 llevado a cabo en Kioto, Japón, en donde se trató el tema específico del Calentamiento Global, se establecieron compromisos iniciales de los países adheridos para disminuir las emisiones producidas por los gases de efecto invernadero, pero como es bien sabido, este Protocolo se ha quedado en el tintero, ya que el país con más producción de gases de efecto invernadero no ha cumplido con dichos acuerdos: Estados Unidos. Este Protocolo incluye iniciativas muy puntuales como: aumentar la forestación en zonas deforestadas y la utilización de tecnología limpia.

A inicios del 2008 se reunieron algunos países para darle continuidad a los incipientes acuerdos emitidos en Kioto. Esta convención se llevó a cabo en Bali, Indonesia y entre algunos de los acuerdos ahí emitidos, se volvió a acordar la disminución de gases de efecto invernadero entre un 25 a un 40 por ciento respecto a los niveles de 1990. Se calcula que ese nivel de reducciones es necesario si se quiere limitar el cambio de temperatura promedio global a 2 grados centígrados. Incrementos superiores marcarían un deterioro en los niveles de bienestar de miles de millones de personas en todo el mundo y en donde los más afectados serían los más pobres.

Diez años del Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto, primer tratado que limitó la contaminación industrial, fue creado en una conferencia sobre cambio climático que reunió a representantes de 125 países.



1.7. Protocolo de Kioto

Estas metas cuantitativas fueron promovidas por la Unión Europea, pero fueron rechazadas tajantemente por Estados Unidos, Japón, Canadá y Australia. La delegación Estadounidense argumentó que tales medidas eran irreales y que tendrían efectos dañinos en el futuro, con lo que dejó ver sus tácticas dilatorias al insistir que los datos del IPPC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) están marcados por la incertidumbre y no constituyen una referencia científica sólida e inapelable.

Los países de la Unión Europea sostuvieron en Bali que se necesita una meta cuantitativa para dimensionar el problema y para iniciar el largo proceso del cambio tecnológico que permitirá disminuir las emisiones. Este cambio tecnológico tendrá que ver con los cambios en las empresas generadoras de energía, en los medios de transporte y en el sector residencial y municipal.

Los países europeos insisten en que si se quieren evitar las concentraciones de gases de efecto invernadero por encima de los 450 ppm para el año 2050 y que la temperatura aumente en dos grados centígrados, se deben tomar las medidas acordadas en Bali.

Los 187 países participantes en la Cumbre de la ONU sobre el Cambio Climático en Bali en el 2007 adoptaron una “hoja de ruta” para alcanzar acuerdos en el 2009 y que sustituiría al Protocolo de Kioto para el 2012.



1.8. Acuerdos de Bali (2007) “Hoja de ruta”

Otro aspecto importante derivado del Protocolo de Kioto fue el de crear un mercado de bonos de carbono. Los países industrializados, en la práctica, no han bajado sus emisiones, muy por el contrario, las han aumentado y para cumplir con los compromisos de Kioto buscan comprar a los países pobres los llamados “bonos de carbono”. Es decir, hay países ricos que compran bonos de carbono y países pobres que los venden. Un bono de carbono refleja en el mercado acciones por dejar de emitir carbono a la atmósfera y su valor depende del monto del proyecto; es decir, si un país quema biogás y no gas natural, si usa energía solar y no energía eléctrica, entonces puede vender bonos de carbono en el mercado a países que están urgidos en cumplir con el Protocolo de Kioto.

Esto quiere decir que todos los proyectos para producir etanol, biodiésel, energía eólica, energía solar, la excreta de animales para producir biogás, la instalación de tejas solares para generación de energía, etc., son susceptibles de ser financiados a gran escala con la venta de bonos de carbono.



1.9. Bonos de carbono

1.2. El Medio Ambiente en México

Pro México afirma que uno de los principales retos que enfrenta nuestro país en relación al medio ambiente y al desarrollo sustentable es incluir al primero como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social, ya que solo así se puede alcanzar un desarrollo sustentable. Desafortunadamente, los esfuerzos por conservar los recursos naturales y los ecosistemas suelen verse obstaculizados por un círculo vicioso que incluye la pobreza, el agotamiento de los recursos naturales, el deterioro ambiental y más pobreza.

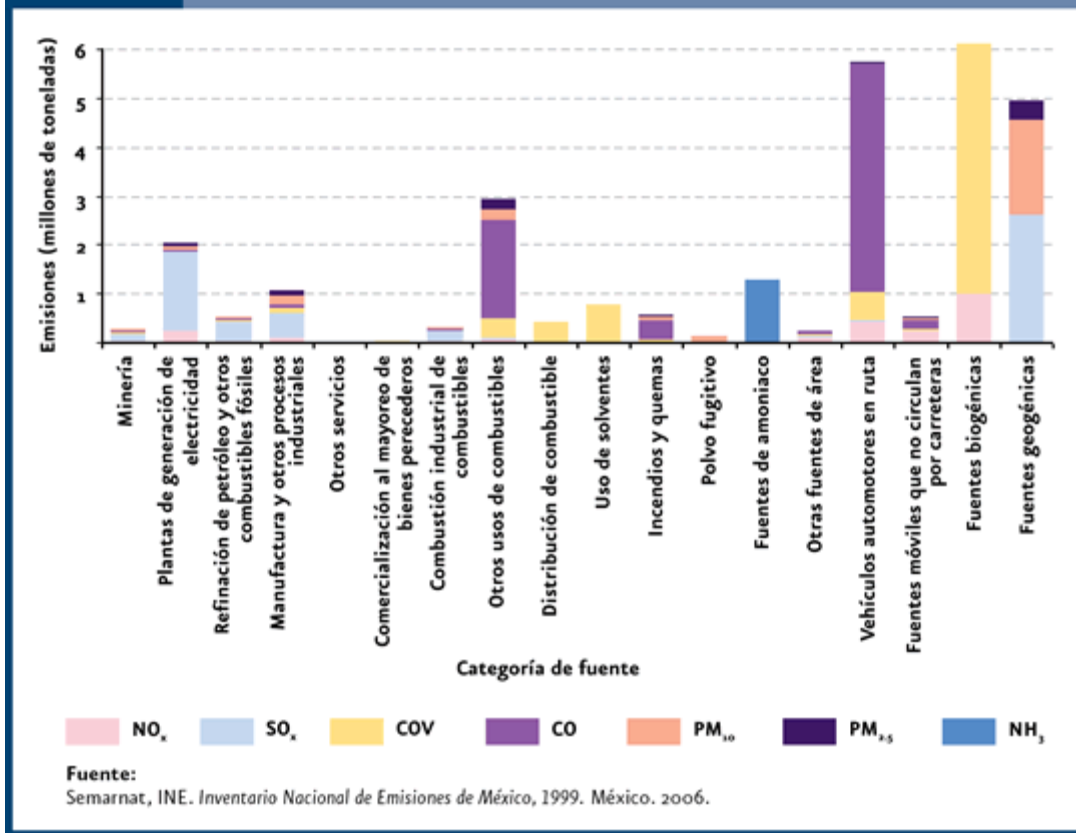
1.2.1. El Cambio Climático en México

La ONU asegura que el cambio climático es la principal preocupación ambiental del mundo. Actualmente en solo doce años (de 1990 a 2002) México elevó en 30% sus emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera. (Cfr. Anexo No. 1). INEGI afirma que en el último siglo la temperatura promedio del planeta se incrementó en 6° C y de seguirse emitiendo gran cantidad de gases de efecto invernadero, la temperatura del planeta podría incrementarse en 6°C en el siglo XXI; pero si se disminuyen considerablemente dichas emisiones, este impacto podría ser de solo 2°C. El INEGI sigue argumentado que el 72% de las emisiones provienen de la energía, entre las que se encuentra el consumo de combustibles fósiles, que contribuyen con el 64% de las emisiones totales de cada año.

En la actualidad están surgiendo muchos comentarios por los distintos medios de comunicación y que nos refieren a que en los últimos 5,000 años el incremento en las temperaturas promedio de nuestro planeta fue de 5° C y que en los últimos 25 años (1990 a 2015), dichas temperaturas se vieron incrementadas en 0.5°C. Los comerciales concluyen que de seguir esta tendencia mundial, los resultados serían catastróficos para nuestro planeta. Los datos ahí vertidos no están muy acordes con los que manejan otras instancias internacionales, pero en el fondo el mensaje es el mismo: Los seres humanos nos hemos de esforzar en controlar de forma muy contundente la emisión de gases de efecto invernadero a nuestro planeta.

Figura 5.3

Emisión nacional de contaminantes por categoría de fuente y contaminante, 1999



1.10. Emisiones contaminantes en México

Es contundente el INEGI cuando afirma que si la humanidad sigue emitiendo la misma cantidad de gases de efecto invernadero, si se siguen reportando quemas indiscriminadas de bosques (provocados o por resultados naturales) y si se sigue usando el agua de forma irresponsable, hacia el año 2050 podrían extinguirse hasta un 30% de las especies animales y vegetales, la sequía y el deshielo de los glaciares dejarían sin agua dulce a más de 1,000 millones de seres humanos, mientras que otras regiones sufrirán fenómenos meteorológicos extremos e inundaciones, además de otras catástrofes y guerras por recursos.

El panorama es grave y todavía no emerge en el mundo una conciencia que busque revertir estos resultados. Tal parece que todos estos fenómenos están sacados de una película de ciencia ficción.

Sector	PCG 100 GEI (MtCO ₂ e)	PCG20 GEI (MtCO ₂ e)	PCG 100 CN (MtCO ₂ e)	PCG20 CN (MtCO ₂ e)
Transporte	272.2	273.3	3.9	13.8
Petróleo y Gas	111.9	228.8	12.8	45.4
Industria	191.5	228.4	1.6	5.7
Agropecuario	111.1	198.8	3.7	13.2
Residuos	72.0	199.6	2.4	8.7
Generación eléctrica	161.7	162.2	0.0	0.0
Forestal	59.6	59.6	0.8	2.9
Residencial	29.3	29.3	6.2	22.1
Total	1,009.3	1,380.2	31.4	111.8

1.11. Fuentes contaminantes en México

En el año 2003 Gay hace un recuento de los efectos que se esperan en México debido al cambio climático en los años siguientes. El analiza los resultados de dos modelos: El modelo canadiense de cambio climático (CCC) y el Geophysical Fluid Dynamics Model (GFDC). En resumen, ambos predicen que si se duplica la concentración de carbón en la atmósfera habría un incremento en la temperatura de nuestro país y sus conclusiones sobre las precipitaciones no son contundentes ya que son muy ambiguas.

En general, los mayores efectos se sufrirán en el norte y centro del país, afectando la agricultura y la vida urbana principalmente. En particular, los sectores más afectados serán el agropecuario y el forestal a través de la desertificación y la sequía y una mayor incidencia de incendios forestales. Las zonas costeras también serán afectadas por el aumento en el nivel medio del mar.

Por estas razones, México se ha adherido a las políticas internacionales que están combatiendo el cambio climático en el orbe. En la figura 1.12 se muestra el mapa de nuestra república y las zonas de mayor afectación en el supuesto de que persistan las consecuencias del cambio climático. (Cfr. Anexo No. 2).



1.12. Consecuencias del cambio climático en México

1.2.2. El Cuidado del Medio Ambiente en México

En México, en los últimos años, se ha tomado mayor conciencia en el cuidado que debemos tener sobre el medio ambiente y los recursos naturales que nos ofrece nuestra nación y solo para dejar constancia de que se está trabajando en este sentido es importante remarcar la promulgación de la Ley General de Cambio Climático que se ha emitido en México. (Cfr. Anexo No. 3) y de la intervención de nuestro país en el marco internacional (Cfr. Anexo No. 4); de la misma manera, me permito enumerar algunas instituciones que operan en México y que están trabajando para mejorar nuestro medio ambiente.

1.2.2.1. *PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente):*

Nace en 1992 como un órgano administrativo desconcentrado, con autonomía técnica y

administrativa, cuya función primordial es atender y controlar el creciente deterioro ambiental en México, no solo en sus ciudades, sino también en sus bosques, selvas, costas y desiertos. Se encarga también de regular las actividades industriales riesgosas, la contaminación del suelo, el aire y los recursos naturales.

1.2.2.2. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales): Es una dependencia gubernamental que tiene como propósito fundamental fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable.

1.2.2.3. INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático): Es un órgano gubernamental cuya función es la de generar, integrar y difundir conocimiento e información a través de investigación científica aplicada y el fortalecimiento de capacidades, para apoyar la formulación de política ambiental y la toma de decisiones que promuevan el desarrollo sustentable.

1.2.2.4. CONANP (Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas): Nace en el año 2000 como un órgano independiente de la SEMARNAT y se encarga de la protección de las áreas naturales protegidas y también de reducir los índices de pobreza y marginación de las zonas rurales e indígenas.

1.2.2.5. CONAFOR (Comisión Nacional Forestal): Creado en el año 2001 como un Organismo Público Descentralizado cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal, así como en la participación para formulación de planes y programas y en la aplicación de políticas forestales.

1.2.2.6. CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental): Desde el año de 1994, cuando se concretó el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), se creó esta Comisión para el cuidado del medio ambiente de la región buscando la prevención de conflictos ambientales.

1.2.2.7. CICEANA A.C. (Centro de información y Comunicación Ambiental de Norte América A.C.): Es una asociación civil que nace en 1995 y que se encarga de promover la adquisición de conocimientos sobre el medio ambiente, la transformación de actitudes y el desarrollo de hábitos y valores que apoyen el desarrollo sustentable, a través de la educación, la capacitación, la comunicación, la investigación y los proyectos aplicables.



1.13. Sistema de Cambio Climático en México

1.2.3. Estrategias y políticas para bajar las emisiones en México

En México, por parte del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, con el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial y el Gobierno de Suiza han traducido y adaptado un manual a las circunstancias específicas de México, llamado Manejo del Proceso de Elaboración del Inventario Nacional de Emisiones de Gas de Efecto Invernadero. El Gobierno de la República Mexicana, inició un programa que opera a nivel nacional por entidad federativa llamado Programas Estatales de Cambio Climático (PECC), es un medio de planeación para conocer cuál es la contribución de cada entidad federativa al problema global del cambio climático, con la finalidad de proporcionar los elementos requeridos para diseñar acciones y políticas a nivel estatal para la mitigación de las emisiones de GEI. (Cfr. Anexo No. 5).



1.14. Programas Estatales de Cambio Climático

En México, la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación) se creó, entre otras razones, para encargarse de concentrar la información física de flujo de energía, agua, productos y materiales; además de la información monetaria de costos ambientales, ingresos y proyectos relacionados a la protección ambiental y a partir de la Reforma Energética se ha creado el Registro Nacional de Emisiones (RENE) (Cfr. Anexo No. 6) quien se encarga de medir y regular las emisiones contaminantes que se generan en nuestro país y para lo cual, ha diseñado una guía para su aplicación desde el año 2016 en todo el territorio nacional. (Cfr. Anexo No. 7).

En el sector petróleo y gas de México hay un importante potencial para reducir los GEI, principalmente en el sector transporte, ya que ahí tiene su mayor envergadura y rápido crecimiento. En el transporte por carretera se encuentra aproximadamente el 90% de las emisiones producidas por CO₂. Por ello, se han tomado algunas políticas en el sector: elevar las normas de eficiencia energética para las unidades nuevas, optimizar las rutas para el transporte colectivo, la creación de sistemas masivos en las zonas urbanas (BRT's), fomentar el uso de transporte no motorizado, exigir la verificación de las unidades en su emisiones contaminantes, coordinar el transporte de carga en las carreteras, el uso de energías alternas en los vehículos, etc. La promoción de políticas de transporte más sustentables puede redundar en numerosos beneficios para la mitigación del cambio climático, incluyendo la disminución del congestionamiento vehicular y las mejoras en la salud pública como resultado de una disminución en la contaminación.

Tabla 3

Evolución de las emisiones de GEI por sectores en México entre 1990 y el 2000

Categoría/Año	MtCO ₂ e (tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente)										Porcentaje										Tasa de crecimiento		
	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	1990-2010
Energía	319.2	328.0	359.4	358.2	393.3	403.9	406.3	438.3	460.0	510.6	503.8	57.0	56.6	58.7	60.3	62.6	63.2	70.2	69.3	66.3	68.3	67.4	57.9
a. Consumo de combustibles fósiles	279.9	291.0	308.9	311.2	351.8	356.8	350.4	375.6	382.7	401.7	420.7	50.0	50.2	50.5	52.4	56.0	55.9	60.5	59.4	55.2	53.7	56.3	50.3
a.1 Transporte*	89.1	95.0	102.3	99.3	107.8	114.8	117.9	139.1	144.7	180.3	166.4	15.9	16.4	16.7	16.7	17.1	18.0	20.4	22.0	20.9	24.1	22.3	86.7
a.1.1 Transporte automotor	81.2	88.1	93.6	91.4	99.0	104.0	109.0	129.8	135.0	169.4	157.2	14.5	15.2	15.3	15.4	15.7	16.3	18.8	20.5	19.5	22.6	21.0	93.6
b. Otros	39.3	37.0	50.5	47.0	41.5	47.1	55.9	62.7	77.3	108.9	83.1	7.0	6.4	8.2	7.9	6.6	7.4	9.7	9.9	11.1	14.6	11.1	111.7
Procesos industriales	30.3	32.8	39.2	37.5	40.8	47.0	52.2	44.3	57.3	58.2	61.2	5.4	5.7	6.4	6.3	6.5	7.4	9.0	7.0	8.3	7.8	8.2	102.3
Agricultura	92.8	89.8	89.8	86.3	87.5	87.1	44.8	66.9	89.0	90.0	92.2	16.6	15.5	14.7	14.5	13.9	13.6	7.7	10.6	12.8	12.0	12.3	-0.6
Residuos	16.5	16.8	22.0	23.0	23.6	27.0	30.2	33.3	37.1	40.4	44.1	3.0	2.9	3.6	3.9	3.8	4.2	5.2	5.3	5.4	5.9	5.9	167.1
Cambio de uso de suelo y silvicultura	101.3	112.1	101.4	89.0	83.2	73.8	45.4	49.5	50.5	48.9	45.7	18.1	19.3	16.6	15.0	13.2	11.6	7.8	7.8	7.3	6.5	6.1	-27.0
Total	560.0	579.5	611.7	594.0	628.4	638.7	578.9	632.2	693.8	748.1	747.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	33.4

* Incluye aviación, autotransporte, así como transporte ferroviario y marítimo.
Fuente: estimado con base en información obtenida de SEMARNAT (2013).

1.15. Emisiones contaminantes en el transporte mexicano

CAPÍTULO II

2. LOS COMBUSTIBLES

La industria de la refinación internacional enfrenta distintos retos asociados a la creciente demanda de combustibles automotrices y al compromiso medioambiental, a través de la elaboración de combustibles cada vez más limpios.

Los desafíos para las refinerías actuales son de importancia, ya que implican modificaciones en su configuración y complejidad, porque fueron diseñadas para procesar crudos distintos a los actuales y porque requieren mayor flexibilidad de producción y de distribución ante el cambio de la tendencia de consumo, principalmente por combustibles ligeros como la gasolina e intermedios como el diésel. Situación que reclama mejoras y la expansión de la infraestructura existente.

En México, la dinámica mostrada por la demanda de combustibles petrolíferos ha provocado que el abasto del mercado nacional se complemente con importaciones de manera creciente. PEMEX ha sido incapaz de ampliar su oferta: tiene insuficiencia de recursos, limitaciones en la infraestructura actual y deficiente capacidad de ejecución de proyectos de reconfiguración y modernización del área de refinación; lo que dificulta su capacidad para cumplir con objetivos de eficiencia y rentabilidad en el abastecimiento de la demanda interna de derivados del petróleo; principalmente de combustibles automotrices. Sin embargo, a pesar de que México avanza hacia la transición de normas ambientales más exigentes y que los fabricantes automotrices están obligados a ofrecer productos menos contaminantes, se requiere garantizar el suministro apropiado para esos vehículos. Aunque nuestras refinerías todavía no están preparadas para producir la gasolina y el diésel de ultra bajo contenido de azufre que exige la normatividad ambiental y que es requisito indispensable para introducir nuevos motores de tecnología avanzada para reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera, la tendencia en el uso creciente de diésel como combustible en el autotransporte seguirá en aumento.

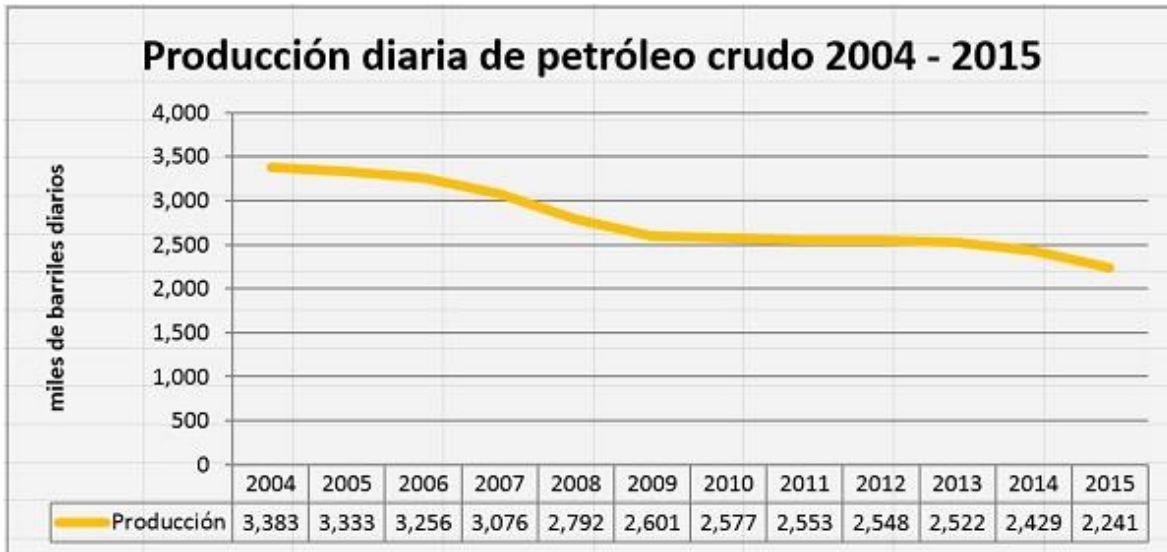
Tabla comparativa de Principales Empresas Petroleras del mundo

Empresa		PEMEX	Statoil	Total	Exxon	Conoco	ENI	Shell	BP	Petrobras	Chevron
		México	Noruega	Francia	Estados Unidos	Estados Unidos	Italia	Holanda	Reino Unido	Brasil	Estados Unidos
Tipo de propiedad	-	Pública	Privada / Pública	Privada / Pública	Privada	Privada	Privada / Pública	Privada	Privada	Privada / Pública	Privada
Año fundación	-	1938	1972	1924	1889	1875	1953	1907	1908	1953	1879
Producción	mbped	2,561	2,004	2,390	4,200	1,578	1,747	3,262	3,331	2,598	1,764
Ingresos Totales	Miles de millones de USD	126.68	122.61	266.67	467.29	62.04	169.69	467.15	388.28	144.10	241.90
Costo de producción	USD / bpce	6.84	7.55	8.17	9.91	10.57	10.82	12.47	12.50	13.62	15.46
Costo de exploración y desarrollo	USD / bpce	13.77	32.96	22.68	19.31	15.54	18.69	11.75	17.37	18.87	28.81
Utilidad antes de impuestos	Miles de millones de USD	69.64	35.02	31.87	78.73	15.46	26.08	50.29	18.80	14.49	46.33
Utilidad antes de impuestos / Ingresos Totales	-	55.0%	28.6%	12.0%	16.8%	24.9%	15.4%	10.8%	4.8%	10.1%	19.2%
Impuestos pagados	Miles de millones de USD	69.43	23.24	17.42	31.05	7.03	16.58	23.45	6.98	3.56	19.99
Impuestos y derechos / Ingresos Totales	-	54.8%	19.0%	6.5%	6.6%	11.3%	9.8%	5.0%	1.8%	2.5%	8.3%
Utilidad neta	MMMUSD	0.21	11.78	14.45	47.68	8.43	9.50	26.84	11.82	10.93	26.17
Número de trabajadores	-	153,361	23,028	97,126	79,900	16,900	11,304	87,000	80,300	77,000	58,286

2.1. Empresas petroleras en el mundo

Las marcas que ya han introducido vehículos a diésel en el país, buscarán fortalecer su presencia en el mercado, sobre todo al promover que este tipo de combustible, además de garantizar mayor durabilidad a los sistemas avanzados de control de emisiones, contribuyan a reducir las emisiones vehiculares y la concentración de contaminantes en la atmósfera.

El hecho de que las normas ecológicas en el país sigan las tendencias internacionales y busquen reducir el contenido de contaminantes como el azufre, el benceno, las olefinas y los aromáticos, no implica que se tengan los mismos resultados. Los avances alcanzados hasta ahora no son suficientes ya que los combustibles mexicanos están entre los que contienen mayor cantidad de azufre. La capacidad de PEMEX para proveer de diésel más limpio al sector del autotransporte es muy limitada, así como para dar una respuesta en el corto plazo a una demanda de este combustible, tal y como lo requiere el sector transporte y como se presenta en las tendencias de consumo de los países más desarrollados del mundo. En cuanto al desarrollo de algún biocombustible en el país, la disponibilidad de recursos económicos y de tecnología, son muy restringidos. México se ha quedado, sin lugar a dudas, en un rezago vergonzoso y aunque tiene una de las petroleras más importantes del mundo, su desarrollo en tecnología es cada vez más obsoleto.



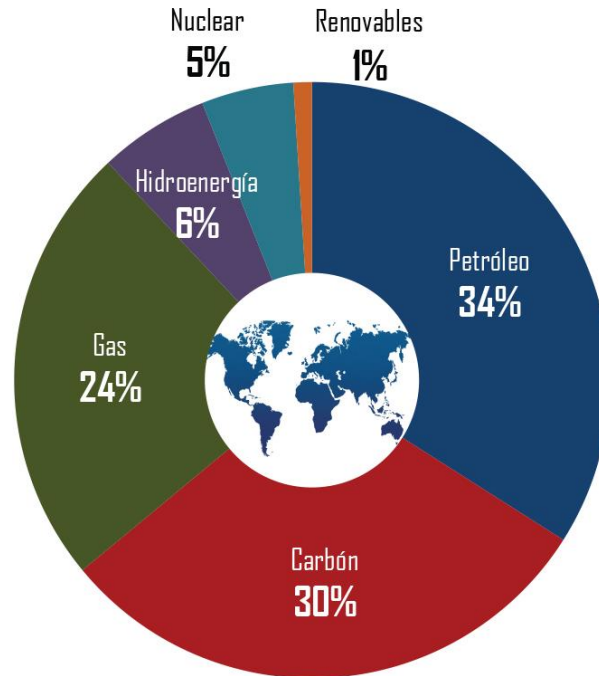
2.2. Producción de Petróleo en México

2.1. Situación energética mundial

En las últimas cuatro décadas, como resultado de la aparición de problemas energéticos y ambientales, la sociedad mundial decidió disminuir su dependencia del petróleo y del carbón, debido a que ambos son combustibles fósiles, de naturaleza no renovables y que además contaminan. Este fenómeno se ha dado en los países industrializados que desde el siglo XIX han sido grandes consumidores de estos energéticos.

Estados Unidos, como potencia, absorbe la cuarta parte del consumo mundial de petróleo, a pesar de no poseer reservas, lo que la convierte en una nación dependiente de las importaciones para cubrir sus necesidades. Es por esta razón, que cubrir dicho abasto, se ha convertido en un asunto vital para su seguridad nacional. Otros países desarrollados como Japón, Alemania, Francia, Canadá, Inglaterra, Italia, Australia, España y Corea del Sur, estos países con tan solo el 13% de la población total, absorben casi la mitad del consumo mundial; otros cinco países como China, India, Rusia, Brasil y México con el 44% de la población mundial, absorben el 25% del consumo total del petróleo (EIA, International Energy Outlook, 2008).

Composición de la matriz energética Mundial, 2012.



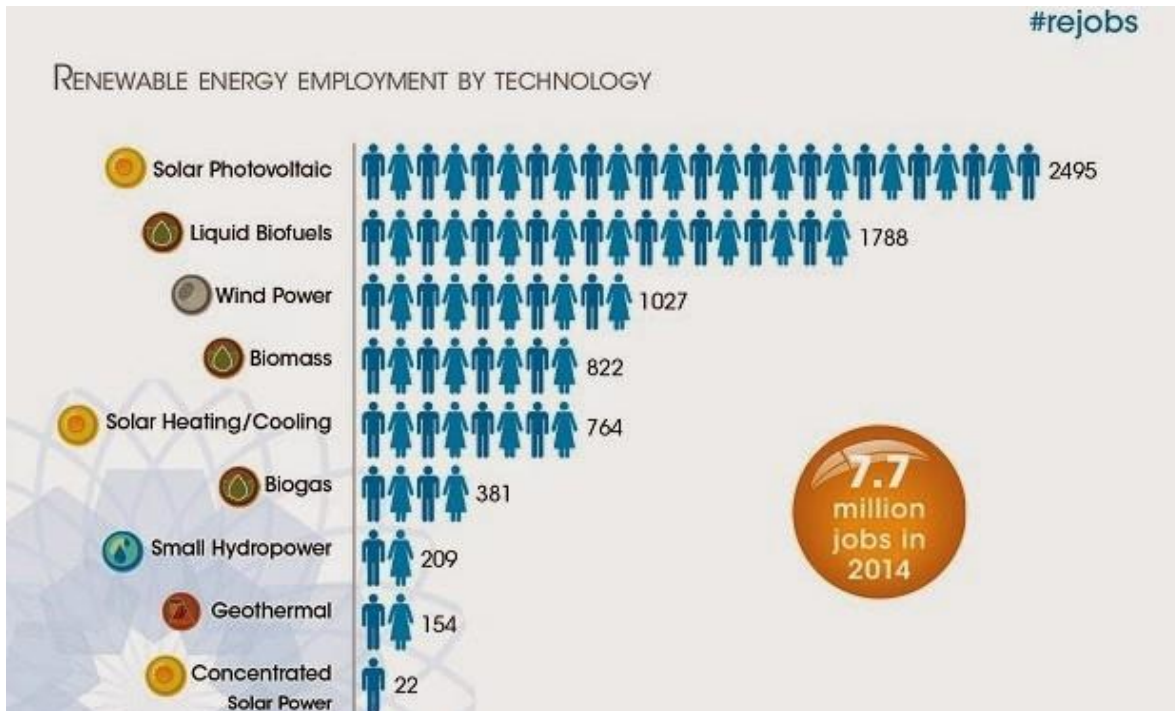
Fuente: BP Statistical Review of World Energy 2013

2.3. Energía mundial

La situación energética mundial es muy variable. Las guerras y crisis son algunas de las razones de la subida del precio del petróleo, el aumento de la población mundial (principalmente en Asia), la subida del consumo de energía per cápita y al mismo tiempo la disminución continua de las reservas de petróleo, son las razones fundamentales que causan estas crisis.

Muchos países desarrollados y en vías de desarrollo, han reducido el consumo de petróleo y gas para generar electricidad, algunos países como Estados Unidos lo han sustituido por carbón, otros han recurrido a la hidroelectricidad como Venezuela y Noruega, mientras que otros han desarrollado la energía nuclear de forma muy favorable como Francia. Entre tanto, México camina con pasos inciertos y contracorriente.

En la actualidad, también se utilizan otros tipos de energía, las denominadas “energías limpias” que se generan a partir de recursos naturales renovables: sol, viento, mareas, agua y descomposición de material orgánico; este tipo de energías, no producen emisiones tóxicas ni en su producción, ni en su consumo.

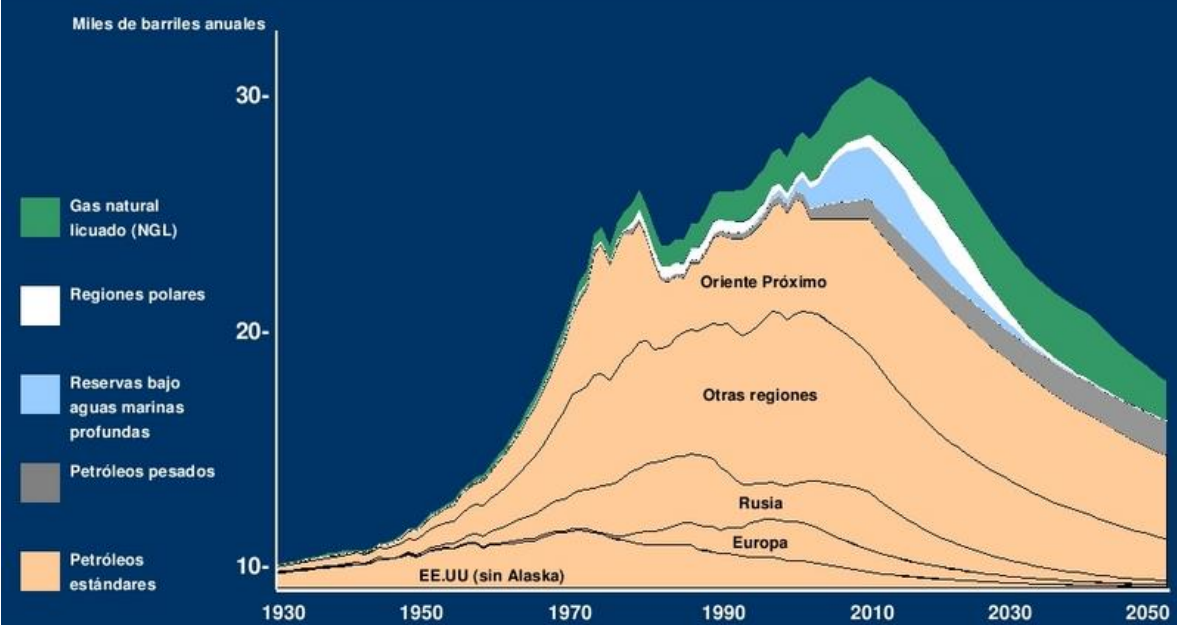


2.4. Energías alternativas en el mundo

¿Qué pasará en los próximos años?, tomando en cuenta los dos factores fundamentales: el creciente consumo de los derivados del petróleo y el agotamiento real de estos hidrocarburos, podemos darnos cuenta que en un futuro próximo, nos enfrentaremos ante la imposibilidad de seguir dependiendo del petróleo, ya que la desproporcionada velocidad con que se gastan, contra los yacimientos que poco a poco disminuyen y los que más difícilmente se están encontrando alrededor del mundo, disminuirán la franja que los separa.

Las visiones de futuro, que en años pasados pronosticaban ya la decadencia de los yacimientos petrolíferos en el mundo, son ahora una realidad y al parecer todavía existe una resistencia global para aceptarlo.

EL PICO DE LA EXTRACCIÓN DE PETRÓLEO

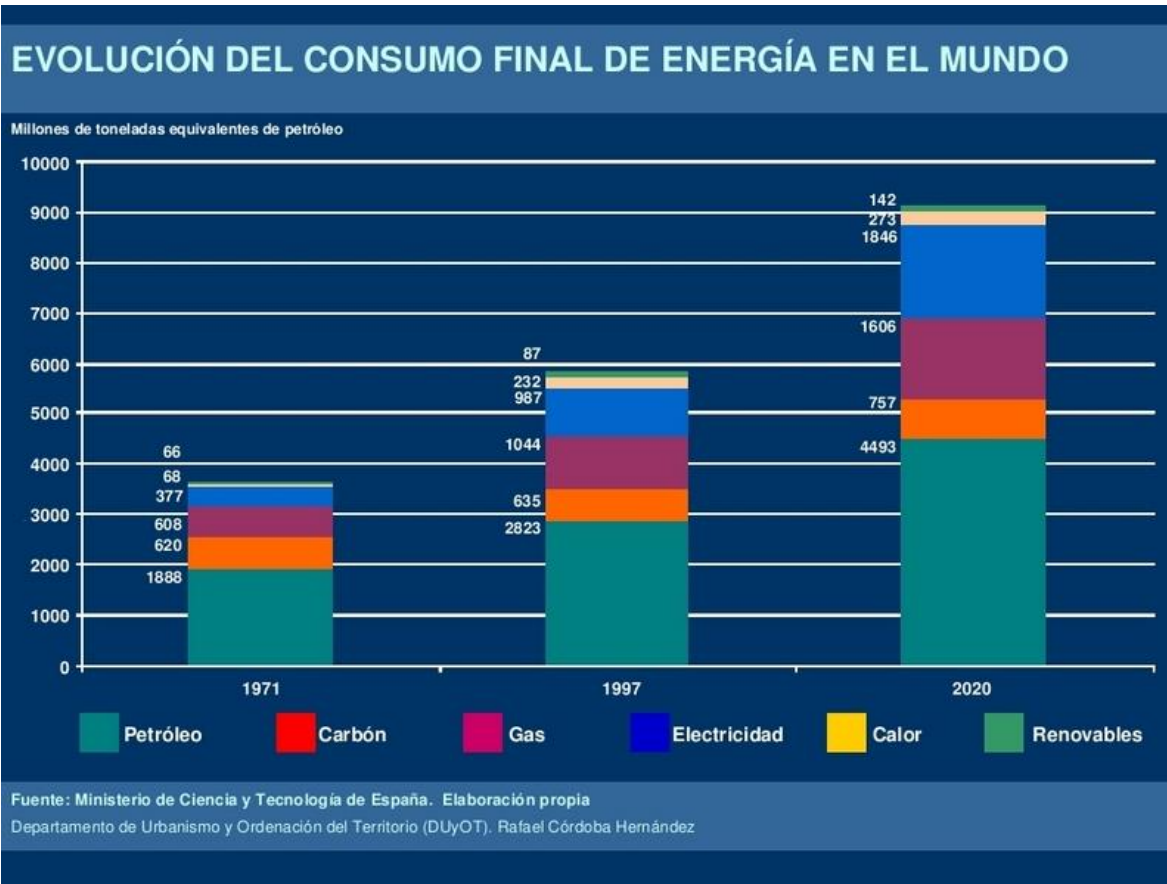


Fuente: ASPO. International Workshop on Oil Depletion. Uppsala, Suiza 2002. Elaboración propia
Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio (DUyOT). Rafael Córdoba Hernández

2.5. Reservas de petróleo en el mundo

2.1.1. Riesgos del sistema energético actual

El suministro energético mundial en la actualidad está basado en los recursos que proceden, en un 80% de combustibles fósiles: petróleo, carbón y gas natural y esto conforma un sistema energético cuyas características y problemas son asuntos a resolver en el corto plazo. El consumo diario en el mundo se estima en unos 166 millones de barriles de petróleo y de ellos, el 36% se utiliza para la generación de electricidad. El problema no es simple, porque la generación de la electricidad mundial está basada, en gran medida en el uso del petróleo y como he mencionado con anterioridad, este es un insumo que tiene ya sus días contados. Es necesario producir energía eléctrica basada en otros medios más sustentables a largo plazo.



2.6. Consumo de los energéticos en el mundo

La problemática que enfrenta el mundo, derivado de tener sustentado su sistema energético en el petróleo, lo podemos notar en los siguientes aspectos:

El agotamiento de los combustibles fósiles

Al estar basada mayormente nuestra generación de energía en los combustibles fósiles y ante el ritmo de consumo indiscriminado del mismo, debemos entender que lo que la humanidad gasta en un año, la naturaleza tardó un millón de años para producirlo; de tal suerte que es inapelable la realidad de que los combustibles fósiles están en una acelerada tendencia de agotamiento y aunque existen diversas posiciones sobre su futuro, las más optimistas no le dan más de 100 años para su desaparición sobre la faz de la tierra.

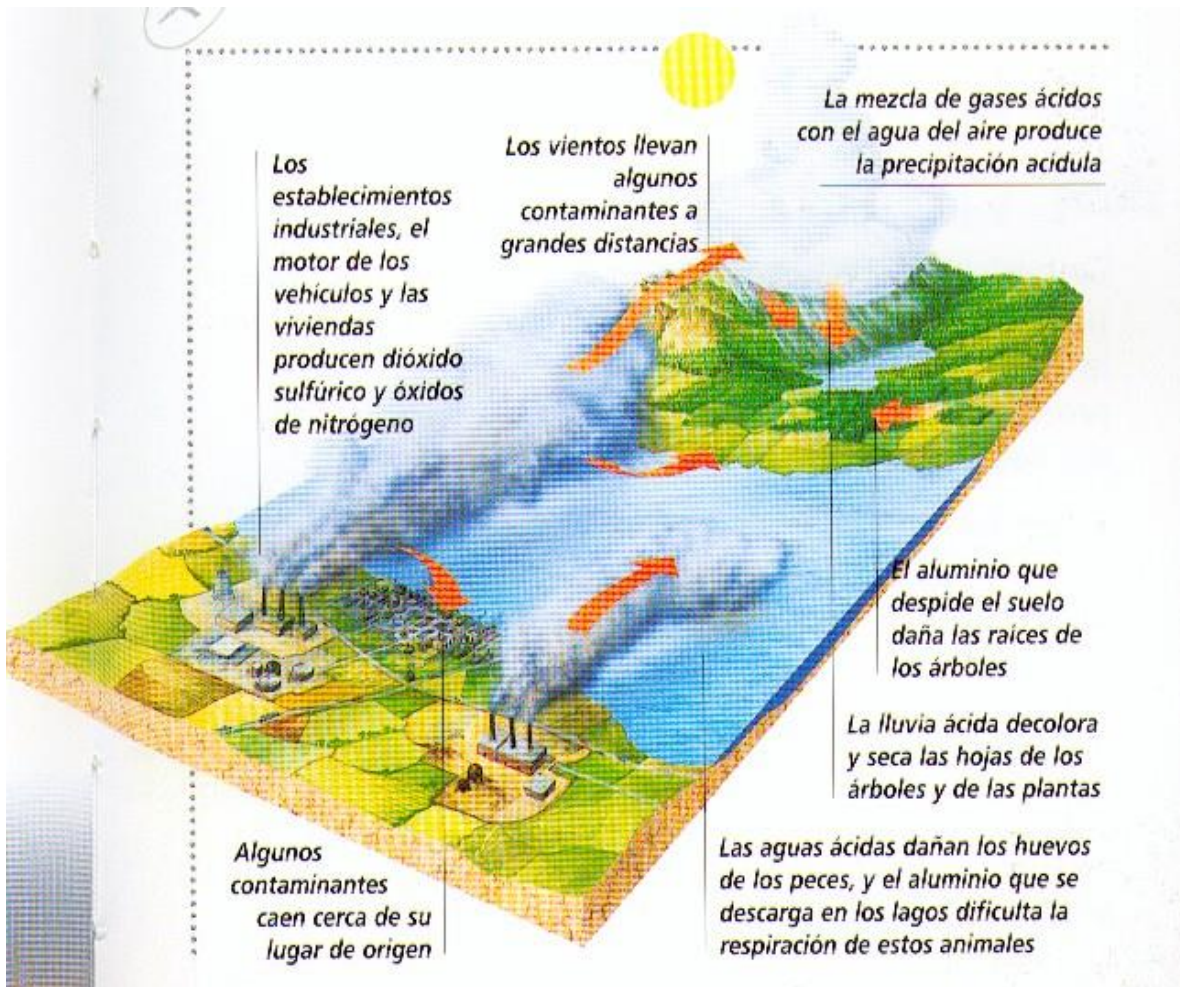


2.7. Reservas internacionales de petróleo

La lluvia ácida

La quema de combustibles fósiles libera una importante cantidad de óxidos de azufre y nitrógeno que reaccionan con el radical OH en la atmósfera y que posteriormente se precipitan en forma de ácidos (nitrítico y sulfúrico) incrementando el nivel de acidez en el agua en general. Esta precipitación, que es llamada lluvia ácida, daña la vegetación, acelera la contaminación de la tierra y corroe los edificios, las estructuras metálicas y los vehículos, causando cuantiosos daños.

En la figura 2.8 presento el esquema de lo que representan los efectos de la lluvia ácida y sus consecuencias en nuestro planeta.

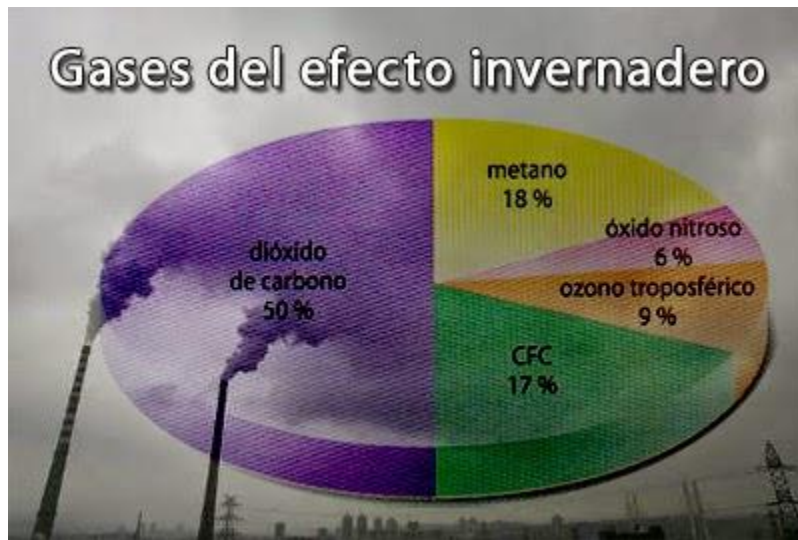


2.8. La lluvia ácida

El efecto invernadero

Este efecto invernadero es traducido como la capacidad de la tierra de mantener su temperatura ante la presencia de gases que son transparentes a la radiación solar y son opacos a la radiación infrarroja emitida por la tierra, atrapando el calor entre la superficie de esta y la atmósfera. El riesgo consiste en que se vaya incrementando año con año la temperatura media de la tierra.

Los gases de efecto invernadero que se vierten a nuestra atmósfera y las proporciones de los mismos, los expongo en la tabla 2. 9.



2.9. Efecto invernadero

Las tensiones sociales

Si al enorme desequilibrio económico que existe entre los países ricos y los países pobres, añadimos que los recursos energéticos están muy mal distribuidos, podemos entender con claridad, que el escenario existente no es de equilibrio y que anuncia problemas entre las naciones y prueba de ello, son las constantes crisis que surgen principalmente en la zona del medio oriente y que en momentos desata conflictos bélicos.



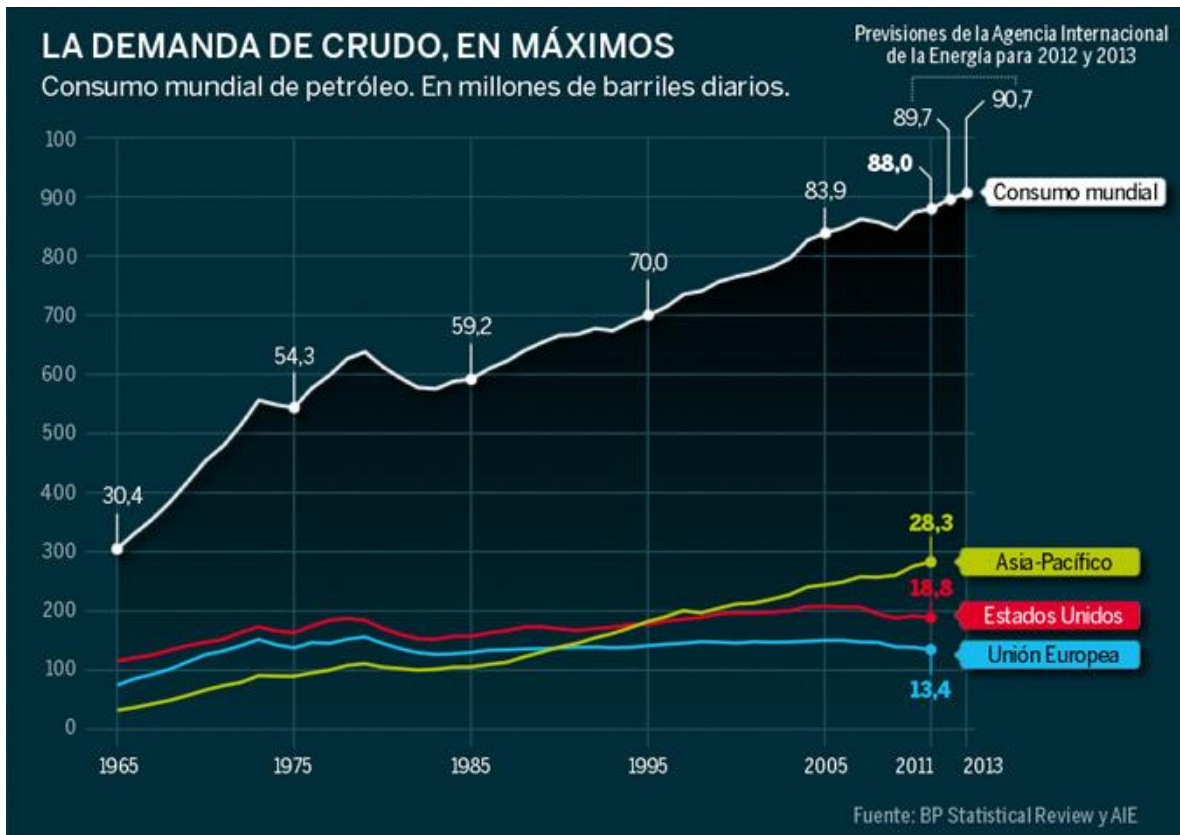
2.10. Tensiones sociales por el petróleo

2.1.2. El petróleo

Los estudios recientes muestran que el consumo energético mundial crecerá un 2% cada año, siendo las economías emergentes las que marquen el equilibrio entre la oferta y la demanda del combustible. La industria petrolera mundial ha podido aumentar la extracción de petróleo de manera sostenida hasta el 2005, sin embargo a partir de ese año, se ha estancado en un promedio de 74 millones de barriles diarios. Eso nos demuestra con certeza, que hemos pasado ya el cenit del petróleo, el cual será seguido por la caída irreversible de la producción mundial, provocando la escasez en los mercados internacionales.

El petróleo, ya está dando señales de su baja actividad tanto en su exploración como en su explotación, esto se traduce en una caída en las plataformas de producción a lo largo del tiempo. A este hecho hay que añadir el preocupante aumento de la demanda, ya que el consumo en 10 años se incrementará en 20 millones de barriles diarios y a ese ritmo de crecimiento, en el año 2020 la demanda rondará los 115 millones de barriles diarios. Se estima que la tasa de la caída anual en su producción corresponde a un 5%, esto supone que en 10 años habrá un déficit cercano a los 60 millones de barriles diarios, cifras alarmantes que demuestran la insostenibilidad de este recurso energético.

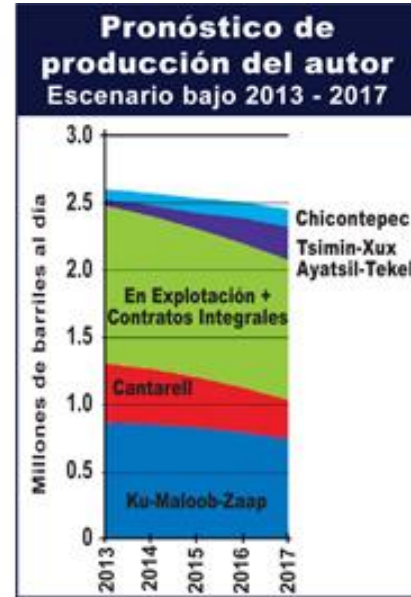
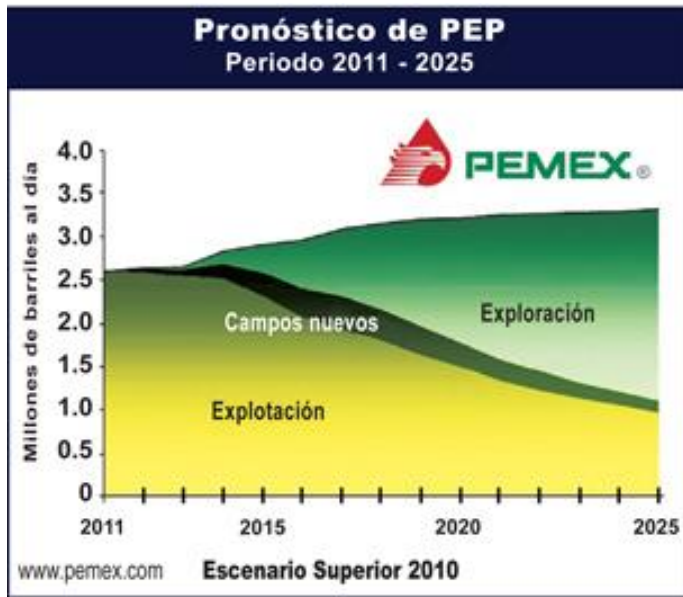
A nivel mundial se pueden observar las enormes diferencias que existen en torno al consumo del petróleo. Estados Unidos representa el 4.6% de la población mundial y consume el 25% de la producción total de petróleo en el mundo, lo que representa 10.5 litros de petróleo bruto diario per cápita. Alemania, Inglaterra y Francia juntos, representan el 3.2% de la población mundial y consumen un 7.7% de la producción total diaria, lo que representa 4.94 litros de petróleo bruto diario per cápita. China, con cerca del 20% de la población mundial, solo consume el 8% de la producción total del crudo, lo que se traduce a un consumo diario de petróleo de tan solo 0.83 litros diarios per cápita. Un estadounidense consume 12.6 veces más petróleo que un chino. Un alemán, un inglés o un francés, consume 6 veces más petróleo que un chino. Los datos son más que contundentes y nos dan una visión clara de la producción que existe en estos momentos, contra lo que se consume en nuestro planeta.



2.11. Consumo mundial de petróleo

El mundo consume cerca de 85 millones de barriles diarios de petróleo, lo que se traduce en un consumo anual de más de 30,000 millones de barriles. Si se compara este consumo anualizado mundial con las reservas probadas de petróleo en México, que son de 16,000 millones de barriles en total, se puede entender el apremio de la situación, ya que el consumo mundial puede agotar en solo unos meses las reservas totales de nuestro país. Siendo más claro: Si México fuera el único abastecedor de petróleo para el mundo, le alcanzaría para darlo sólo durante seis meses y quedarían agotadas el total de sus reservas para siempre.

En un año la humanidad consume más de 30,000 millones de barriles de petróleo y solo se reponen en descubrimientos de nuevos yacimientos 7,000 millones de barriles, lo que equivale a decir que por cada 5 de barriles consumidos, se descubre solo 1.



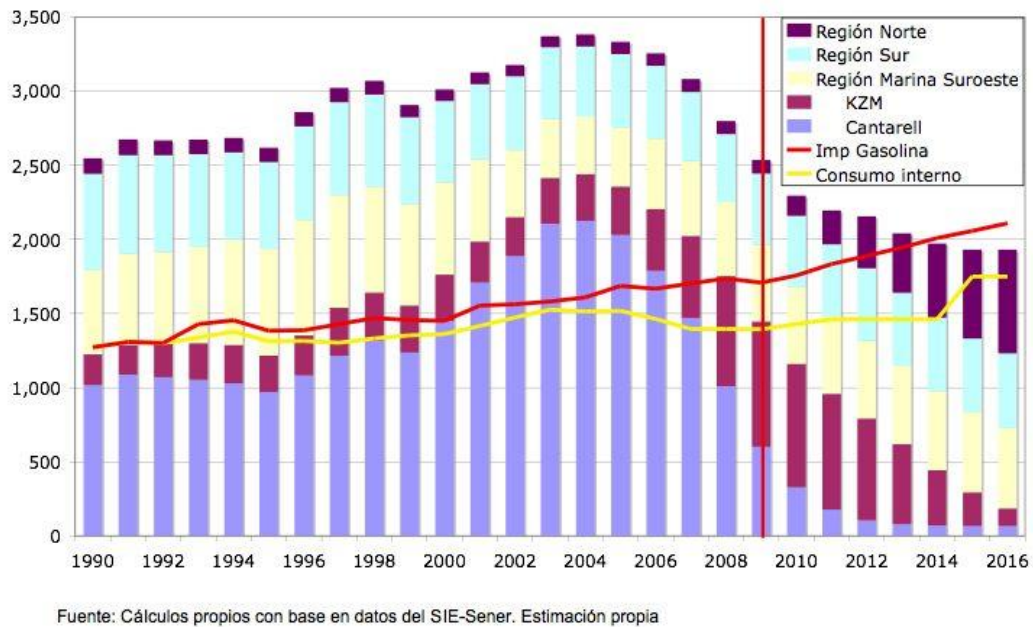
2.12. Reservas de petróleo en México

En conclusión, no se alcanza a sustituir lo que se va consumiendo y virtualmente nos estamos quedando sin energía para montar una nueva infraestructura que nos permita realizar una transición energética ordenada.

Lo que sucede en México no dista mucho de la realidad mundial, ya que en lo que refiere al diésel, primeramente debemos considerar que PEMEX produce diésel en México de diferentes tipos: PEMEX Diésel (para uso exclusivo del sector automotor), Diésel industrial de bajo azufre, diésel marino y diésel agrícola. La producción de diésel en el periodo de 2001 a 2006 en México tuvo un incremento del 16.5%, mientras que la demanda creciente alcanzó hasta el 32% de crecimiento en ese mismo periodo, lo que evidencia la necesidad de hacer frente al consumo mediante la importación del producto.

México se ha preocupado seriamente a la exploración de nuevos yacimientos petroleros sólo a partir del año 2012, ya que con los yacimientos encontrados con anterioridad, se creyó falsamente que estos podían considerarse como la garantía de su permanencia en los mercados petroleros y con ello, dar abasto a sus necesidades internas y al comercio en otros países del orbe.

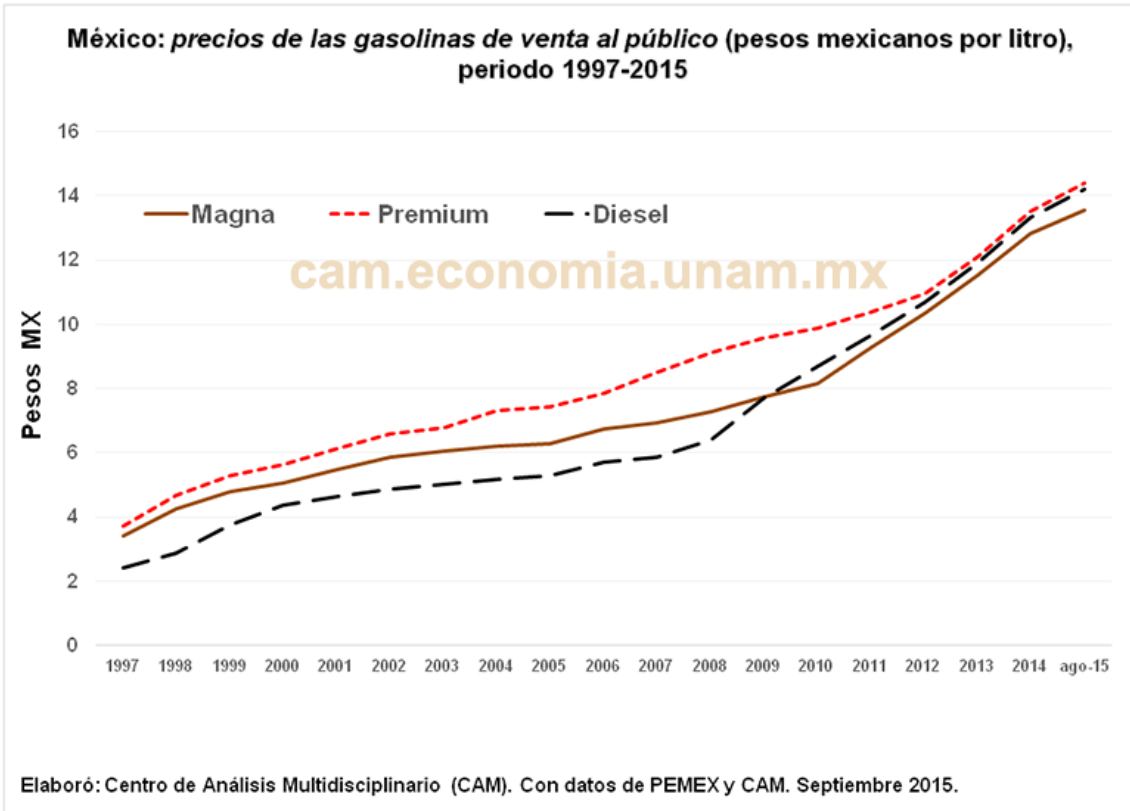
Figura 1. Producción y consumo de petróleo



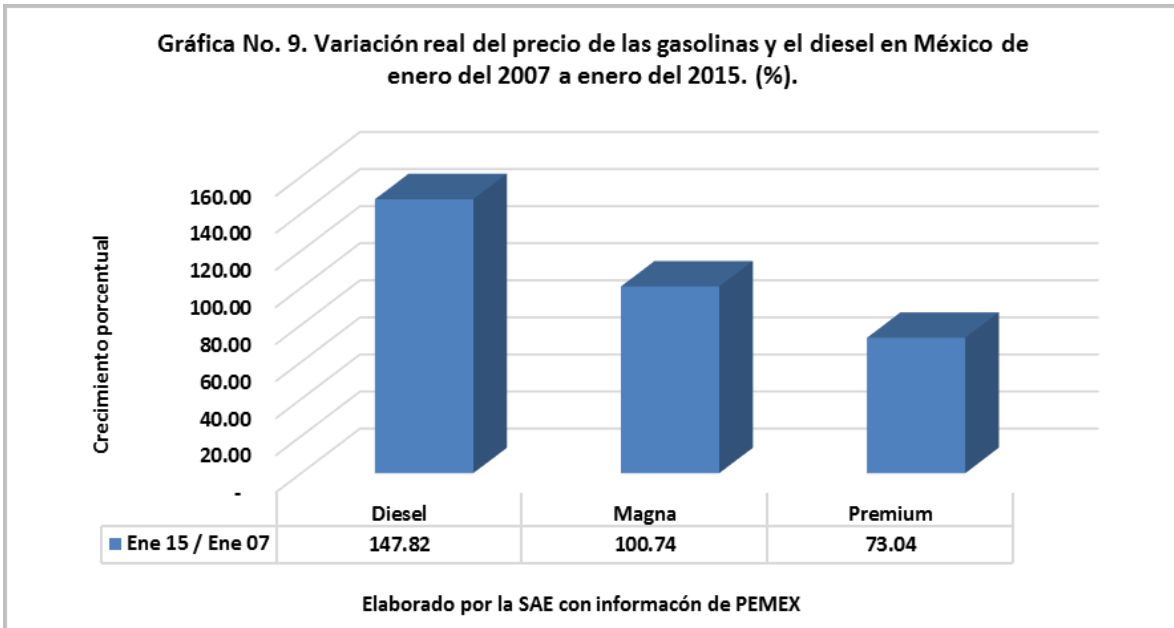
2.13. Producción y consumo de petróleo en México

Pero la problemática del diésel en México, no solo radica en la descompensación entre su producción versus su consumo; sino que ha enfrentado la problemática de los precios, ya que en los últimos años, el precio del diésel alcanzó precios aún por arriba de las gasolinas producidas por PEMEX, tal es el caso de la gasolina Magna, la que ha quedado por debajo de los precios del PEMEX Diésel.

Los esfuerzos de México van todavía más allá de afrontar los retos que nos impone la necesidad de utilizar estos hidrocarburos, tal es el caso de la búsqueda y ubicación de nuevos yacimientos, la extracción del crudo en aguas profundas, la necesidad de tener tecnología de vanguardia que nos permita realizar estas tareas, la industrialización del crudo con altos estándares de calidad y la comercialización con los estándares mundiales de competitividad, entre otros.

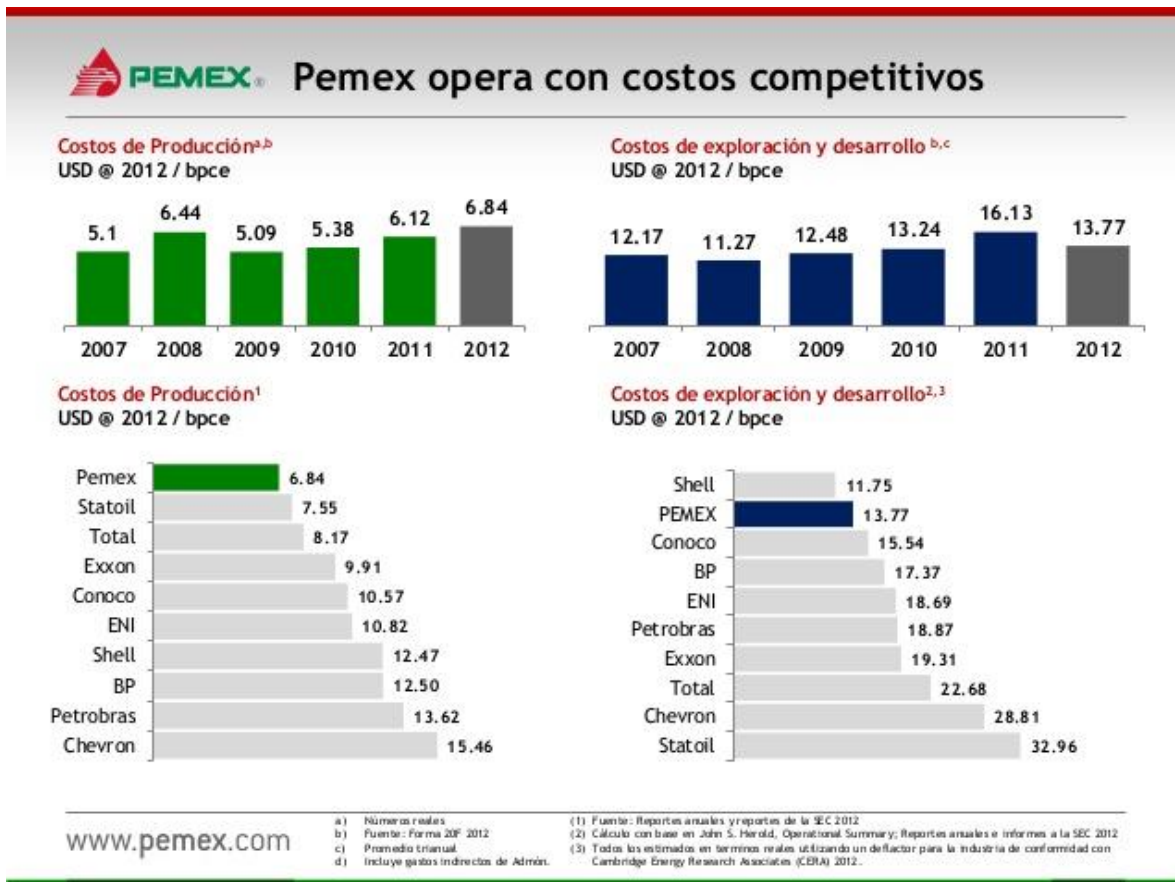


2.14. Precios de los productos de Pemex



2.15. Precios del diesel en México

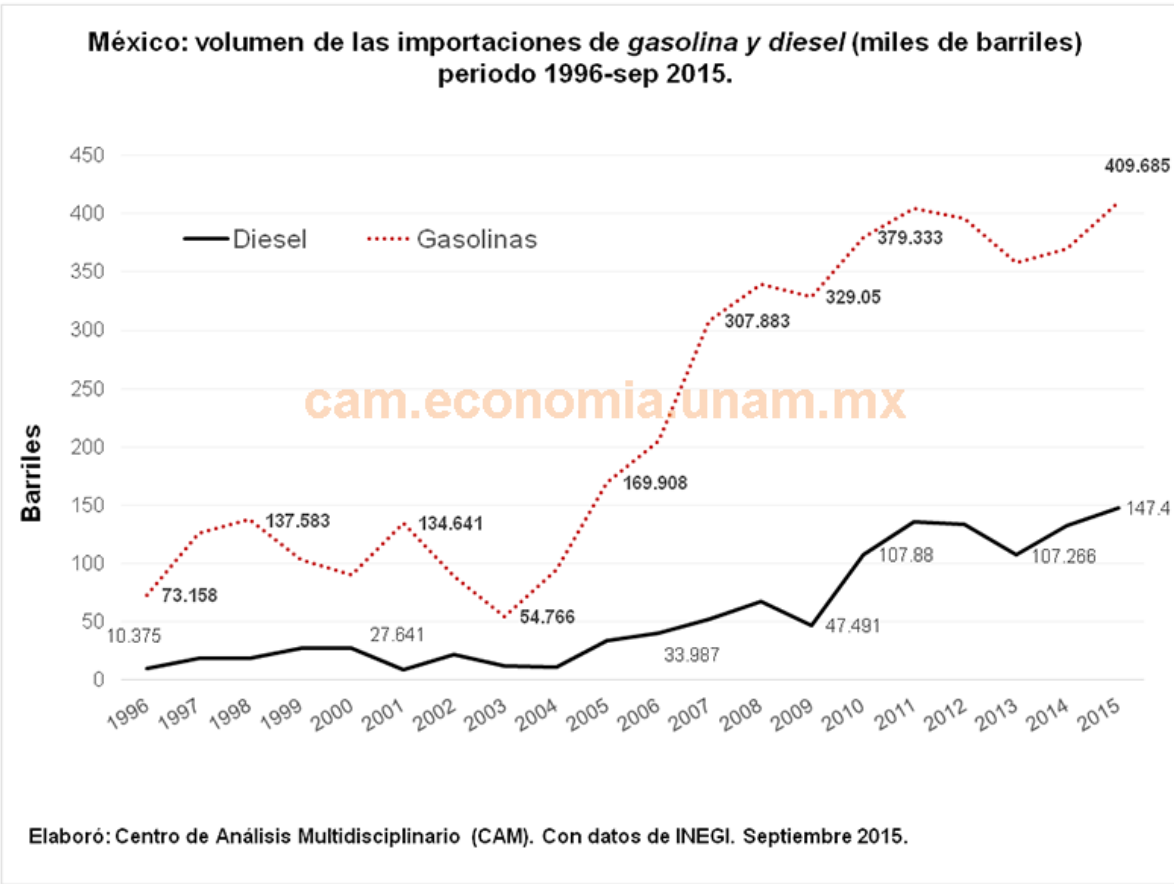
La Reforma energética ha tratado de enfrentar estos y otros tantos problemas relacionados con el crudo y tras varias décadas de un modelo energético monopólico, en el año 2014, México empieza a disponer de un modelo regulatorio para el sector energético, con reglas de operación claras y acorde con los estándares internacionales, dentro de un marco de transparencia, de rendición de cuentas y con reguladores fuertes e independientes. La Reforma Energética de México, solo ha de entenderse a la luz de los cambios estructurales que necesita nuestra nación y que deberán impulsarnos a estar a la altura de los pueblos más desarrollados. Pero en la actualidad y solo al comienzo de esta Reforma, estamos lejos de alcanzar estos objetivos, ya que México importa el 49% de la gasolina que requiere, el 32% del diésel, el 40% del gas natural y el 65% de los petroquímicos que requiere el consumo nacional.



2.16. Costos de producción de Pemex

Estamos claros que el objetivo final de la Reforma Energética es la autosuficiencia en el consumo energético, que sea más competitivo en los precios en consonancia con los precios internacionales y que favorezcan al sector productivo nacional, que maximice sus ingresos derivados por estas actividades y se garantice la estabilidad económica de nuestra nación.

Derivado de la Reforma Energética, surgió la Ley de Hidrocarburos, a través de la cual, se instrumentan las regulaciones fundamentales de la Reforma Energética. Esta Ley establece el marco específico que será aplicable para la exploración, extracción, así como para la transportación, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público.



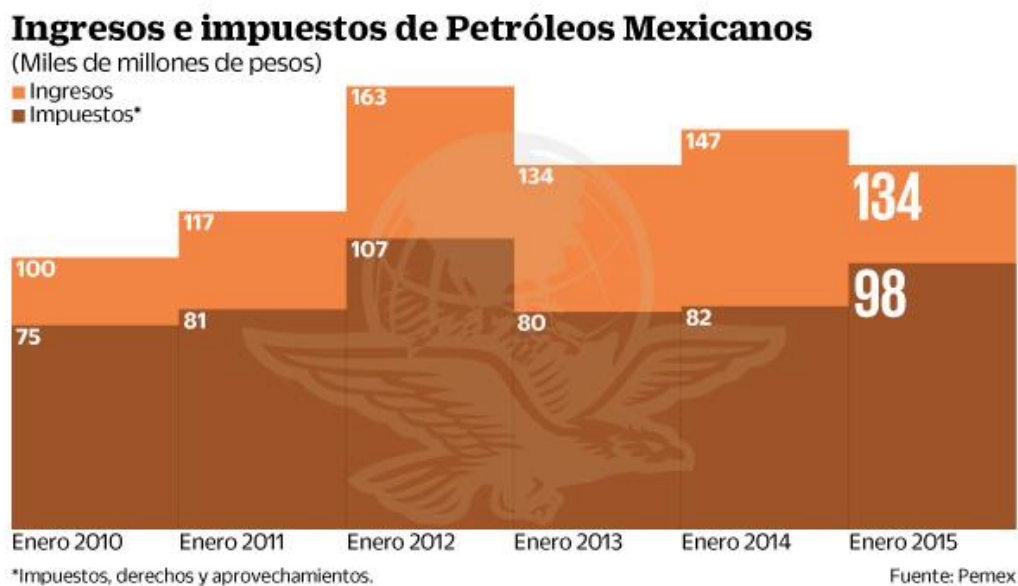
2.17. Importaciones de Pemex

2.2. Situación energética en México

PEMEX es la instancia monopólica en México, que se encarga de proveer a los mexicanos de los energéticos necesarios para la activación de los diversos sectores productivos, pero esta es una tarea muy complicada, ya que esta institución gubernamental enfrenta una problemática que debe solucionar en el corto plazo si quiere seguir con sus aspiraciones de competitividad con los países más desarrollados del planeta. Solo con un enfoque enunciativo, quiero plasmar los diversos problemas que se vislumbran y a los cuales se les debe tener una consideración particular.

En los últimos 15 años el gobierno federal le ha quitado a PEMEX el 80% de sus utilidades operativas por concepto de impuestos, derechos y aprovechamientos. En el 2015 la carga hacendaria para PEMEX no disminuyó, muy por el contrario, en el primer trimestre aumentó al 89% de sus utilidades operativas, lo que la deja en una posición muy incómoda para su creciente desarrollo.

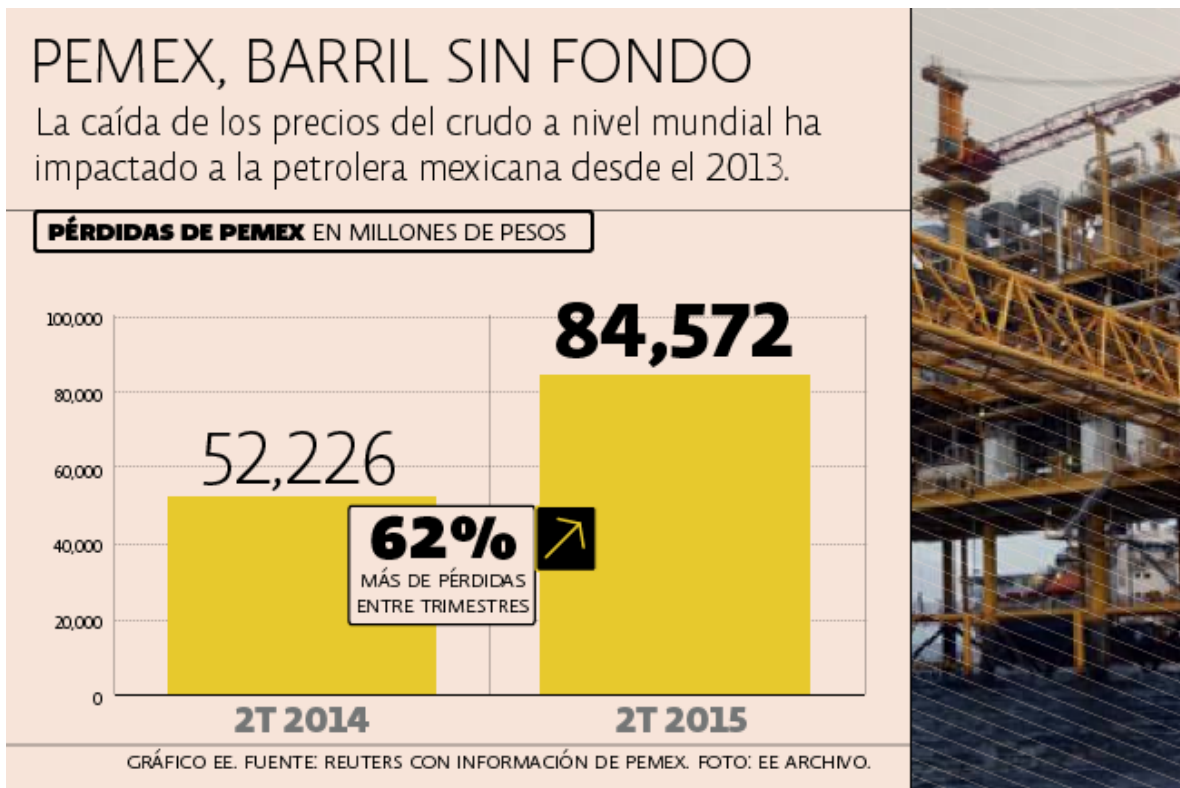
En enero de 2015, la Secretaría de Hacienda le recortó el presupuesto en inversión por más de 62,000 millones de pesos y le retiró recursos líquidos por otros 52,000 millones de pesos.



2.18. Cargas tributarias de Pemex

PEMEX ha tenido que incrementar su deuda y al 31 de marzo del 2015 la deuda ascendía a 1 billón 278 pesos. Solo para el pago de intereses, PEMEX absorbe 50,000 millones de pesos anuales.

Las finanzas públicas ya han dado cuenta de su disminución, ya que al estar muy soportado sobre los ingresos derivados del petróleo, se han visto afectadas por los bajos costos en los últimos meses, ya que en el primer trimestre del 2015, los precios del petróleo disminuyeron un 40.9% en relación al mismo periodo del 2014.



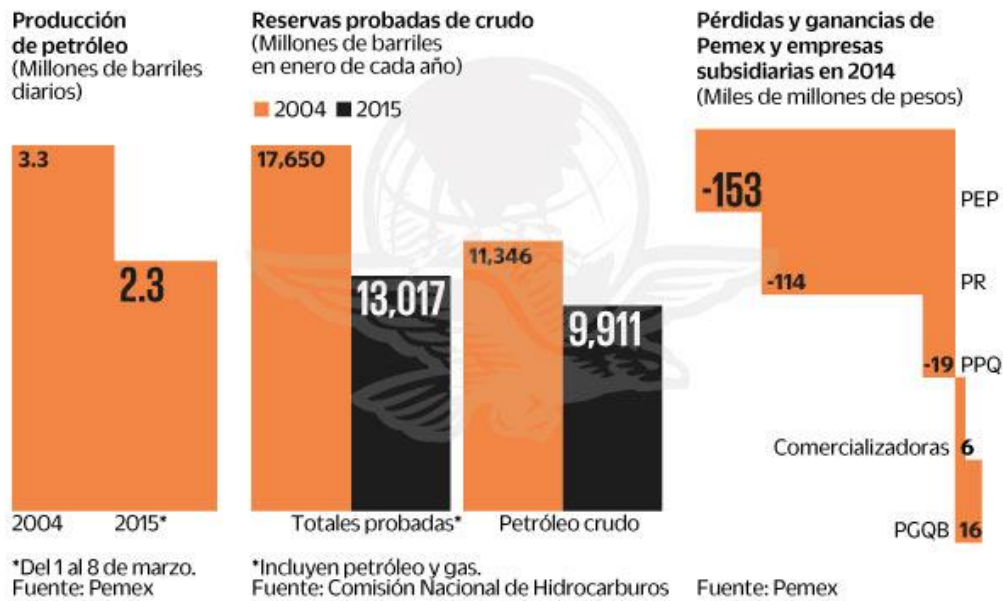
2.19. Finanzas de Pemex

La creciente fragilidad de PEMEX se observa en sus indicadores operativos y financieros, que están generando resultados poco alentadores.

La tendencia declinante de Cantarell continúa dificultando la meta de producir arriba de los 3 millones de barriles diarios y esto es grave, ya que Cantarell representa el 63% de la

producción nacional y su producción ha decaído desde el 2014 en más de 600,000 barriles diarios. A partir del 2010, los yacimientos de PEMEX están en fase de declinación.

Dinámica energética



2.20. Producción de los yacimientos de Pemex

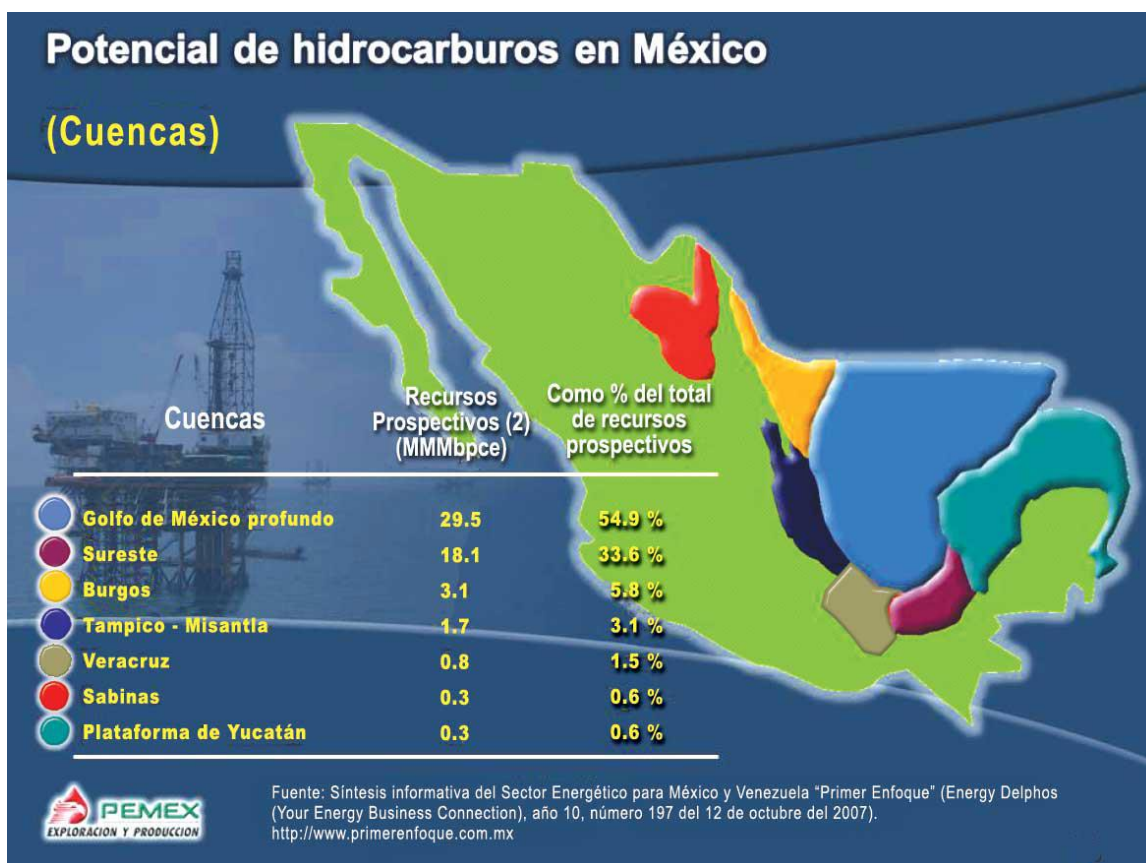
2.2.1. Crisis en reservas y exploración en México

Las reservas probadas de hidrocarburos totales siguen a la baja, siendo equivalentes a 15,514 millones de barriles de crudo, suficientes para cubrir las necesidades de los mexicanos durante los siguientes 9 años. Las reservas actuales de crudo se ubican en 12,849 millones de barriles, pero han quedado atrás los tiempos en que las reservas eran de 60,000 millones de barriles con sus reservas totales (las ya probadas, más las probables, más las posibles).

México es un país petrolero que no tiene capacidad de refinación y el costo que se está pagando por las importaciones es demasiado elevado: más de 9,800 millones de dólares al año, equivalentes a cerca del 30% del valor de la exportación de crudo.

Nuestro país es y ha sido un país con grandes yacimientos de petróleo. Desde la Expropiación Petrolera, la explotación de yacimientos gigantes primero en Poza Rica en el Estado de Veracruz, Samaria y Jojo-Tecominoacán en Tabasco, después en Abkatún-Pol-Chuc, Cantarell y posteriormente en Ku-Maloob-Zaap en la Sonda de Campeche han sido el sostén de la producción nacional petrolera de México y gracias a la explotación de estos gigantes yacimientos, nos hemos colocado entre los principales países productores y exportadores de petróleo en el mundo. Sin embargo, la explotación acelerada de estos enormes yacimientos se ha convertido en una actividad ruinoso en una época en que no se están reponiendo las reservas petroleras. El complejo Abkatún-Pol-Chuc prácticamente solo duró un sexenio.

El complejo Ku-Maloob-Zaap ya alcanzó sus niveles máximos de producción y ha comenzado su declive en producción. Esta es una realidad que PEMEX enfrenta en la actualidad para mantener su producción en los próximos años.

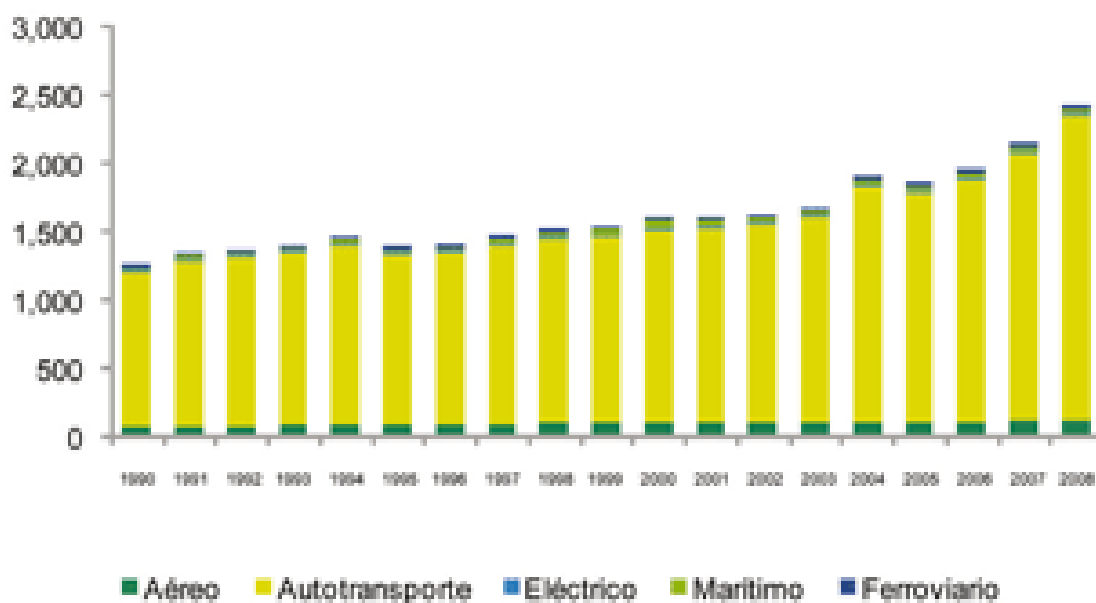


2.21. Producción de los yacimientos de Pemex

2.2.2. Consumo energético en el autotransporte en México

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 de mayor importancia y México no ha sido la excepción, ya que desde 1991 y a la fecha, los hidrocarburos representan el 90% de su consumo energético.

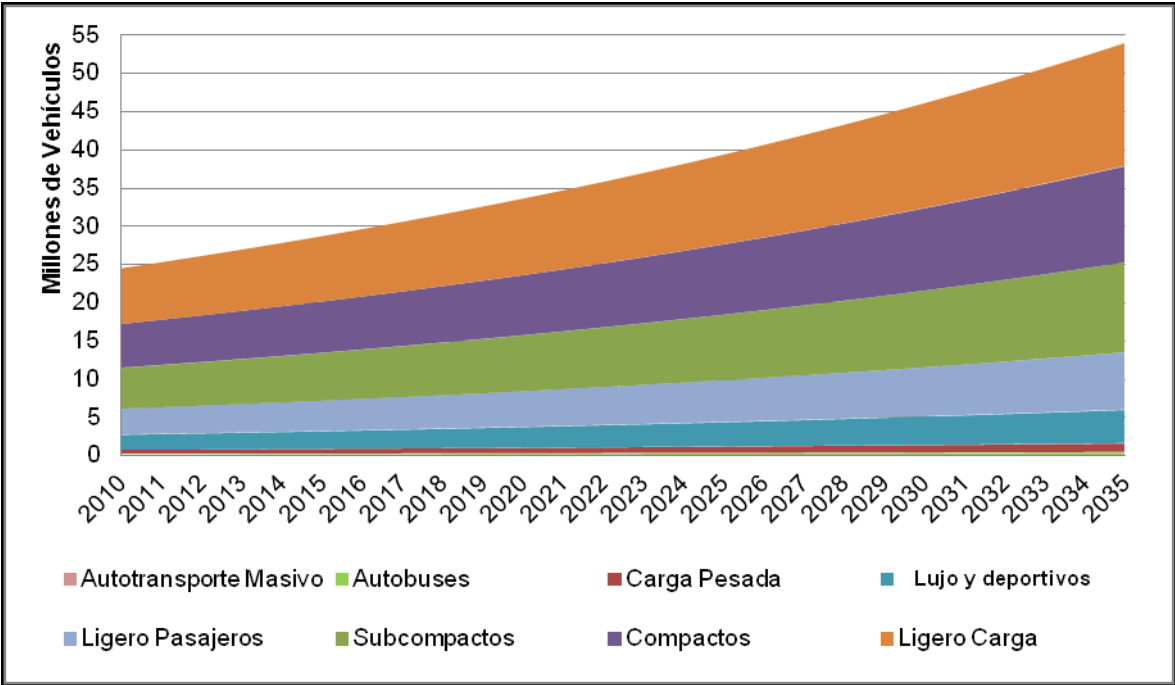
Hace cerca de 10 años, el consumo energético total de México por sectores tenía la siguiente conformación: el 47% de estos energéticos se utilizaba para el sector transporte, 30% para el sector industrial, el 20% para el sector residencial, comercial y público y 3% para el agropecuario. En lo que refiere al sector transporte (47%) los más demandados fueron para el sector del autotransporte con el 91% para cubrir con sus necesidades, de los cuales el 70% lo ocupaba la gasolina y el diésel un 26%.



2.22. Distribución del consumo de energía en México

Es importante señalar que las necesidades en México en relación a la gasolina y al diésel son muy desproporcionadas, ya que no se ha posicionado la idea de tener vehículos particulares impulsados por diésel, como lo es en Europa, en donde más del 50% de los

automóviles particulares lo utilizan. En nuestro país apenas alcanza niveles del 3%. El diésel es el principal energético para todo el sector del autotransporte, así como para el transporte de carga. La SENER muestra que del 2002 al 2007 el uso del diésel en los sectores de transporte de carga y de pasaje se incrementó un 36%, debido a que también la flota vehicular creció un 53% y en el 2015 las condiciones han seguido creciendo también por el incremento de la flota vehicular en este sector.

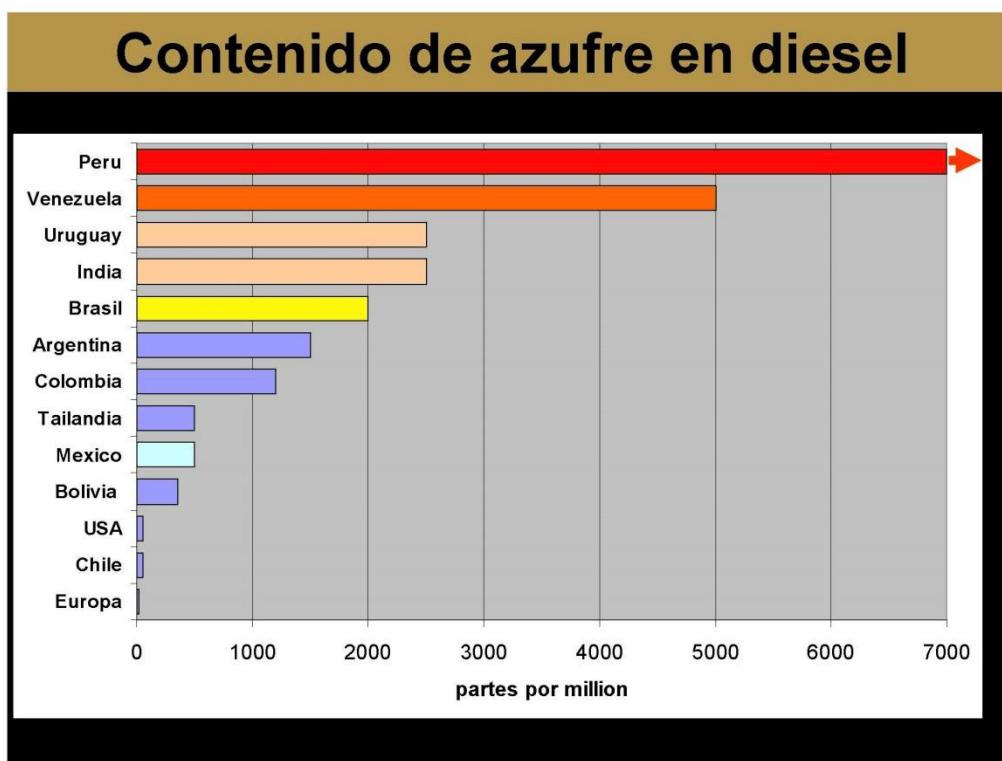


2.23. Flota vehicular en México

2.2.3. Calidad del diésel y la normatividad ecológica automotriz en México

En los últimos años, Estados Unidos, la Unión Europea, Australia, Japón y otros países desarrollados, han emprendido acciones para disminuir los límites máximos permitidos para las emisiones en los vehículos, introduciendo tecnologías y la reducción de contenido de azufre en sus combustibles. México ha realizado esfuerzos, pero se mantiene muy rezagado en cuanto a estos compromisos, ya que los índices de azufre en su diésel, rebasan los 400 ppm, mientras que en países como Alemania, apenas alcanza 8 ppm o el Reino

Unido con 40 ppm y estos datos dan muestra de que los estándares de calidad en el contenido de azufre en nuestro diésel dista mucho de la calidad en otros países industrializados.



2.24. Contenido de azufre en el diésel internacional

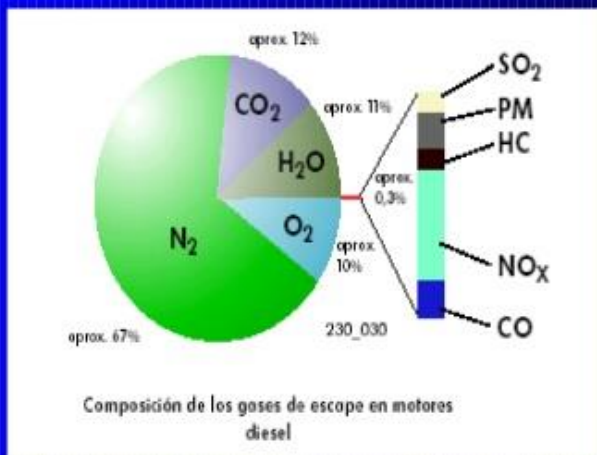
Las normas ecológicas en el sector automotriz están dictadas por dos patrones diferentes: primeramente por la norma estadounidense a la cual se afilió México a partir del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica, llamadas Normas “Tier” y las europeas llamadas “Euro”.

Las normas “Tier” establecen los límites máximos permisibles en gramos de polución/kilómetro (g/k), de emisiones contaminantes principalmente de monóxido de carbono (CO), material particulado (PM) y principalmente óxido de nitrógeno (NOx).

En Estados Unidos esta ley apareció en 1970 a partir de la Ley de Aire Limpio (Clean Air Act) y aplicada por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y cuyo objetivo era la de

regular la contaminación atmosférica de manera que estos contaminantes se mantuvieran por debajo de esos niveles.

Emisiones en un motor diesel.



- Por su singular modo de funcionamiento, los motores diesel, son menos contaminantes que los motores de gasolina.
- Las emisiones contaminantes son aproximadamente del 0,3% de los gases resultantes en el escape.

2.25. Emisiones contaminantes del diésel

En lo que refiere a Europa, la preocupación respecto a los componentes nocivos existentes en los gases de escape de los motores a diésel inició a mediados de la década de los ochentas, siguiendo las pautas de las autoridades federales norteamericanas a través de la EPA.

En este continente la normativa de protección medio ambiental se concentró en leyes denominadas “Normas Euro”, las cuales fijan los niveles máximos permisibles para los NO_x, PM, hidrocarburos y CO.

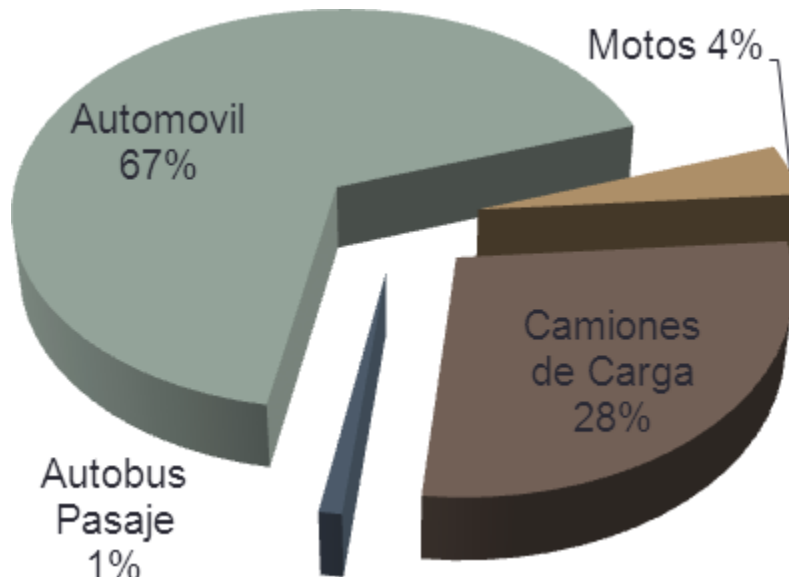
Desde 1993, año en que entró en vigor la normativa Euro I, los valores de emisiones contaminantes de los vehículos industriales se han reducido paulatinamente. En el año 2006 entró en vigor la norma Euro IV y en 2009 la Euro V.

Por su parte, en México, existen normas oficiales que regulan las emisiones de partículas contaminantes a la atmósfera por diversas fuentes y otras que regulan la calidad de los combustibles. Por ejemplo, las normas NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-044-ECOL-1993, establecen respectivamente, los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para los vehículos nuevos en planta accionados con gasolina y diésel.

	Regulación	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
NOM - 044	EPA 98	NOx=4.0 Partículas=0.10 g/bhp-hr											
	EURO III			NOx=3.72 Partículas=0.075 g/bhp-hr									
	EPA 04						NOx=2.5 partículas=0.10 g/bhp-hr						
	EURO IV						NOx=2.61 Partículas=0.015 g/bhp-hr						
	EPA 07				NOx=0.25 Partículas=0.010 g/bhp-hr			Más ULSD+EGR					
	EURO V			SCR+UREA+PFD+EGR			NOx=1.5 Partículas=0.015 g/bhp-hr						
	EPA 10				ULSD+SCR+UREA+PFD+OBD+EGR				NOx=0.2 Partículas=0.01 g/bhp-hr				
	EURO VI								NOx=0.2 Partículas=0.015 g/bhp-hr				

2.26. Normas mexicanas para las emisiones del diésel

La tendencia mundial para disminuir el impacto del deterioro de la calidad del aire en el autotransporte está en combinar nuevas tecnologías automotrices con combustibles limpios. No obstante, las condiciones de México al respecto no son muy buenas, ya que nuestra infraestructura no está preparada para la elaboración de productos de ultra bajo azufre y este es el elemento primordial para introducir unidades con mejor tecnología.



2.27. Emisiones contaminantes en el autotransporte mexicano

En México, desafortunadamente no se cuenta con la información estadística precisa que permita un análisis profundo para la toma de decisión sobre los vehículos que están circulando a nivel nacional.

El sector del autotransporte en México (carga y pasaje) representa un eje estratégico para el desarrollo del país, ya que de acuerdo a cifras de DGAF-SCT, circulan por caminos y puentes de jurisdicción federal 488,979 vehículos motores (cifras a finales de 2014).

Con base en varios estudios internacionales que demuestran que el transporte contribuye significativamente en la actividad más contaminante derivado principalmente de factores como son: la obsolescencia del parque vehicular (40% del total de la flota), la ausencia de programas de mantenimiento eficientes y su supervisión obligatoria por parte de las autoridades, el uso de combustibles alterados, etc. inciden en la contribución al incremento de emisiones contaminantes, consumo excesivo de combustibles y sobre todo al calentamiento global.

CAPÍTULO III

3. LOS BIOCOMBUSTIBLES

Los biocombustibles son combustibles obtenidos a partir de fuentes biológicas como el maíz, la caña de azúcar, algas marinas, etc., extraído de la biomasa y que puede ser convertido en energía. Esta es la fuente de generación de energía más antigua conocida por el ser humano, pues ha sido utilizada desde el descubrimiento del fuego. La forma más antigua para extraer energía de la biomasa es a través del calentamiento y la combustión

Se considera que la biomasa es una fuente renovable de energía porque su valor procede del sol. A través del proceso de la fotosíntesis, la clorofila de las plantas captura su energía y convierte el dióxido de carbono (CO_2) del aire y el agua del suelo en carbohidratos, para formar la materia orgánica. Cuando estos carbohidratos se queman, regresan a su forma de dióxido de carbono y agua, liberando la energía que contienen. De esta forma, la biomasa funciona como una especie de batería que almacena la energía solar.

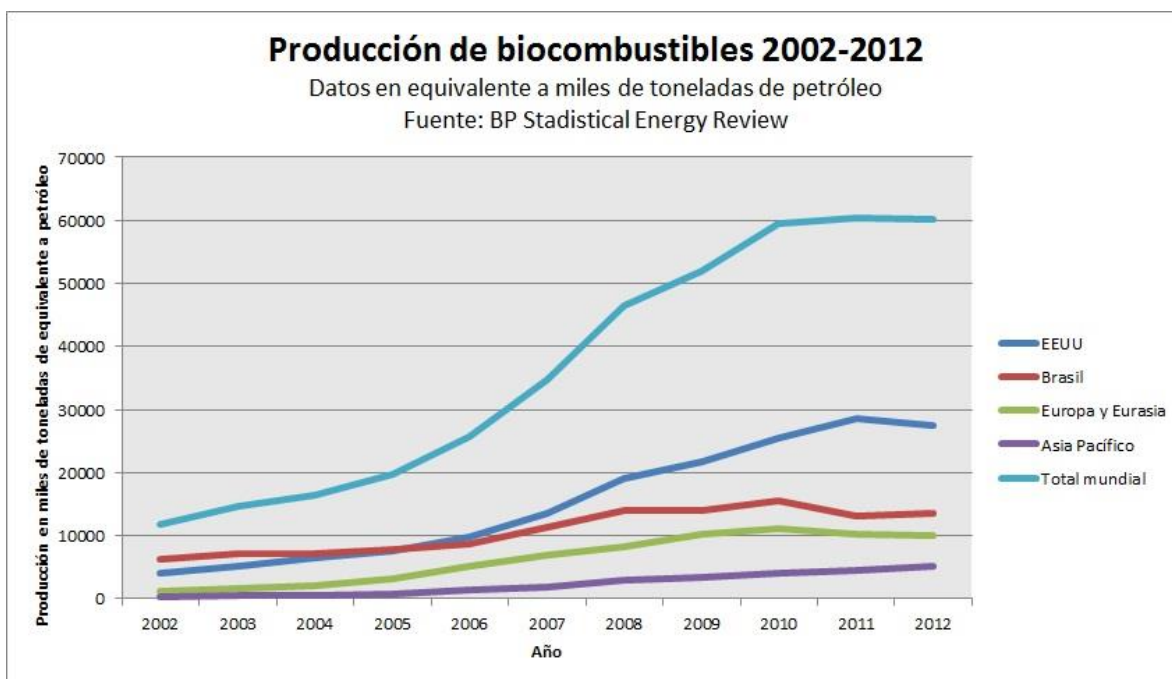
Las fuentes de biomasa que pueden ser utilizados para la generación de energía cubren un gran rango de materiales y fuentes: los residuos de la industria forestal y la agricultura, los desechos urbanos y las plantaciones energéticas se usan, generalmente, para procesos modernos de conversión que involucran la generación de energía a gran escala, enfocadas a la sustitución de combustibles fósiles.

Los biocombustibles surgen ante la necesidad de mantener una creciente producción de insumos que garanticen un crecimiento económico y que garanticen un combustible que sea renovable para mejorar el medio ambiente.

En nuestros días, existen principalmente dos biocombustibles que buscan su aplicación en el sector transporte: el etanol y el biodiésel.

3.1. Los biocombustibles como alternativa

El biocombustible es el término con el cual se denomina a cualquier combustible que derive de la biomasa. Los biocombustibles usan la biomasa vegetal sirviendo de fuente de energía renovable para los motores. Su uso genera una menor contaminación ambiental y son una alternativa viable al agotamiento ya sensible de energías fósiles, como el gas y el petróleo.



3.1. Los biocombustibles en el mundo

Algunos países desarrollados han asumido los biocombustibles como un camino para la sustentabilidad económica y ambiental y la promueven en el mundo como una solución al creciente desabasto de combustibles derivados del petróleo. Sin embargo, debemos considerar sus ventajas y desventajas como un camino cierto y definitivo para su utilización en los sectores productivos, principalmente el que nos mantiene ocupados: el transporte.

3.1.1. Ventajas de los biocombustibles

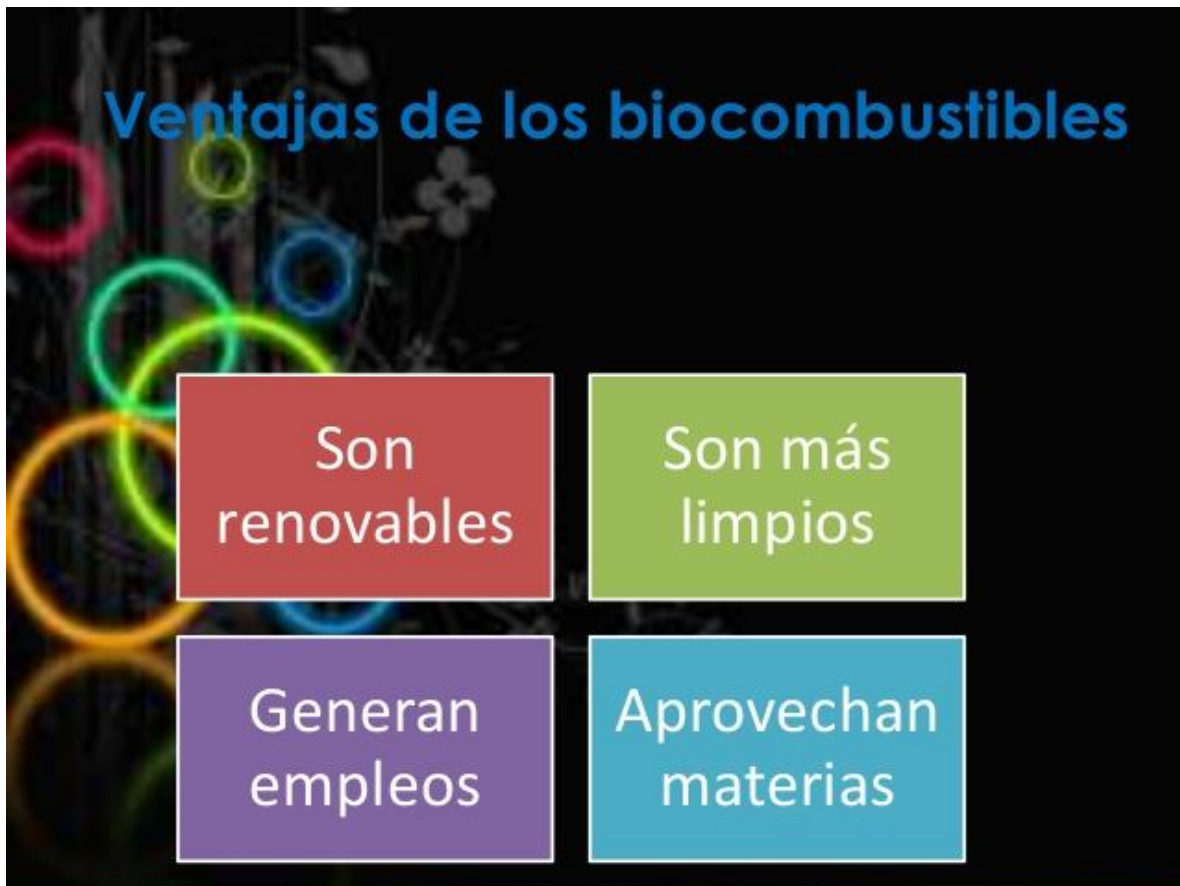
a) Los biocombustibles no incrementan los índices de CO₂ en la atmósfera, con lo que se reduce sustancialmente el peligro del efecto invernadero.

b) Proporcionan una fuente de energía renovable y por lo tanto inagotable, a diferencia de los combustibles fósiles.

c) Revitalizan las economías rurales y generan empleo al favorecer la puesta en marcha de un nuevo sector en el ámbito agrícola.

d) Se aprovechan las tierras con bajo valor agrícola y que en ocasiones se reducen a la baja producción de cultivos muy tradicionales.

e) Se mejora la competitividad mundial al no tener que importar fuentes de energía tradicionales.

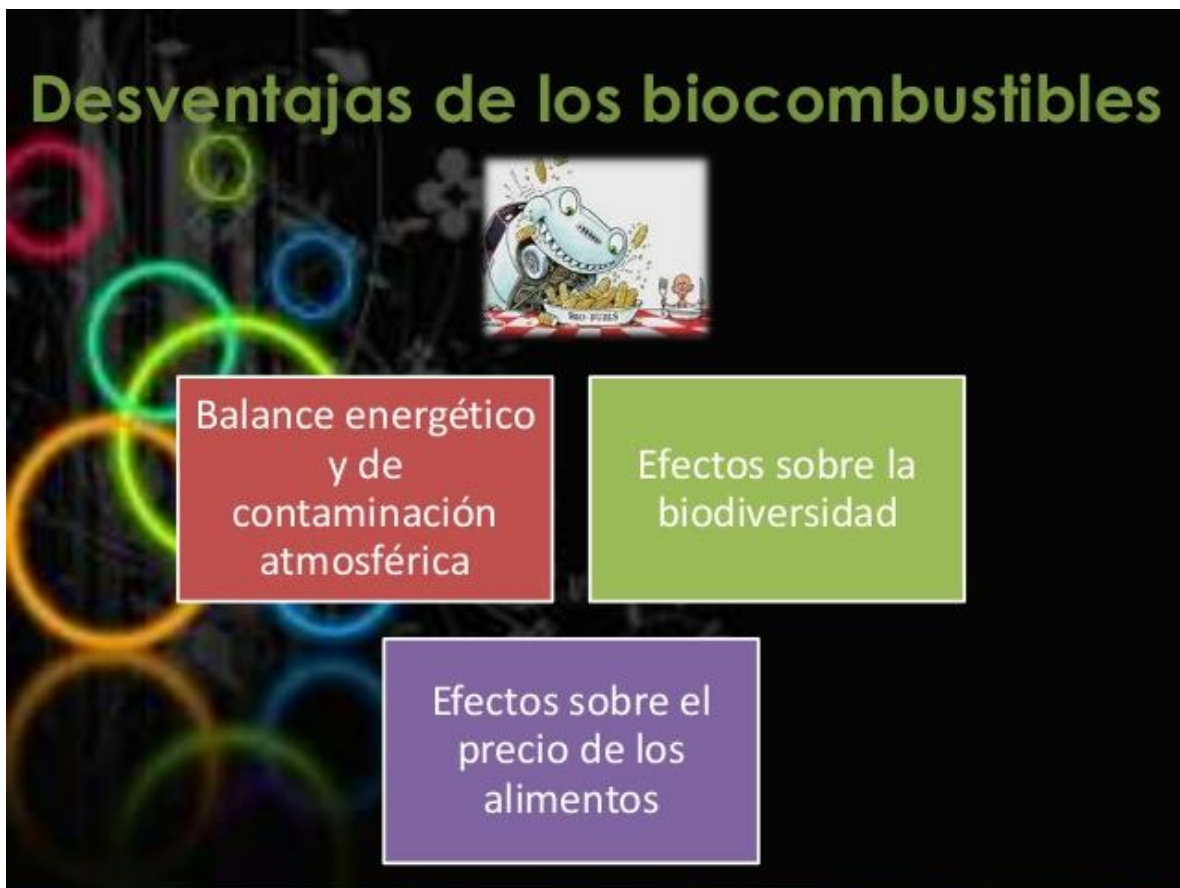


3.2. Ventajas de los biocombustibles

3.1.2. Desventajas de los biocombustibles

- a) Los costos de producción de los biocombustibles puede ser mayor al que se tiene con los combustibles fósiles.
- b) Se requieren de grandes extensiones de tierra para el cultivo de los bioenergéticos y en algunos países esto se convierte en una tarea muy difícil de implementar.
- c) El uso de los biocombustibles está destinado a motores muy definidos y no generan el rendimiento y la potencia total, sino que requieren de alguna mezcla.
- d) No existe, en algunos países, la cultura de la utilización de los campos para el cultivo de bioenergéticos en lugar de alimentos.

Como es de notarse, ante la realidad en el uso de biocombustibles en el mundo, han surgido y seguirán surgiendo voces a favor y en contra del tema.



3.3. Desventajas de los biocombustibles

Echando solo un vistazo a esta realidad es que pongo en la mesa las siguientes reflexiones: En el mundo existen cerca de 800 millones de vehículos que consumen el 50% de la energía que se produce en el planeta, lo que hace que el automóvil sea el primer causante en la generación de gases de efecto invernadero que promueven el calentamiento global. Existe cada vez más una conciencia colectiva de que se deben tomar acciones mundiales para mitigar este efecto, pero en la realidad, se han tomado muy pocas acciones que conduzcan a ello. La Unión Europea encabeza esta conciencia de cambio y ha sido la pionera en la utilización de biocombustibles para bajar los índices del calentamiento global, pero también tiene claro que los campos europeos no son suficientes para la producción de los granos transgénicos en donde están basados. Por otra parte, Estados Unidos está claro que él es el primer consumidor de la energía generada y aunque tiene muchas tierras de cultivo, entiende que también tendrá que depender de las importaciones para poder cubrir su demanda, las cuales se encuentran principalmente en América latina, África y Asia y que a su vez, tendrán que lidiar con la problemática de que esos campos sean utilizados para cultivos energéticos y dejen de lado los campos para la alimentación, quedando pendientes los problemas económicos y sociales en estas regiones.

Cuadro 1
SUPERFICIE EN SIEMBRA DIRECTA A NIVEL MUNDIAL Y EN LOS DIFERENTES PAÍSES

Pais	Superficie en SD (hectáreas)
Estados Unidos ¹	28,700,000
Brasil ²	26,863,000
Argentina ³	21,000,000
Canadá ⁴	13,400,000
Australia ⁵	9,000,000
Paraguay ⁶	1,500,000
Norte de India, Pakistán ⁷	1,500,000
Bolivia ⁸	417,000
África del Sur ⁹	300,000
España ¹⁰	300,000
Venezuela ¹¹	300,000
Uruguay ¹²	288,000
Francia ¹³	150,000
Chile ¹⁴	130,000
Italia ¹⁵	80,000
Colombia ¹⁶	70,000
México ¹⁷	50,000
Gana ¹⁸	45,000
Otros	1,000
Total	105,093,000

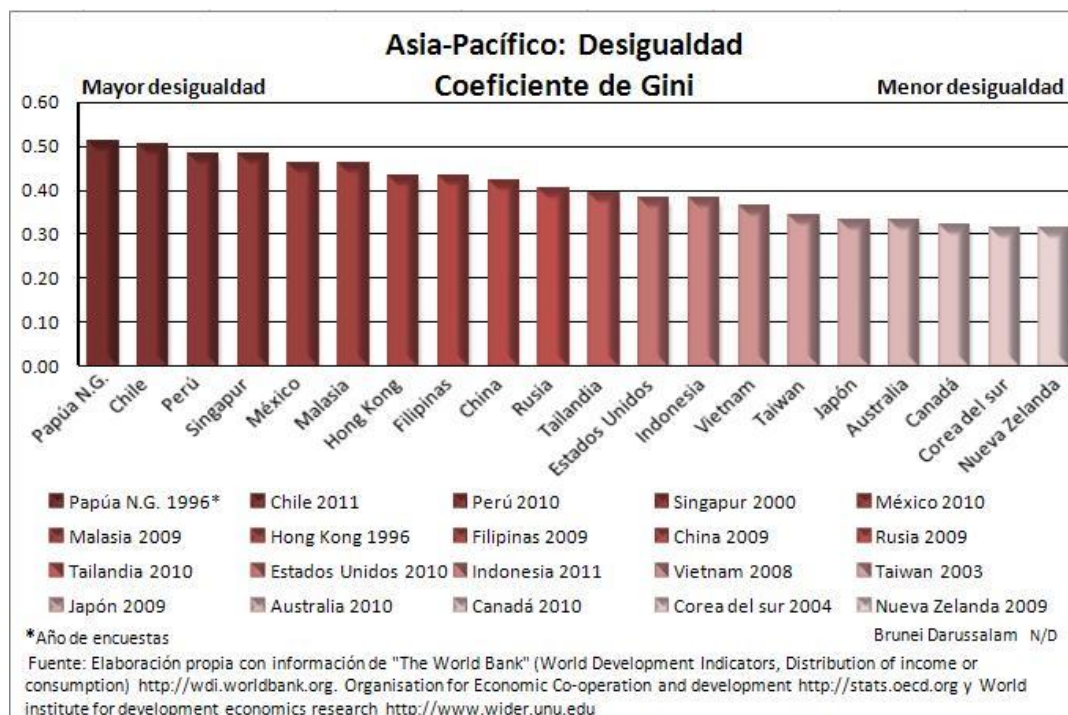
Fuente: Derpsch y Benitz (2004) en base a:
¹ CTRC, 2008; ² FEBRAPROB, 2008; ³ AA PRESD, 2008;
⁴ McKel, D. Soil Conservation Council of Canada, 2008;
⁵ Chadree, B. WATFA, 2010; ⁶ MAC-DEAG, Soil Conservation Program, 2008; ⁷ Hobbs, R. 2008;
⁸ Los, C. 2008, pers. comm.; ⁹ Fowler, R. 2008;
¹⁰ Martínez Webb, A.-EGAF 2008; ¹¹ Percec, R.-2010;
¹² AUSD, 2008; ¹³ ECAR, 2010; ¹⁴ Crovetto, C. 2008;
¹⁵ ECAR, 2008; ¹⁶ Times, R.-2008; ¹⁷ Ekboir, J. (ed) 2008;
¹⁸ Ekboir, J. et al., 2008

3.4. Tierras para la producción de bioenergía

La industria biotecnológica ha visto en los biocombustibles una oportunidad para ampliar sus negocios, principalmente porque le permitirán permanecer por largo tiempo en el mercado, a pesar de la oposición de los consumidores en todo el mundo que han rechazado los transgénicos como alimentos.

La incorporación de cultivos transgénicos en la elaboración de biocombustibles ayudará a la industria biotecnológica a mejorar su imagen, que se ha deteriorado en los últimos años y después de muchos intentos de esta industria por llegar a la modernización, con la variedad de estos transgénicos aplicados al sector, se verán recompensados sus esfuerzos.

Pero la solución debe ser más profunda y la conciencia más honesta, ya que los biocombustibles no son la solución directa y eterna al problema del calentamiento global, ni a los problemas económicos y sociales entre los pueblos, la humanidad deberá trabajar más profundamente en otros aspectos que hasta ahora no ha asumido: el bien común, el acortamiento en la brecha entre los ricos y los pobres, llevar la tecnología a todos los pueblos y los adelantos educativos como una forma de salir de la pobreza a la que se encuentran anclados muchos pueblos del orbe.



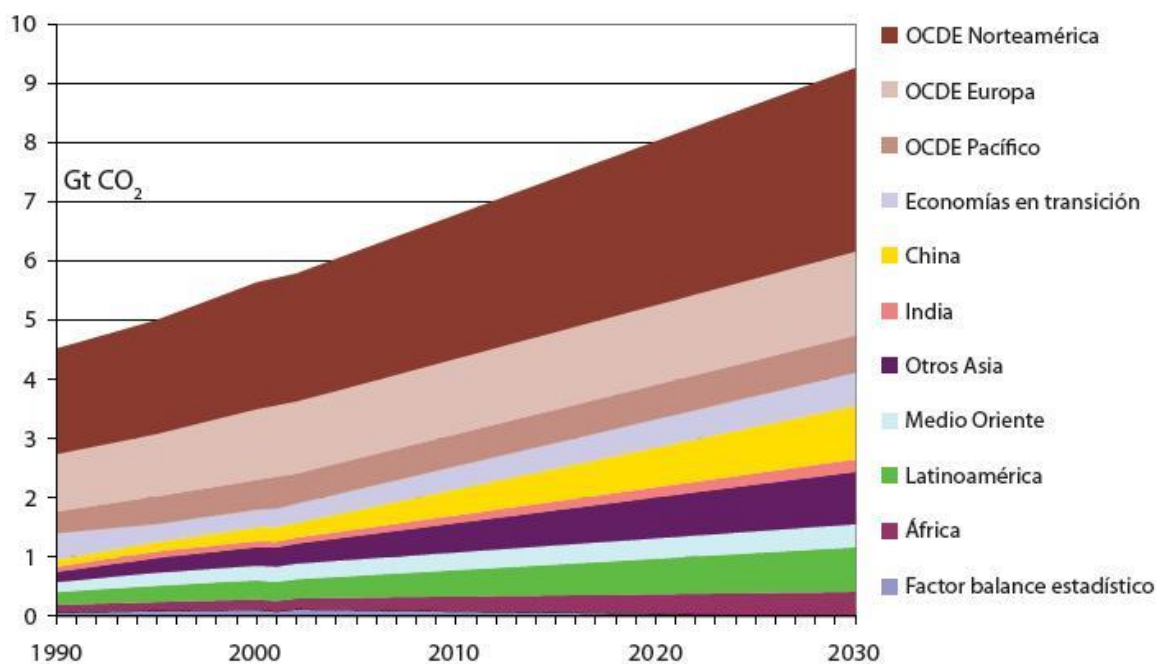
3.5. Desigualdad entre los pueblos

3.2. El Biodiésel

La demanda de la energía en la Unión Europea y en los países desarrollados ha aumentado a partir de 1986 en un 2% de forma anual, durante este periodo ha disminuido la producción energética derivada de los combustibles fósiles, pero se ha incrementado el consumo en áreas como la industrial, la vivienda y el sector automotriz.

El sector automotriz es quien más ha despuntado en la utilización de la energía y es el sector que más contribuye en la emisión de gases de efecto invernadero, es por esta razón que los encargados de formular políticas energéticas deben encontrar soluciones para reducir los efectos negativos en el uso del transporte sin reducir sus efectos positivos en la productividad de los pueblos.

EMISIONES MUNDIALES DEL TRANSPORTE, 1990-2030

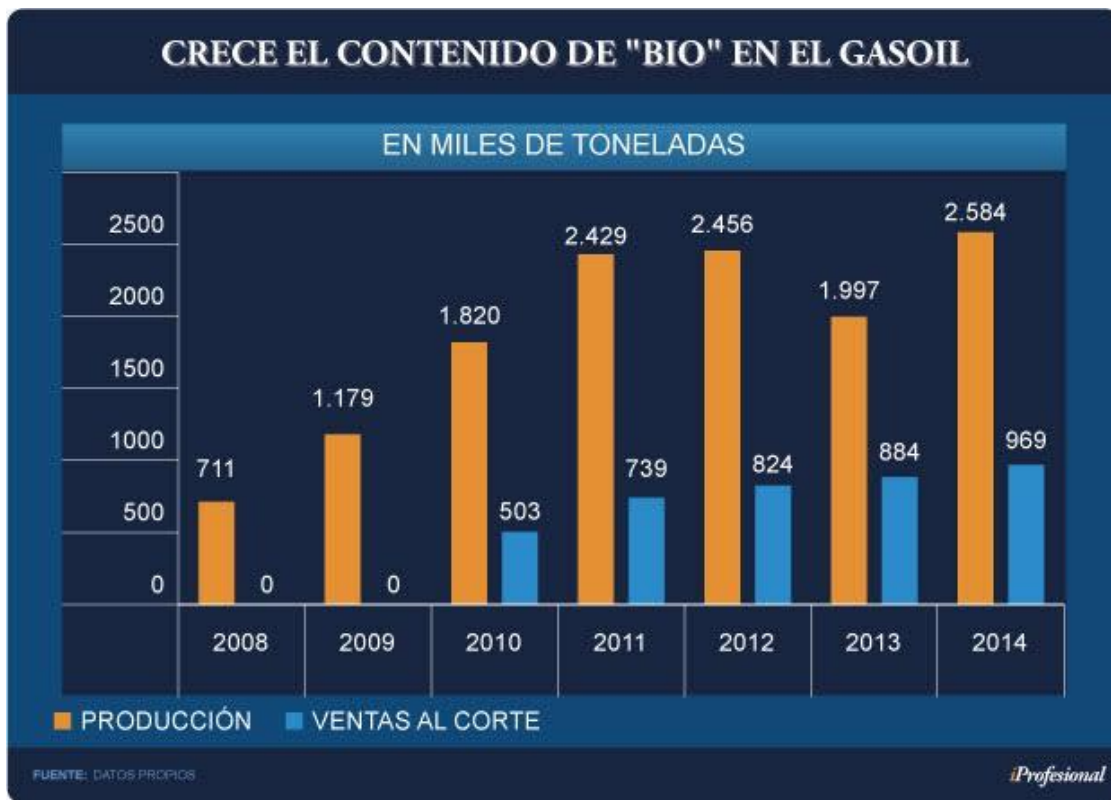


3.6. Contaminación del transporte en el mundo

En este sentido, la producción y uso de combustibles alternativos que sustituyan a los derivados del petróleo son una clara tendencia de los países desarrollados; los

biocombustibles líquidos derivados de la biomasa son los que ofrecen a corto y mediano plazo las mejores soluciones.

La legislación de la Unión Europea estableció que a partir del 2010, todo gasoil que sea utilizado en Europa, deberá contener 10% de biodiésel. El biodiésel es pues, una alternativa de solución que hay que tener en cuenta en el sector transporte, ya que por cada tonelada de biodiésel que se utilice, se evitarán 2.5 toneladas de dióxido de carbono (CO₂), además de disminuir las emisiones de dióxido de azufre del diésel y evitarán la lluvia ácida.



3.7. Biodiésel en el gasoil

3.2.1. Definición del biodiésel y breve historia

El biodiésel se describe químicamente como una mezcla de ésteres de alquilo (metilo y etilo, principalmente), con cadenas largas de ácidos grasos. Estas cadenas al estar oxigenadas, le producen al motor, una combustión más limpia.

En 1913 Rudolph Diesel dijo: *“El uso de aceites vegetales como combustibles puede parecer insignificante el día de hoy, pero con el tiempo pueden convertirse en combustibles tan importantes como el petróleo o el carbón lo son en nuestros días”* y a más de un siglo, esto es ya una realidad.

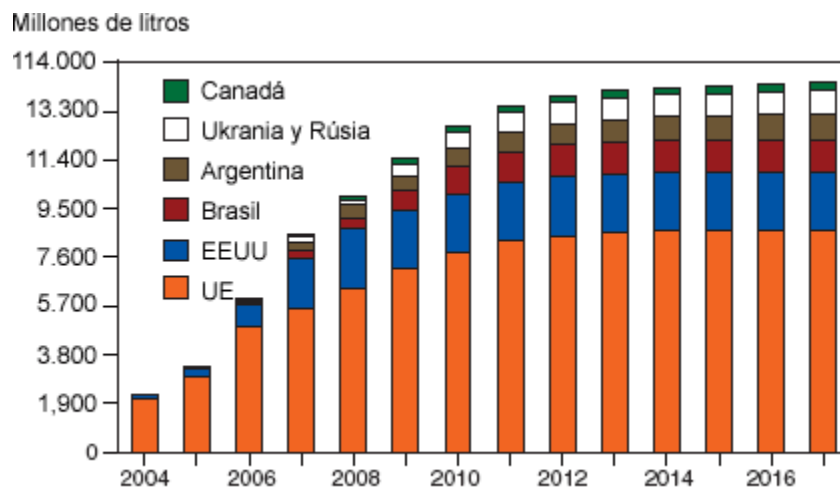
El biodiésel y la glicerina son los dos productos que se obtienen en el proceso químico que sucede de la mezcla de aceite vegetal o grasa animal con un alcohol y un catalizador, proceso que se conoce como transesterificación. Esta técnica aplicada a los aceites vegetales fue desarrollada en 1853 por E. Duffy y J. Patrick con el objetivo principal de obtener glicerina y utilizarla como materia prima para la elaboración de jabón, muchos años antes de que se hubiera inventado el motor a diésel.

Los primeros motores automotrices modernos a diésel fueron desarrollados a partir de la segunda mitad del siglo XIX. El 10 de octubre de 1893, el francés R. Diesel patentó un nuevo modelo de motor de combustión interna que funcionaba con aceite de cacahuete, invento que le permitió ganar el premio principal de la Feria Internacional de París en 1900. Hasta principios del siglo XX los motores automotrices utilizaban dos tipos de combustible: los derivados del petróleo y los biocombustibles, pero en 1920 se impulsó fuertemente a nivel internacional la penalización de la marihuana (principal materia prima para la elaboración de los biocombustibles por su bajo costo), lo que favoreció la explotación y comercialización de los derivados del petróleo y la tecnología que los ocupa, entre ellos el motor a diésel.

El biodiésel que actualmente conocemos y fruto de la transesterificación fue utilizado por primera vez en motores automotrices durante la segunda guerra mundial, debido a la carencia de los derivados del petróleo en esa época. Pero fue hasta los finales de los años 70's y principios de los 80's donde, debido a los altos costos del petróleo se promovió una gran investigación de la técnica de obtención de biodiésel de una gran variedad de aceites vegetales y grasas animales en la búsqueda de nuevas formas de energía.

3.2.2. El Biodiésel en la actualidad

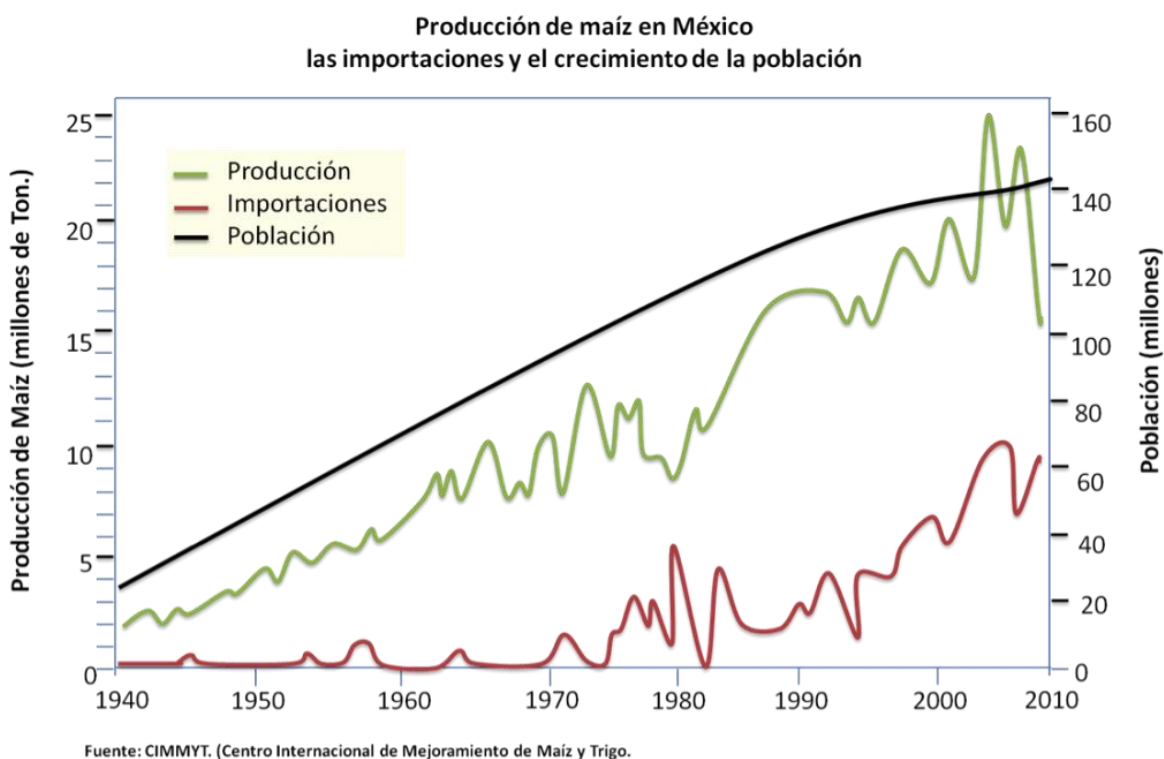
Como he comentado con anterioridad, la vanguardia en la producción y consumo de biodiésel la tiene la Unión Europea, pero no podemos excluir la posición que guarda Estados Unidos en el tema, ya que ellos son los que consumen el 25% de la energía generada en el planeta y ante la imposibilidad de abastecerlos con los hidrocarburos, se han planteado ya la política del desarrollo tecnológico para la elaboración del biodiésel. En el año 2006, el presidente Bush lanzó la “Advanced Energy Initiative” con la finalidad de incrementar el financiamiento para la producción de biocombustibles, mismo que fue aprobado por el Congreso incrementando la producción de combustibles alternos por 35 billones de galones al año. En enero de 2011 la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) aprobó el uso de gasolina con un 15% de etanol para vehículos fabricados entre el 2001 y el 2006. Estados Unidos es el único país que ha adoptado un mandato de uso para biocombustibles de segunda generación y ha definido el volumen de diferentes biocombustibles que tienen que ser mezclados con el combustible convencional a partir del 2006 y hasta el 2022.



3.8. Producción de biodiésel en Estados Unidos

En el caso de México, es bien sabido que no somos líderes en la producción de biocombustibles, pero a partir de la aprobación de la “Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos” en el 2007, ha iniciado su propuesta de producción de biocombustibles. Desde esta perspectiva, ha entrado tarde al mercado internacional de los bioenergéticos,

respecto a países como Estados Unidos y Brasil, los cuales lo vienen trabajando desde la década de los 70's. Comentario aparte es el que en dicha ley, se aprueba la promoción de bioenergéticos a partir del maíz, lo cual contraviene a nuestra cultura alimentaria, ya que en nuestro país, la base de la alimentación es precisamente el maíz y muchos campesinos que lo siembran lo utilizan exclusivamente para su consumo. La producción del maíz en México, ocupa más del 40% de las tierras de cultivo (21.8 millones de hectáreas). La SAGARPA informa que un tercio del maíz que se requiere en México es traído de Estados Unidos, porque nuestra producción no nos alcanza para la autosuficiencia. Sin embargo en México ya se produce etanol a partir del maíz en el estado de Sinaloa y es precisamente este estado, el que tiene la mayor producción de este grano en México.

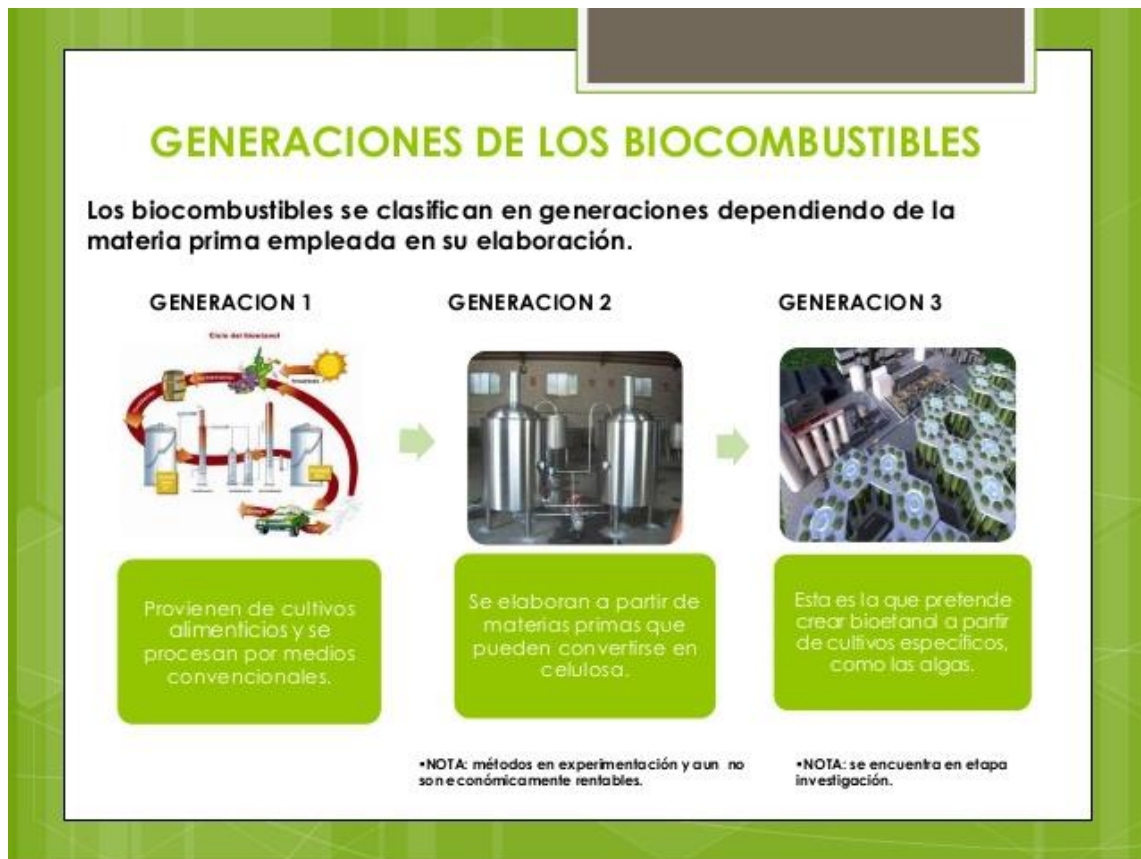


3.9. Producción de maíz en México

La producción de energías alternativas para nuestra nación es esencial, sin embargo, la producción de biocombustibles provenientes del maíz no es una opción, ya que compite con los alimentos, sobre todo si proviene del maíz blanco.

En el caso de Estados Unidos, la producción de biocombustibles proviene de una estrategia competitiva dentro del mercado mundial y es también una opción al uso intensivo de combustibles fósiles.

Los biocombustibles de segunda generación, aquellos producidos con material celulósico y que no compiten con los alimentos, para algunos investigadores y empresarios, es el futuro de la energía alternativa, sin embargo, la tecnología que se requiere actualmente para su producción resulta muy costosa.



3.10. Generaciones del biodiésel

3.2.3. Aspectos técnicos del biodiésel

El término bioenergía se refiere a la energía obtenida por la biomasa, que es la fracción biodegradable de productos, desperdicios y residuos de la agricultura (de origen animal y

vegetal), forestal y relativa a las industrias. Una amplia variedad de los productos de la biomasa pueden ser usados para producir bioenergía en una variedad de formas; por ejemplo: alimentos, fibra y residuos de madera del sector industrial. Los materiales de la biomasa tradicional, que incluye combustible de madera, carbón y composta, siguen siendo importantes recursos de bioenergía en muchos países del mundo. Los insumos sólidos o líquidos provenientes de la biomasa son procesados para generar energía. Los biocombustibles sólidos incluyen leña y carbón vegetal, los biocombustibles gaseosos incluyen el biogás y el hidrógeno y los biocombustibles líquidos incluyen el biodiésel y el bioetanol.

El más grande y rápido crecimiento se ha dado en los biocombustibles líquidos aplicados al sector transporte y haciendo una mezcla con los energéticos derivados del petróleo. Los biocombustibles líquidos se pueden clasificar como de primera y de segunda generación y su diferencia radica en la biomasa, ya que los de primera generación utilizan como materia prima los granos, los azúcares o las semillas.

βgal **Biodiésel: Materias primas** βgal

- **Aceites vegetales**

- Primera generación
 - Comestibles



- Segunda generación
 - No comestibles



- Tercera generación
 - Algas



AXOBER - V Jornadas Enerxías Renovables e Aforro Enerxético

Los biocombustibles de segunda generación son los que se basan en biomasa linocelulósica no comestible y de residuos de cultivo, de alimentos o forestales.

En términos comparativos, respecto a los biocombustibles de primera generación, los biocombustibles de segunda generación son: no comestibles y por tanto no compiten directamente con la producción de comida; pueden ser exclusivamente destinados para la producción energética e incrementan la eficiencia del uso de la tierra.

Para la elaboración de biodiésel de primera generación, se han utilizado muchas materias primas:

- Aceites vegetales convencionales: Aceite de girasol, aceite de coco, aceite de soya y aceite de palma, entre otros.
- Aceites vegetales alternativos: Aceite de piñón, aceite de ricino.
- Aceites de semillas modificados genéticamente: Aceite de girasol de alto oleico.
- Grasas de animales: Grasas de pollo, de cerdo o de bovinos.
- Aceites comestibles usados: Aceites de frituras.
- Aceite de microalgas.
- Aceite de otras fuentes: Como el aceite de pescado.

Para hacer una evaluación de la calidad del biodiésel, se deben tener en consideración algunos aspectos importantes como la viscosidad, los niveles de azufre, los índices de yodo, los niveles de carbón residual, el contenido de glicerina, el contenido de fósforo, el número de cetanos, el contenido de metanol, el punto de ebullición, el punto de inflamación, la estabilidad para la oxidación, su densidad, su estabilidad térmica y su punto de escurrimiento, entre otros más. Desde luego que no ahondaré en estos puntos, puesto que no son razón del tema que nos ocupa y solo los expreso de forma enunciativa, con la finalidad de hacer notar que la designación de la materia prima que ha de escogerse para la elaboración de biodiésel, depende de todos estos factores.

3.2.4. La soya como alternativa para la producción de biodiésel

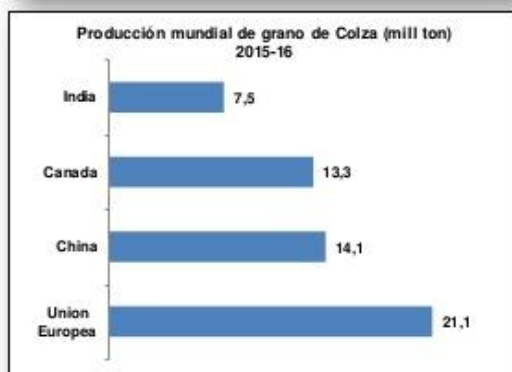
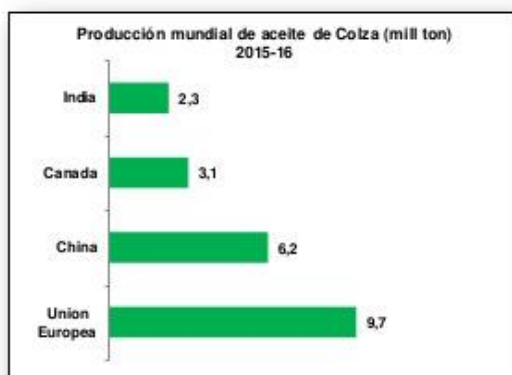
Sin lugar a dudas el costo más importante en la operación de una planta es la proveniente de la adquisición de materias primas. La soya, el maíz, la semilla de algodón, la semilla de

girasol, el maní, constituyen las principales materias primas en Estados Unidos para producir biodiésel, que depende principalmente de la oferta de los mismos y sus precios.

En Europa los principales insumos para la producción de aceites son: la colza, el girasol y la soya. Los aceites derivados de la colza tienen un incentivo especial y las garantías sobre los vehículos vendidos son invalidadas cuando se comprueba el uso de combustibles no autorizados. La industria automotriz ha asumido a la colza como el insumo más conveniente para la elaboración del combustible.



Estadísticas de Producción



Producción Argentina

2012/15: 115.020 ton

Fuente: USDA, 2015

8

3.12. Producción de colza en Europa

En Centro América se ha asumido el aceite de palma para la producción de biodiésel; en Honduras por ejemplo está vigente el proyecto: “Megaproyecto de la siembra de palma africana para la producción de biodiésel” y Guatemala es el tercer productor de aceite de palma africana de América Central. En Costa Rica el cultivo de la palma africana

representa el tercer cultivo más importante por área sembrada. Como es de notarse, América Central ha optado por la palma africana como insumo para la producción de biodiésel.

En América del sur está diferenciada. La palma africana es el principal producto agrícola para la producción de biodiésel en lo que refiere a Colombia. En Brasil por ejemplo, dos terceras partes de la producción de biodiésel están basadas en la soya y según datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, la producción de soya brasileña, alcanzó el record de 58.8 millones de toneladas y la mitad eran para la exportación sólo en los años 2006 y 2007. A partir del 2008 Ecuador ha iniciado la producción de biodiésel y ha optado también por la palma africana como principal insumo para la producción del mismo. Argentina es el principal productor de soya en América Latina y en el año 1998 la American Soybean Association (entidad que agrupa a 400,000 productores de soya en los Estados Unidos), firmó un acuerdo con las Confederaciones Rurales Argentinas y la Facultad Regional de Buenos Aires, dependiente de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) para la producción de biodiésel a partir de soya, ya que estas instancias realizaron experimentos en el año 1997 en su aplicación para el sector transporte y a partir del 2000 iniciaron con su producción.

Ranking	Producto	2014 (estimado)	2013	2012	2011	2010	2009	2008
Producción mundial de biodiesel		29.12	27.06	24.19	22.31	18.37	16.20	14.18
Producción mundial de biodiesel en base a aceite de soja		7.29	7.00	6.83	7.37	5.34	4.38	4.53
1 ^º	USA	2,27	2,50	1,83	1,88	0,52	0,96	1,62
2 ^º	Brasil	2,16	1,89	1,80	1,91	1,74	1,10	0,85
3 ^º	Argentina	2,05	2,00	2,46	2,43	1,82	1,18	0,71
4 ^º	Unión Europea	0,40	0,27	0,44	0,84	0,97	0,85	1,14
Producción mundial de biodiesel en base a aceite de colza		6.41	6.23	6.25	6.23	6.34	5.71	4.98
1 ^º	Unión Europea	5,76	5,64	5,64	5,64	6,07	5,42	4,70
2 ^º	USA	0,33	0,29	0,36	0,38	0,11	0,15	0,18
Producción mundial de biodiesel en base a aceite de palma		9.56	8.59	6.82	5.12	3.99	3.37	2.28
1 ^º	Indonesia	3,80	2,63	1,99	1,38	0,68	0,40	0,32
2 ^º	Unión Europea	2,28	2,51	1,93	1,42	1,45	1,54	0,94
3 ^º	Tailandia	1,00	0,95	0,92	0,79	0,65	0,57	0,40
4 ^º	Malasia	0,63	0,47	0,25	0,17	0,19	0,24	0,20
5 ^º	Colombia	0,54	0,50	0,49	0,44	0,34	0,17	0,04
6 ^º	Singapur	0,42	0,41	0,55	0,34	0,12	0,05	0,00
Producción mundial de biodiesel en base a aceite de girasol		0.18	0.19	0.18	0.15	0.14	0.20	0.13
Producción mundial de biodiesel en base a sebo		2.17	1.94	1.52	1.43	0.98	1.03	0.87
Producción mundial de biodiesel en base a otras materias primas		3.52	3.16	2.61	2.03	1.55	1.51	1.33

Fuente: OI World Statistic Update

3.13. La soya para el biodiésel

México ha iniciado su incursión en la producción de materias primas para la elaboración de biodiésel y quiero remarcar estos esfuerzos.

En el Estado de Chiapas en el año 2006 fue creada la Comisión de energéticos y al año siguiente se consolidó como el Instituto de Bioenergéticos y Energías Alternativas del Estado de Chiapas (IBEA) y optaron por el piñón (*jatropha curcas*) como el insumo para la producción de biodiésel para poder cubrir las necesidades propias del estado en la utilización en el transporte público local. Es el primer estado en México que creó una planta de biodiésel en Puerto Chiapas con el permiso de la Secretaría de Energía para la producción, almacenamiento y comercialización de biodiésel.



3.14. Producción de biodiésel en Chiapas

En el año 2007 la empresa Pro Palma se instaló en el Puerto de Lázaro Cárdenas con el apoyo de Daymler Chrysler y el gobierno del Estado de Michoacán para generar 9 millones de litros de biodiésel al año y poniéndose como meta el cultivo de 240,000 hectáreas de *jatropha curcas* para la elaboración de biodiésel.

Tamaulipas y su zona del Mante (Altamira, González y el Mante) se han convertido en el principal productor de soya en el territorio nacional, desplazando a estados como Chihuahua y Sonora.

En Monterrey el Grupo Energético S.A. en alianza con el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) instalaron una planta productora de biodiésel para una producción mensual de 500, 000 litros mensuales para el consumo del transporte en el norte del país y basada su producción en la palma africana.

México ha quedado muy rezagado en el cultivo, producción y comercialización no solo de soya, sino de otras materias primas que sustenten la elaboración de biodiésel para cubrir las necesidades de nuestro país.

El rezago en México

- 1920's Rusia obtenía metanol en cantidades importantes por pirólisis de la madera.
- En 1996 Alemania tenía más de 1,000 centros de venta de biodiesel, hoy en día cuenta con más de 1,900.
- En los Estados Unidos, hoy en día hay casi 1,500 gasolineras con venta de biodiesel.
- En México no hay ninguna.



3.15. Producción de biodiésel en México

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS Y FACTIBILIDAD

El biodiésel es un combustible líquido que puede utilizarse en motores a diésel en el sector autotransporte y sin realizar ninguna modificación a los componentes de la unidad; puede utilizarse puro o mediante alguna mezcla con algún gasoil. El biodiésel es renovable, biodegradable, no tóxico y no contamina. La gran importancia de su renovabilidad radica en que, comparado con el resto de los combustibles fósiles como el petróleo y sus derivados, el gas natural y el carbón, se puede producir ilimitadamente a partir de aceites y grasas animales y vegetales y como lo he mencionado en el capítulo anterior, más efectivamente con la soya, como producto base.

Mientras existan tierras de cultivo para esta semilla o para cualquier otra, estaremos en capacidad de producir biodiésel, cubriendo las necesidades del mercado.

Su carácter de no contaminante está determinado por el hecho de que en su combustión se reducen las emisiones de los principales contaminantes con efecto invernadero y, por ende, del calentamiento global. También se reducen las emisiones de humos visibles, partículas sólidas, azufre (uno de los responsables de la lluvia ácida), hidrocarburos aromáticos y otros elementos nocivos para la salud.

El proceso para la elaboración de biodiésel a partir de la soya, no entraña grandes misterios: un aceite orgánico que reacciona con alcohol y produce biodiésel más glicerina. Su proceso de traslado y de almacenamiento resulta más seguro que el derivado del petróleo, ya que posee un punto de ignición más elevado, ya que se encuentra en los 148°C contra los escasos 51°C del gasoil.

Su biodegradabilidad nos asegura una oportunidad frente a los siniestros ecológicos producidos a partir de derrames de hidrocarburos, que se suelen dar con frecuencia en nuestro país. No requiere una infraestructura especial para su distribución por lo que resulta muy sencillo el poderla incorporar a nuestros procesos ya existentes.

EL CICLO DEL BIODIÉSEL



4.1. Proceso de producción de biodiésel

Su biodegradabilidad nos asegura una oportunidad frente a los siniestros ecológicos producidos a partir de derrames de hidrocarburos, que se suelen dar con frecuencia en nuestro país. No requiere una infraestructura especial para su distribución por lo que resulta muy sencillo el poderla incorporar a nuestros procesos ya existentes.

Propiedades del biodiesel vs. diesel del petróleo⁽¹⁾

Propiedades	Biodiesel	Diesel
Norma del combustible	ASTM D975	ASTM PS121
Composición	C12-C22 FAME	C10-C21 HC
Metilester	95.5->98 % (normas)	-
Carbono (% peso)	77	86.5
Azufre (% peso)	0-0.0024	0.05 máx.
Agua (ppm peso)	0.05 % máx.	161
Oxígeno (% peso)	11	0
Hidrógeno (% peso)	12	13
No. Cetano	48 - 55	40-55
PCI (KJ/Kg)	37,700	41,860
Viscosidad cinem. (40° C)	1.9-6.0	1.3 - 4.1
Punto de inflamación (°C)	100-170	60 - 80
Punto de ebullición (°C)	182-338	188-343
Gravedad específica (Kg/l) (60°F)	0.88	0.85
Relación de aire/combustible	13.8	15

4.2. Biodiésel vs. diésel

4.1. Resultado del uso del biodiésel en un motor

Los estudios realizados en favor de la utilización de biodiésel derivado de la soya en el autotransporte son muy extensos y aunque no pretendo realizar una tesis que dé una contundencia de los resultados experimentales, sólo me permitiré mencionar que a partir de los años 80's Volks Wagen realizó los primeros estudios sobre el comportamiento del uso del biodiésel en los motores a diésel con una mezcla del diésel convencional; la ONU también ha realizado algunos estudios al respecto y ellos coinciden en los puntos más importantes que me permito enunciar:

- a) Prestaciones en el motor: El mayor número de cetanos en el biodiésel provoca menor presión en la combustión, reduciendo el ruido del motor y favoreciendo la reducción de partículas contaminantes. Por otro lado, aunque el biodiésel provoca una ligera disminución en la potencia y un leve incremento del consumo debido a su menor poder calorífico que el de los gasóleos, el rendimiento del motor no se ve afectado. Esta pérdida ligera de prestaciones es apenas perceptible por el usuario en mezclas inferiores a B10.
- b) Desgaste del motor y aceite de lubricación: El uso del biodiésel no provoca un desgaste anormal de los componentes metálicos del motor en relación con el diésel convencional. Sin embargo, se han encontrado algunos casos de corrosión de los inyectores y de la bomba de inyección asociada a la presencia de humedad absorbida por el biodiésel; así como una ligera disminución de la viscosidad del aceite, debido a que el biodiésel que pasa al aceite permanece en él (el diésel tiene componentes menos pesados que terminan por evaporarse y eliminarse del aceite).
- c) Lubricidad del combustible: La presencia de ésteres metálicos en la cámara de combustión, mejora las características de lubricidad en el combustible.
- d) Emisiones contaminantes: La presencia de oxígeno en las moléculas éster provoca una disminución importante en la cantidad de partículas emitidas (menor opacidad de humos), así como en general, una disminución de monóxido de carbono e hidrocarburo sin quemar, mientras que las emisiones de óxidos de nitrógeno se ven aumentados ligeramente.

- e) Limitaciones por baja temperatura: En climas templados y cálidos, en donde no suelen darse temperaturas bajas, los motores se comportaron bien, sin embargo en climas fríos, debido a que los puntos de enturbiamiento de los ésteres son mayores a los del diésel, puede suceder que se den ligeros problemas en el arranque.
- f) Incompatibilidad de materiales: Aunque es sabido que los ésteres son más agresivos que el diésel a los materiales como el caucho y algunas pinturas, en la actualidad, las armadoras ya están utilizando materiales compatibles con el biodiésel como el aluminio, el acero, el acero inoxidable, el teflón, el nylon, etc. Algunos materiales como el cobre, el latón, el bronce, el plomo, el estaño y el zinc tienen un efecto catalítico sobre el proceso de oxidación del biodiésel, por lo que debe evitarse su uso en los elementos del sistema de combustible.
- g) Estabilidad y formación de residuos carbonosos: Debido a que el biodiésel contiene yodo, favorece a los procesos de oxidación, disminuyendo la estabilidad del combustible en su proceso de almacenamiento prolongado y facilitando la formación de compuestos más pesados en las reacciones previas a la combustión, generando residuos en el motor y obstruyendo los inyectores.

4.1.1. Ventajas y desventajas del biodiésel

Algunas ventajas del biodiesel en su utilización frente al diésel son las siguientes:

- a) Presenta mejor lubricidad y cuando se encuentra en mezclas menores a B20 constituye un aditivo lubricante del combustible, favoreciendo el funcionamiento del circuito de alimentación y de la bomba de inyección.
- b) Prácticamente no tiene elementos aromatizantes, ni azufre.
- c) Contiene oxígeno (Aproximadamente un 11% de su peso), lo que le permite una adecuada combustión con menor relación al aire/combustible.
- d) Su temperatura mayor de inflamación (superior a 150°C) le permite reducir los riesgos de incendios durante su utilización y almacenamiento.

Ventajas y Desventajas del Biodiesel

Ventajas	Desventajas
Posee características fisicoquímicas similares a las del gasóleo y gracias a esto su utilización no requiere mayores cambios en los motores.	A bajas temperaturas puede empezar a solidificar y formar cristales, que pueden obstruir los conductos del combustible.
Tiene una combustión más completa, reduciendo las emisiones de SO ₂ y CO. Produce menos humo visible y olores menos nocivos.	Puede degradar ciertos materiales, tales como el caucho natural, por eso puede ser necesario cambiar algunas mangueras del motor antes de usar biodiesel .
Se puede producir a partir de insumos locales, reduciendo la dependencia al petróleo.	Su costo puede ser más elevado que el del Diesel.
Es altamente biodegradable en el agua.	



4.3. Ventajas y desventajas del biodiésel

- e) Su biodegradabilidad le permite desaparecer en menos de 21 días, con una degradación 4 veces más rápida que la del diésel convencional.
- f) No es soluble en agua y su toxicidad es inferior a la de cualquier combustible derivado del petróleo.

Pero el biodiésel también tiene algunas desventajas en comparación con el diésel que proviene del petróleo:

- a) Tiene un menor poder calorífico y por tanto un mayor consumo de combustible.
- b) Pierde en promedio un 5% en su potencia.
- c) Su uso en climas fríos, produce menor fluidez y en algunos casos se requiere la utilización de algún aditivo.

- d) Como realiza funciones de aditivo detergente, suele dejar sedimentos en la cámara de combustión y puede obstruir los inyectores.

Pero cuando se ponen en la balanza el biodiésel contra el diésel fósil, resulta muy competitivo el uso de los energéticos orgánicos, ya que se deben evaluar más argumentos que los que he expuesto en los renglones anteriores y que explicaré más adelante.

4.1.2. Mezclas del biodiésel

La ASTM (American Society For Testing Materials) es una organización autónoma internacional y es la encargada de tratar todos los materiales y métodos de prueba en casi todas las industrias, con un monopolio en las industrias petrolera y petroquímica. En Octubre de 2008 emitió una publicación en donde fomenta la utilización de energías renovables y alternativas para los sectores productivos, específicamente sobre el biodiésel y su aplicación en el sector autotransporte. La ASTM emite una serie de normas que favorecen la utilización del biodiésel garantizando las relaciones entre los sectores que lo producen, lo comercializan y los que lo utilizan finalmente. El Comité regulador de las normas del biodiésel es el D02.E0 y su responsabilidad está radicada en la normatividad para el uso de combustibles en quemadores, motores diésel y marinos y turbinas de gas que no se usen en aviación. Entre algunos miembros de esta comisión, se encuentran representantes de refinerías de petróleo, fabricantes de automóviles, fabricantes de motores, productores de biodiésel e instituciones académicas de todo el mundo.

La ASTM define al biodiésel como un combustible puro, denominado B100, que ha sido aceptado como un combustible alternativo para los departamentos de energía y transporte. Se declara que el B100 puede utilizarse en estado puro, pero se usará con mayor frecuencia como aditivo para el combustible fósil convencional.

Análisis	B100	B60	B30	B15	B5	Diesel	Especificación ASTM D-975	
							Min.	Máx.
Agua por Destilación, % por volumen	0.8	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	N/A (No Aplica)	
Cenizas, % por peso	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		0.01
Color Saybolt	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	1.5		3.0
Corrosión Lámina Cobre	1A	1A	1A	1A	1A	1A		2.0
Destilación (T en °C)								
Punto Inicial de Ebullición	204.3	191.1	190.1	171.8	174.9	182.0	Reportar	
50% recobrado	333.3	327.2	319.1	299.8	298.8	297.8		300
90% recobrado	345.5	347.5	352.6	350.6	354.6	357.7		360
Punto Final de Ebullición	353.6	351.6	362.8	362.8	372.9	380.0		390
Densidad a 60°F (kg/m ³)	926.05	901.85	882.17	871.30	868.63	865.97	Reportar	
Índice de Cetano	38.0	45.0	49.0	50.5	51.0	50.0	45	
Poder Calorífico, MJ/kg	37.52	40.0	42.95	44.2	45.01	45.43	N/A	
Punto de Inflamación, °C	84.3	64.3	64.3	62.3	62.3	62.3	52	
Punto de Fluidéz, °C	-18.0	-12.0	-13.0	-18.0	-14.0	-14.0		4
Punto de Nube, °C	-4.0	4.0	3.0	2.0	1.0	1.0	N/A	
Residuo Carbonoso, % por peso	<0.05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		0.2
Viscosidad Cinemática a 40 °C, mm ² /s	14.89	8.75	6.11	5.02	4.79	4.66	1.9	5.0

4.4. Mezclas del biodiésel

El Consejo Nacional de Biodiésel (NBB) declara que más de 170 empresas en los Estados Unidos están promocionando intensamente el uso del biodiésel y construyendo fábricas con una capacidad potencial de producción de aproximadamente 2.24 mil millones de galones por año.

Mapa de 140 facilidades productoras de Biodiesel en EE. UU.



Fuente: Biodiesel America's Advanced Biofuel, Don Scott Director of Sustainability, National Biodiesel Board, 2009

La industria estadounidense de Biodiesel ha sufrido muchos vaivenes en los últimos años, en función de múltiples variables: un gran entusiasmo por la ola verde; acceso a financiamiento a tasas muy atractivas; subsidios federales importantes; cupos nacionales de consumo proyectados hasta el año 2022 establecidos por el Environmental Protection Agency (EPA); y exportaciones facilitadas en gran medida por el uso de los mismos subsidios cuya intención era únicamente para el mercado nacional.

El gráfico se muestra los cambios dramáticos en producción total de los Estados Unidos, según datos del U.S. Energy Information Administration (EIA): desde su pico de 68,2 millones de galones (258 millones de litros) en agosto del 2008, cayó un asombroso 63% a 25,2 millones de galones (95 millones de litros) en marzo del 2009 – un plazo de apenas siete meses, resultado claro de la cancelación de los subsidios para Biodiesel exportado, terminando la era del “splash & dash”.

4.5. Empresas en Estados Unidos que producen biodiésel

El subcomité D02.E0 desarrolló en el año 2001 las normas para definir el proceso y las materias primas del biodiésel, así como la norma D6751 para definir las mezclas. Me permito referir sólo algunas normas vigentes y que aplican para nuestro estudio:

- a) La ASTM D6751-08 especificación para las existencias de mezclas de combustible biodiésel (B100) para combustibles de destilación intermedia, controlando las combinaciones secundarias y que brinda una información más precisa sobre cómo funcionará el combustible cuando el ambiente es más frío.
- b) La ASTM D975-08^a especificación para el fueloil para los motores a diésel (que se usa en aplicaciones convencionales y de todo terreno) y que ahora permite un B5 de biodiésel. Esto permite que las mezclas B5 se traten de la misma manera que el diésel convencional.
- c) La ASTM D7467-08 especificación para las mezcla de biodiésel (B6 a B20) de fueloil para motores a diésel, es una especificación que rige las propiedades de las mezclas que contienen entre 6% y 20% de biodiésel para ser usadas en unidades a diésel y todo terreno.

Las normas D6751 establecen un nivel mínimo de calidad para que los productores y los consumidores del biodiésel sepan qué esperar del producto.

El gobierno de los Estados Unidos adoptó las normas D6751 de la ASTM y han trabajado mucho en su expansión y la Ley de Independencia y Seguridad y Seguridad de 2007 exige el uso de dicha norma y obliga a los productores de combustibles a usar por lo menos 36 mil millones de galones de biodiésel para el año 2022.

Tabla 3 : Especificaciones para el uso de biodiésel.

Parámetro	Norma	Unidades	ASTM PS 121:99*	Limite CEN/TC 19**	Limite NBB***
Densidad (15°C)	ASTM D 1298 EN ISO 12185	g/cm3	0.860-0.900	0.860-0.900	
Viscosidad Cinemática 40°C	ASTM D 445 EN ISO 3104	cSt	1.9-6.0	3.5-5.0	1.9-6.0
Punto Inflamación V/C	ASTM D 93 ISO/CD 3679	°C	100 min.	101 min.	130 min.
POFF	IP 309	°C	Usuario	Usuario	Usuario
Punto de Nube	ASTM D 2500	°C	Usuario	Usuario	Usuario
Azufre	ASTM D 5453 UNE EN ISO 14596	%	0.05 max.	10 ppm max.	0.05 máx.
Residuo Carbonoso	ASTM D 4530 EN ISO 10370	%	0.05 max.	0.3 máx. (10%)	0.05 máx.
Agua y Sedimentos	ASTM D 2709	%	0.050 max.		0.05 máx.
Estabilidad Oxidación	prEN 14112	horas		min. 6	
Destilación 90%	ASTM D 86	°C	345 máx.		360 máx.
Agua	ASTM D 1533 EN ISO 12937			500 máx.	
Contaminación total	EN 12662	mg/kg		max. 24	
Corrosión al cobre	ASTM D 130 EN ISO 2160	-	Nº 3 máx.	Clase 1	Nº 3 máx.
Cenizas Sulfatadas	ASTM D 874 ISO 3987	%	0.02 máx.	0.02 máx.	0.02 máx.
TAN	ASTM D 664 prEN 14104	mg KOH/g	0.80 max.	0.5 max.	0.80 max.
Metanol	prEN 14110	% (m/m)	0.2 máx.	0.2 máx.	
Monoglicéridos	prEN 14105	% (m/m)	0.8 máx.	0.8 máx.	
Diglicéridos	prEN 14105	% (m/m)	0.2 máx.	0.2 máx.	
Triglicéridos	prEN 14105	% (m/m)	0.2 máx.	0.2 máx.	
Glicerina Libre	ASTM D 6584 prEN 14105-06	% (m/m)	0.020 max.	0.02 max	0.020 max.
Glicerol Total	ASTM D 6584 prEN 14105	% (m/m)	0.240 máx.	0.250 máx.	0.240 máx.
Contenido en Éster	prEN 14103	% (m/m)		min. 96.5	
Éster metílico del ác. linoléico	prEN 14103	% (m/m)		máx. 12	
Ésteres metílicos poli-insaturados (≥4 dobles enlaces)		% (m/m)		máx. 1	
Índice de Yodo	prEN 14111	-	110 máx.	120 máx.	
Fósforo	ASTM D 4951 prEN 14107	mg/kg		10 máx.	10 máx.
Sodio + Potasio	prEN 14108-09	mg/kg		5 máx.	
Número de Cetano	ASTM D 613 EN ISO 5165	-	40 min.	51 min.	47 min.

* Límites 1999

** Límites Mayo 2001

*** Límites Diciembre 2001

7

4.6. Normas para el uso del biodiésel

Estas normas rigen también para países como Brasil, Malasia, Grecia, Singapur y Filipinas y el consenso de sus miembros tiene claro que estas normas son sólidas y neutrales para su comercio y son un patrón de oro para los biocombustibles de todo el mundo.

En el aspecto técnico, también se han elaborado un sin número de experimentos y hay especificaciones documentadas para su uso y que suelen ser desde el B5 hasta el B100. En particular la SOMIM (Sociedad mexicana de ingeniería mecánica) en sus diversos congresos anuales, ha expresado sus conclusiones al referirse al uso del biodiésel en sus diferentes mezclas. Han concluido que la potencia de un motor a diésel disminuye un 8% y un 2% al utilizar biodiésel puro y B30 respectivamente y el consumo de combustible se incrementa un 24% con B100 y un 11% con B30. En el caso del B20 han notado un incremento del 3% en el consumo de combustible debido a la disminución de su poder calorífico y a su baja volatilidad. Todas estas conclusiones están basadas en otros experimentos que son coincidentes y han sido probados en unidades de transporte de pasajeros.

Estos resultados concluyen que la utilización de biodiésel en las unidades para el autotransporte de pasajeros puede ser en los rangos del B10 al B50, en donde encontrarán un potencial económico y de beneficio para nuestro planeta.



4.7. Resultados del biodiésel en el transporte

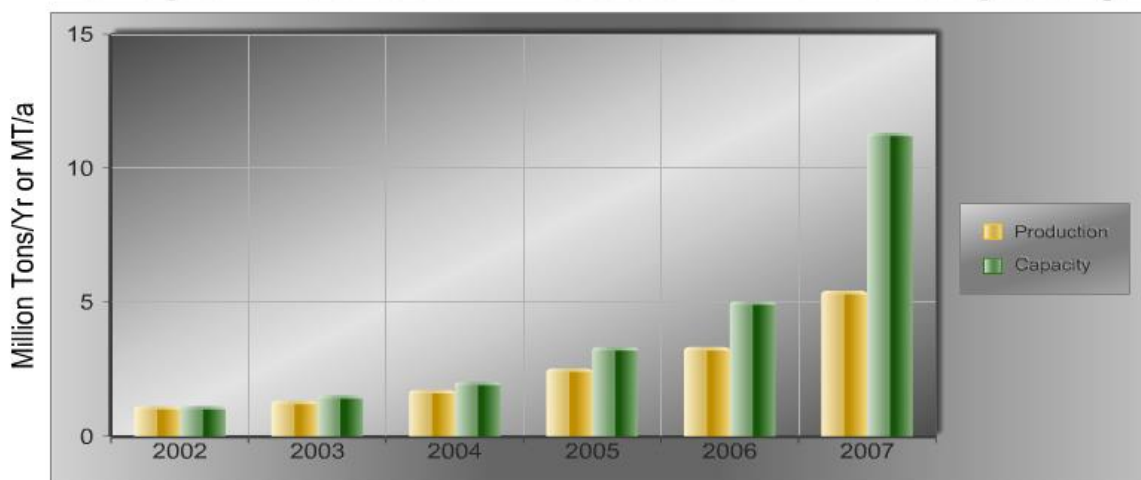
4.2. El uso del biodiésel en el autotransporte

El uso del biodiésel en sus diversas mezclas se está incrementando en los diferentes países del orbe. Por ejemplo en la Unión Europea se ha establecido la Ley 34/1998 del sector de hidrocarburos (LSH) establece que los carburantes, gasolinas y gasóleos, comercializados con fines de transporte deberán presentar un tanto por ciento de biocarburantes del:

- 1.9% para el año 2008 de forma indicativa.
- 3.4% para el año 2009 de forma obligatoria.
- 5.83% para el año 2010 de forma obligatoria.
- 12.50% para el año 2020 de forma obligatoria.

Por países, Alemania, Francia, Italia, España y Reino Unido son los que más consumen biodiésel en el sector transporte, ya que ellos suman el 71.1% del conjunto de UE.

Europe Biodiesel Production and Capacity



sources Biodiesel 2020: A Global Market Survey, EBB, USDA, OilWorld, FAS

4.8. Uso de biodiésel en Europa

La Agencia Internacional de Energía (AIE) prevé una ampliación importante del papel de los biocombustibles en el autotransporte. No obstante, si se contempla en el contexto del uso de la energía total en el sector transporte en relación con el uso de la energía total, el

empleo de los biocombustibles es todavía muy limitado. En el 2007 el transporte representaba el 26% de la energía total consumida y de este 26%, el 94% era suministrado por el petróleo y tan solo el 0.9% era derivado de los biocombustibles. En el 2015 ha subido ya a un 2.3% y se espera un crecimiento del 3.2% para el año 2030. Esto corresponde a un aumento de la cantidad total de biocombustibles utilizados en el sector transporte desde 19 millones de toneladas equivalentes de petróleo en el año 2005 a 57 millones en el año 2015 y una proyección de 102 millones para el año 2030.

La National Biodiesel Board en el año 2011 explicó que en los Estados Unidos, el biodiésel alcanzó records de ventas debido a los incentivos fiscales aprobados por la Agencia de Protección Ambiental, pero también lo atribuye a los altos precios del petróleo en el mundo y a la creciente conciencia del uso de biocombustibles para cuidar el planeta. También comenta que en el caso de China se ha dado un crecimiento notable en su consumo para el transporte, cuando las autoridades eliminaron los impuestos en el año 2010 para la utilización de biocombustibles. Argentina, Brasil e Indonesia también van en crecimiento constante en cuanto a su producción y su consumo, ya que también han aprovechado los beneficios fiscales y la dedicación expresa de tierras para el cultivo principalmente de soya y de palma.

Cuadro 3. Lista de países productores y consumidores de bioenergéticos. Miles de barriles por día.

Producción	2010	Consumo	2010
Estados Unidos	887.6	Estados Unidos	853.7
Brasil	527.3	Brasil	424.3
Alemania	62.0	Alemania	75.5
Francia	55.0	Francia	55.0
China	43.0	China	43.0
Argentina	38.1	Italia	34.7
Canadá	26.4	Canadá	34.2
España	24.0	España	34.0
Tailandia	18.5	Reino Unido	29.0
Italia	16.5	Polonia	18.0
Bélgica	13.5	Tailandia	18.0
Colombia	12.0	Austria	12.5
		Colombia	12.0
		Argentina	11.9

Fuente: International Energy Statistics – 2012 Disponible en: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=79ypid=79yaid=2>

4.9. Uso de biodiésel en el mundo

En Colombia en el 2009 se hizo pública y oficial la norma de la utilización del biodiésel en el sector transporte de Bogotá y toda su flota de buses, busetas, taxis y las 1060 unidades articuladas de Transmilenio comenzaron a utilizar la mezcla de B5 y se proyectaron a la pronta utilización de B30.

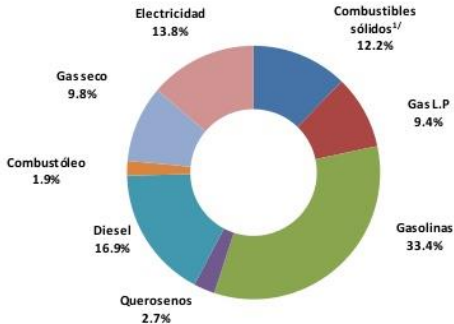
Algunos países latinoamericanos como Cuba, Chile, Paraguay y Uruguay ya han marcado sus políticas propias para la utilización de biodiésel en el transporte, pero todavía están muy lejos de tener avances como los países Europeos y los Estados Unidos.

Y México se encuentra también muy lejos de esta cultura. La UNAM está desarrollando un proyecto financiado por la CONACyT para la construcción de una planta de producción de biodiésel en los talleres de la Red de Transporte Público (RTP), para su consumo local en la Red de Metrobús, en la Ciudad de México.

Los datos duros de nuestro país arrojan que el consumo energético total está conformado de la siguiente manera: el sector transporte utiliza el 47%, el industrial el 30%, el agregado (residencial, comercial y público) el 20% y el 3% el sector agropecuario. En particular, para el autotransporte, se utiliza el 91%, para el sector aeronáutico el 6%, para el marítimo el 1.7%, para el ferroviario el 1% y menos del 1% para el uso eléctrico. Esta necesidad es cubierta por la gasolina en un 70% y un 26% por el diésel.

Consumo Total de Energía

Consumo Total de Energía por Tipo de Combustible
México, 2008



1/ Incluye carbón, leña, caña coque de carbón y coque de petróleo
Fuente: Balance Nacional de Energía. 2008. SENER

4.10. Distribución del consumo de energía en México

En opinión de Alfredo Martínez, investigador de Biotecnología de la UNAM dice que: *“En México no vamos a la velocidad de otros países como Argentina, Brasil y los Estados Unidos”* y afirma que: *“Es importante impulsar la transformación y no quedarnos como productores de biomasa como sucede con el petróleo y con otros químicos”*.

4.3. Factibilidad técnica (propuesta logística)

Una vez revisadas todas las bondades que representa el utilizar una mezcla de biodiésel con el diésel convencional suministrado por PEMEX en los autobuses foráneos de pasajeros y una vez que hemos agotado los inconvenientes que esto conlleva, debemos enfocarnos a la cristalización de la propuesta en los aspectos técnicos y logísticos, por lo que habremos de tener en consideración los siguientes aspectos:

4.3.1. Marco legal del biodiésel

De acuerdo a la Secretaría de Energía (SENER), la industria energética en México se encuentra rezagada. Los principales campos petroleros mexicanos están alcanzando su etapa de maduración y declinación. La tecnología y los recursos con los que cuenta PEMEX no nos permiten acceder a nuevos yacimientos de petróleo y gas natural no convencionales. Así mismo, la limitada disponibilidad de combustibles limpios y de bajo costo, así como la falta de competencia en la generación eléctrica, nos impide tener tarifas de luz más competitivas, en beneficio de las familias, los comercios y las industrias.

Es por esta razón que las autoridades federales han impulsado la Reforma Energética, la cual fue promulgada el 20 de diciembre de 2013 y que tiene como objetivo el detonar el potencial de la economía mexicana para crear empleos de calidad, reducir los costos de la energía y aumentar los ingresos del estado. La Reforma Energética establece un nuevo modelo de industria, tanto para el sector de los hidrocarburos, como el del sector eléctrico y con una mayor inversión plantea la modernización más importante en la historia de las

empresas energéticas mexicanas (PEMEX y CFE). Al convertirse en empresas productivas del estado podrán asociarse y competir con otras empresas que participen en la industria, bajo criterios de seguridad industrial, protección ambiental, responsabilidad social y eficiencia económica.



4.11. La Reforma Energética en México

Ahora bien, en dicha Reforma, se establecen los nuevos marcos regulatorios para este sector y recae en la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y en la Comisión Reguladora de Energía (CRE) la responsabilidad de regular la industria energética nacional. Ambas instituciones han sido dotadas de autonomía técnica y de gestión para llevar a cabo sus actividades de forma transparente e independiente.

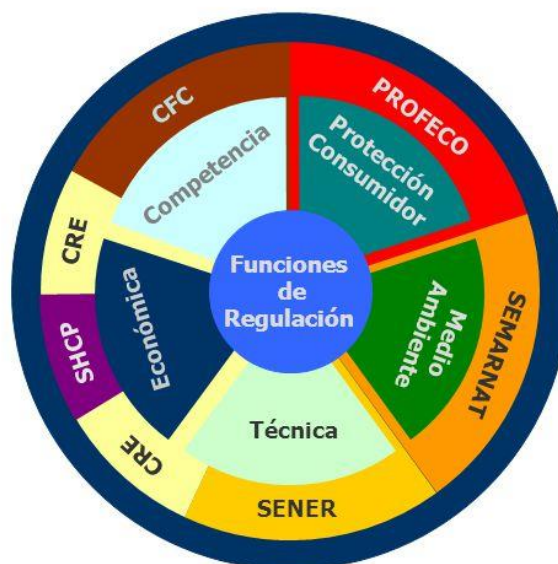
Por un lado, la CNH asesorará técnicamente a la SENER en materia de hidrocarburos, recopilará información geológica y operativa, autorizará trabajos de reconocimiento y emitirá la regulación en materia de exploración superficial y extracción. La CNH será la responsable de emitir las autorizaciones para la perforación de pozos y la realización de estudios de reconocimiento y exploración superficial.

Por su parte, la CRE expedirá los permisos para transportar, almacenar, distribuir, comercializar y expender al público hidrocarburos; establecerá las condiciones de venta hasta que existan condiciones de libre competencia.



Regulación en el sector energía

- En México existen diversos organismos gubernamentales con diferentes funciones regulatorias relacionadas con el sector energía: competencia, protección al consumidor, medio ambiente, normalización y aspectos económicos.



4.12. Estructura para la Norma de biodiésel en México

En el Plan Nacional de Desarrollo (2013 - 2018) del Gobierno de la República, específicamente en el tema de los biocombustibles, aparece con claridad cuál es la posición de las entidades que regulan su uso y a la letra dice: *“Hasta el momento, México ha desarrollado políticas para el fomento de los diferentes componentes de la cadena de valor y el impulso del mercado de los biocombustibles, sin desarrollar mandatos para los mercados de combustibles para el transporte. El objetivo de incrementar el aprovechamiento de los biocombustibles es contribuir al desarrollo sustentable del país, mediante su participación en la diversificación de la matriz energética, y como instrumento*

de mitigación al cambio climático”. Más adelante comenta sobre el uso de los biocombustibles: “Los biocombustibles son alternativas técnica y económicamente viables al uso de los combustibles fósiles, por lo que es fundamental que la producción de insumos de origen agrícola con fines energéticos no atente contra la seguridad y la soberanía alimentaria del país y se sujete a principios de sustentabilidad y equilibrio ecológico”.



4.13. Biodiésel vs alimentación

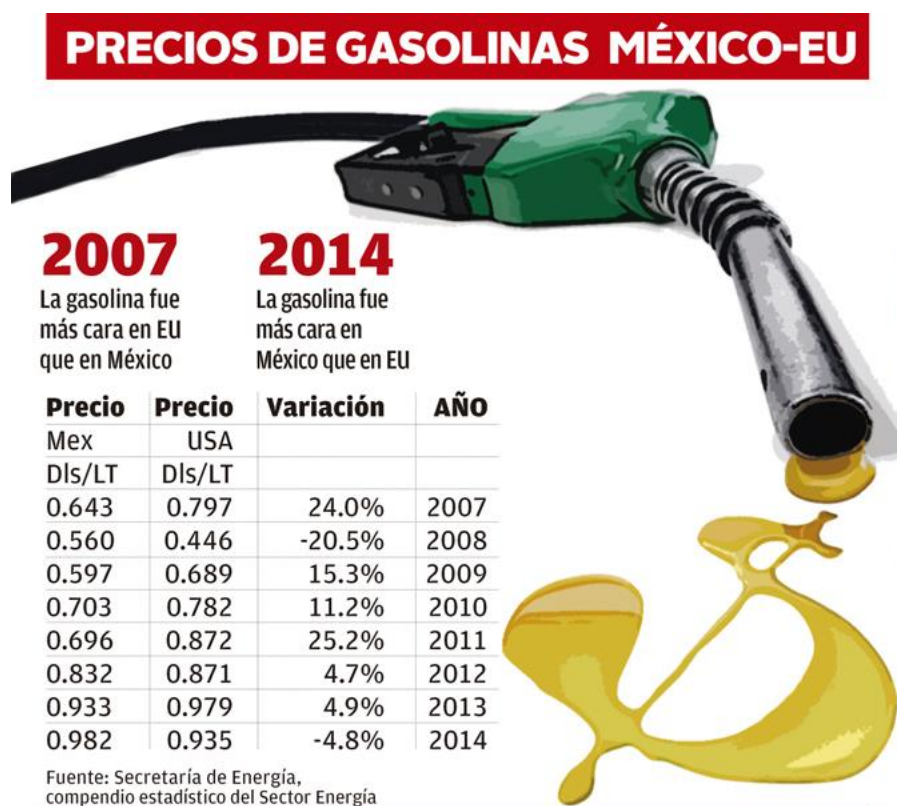
En conclusión: La producción, almacenamiento, comercialización, transportación y uso de los biocombustibles están permitidos en todo el territorio nacional, salvaguardando dos principios básicos: La soberanía alimentaria de los mexicanos sobre su uso energético y la sustentabilidad ecológica para el cuidado del medio ambiente nacional y mundial.

4.3.2. Proveduría real del biodiésel en México

Otro aspecto importante para considerar la viabilidad real del proyecto, es saber si existen en el mercado nacional o internacional, distribuidores que puedan hacer frente al

abastecimiento de las empresas mexicanas dedicadas al sector de autotransporte de pasajeros.

Cabe señalar que en la actualidad, PEMEX es el único proveedor de este insumo en todo el territorio nacional; pero como parte de la transición hacia un mercado completamente liberalizado para los combustibles, como el que se observa en la mayoría de los países del mundo, en el Paquete Económico 2016, propuesto por la Secretaría de Hacienda, se hace hincapié en que los precios máximos para el 2016 en los productos que ahora distribuye PEMEX, comenzarán a fluctuar de forma consistente con su referencia internacional. Como parte de los artículos transitorios de la Ley de Egresos del 2016, se prevé que a partir de ese mismo año se otorguen permisos a terceros para el expendio al público de combustibles, que en el 2017 se permita la libre importación de gasolinas y diésel y que a partir del 2018 los precios de estos combustibles se determinen enteramente bajo las condiciones de los mercados internacionales. Por lo tanto, a partir del 2017, el mercado de los combustibles automotrices será un mercado abierto y con libre determinación de precios.



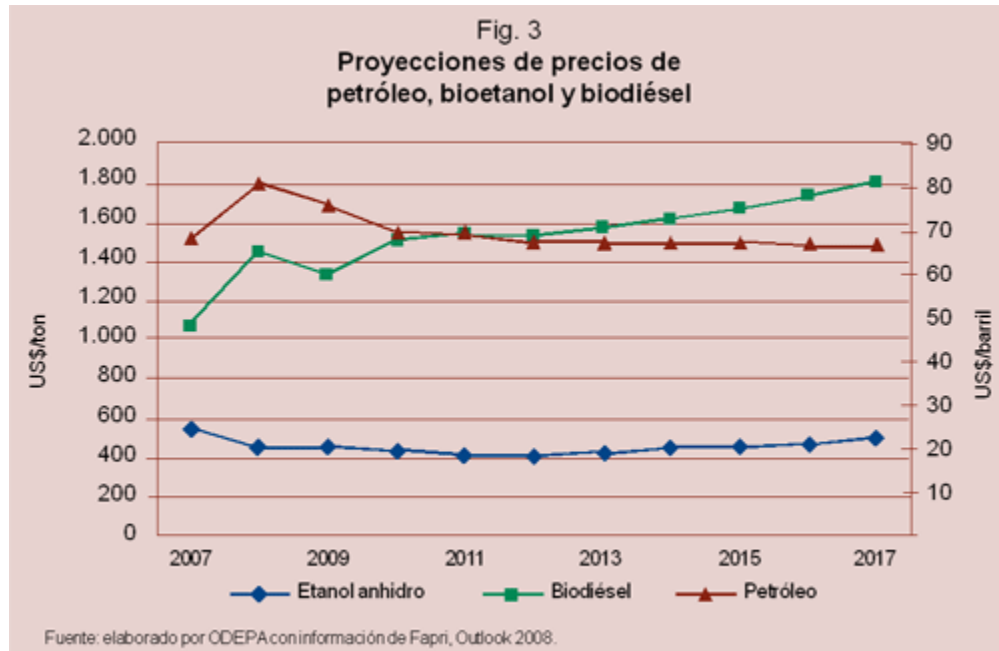
4.14. Precios del petróleo en México

Me di a la tarea de investigar el mercado y contactar con aquellas empresas que tengan experiencia en el tema y que estén bien consolidadas; es sorprendente darse cuenta que existe un sinnúmero de empresas dedicadas a la comercialización del biodiésel y más sorprendente aún la gama de aspectos diversos que posee cada una de ellas.

Primeramente quiero hacer notar que existen empresas comercializadoras de biodiésel en América Latina, principalmente en Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Guatemala, etc. De la misma manera existen empresas en la Unión Europea, principalmente en Alemania, Inglaterra, España e Italia. Más sorprendente aún es la cantidad de empresas dedicadas a la venta de biodiésel en los Estados Unidos y solo por dar algunos datos: Existen más de 29 empresas dedicadas a este fin y sólo con la venta de biodiésel derivado de la soya, hay otros tantos que también lo venden pero utilizando otro tipo de materias primas. Es lamentable hacer notar que México está muy lejos de estos países, ya que la única real fuente de comercialización de biodiésel la tiene la Comisión de Energía y Biocombustibles del Estado de Chiapas, por parte y bajo control del gobierno de ese Estado.

Otro aspecto a considerar es la capacidad de surtimiento que tengan estas empresas y es, en este aspecto, donde se van quedando rezagadas muchas de ellas, pues no tienen la producción necesaria para cubrir las necesidades de una empresa fuerte de transportación terrestre en México.

No se puede dejar de lado otro aspecto importante en la consideración de alguna empresa proveedora y me refiero al precio, ya que aquí radica mucho de la definición del proyecto, pero este punto en particular me referiré más adelante.



4.15. Precios del biodiésel

Como es de notarse, sí existen en el mercado empresas serias que tengan la capacidad técnica, la calidad certificada del producto y los medios para poder llevar a cabo una posible negociación que pueda concretarse en alguna empresa dedicada al autotransporte en México.

4.3.3. Opinión de las armadoras de autobuses y las mezclas más convenientes

Es importante definir cuál es la mezcla más adecuada para el uso en una empresa de autotransporte y como lo hemos visto en el desarrollo de la presente tesis, podemos considerar a priori, que una mezcla conveniente para el sector que nos ocupa, va en el rango del B10 al B50, pero esto lo debemos considerar con las armadoras de autobuses más importantes en nuestro país ya que ellas juegan un papel primordial, porque deben salvaguardarse las garantías que estas expiden para sus motores y todos sus componentes.

Scania argumenta que el biodiésel es usado en motores a gasoil y que ya forma parte de la familia de combustibles “FAME” (éster metílico de ácidos grasos), definido por la norma EN14214. El biodiesel corresponde a un combustible renovable líquido fácil de manipular, que se puede mezclar con gasoil regular. Las emisiones y el rendimiento pueden verse levemente afectadas. Siempre que se observe la necesidad de intervalos especiales de servicio, Scania permite el uso de hasta un 100% de combustible FAME en sus motores, siempre y cuando la operación se lleve a cabo con un concesionario Scania.

Soluciones Scania de transporte limpio



4.16. Scania y el biodiésel

Por su parte, Jan Eric Sundgren, vicepresidente de Volvo y Leif Johansson, CEO del Grupo Volvo dicen: *“Volvo es parte del problema climático, pero hoy hemos demostrado que los transportes libres de dióxido de carbono son una posibilidad y que, como fabricantes de vehículos, podemos ser parte de la solución ambiental”*. Volvo ha ido más lejos, ya que

han presentado en sus motores, diversos usos de combustibles alternativos y estos son: éter dimetilado (gas producido de biomasa), diésel sintético, biodiésel mezclado con diésel, mezclas de gas de hidrógeno y biogás, mezcla de biodiésel y biogás, mezcla de etanol con metanol.



4.17. Volvo y el biodiésel

Mercedes Benz dice que: *“Se puede utilizar opcionalmente biodiésel o gasóleo normal y estas no representan problema alguno. El uso de combustible diésel con una adición de biodiésel, no representa ningún peligro. Este combustible se puede aplicar también en vehículos que no están autorizados para el servicio con biodiésel y no influye tampoco en los intervalos de cambio de aceite. Los combustibles actuales contiene aproximadamente un 5% de biodiésel en todos los estados de la Unión Americana”*. Estas afirmaciones están dispuestas por Mercedes Benz Company.



4.18. Mercedes Benz y el biodiésel

Por su parte MAN ha desarrollado ya motores que utilizan B100 como combustible y afirman que esto ha reducido hasta un 90% las emisiones de CO₂. Roberto Cortés, Presidente de MAN para América Latina, ha estudiado desde el año 2003 el comportamiento del biodiesel en sus motores y se ha adherido al Programa RioBiodiésel, creado por el Gobierno del Estado de Río de Janeiro para desarrollar el uso del biodiésel en adición al diésel convencional.



4.19. MAN y el biodiésel

No existe ninguna oposición por parte de los fabricantes de autobuses, por la mezcla de biodiésel en sus motores y sólo deberá evaluarse la mezcla más conveniente para su aplicación en el autotransporte de México.

4.3.4. Distribución “in situ”

Uno de los problemas logísticos más apremiantes para la implementación del uso de la mezcla de biodiésel y diésel en unidades del autotransporte, es sin lugar a dudas, el de poder tener en cada sitio de operación la mezcla que se haya definido.

Quiero profundizar en el tema anteponiendo que en la actualidad, PEMEX por ningún motivo permite la utilización de los depósitos que las empresas, sus filiales o sus distribuidores. Los depósitos que las empresas tengan dispuestos para el almacenamiento y distribución de sus productos para sus vehículos, no pueden ser utilizados, aunque sean propiedad de las mismas empresas. Esto quiere decir que las empresas están imposibilitadas para poder llevar a cabo en sus instalaciones, alguna operación que vaya encaminada a la mezcla del biodiésel, salvo que se tengan que realizar las adecuaciones necesarias en la infraestructura con sus debidas inversiones, que en este caso no suelen ser menores.

Dicho de otra manera, las empresas que deseen emprender su operación, utilizando alguna mezcla de biodiésel, no tienen autorización alguna de PEMEX para realizarlo en sus instalaciones existentes.

Esto nos lleva a tener que buscar alguna alternativa al respecto y tendremos que contar con una empresa que realice por cuenta propia y en sus instalaciones de origen, las mezclas requeridas y que por otra parte, tengan la capacidad de llevar estas mezclas a las instalaciones de las empresas de autotransporte.

Sabemos que el traslado del producto hacia las instalaciones de las empresas transportistas, por parte de la mayoría de los distribuidores de diésel en la actualidad, tiene un costo adicional y este es un factor que juega en las negociaciones y que deberá tomarse en cuenta al hacer algún trato con algún distribuidor.

4.4. Estudio de caso a una empresa de autotransporte foráneo en México

Autobuses de La Piedad. S.A. de C.V. es una empresa que inició sus operaciones en el año de 1932 y está cumpliendo 83 años de presencia en el mercado. Su historia es muy larga y no es motivo de esta tesis, por lo que me remitiré solo a dar a conocer algunos datos significativos de su operación.

Cuenta con segmentos específicos de mercado y sus servicios se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Primera Plus: Es un servicio de primera clase con una clasificación superior por los atributos que oferta: Asientos ergonómicos, aire acondicionado, servicio de lunch, pantallas individuales, w.c. para hombres y para mujeres, sistema wifi, servicio directo de central a central.



4.20. Primera Plus

- Servicios coordinados: Es un servicio de segunda clase que por sus atributos ofrece un servicio de mayor calidad que los de su clase, cuenta con w.c., aire acondicionado, pantallas generales de t.v. y su servicio es semidirecto.



4.21. Servicios Coordinados

- Servicio Flecha Amarilla: Es un servicio de segunda clase que presta sus servicios entre las poblaciones con pocas paradas intermedias.



4.22. Flecha Amarilla

- Servicio alimentador: Es un servicio que se otorga entre poblaciones y sus cabeceras municipales, es un servicio con paradas intermedias y con alta demanda.



4.23. Servicio Alimentador

- Servicios Turísticos: Es un servicio que se ofrece para viajes especiales y con una gama muy grande de tipos de unidades.



4.24. Servicios Turísticos

- Servicio empresarial: Es un servicio especial que se ofrece de forma sistemática a las empresas.



4.25. Servicio Empresarial

En Autobuses de La Piedad S.A. de C.V. existen dos formas de abastecimiento de diésel a las unidades:

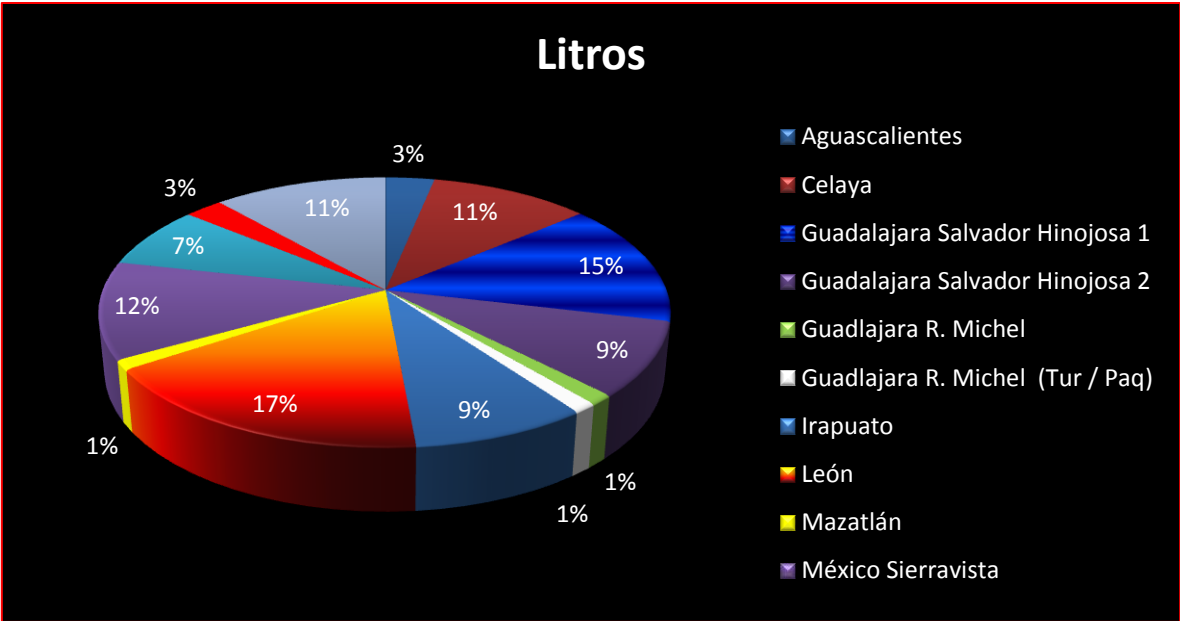
- El autoconsumo: Este sistema consiste en que PEMEX tenga considerada a la empresa como un distribuidor que sólo se abastece a sí mismo y tiene prohibida la distribución a terceros. En esta figura, se tiene una ventaja en el precio, ya que PEMEX le otorga un descuento de \$0.22 por cada litro.
- Por medio de un distribuidor: PEMEX concesiona a algunos distribuidores a lo largo de la República y los faculta para que ellos sean los que se encarguen del abastecimiento a las empresas. En este modelo se tiene un descuento de \$0.17 por litro.

La empresa realiza el abasto de diésel a sus diferentes unidades en diferentes Centros de mantenimiento y diagnóstico (CDM's) y la cantidad de litros promedio que se requieren por cada uno de estos centros se muestra en la siguiente tabla:

CDM / CDS	Litros	Importe
Aguascalientes	315,976.83	\$3,668,491.00
Celaya	1,043,280.75	12,155,266.77
Guadalajara Salvador Hinojosa 1	1,452,955.74	16,879,452.73
Guadalajara Salvador Hinojosa 2	875,170.69	10,169,483.42
Guadlajara R. Michel	118,165.40	1,402,623.30
Guadlajara R. Michel (Tur / Paq)	115,335.18	1,369,028.59
Irapuato	843,239.69	9,885,600.90
León	1,682,587.87	19,732,460.50
Mazatlán	112,384.73	1,305,910.56
México Sierravista	1,142,344.26	13,274,040.30
México Uranio	735,356.30	8,544,840.21
Puerto Vallarta	248,744.67	2,808,327.32
Querétaro	1,126,728.00	13,419,330.48
Totales	9,812,270.11	114,614,856.08

4.26. Distribución de CDM's y consumo de diésel

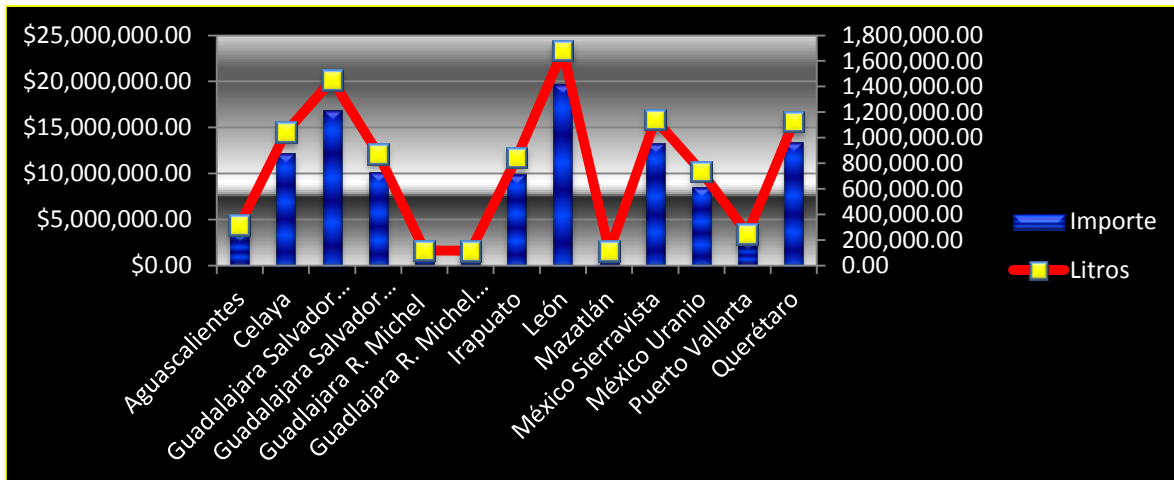
Para poder ofrecer el servicio diariamente, Flecha Amarilla requiere del uso de su principal y más costoso insumo: el diésel. La logística que se requiere para poder abastecer a todos sus autobuses y en todas sus modalidades, implica tener una distribución de diésel en varios puntos estratégicos de la cobertura geográfica de la empresa y es necesario contemplar la cantidad de servicios que se prestan en cada uno de ellos para poder realizar las cargas del mismo. A continuación grafico los porcentajes que se requieren en cada CDM de acuerdo a sus propias necesidades:



4.27. Porcentajes de diésel en cada CDM

Quiere decir que el Grupo Flecha Amarilla tiene un gasto mensual por arriba de los 110 millones de pesos por concepto del diésel y requiere cerca de 10 millones de litros para su abastecimiento.

La logística de operación es compleja, porque además de tener que abastecer a todas sus unidades, se requiere de la distribución en los tiempos para no generar cuellos de botella al momento de abastecerlos. Se han de considerar tiempos de carga para cada uno de ellos y espacios suficientes para su dotación.



4.28. Litros de diésel y costo por cada CDM

4.4.1. El caso del Biodiésel Norteamericano

En mi función de buscar alternativas viables para bajar los costos de operación en el rubro específico del diésel, consideré algunas empresas que tengan las siguientes ventajas competitivas:

- Empresas establecidas formalmente y con presencia reconocida en el mercado.
- Empresas que produzcan o comercialicen biodiésel de soya.
- Empresas que otorguen un precio competitivo y constante.
- Empresas que tengan la capacidad técnica de elaborar las mezclas de biodiésel con diésel convencional.
- Empresas que tengan la forma de hacer llegar a cada CDM el diésel ya mezclado y listo para su despacho.
- Empresas que garanticen el abasto a largo plazo.

En esta tarea resultaron dos empresas muy interesantes: La primera se llama Gracoil y es una empresa bien plantada y reconocida en el mercado, con infraestructura suficiente y que cubre con muchos de los requerimientos anteriormente descritos; es mexicana, pero su único inconveniente es que se ha convertido en un intermediario con un costo más alto.

La empresa mejor evaluada fue Paradime Energy quien se dedica primordialmente a la comercialización internacional de productos básicos registrada en el Estado de Florida EE.UU., con oficinas operativas en Coral Gables, Miami y en la Ciudad de México. En su misión se proponen servir a sus clientes/socios con soluciones a la medida para satisfacer sus necesidades y demandas. Es una empresa productora y comercializadora de biodiésel, ofreciendo una mezcla de B33, aunque la gama de sus productos va desde la comercialización del petróleo crudo hasta la venta de biodiésel B100. Paradime Energy ha presentado una propuesta de abastecimiento muy interesante para Flecha Amarilla. Es importante comentar que la legislación que nos rige actualmente, no contempla la incursión de empresas extranjeras para la comercialización de diésel y que se conviertan en competencia directa para PEMEX, ya que la apertura de libre mercado para estos productos se llevará a cabo a partir del año 2017; sin embargo, la legislación contempla que sí se pueden comercializar productos orgánicos o con mezclas hechas a hidrocarburos fósiles, siempre y cuando la mezcla esté por encima del 33%; esto quiere decir que está abierta la posibilidad para que empresas extranjeras vendan el producto no como diésel, sino como biodiésel con una mezcla mínima de B33. Esta posición legislativa, ha posibilitado a Paradime Energy para llevar a cabo alianzas con empresas que requieren de este producto en particular y que están comprometidos con la ecología del planeta. Esta oferta en particular, tiene las siguientes ventajas:

- Mezcla B33 de soya y con diésel de empresas norteamericanas como Shell, Chevron, Exxon Mobil y no de PEMEX. (Cfr. Anexo No. 8).
- Cuenta con las certificaciones necesarias y han logrado homologar su producto en las marcas de autobuses con los que trabaja Flecha Amarilla (Scania, Volvo, Man y Mercedes Benz).
- Ellos se encargan de realizar la mezcla B33 y así la comercializan.
- Se entrega el producto con una certificación de pedimento de importación que garantiza su origen.
- La calidad de su producto radica en que tiene menos de 50 partículas por millón, en comparación con el diésel de PEMEX que contiene más de 400 partículas de azufre, ya que utilizan diesel UBA.
- Entregan su producto en cualquier parte de la república mexicana.

- Pueden abastecer de forma garantizada su producto, ya que tienen una producción de 3'000,000 de litros diarios.
- El precio de su producto es de \$10.78 más IVA y ya considerado el flete.
- Tienen un centro de operaciones en la ciudad de México.



4.29. Imagen Corporativa Paradime Energy

4.4.2. Su aplicación y beneficios

La propuesta de Paradime Energy tiene una alta adaptabilidad para la operación de Flecha Amarilla y los beneficios que pueden generarse a partir de esta alianza son muchos. Me permito poner en consideración los que saltan a la vista:

- La empresa Paradime Energy ofrece su marca como garantía de servicio y abastecimiento de biodiésel de soya B33 A Flecha Amarilla.
- El diésel utilizado es de más alta calidad que el que actualmente se está comprando con PEMEX, ya que es un diésel UBA.
- La mezcla B33 con diésel UBA ofrece una mejora sustancial en las emisiones contaminantes, principalmente las de CO₂.

- Existe una homologación con las empresas armadoras de autobuses y ellas no han tenido ninguna consideración contraria a su uso.
- Flecha Amarilla puede entrar al grupo de empresas socialmente responsables (ESR) y posicionarse en el mercado con esta ventaja competitiva.
- Puede prolongar la vida útil de sus motores, disminuyendo el gasto de mantenimiento.
- Los ahorros económicos en el combustible son muy importantes y le permiten tener una retribución directa en beneficio de sus socios o para incrementar sus inversiones.

4.5. Factibilidad económica (evaluación económica)

Esta implementación tiene muchas vertientes, pero la económica es, sin lugar a dudas, la de mayor impacto. Presento los beneficios que tendríamos con esta propuesta:

CDM/CDS	Litros	Importe actual	Importe Paradime
Aguascalientes	315976	\$4,622,729	\$3,949,700
Celaya	1043280	\$15,263,186	\$13,041,000
Guadalajara SH1	1452955	\$21,256,732	\$18,161,938
Guadalajara SH 2	875170	\$12,803,737	\$10,939,625
Guadalajara R. Michel	233500	\$3,416,105	\$2,918,750
Irapuato	843239	\$12,336,587	\$10,540,488
León	1682587	\$24,616,248	\$21,032,338
Mazatlán	112384	\$1,644,178	\$1,404,800
México Sierra Vista	1142344	\$16,712,493	\$14,279,300
México Uranio	735356	\$10,758,258	\$9,191,950
Puerto Vallarta	248744	\$3,639,125	\$3,109,300
Querétaro	1126728	\$16,484,031	\$14,084,100
TOTALES	9812263	\$143,553,408	\$122,653,288
Ahorro mensual	\$20,900,120		

4.30. Comparativa de beneficios económicos

Como es de notar, los ahorros en nuestra empresa serían muy altos, ya que se tendrían beneficios mensuales en el orden de los 21 millones de pesos, lo que representa cerca de un 15% de ahorro.

Cabe señalar que el costo unificado del biodiésel para todos los CDM's sería el mismo (\$10.78) y tendríamos un beneficio administrativo por los controles que de ello se derivan.

El uso de biodiésel B33 en nuestra organización es factible y su implementación estará supeditada a la aprobación del Consejo de Administración de nuestra empresa, quien es el órgano rector y en quien recae la definición del mismo.

Conclusiones

Al término de la presente tesis y después de haberme adentrado fuertemente en el tema, puedo sentirme con la satisfacción de quien ha llegado a puerto seguro y mis conclusiones personales quedan plasmadas en los siguientes comentarios.

Diversificar la oferta energética e incrementar el uso de energías alternativas renovables es algo muy conveniente para México por razones estratégicas, económicas y ambientales. Los biocombustibles pueden jugar un papel destacado en este esfuerzo, pero es importante que su producción y su uso se apeguen a estrictos criterios de sustentabilidad.

Si en México se utilizan los biocombustibles de forma correcta, estos pueden contribuir a resolver los problemas globales y jugar un papel de liderazgo demostrando el uso responsable de sus recursos.

En este país, para que el uso de biocombustibles sea benéfico para la sociedad y el medio ambiente es necesario garantizar que:

- Se contribuya al bienestar económico regional y nacional en los sectores que lo utilizan.
- Se promueva para el cuidado del medio ambiente y todo lo que esto significa.
- Se reduzcan realmente las emisiones de gases de efecto invernadero.
- No se utilicen subsidios de ninguna forma para su producción, comercialización o para su uso.
- No se utilicen materias primas que estén destinadas al consumo humano.
- No se afecte la biodiversidad y ni contribuya a la deforestación.
- No se utilicen fertilizantes y pesticidas de forma excesiva que dañen los ecosistemas.
- No degrade ni agote los recursos naturales esenciales como el agua y las tierras fértiles.
- Que su uso se encamine a los sectores que más contribuyen al deterioro de la calidad del aire, como lo es el autotransporte.

Una política inteligente y responsable para promover el uso de los biocombustibles en México, debe tomar en cuenta todos estos factores, así como utilizar los conocimientos y las experiencias internacionales, para lograr la sustentabilidad en nuestro país.

Uno de los argumentos que más se utilizan para impulsar el uso de biocombustibles es su contribución para resolver el problema del calentamiento global resultante de la emisión de gases de efecto invernadero. Este aspecto ha sido motivo de muchos foros de análisis y controversias, pero lo que está claro hoy en día, es que no cualquier biocombustible contribuye a disminuir los GEI en la atmósfera. En general, si se utilizan fertilizantes y combustibles fósiles para la producción y transporte de los biocombustibles, las emisiones asociadas de bióxido de carbono y óxido nitroso (un gas de efecto invernadero muy potente) compensan en gran medida los beneficios de usar combustibles renovables. De hecho, es claro que en algunos casos el efecto es negativo y que, en lugar de combatir el cambio climático, se le promueve.

Por estas razones, hacer obligatorio el uso de biocombustibles de origen renovable sin regular la forma en que se producen implicaría costos económicos y ambientales y puede, por lo tanto, ser contraproducente.

En México, cualquier legislación que se establezca para promover el uso de estos productos debe incluir mecanismos de certificación y monitoreo que garanticen los beneficios esperados.

El sector del autotransporte es punta de lanza en el desarrollo de nuestro país y su implicación para la resolución de los problemas sobre el calentamiento global, es un factor determinante. Mucho debe trabajarse en el sector para mover las conciencias de los actores y el uso de estos biocombustibles ha de convertirse en una función ordinaria a ejemplo de los países más adelantados en el tema.

México agradecerá la utilización de los biocombustibles en el autotransporte y este es un trabajo que apenas se vislumbra como una tarea a realizar. El compromiso de los transportistas está vigente y no se desliga del compromiso mundial de contribuir al cuidado de este planeta que nos ha sido dado.

Bibliografía

- [1] P. Castro, J. Coello and L. Castillo, *Opciones para la producción y uso de biodiésel en el Perú*. Miraflores, Lima, Perú: Soluciones Prácticas, ITDG, 2007.
- [2] SEMARNAT, *Cambio Climático. Ciencia, evidencias y acciones*. México, 2009, p 79.
- [3] García, J.M., García J.A. *Biocarburantes líquidos: biodiesel y bioetanol*. Colección VT, Universidad de Alcalá, 2006, p 122.
- [4] Medina, I.E., Chávez, N.A., Jaúregui, J., *Biodiesel, un combustible renovable*. Centro de Ciencias básicas, Aguascalientes, México, Ago 2012, vol. 20, num. 55, pp 62-70.
- [5] Cervantes, S.L., Montes, B.A., *Viabilidad de la producción de biocombustibles para el transporte en México*. Universidad Autónoma Metropolitana. México, 2011, Tiempo económico, vol 6, num 17, pp 35-43.
- [6] Valero, J., Cortina, H.S., Vela, M.P. *El proyecto de biocombustibles en Chiapas: Experiencias de los productores de piñón (Jatropha Curcas) en el marco de la crisis rural*. Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México, 2011, vol 19, num 38.
- [7] Gómez, D. *Más que un proyecto*. Revista Expansión, México, diciembre 2010, vol 41, num 1056, p 20.
- [8] Piloto, R. *Determinación de la influencia del uso de biodiesel en el funcionamiento de motores diesel*. Inst. Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, Revista CENIC, La Habana, Cuba, 2010, vol 41, num 1, pp 57 – 58.
- [9] Núñez, M.L., Prada, L.P. *Desempeño de biocombustibles en motores diesel*. Instituto colombiano del petróleo, Revista Energética, Bogotá, Colombia, diciembre 2007, num 38, pp 95 – 100.

- [10] Aguilar, J.L., Morelos, G. *Biodiesel. Una alternativa práctica como combustible limpio*. Revista del Instituto mexicano de ingenieros químicos A.C., México, 2004, vol 45, num 11, pp 27 -32.
- [11] Ugolini, J. *Biodiesel: el futuro lo está esperando*. Revista Aposgran, Santa Fe, Argentina 2013, vol 3, num 69.
- [12] ONU. *Nuestro futuro Común*. Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. División de Desarrollo Sostenible, ONU 1987.
- [13] Agudelo, J., Benjumea, P., Pérez, J.F. *Biodiesel: Una revisión del desempeño mecánico ambiental*. Revista de la División de Ingeniería de la Universidad del Norte. Colombia, 2003, ISSN 0122 -3461, num 13, pp 1-14.
- [14] BANCOMEXT. *Informe sobre Bonos de Carbono y Cambio Climático*. Banco Nacional de Comercio Exterior, México 2007.
- [15] INE. *Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Progreso S.A. de C.V. México 2010.
- [16] Martínez, J., Fernández, A. *Cambio climático: Una visión desde México*. SEMARNAT, INE, Noviembre 2004.
- [17] Molina, M. *Emisiones de gases efecto invernadero y oportunidades de mitigación*. Reporte elaborado para la Estrategia Nacional de Acción Climática. Centro Mario Molina, México, D.F. 2006.
- [18] [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural\)Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaSemillaSoya\(feb13\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural)Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaSemillaSoya(feb13).pdf)
- [19] Molinero, A. *Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación y Administración*. Universidad Autónoma del Estado de México. México, 2006, pp 112 – 117.

- [20] Vega, E. *Pruebas de campo de autobuses de tecnologías alternativas en la Ciudad de México*. Informe técnico, Reporte final, Secretaría del Medio Ambiente., México 2006, pp 24 – 29.
- [21] Villamañán, R., Valero, J., Chamorro, C., Segovia, J. *Los biocombustibles como política energética, hacia la sostenibilidad en el sector transporte*. Revista RIPS, Universidad Santiago de Compostela, España 2009, vol 8, num 1, pp 13 -22.
- [22] FAO. *Los desafíos del Cambio Climático y la Bioenergía*. Conferencia de alto nivel sobre seguridad alimentaria mundial. Roma, Italia, 3 al 5 de junio 2008.
- [23] Cervantes, S., Montes, A. *Viabilidad de la producción de biocombustibles para el transporte en México*. Revista Tiempo Económico. Universidad Autónoma Metropolitana. México, 17 abril 2011, pp 35 – 43.
- [24] Masera, O., Rodríguez, N., Lazcano, I. *Potenciales y viabilidad del uso del bioetanol y biodiesel para el transporte en México*. SENER-BID-GTZ, Proyectos ME-T 1007-ATN/DO-9375-ME y PN04.2148.7-001.00, México, 2006.
- [25] Islas, S. *Políticas de biocombustibles en México*. Memorias de la VII Reunión Nacional de la Red Mexicana de Bioenergía. Cuernavaca, Morelos, México 2010.
- [26] Transportes y Turismo. *Se aprueba Norma Emergente sobre calidad de combustibles*. Revista. México Noviembre 2015, num 1239, p 30.
- [27] Transportes y Turismo. *Retos del Autotransporte de cara a las ciudades eficientes y sustentables*. Revista. México Noviembre 2015, num 1239, p 84.
- [28] Motor a diesel. *20 años de regulación de emisiones contaminantes*. Revista Motor a diesel magazine, México octubre 2015, vol XXI, num 213, pp 66 – 67.
- [29] De la Madrid, E. *México en la generación del desarrollo. Nunca tan cerca como hoy*. Editorial Debate. México 2014.

- [30] Cruz, L. *Atora marco legal a biocombustibles*. Periódico Reforma, México, D.F. 20 septiembre 2010.
- [31] http://www.ine.gob.mx/descargas/con_eco
- [32] http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5094933&fecha=18/06/2009
- [33] <http://www.cocoso.chiapas.gob.mx/documento.php?id=20090129022945>
- [34] <http://www.cocoso.chiapas.gob.mx/documento.php?id=20100103114121>
- [35] http://www.uom.edu.mx/rev_trabajadores/pdf/63/63_Laura_juarez.pdf
- [36] <http://www.infocampo.com.ar/agricultura/6446-el-nuevo-paradigma-sembrar-combustible>
- [37] <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

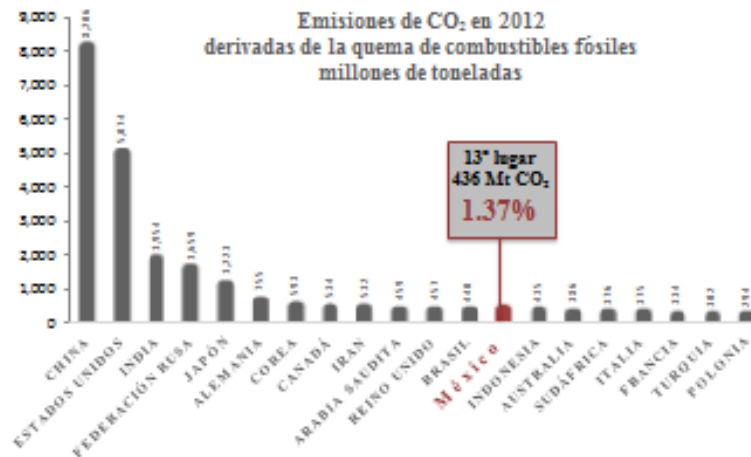
Anexos

1. Emisiones mundiales de CO₂ y la posición de México



MÉXICO EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL

MÉXICO contribuye con sólo el 1.37% de las emisiones globales de CO₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles

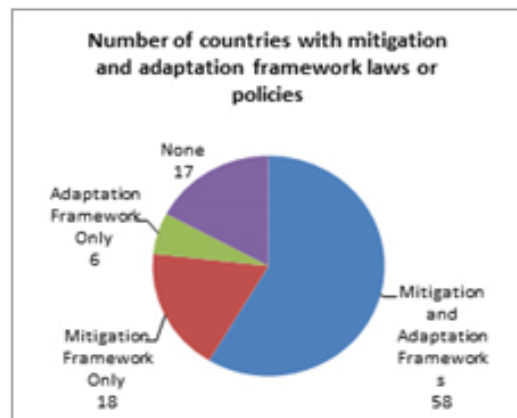


FUENTE: IEA, *Agencia Internacional de Energía*, 2014. CO₂ Emissions from Fuel Combustion.

2. México adherido a la solución del tema del Cambio Climático global



MÉXICO es uno de los 58 países que cuenta con un marco legal para hacer frente al cambio climático global

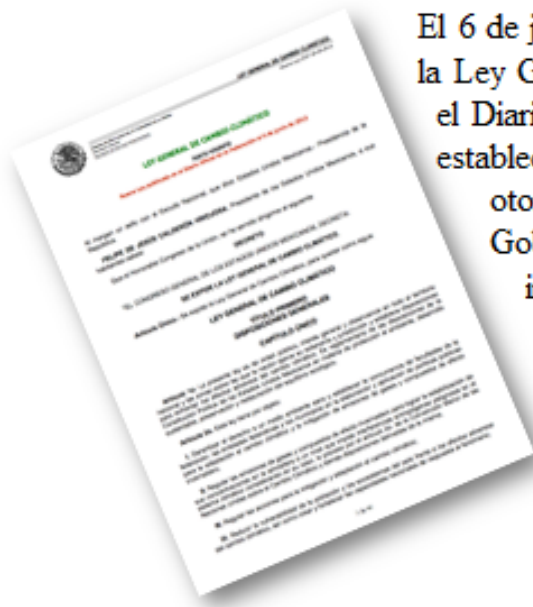


FUENTE: The 2015 Global Climate Legislation Study

3. Promulgación de la Ley General de Cambio Climático en México



LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO



El 6 de junio del año 2012, se publicó la Ley General de Cambio Climático en el Diario Oficial de la Federación que establece la política en la materia, otorgando un año calendario al Gobierno de la República para instalar y hacer operativo el **Sistema Nacional de Cambio Climático**

4. México en el contexto Internacional



5. México adherido al sistema de reportes GEI



MÉXICO es uno de los 40 países que cuenta con un sistema de reporte de GEI de carácter **obligatorio**



FUENTE: Guide for Designing mandatory GHG Reporting Programs, WRI-PMR-World Bank, 2015.

6. Registro Nacional de Emisiones (RENE)



COMPONENTES DEL REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES

I. REPORTE DE GASES O COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (OBLIGATORIO)



- REPORTE ANUAL
- VERIFICACIÓN
(CADA 3 AÑOS)

II. REGISTRO DE PROYECTOS Y ACTIVIDADES QUE MITIGUEN O REDUZCAN LAS EMISIONES (VOLUNTARIO)



- EN PLANEACIÓN

7. Guía del RENE



¿QUÉ ES LA GUÍA?



- Instrumento de divulgación acerca del Registro Nacional de Emisiones.
- Resume las obligaciones.
- Una referencia rápida de cómo estimar emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero.

8. Resultados de laboratorio al B33 elaborado por el Instituto Mexicano de Petróleo



**Dirección de Servicios de Ingeniería
Gerencia de Servicios Químicos
INFORME DE RESULTADOS**

REGISTRO	OT- 119
	2015
FECHA DE SALIDA	

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

PROCEDENCIA:	FERQUICAM S.A. DE C.V.	HOJA 1 DE 1
ATENCIÓN:	JULIO TORRES H.	FECHA DE SOLICITUD: 23 OCT 15
DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACION DE MUESTRAS: B 33		

REGISTRO	PRUEBA	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO	Referencia (a)
AF-1576	Temperatura de Inflamación	D 93	°C	64	41 mínimo
AF-1576	Índice de Cetano	D 976	---	56	45 mínimo
AF-1576	Destilación Atmosférica	D 86	---	---	---
AF-1576	TIE	D 86	°C	169	---
AF-1576	AI 10% vol	D 86	°C	205	Informar
AF-1576	AI 50% vol	D 86	°C	296	---
AF-1576	AI 90% vol	D 86	°C	336	350 Máx
AF-1576	TFE	D 86	°C	352	---
AF-1576	Viscosidad a 40°C	D 445	mm ² /s	2.86	1.9 / 4.1
AF-1576	Peso Específico 20/4°C	D 1298	---	0.8399	Informar
AF-1576	Agua y Sedimento	D 2709	% vol	< 0.05	0.05 Máx
AQ	Azufre Total	D 5453	mg / kg	6.4	500 máx

DOCUMENTOS QUE SE ANEXAN:	---
OBSERVACIONES:	(a) Únicamente como referencia, se indican especificaciones de Diésel Desulfurado de PEMEX No. 302/2004
RESPONSABLE:	Quím. Lino F. Conroy Paz FIRMA

ESTE DOCUMENTO ES UN INFORME DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS APLICADAS A LA MUESTRA IDENTIFICADA Y PROPORCIONADA POR EL CLIENTE, **NO ES UN CERTIFICADO DE PRODUCTO.**

Ampara las muestras citadas en el presente informe.
El I.M.P no es responsable del origen de las muestras.
Este documento sólo puede reproducirse en su totalidad y no parcialmente.

Eje Central Lázaro Cárdenas Norte 152, San Bartolo Atepehuacan,
Gustavo A. Madero, Distrito Federal, C.P. 07730, México
T. 9175 8473 / Fax 9175 8474, Correo lconroy@imp.mx