



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL

### *ESTUDIO SOBRE EL ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE AUTOMÓVILES EN MÉXICO*

## TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
*INGENIERO MECÁNICO*

PRESENTA:

*LUIS IVÁN RUIZ CRUZ*

DIRECTOR DE TESIS:

*ING. FRANCISCO JAVIER GARCÍA OSORIO*

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, 2013



# ÍNDICE

---

OBJETIVO.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO 1 - Antecedentes.....	7
1.1 Contexto general.....	7
1.2 Parque vehicular.....	9
1.3 Consumo final de energía.....	9
CAPÍTULO 2 – Marco teórico.....	11
2.1 Normatividad.....	11
2.1.1 Derecho internacional en materia ambiental.....	12
2.1.2 Derecho ambiental en México.....	15
2.1.3 Verificación vehicular y "hoy no circula".....	19
2.2 La etiqueta de consumo de energía.....	22
2.2.1 Experiencia internacional.....	25
2.3 PREMCE.....	33
2.4 Aspectos ambientales.....	35
2.4.1 Contaminantes resultado de la combustión.....	36
2.4.2 Cambio Climático.....	38
CAPÍTULO 3 – Tecnología y consumo de combustible.....	40
3.1 Tecnología del motor.....	40
3.2 Tecnología en transmisiones.....	46
3.3 Automóvil en movimiento.....	48
3.4 Tecnología de hidrógeno.....	53
3.5 Automóviles eléctricos.....	53
3.6 Aprovechamiento óptimo de la tecnología a partir del manejo eficiente. Técnicas de conducción económica.....	55
CAPÍTULO 4.- Pruebas de emisiones en vehículos – Metodología: Caso práctico.....	58
4.1 Metodología.....	59
4.2 Tecnologías utilizadas.....	62
4.3 Primera prueba.....	64
4.4 Segunda prueba.....	69
4.5 Nissan vs Toyota: Comparativo entre las pruebas.....	73
4.6 Análisis de las pruebas.....	76
CAPÍTULO 5 - Propuesta.....	78
5.1 Elementos por considerar.....	78
5.2 Etiqueta.....	80
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84

# OBJETIVO

---

El propósito de este trabajo es diseñar una etiqueta informativa, que sea colocada en un lugar visible en los vehículos nuevos para que el consumidor tenga un agente auxiliar para la selección entre un vehículo y otro. La información principal en la etiqueta será: la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> y el rendimiento de combustible que ofrezca el automóvil.

# INTRODUCCIÓN

---

Las etiquetas energéticas son un sistema establecido por la Comisión Europea, en el año 1989, debido a la creciente preocupación de la sociedad por las emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera. La mayor parte de energía que hay en el planeta procede de fuentes energéticas agotables y su utilización ocasiona grandes daños al ambiente, los cuales son irreparables, más aun cuando se utilizan en forma excesiva y sin la conciencia de todos los efectos negativos que genera.

El objetivo principal de las etiquetas energéticas es informar a los clientes del consumo de energía del producto en el momento de su utilización. Se pueden encontrar siete clases de etiquetas energéticas que se clasifican, en diferentes colores y con letras del abecedario, según el consumo de energía, siendo "A" la más eficiente y "G" la menos eficiente. Es importante saber que las etiquetas sólo son comparables dentro del mismo grupo de productos, no es igual la interpretación de una clase "G" en un electrodoméstico que en un automóvil.

Por otro lado, el tránsito de automóviles, especialmente en vías urbanas, genera efectos nocivos tanto para la salud de los ciudadanos como para el ambiente. Entre los contaminantes que emiten los automóviles está el CO<sub>2</sub>, que es uno de los principales responsables del calentamiento del planeta, y las partículas, que provocan un gran impacto sobre la salud de la población y que diversos estudios relacionan con el aumento de la mortalidad<sup>1</sup>. Sin embargo, no todos los automóviles contaminan por igual; de hecho, es posible conocer cuáles son los modelos que contaminan menos y consumen menos combustible y, por lo tanto, se puede tomar una decisión ecológica al adquirir un vehículo.

---

<sup>1</sup> **Air quality and health.** World Health Organization. 2011

En general, para mejorar los sistemas de transporte y reducir los problemas relacionados, se han desarrollado diversos proyectos, sin embargo aún no hay una solución clara y eficiente. Algunas de las medidas que se aplican actualmente servirán solo por un periodo corto, debido al gran crecimiento de la población y a que no existe un sistema de transporte público eficiente y bien planeado.

Respecto al transporte particular, en México, los ciudadanos adquirimos un automóvil porque “nos alcanza” o porque “nos gusta”; algunas veces consideramos el consumo de combustible, el costo de mantenimiento y la seguridad que nos proporciona, pero casi nunca la cantidad de contaminantes que produce. Por lo que es muy importante que la población valore tanto el beneficio económico como una posible mejora ambiental.

La etiqueta propuesta en este trabajo tiene como objetivo principal el informar al consumidor sobre el ahorro posible de combustible en los vehículos y, por ende, la disminución de gases contaminantes. La información de ahorro estará fácilmente disponible en el punto de venta (agencia automotriz) y los consumidores serán capaces de tomar una decisión más acertada y con más argumentos al momento de adquirir nuevos vehículos.

En este estudio se presenta en primer término una breve descripción de la relación entre la energía, la eficiencia energética en el automóvil y el contexto social que esto conlleva. También se resume la caracterización del parque vehicular que circula en México, el cual asciende a aproximadamente 27 millones de unidades, de las cuales resaltan, por su cantidad, los vehículos compactos y subcompactos.

Enseguida, se muestra un marco teórico, que incluye los aspectos relevantes de la normatividad (extranjera y nacional), del etiquetado del consumo de energía, de lo realizado en México a partir del Decreto PREMCE –que más adelante será detallado-, y del medio ambiente.

Siendo un tema primordial para entender la eficiencia energética y las emisiones contaminantes de los vehículos automotores ligeros, se presenta un inventario de las tecnologías que permite reconocer de manera inmediata las características de los automóviles, que en la mayoría de los casos, se están ofreciendo en estos momentos en el país, y algunas que ya se ofrecen en el mundo, y que pretenden aportar beneficios en cuanto a la eficiencia energética.

Para dar ejemplo de la importancia de las diferentes tecnologías ofrecidas, se presentan una serie de pruebas realizadas en campo de dos vehículos automotores, de marcas distintas, pero con características similares en cuanto al trabajo para el que están diseñados. Se recolectan datos de las emisiones contaminantes CO, CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> y se hace una comparación entre los resultados obtenidos entre los vehículos.

Finalmente, se da a conocer una propuesta de etiqueta para México, que incluye los valores de rendimiento de combustible y de emisiones de CO<sub>2</sub>, así como el costo presumible de combustible que a lo largo de un año se tendrá en ese vehículo. Es importante resaltar que no ha habido en México un trabajo completo de análisis sobre el etiquetado de los vehículos ligeros, siendo la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE, actualmente CONUEE), la única entidad que ha señalado su interés a través de la elaboración de documentos internos. Consideramos que es de una importancia relevante atender la necesidad de que en México contemos con más información como la señalada en este documento.

# CAPÍTULO 1 - Antecedentes

---

Con la llegada de la Revolución Industrial se generaron cambios dramáticos en términos ambientales, se comenzaron a utilizar los recursos naturales impertinentemente, a acabar con los bosques y a quemar combustibles de manera excesiva, lo que, actualmente, provoca que haya un superávit de gases nocivos en el aire. Si bien la llegada de las máquinas nos facilitó la vida con algunos beneficios y comodidades, también nos ha provocado nuevos problemas, como el daño que ha sufrido el planeta.

## 1.1 Contexto general

El modelo social al que hemos llegado en el siglo XXI se basa en un consumo irracional de energía. Esto tiene repercusiones ambientales y económicas, tanto a nivel nacional como internacional, que hacen necesario reducir y controlar el consumo energético, así como diversificar la producción de energía a partir de fuentes renovables.

Las fuentes energéticas son recursos de los que podemos extraer energía, de manera finita (no renovables) o infinita (renovables):

<b>Energías no renovables</b>	<b>Energías renovables</b>
Petróleo	Solar (fotovoltaica)
Carbón	Eólica
Uranio (nuclear)	Hidráulica

A finales del siglo XX, en referencia a los automóviles como medio principal de transporte, se estimó que la población total de vehículos sobrepasaba los 800 millones; si bien, gran parte de estos se concentra en los países altamente industrializados, cada vez es más grande su número en las zonas urbanas de países en vías de desarrollo (ciudades como México, Bangkok y Seúl se encuentran entre las que tienen los mayores congestionamientos del mundo). Y

aunque los vehículos han traído desarrollo y flexibilidad para millones de personas, sus ventajas se han visto mermadas por los altos costos ambientales.<sup>2</sup>

Por lo anterior, en años recientes se ha buscado la forma de reducir las emisiones contaminantes que emanan de los vehículos, además de la reducción en el consumo de energía, es decir incrementar la **Eficiencia Energética**, la cual se define como “el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad”<sup>3</sup>

Las preocupaciones ambientales se incrementan cada vez más a todos los niveles: mundialmente se busca que cada nación contribuya a disminuir la contaminación generada diariamente, por lo que se han firmado diversos acuerdos y tratados como el Protocolo de Kioto.

La industria automotriz se ha visto alcanzada por dichos acuerdos, a tal grado que se ha iniciado una guerra tecnológica para mejorar el rendimiento del combustible en los vehículos; si bien se busca una mayor potencia en los nuevos autos, también se han logrado avances en materia ambiental, de hecho, en el mercado existen automóviles eléctricos y vehículos impulsados por celdas de hidrógeno.

Sin duda el automóvil ha sido uno de los mejores inventos del hombre, sobre todo cuando se habla de comodidad en los traslados, aunque también es uno de los más grandes problemas que la humanidad ha enfrentado; el tener una mejor calidad de vida ha llevado a modificar la conducta y las costumbres de la ciudadanía.

---

<sup>2</sup> “Tendencias y perspectivas del consumo de gasolina y emisiones de gases contaminantes de los automóviles”, Elizabeth Mar Juárez. Tesis de doctorado. UNAM, 2001.

<sup>3</sup> ¿Qué es la eficiencia energética?, Programa País de Eficiencia Energética, PPEE. Chile, 2005.

## 1.2 Parque vehicular

La cantidad de automóviles que se usan en México se incrementa año con año; en los últimos tres años se vendieron 2'714,039 unidades. De hecho, después de la caída en ventas que hubo en 2009 (un año después de la crisis que afectó a todo el mundo), la venta de automóviles se incrementa año tras año.

**Tabla 1.- Ventas domésticas de vehículos nuevos de 2007 a 2012.**

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ventas	1,131,768	1,139,718	1,099,866	1,025,520	754,918	820,406	905,886	987,747

Datos tomados de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz

El parque vehicular del país aumentó 43% en 6 años, al pasar de 18.4 millones de unidades en 2005 a 26.4 millones en 2011<sup>4</sup>. En el 2012, los vehículos más vendidos fueron los subcompactos, seguidos por los compactos, que en conjunto suman poco más del 55% del total<sup>5</sup>.

Subcompactos				Compactos			
Modelo	Marca	Unidades	% del Segmento	Modelo	Marca	Unidades	% del Segmento
Aveo	GM	66,099	22%	Versa	Nissan	47,506	17%
Tsuru	Nissan	34,569	11%	Jetta 4 pts/ Clásico	VW	45,069	16%
March	Nissan	25,306	8%	Nuevo Jetta	VW	30,591	11%
Spark	GM	23,107	8%	Tiida sedan	Nissan	28,642	10%
Matiz	GM	16,048	5%	Sentra 2.0	Nissan	21,574	8%
Resto segmento		136,941	46%	Resto segmento		106,369	38%
Total		302,070	100%	Total		279,751	100%

**Figura 1.- Ventas de automóviles por segmento en 2012, AMDA**

A la fecha, existe un parque en circulación aproximado de 27 millones de vehículos en México, con una tendencia de aumento, con lo cual las emisiones se incrementarán de manera proporcional.

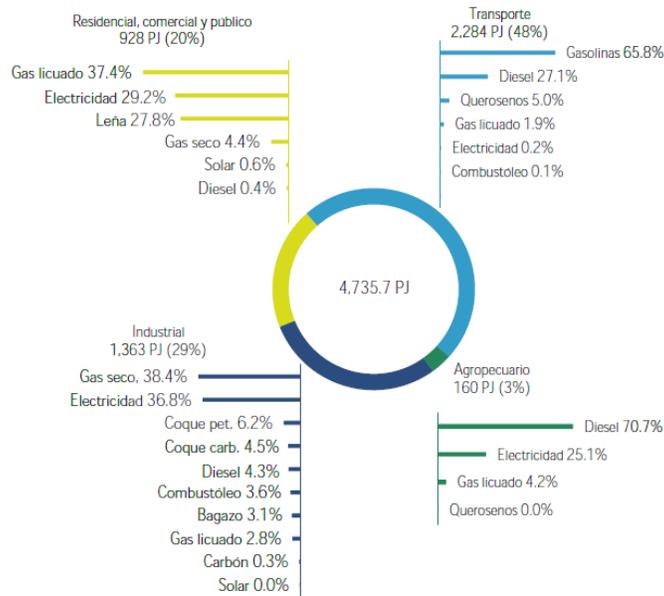
## 1.3 Consumo final de energía

Según el balance nacional de energía, en el 2011 se incrementó el consumo final de energía en un 2.7% respecto al 2010.

<sup>4</sup> Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM 2012.

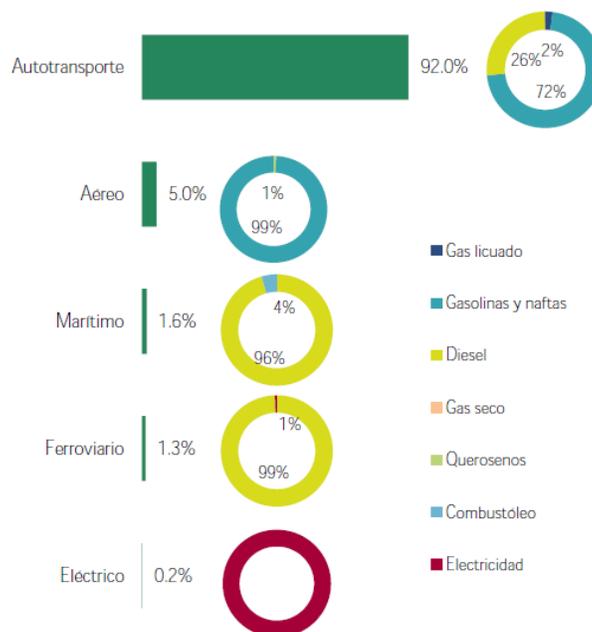
<sup>5</sup> Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores (AMDA).

Dentro de este informe federal se muestra que el sector transporte el mayor consumidor de energía con un 48% del total.



**Figura 2.- Consumo final energético por sector y energético, 2011**

El sector transporte se divide cinco subsectores: marítimo, ferroviario, eléctrico, aéreo y autotransporte, siendo este último el que tiene una mayor demanda de energía y entre ellos se incluye al automóvil particular.



**Figura 3.- Consumo de energía del sector transporte, 2011**

# CAPÍTULO 2 – Marco teórico

---

En la actualidad es común escuchar que ocurre un Cambio Climático; que el ambiente se deteriora constantemente, incluso, que se han incrementado las enfermedades provocadas por la contaminación ambiental. Sin embargo pocos saben que los países más afectados han comenzado a tomar diversas medidas para disminuir la emisión de contaminantes.

Uno de los factores que más ha preocupado a los gobiernos y a algunas organizaciones ecologistas son precisamente los gases que provienen de los escapes de los automóviles, es por eso que frecuentemente se encuentran nuevos reglamentos y normas que buscan disminuir esas emisiones.

## 2.1 Normatividad

El derecho es una herramienta indispensable en relación con todas las actividades humanas, por lo que se debe analizar el marco normativo nacional e internacional en materia ambiental; los tratados y leyes que buscan revertir el Cambio Climático y la disminución de contaminantes, recordando que el ambiente es uno de los principales derechos humanos y que:

*“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la Ley”.<sup>6</sup>*

La normatividad en eficiencia energética es un conjunto de procedimientos y reglas que indican el consumo en productos manufacturados y, algunas veces, prohíbe la venta de productos con menor eficiencia al mínimo establecido en las normas. El término “norma” (en términos energéticos) generalmente incluye dos significados: 1) un registro bien definido (o procedimiento de prueba) a través del cual se puede obtener un cálculo bastante aproximado del consumo de energía de

---

<sup>6</sup> **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.** Artículo 4<sup>to</sup>. Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de junio de 1999.

un producto (bajo condiciones generalizadas de uso), o por lo menos un rango del consumo de energía comparado con otros modelos; y 2) un límite sobre el consumo de la energía (generalmente uso óptimo o eficiencia mínima) basado en un registro de prueba específico.

Estas normas tienden a incrementar la distribución y venta de los productos con rendimiento eficaz de energía, eliminar los modelos menos eficientes y establecer una línea de referencia para los programas que proporcionan incentivos a productos que mejoran los valores de norma. De igual forma, el etiquetado incrementa la distribución de los modelos con un mejor rendimiento en el consumo de energía, al proporcionar información a los consumidores para que puedan tomar una decisión más razonada y estimular a los fabricantes a diseñar productos que logren mayor puntuación con base en la especificación mínima de la norma.

### **2.1.1 Derecho internacional en materia ambiental**

La comunidad internacional ha asumido el compromiso de velar tanto por el cumplimiento de los derechos humanos como por el respeto al ambiente. A partir de la Segunda Guerra Mundial la relación estado-ciudadano es competencia también de la comunidad internacional. Por otra parte, los fenómenos de degradación ambiental al trascender las fronteras políticas influyen en la conservación de la paz y seguridad mundial: la relación Estado-Tierra se convierte también en una preocupación de la comunidad internacional.

La ONU es pionera en la codificación y desarrollo jurídico para la protección del ambiente. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) administra muchos de esos tratados, entre los que están:

- Convención Marco sobre el Cambio Climático.
- Convenio de Viena sobre la capa de ozono.
- Protocolo de Montreal y enmiendas: para preservar la capa de ozono de la atmósfera.
- Convención sobre la contaminación transfronteriza del aire a gran distancia.

- Convenio internacional sobre cooperación, preparación y lucha contra la contaminación por hidrocarburos.

Siendo de las anteriores convenciones las más significativas la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático que en su artículo primero define:

*“ARTÍCULO 1: 1). Por ‘efectos adversos del cambio climático’ se entiende los cambios en el medio ambiente físico o en la biota resultantes del cambio climático que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humanos. 2). Por ‘cambio climático’ se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.*<sup>7</sup>

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente es un programa que coordina las actividades relacionadas con el ambiente, asistiendo a los países en la implementación de políticas medioambientales adecuadas así como a fomentar el desarrollo sostenible y sustentable. Fue creado por recomendación de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Humano, también está facilitando la negociación de un tratado para reducir y eliminar el uso de determinados productos industriales de gran toxicidad y movilidad dentro de la cadena alimentaria.

Desde la Declaración de Estocolmo de 1972, así como la Declaración de Río en 1992, se ha vislumbrado una política ecológica mundial. Una de las principales regulaciones, es el Convenio de Ginebra, adoptado el 13 de noviembre de 1979 y ratificado el 7 de junio de 1982. Este convenio sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, se consideró como uno de los medios principales para proteger nuestro ambiente; fue preparado tras la demostración científica de la conexión existente entre las emisiones de dióxido de azufre en la Europa continental y la acidificación de los lagos escandinavos, y la realización de

---

<sup>7</sup> Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. 1992

estudios posteriores que confirmaron que los agentes contaminantes atmosféricos podrían viajar miles de kilómetros antes de depositarse y producir daños.

En general, el Convenio de Ginebra ha contribuido de forma importante en la generación de una legislación ambiental internacional y ha creado el marco básico para controlar y reducir los daños, a la salud humana y al medio ambiente, generados por la contaminación atmosférica transfronteriza; también es un ejemplo acertado de lo que se puede alcanzar con la cooperación intergubernamental. Tras su entrada en vigor el Convenio ha sido ampliado con los siguientes protocolos:

- 1984. - Protocolo de Ginebra de financiación a largo plazo del programa de cooperación para la vigilancia y la valuación del transporte a larga distancia de los agentes contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP);
- 1985. - Protocolo de Helsinki para la reducción de las emisiones de dióxido de azufre o de sus flujos transfronterizos en al menos un 30%;
- 1988. - Protocolo de Sofía referente al control de los óxidos de nitrógeno y de sus flujos transfronterizos;
- 1991. - Protocolo de Génova referente al control de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles y de sus flujos transfronterizos;
- 1994. - Protocolo de Oslo para reducciones adicionales de las emisiones de dióxido de azufre;
- 1998. - Protocolos de Aarhus sobre metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes;
- 1999. - Protocolo para disminuir de la acidificación, eutrofización y ozono troposférico.

Uno de los acuerdos más importantes que se han firmado es el *Protocolo de Kioto*, que fue establecido en 1997 por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en el cual se establece un compromiso de disminución de emisiones gases de efecto invernadero, entre los que destacan el CO<sub>2</sub>, el metano y el óxido nitroso. El compromiso adquirido fue la reducción de las emisiones de

CO<sub>2</sub> en al menos 5% en el periodo de 2008 a 2012, utilizando como referencia las emisiones de 1990.

### **2.1.2 Derecho ambiental en México**

En enero de 1988 se promulgó la *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente* (LGEEPA) que prevé *la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción*<sup>8</sup> y define como impacto ambiental a la *modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*<sup>9</sup>.

La evaluación del impacto ambiental, de acuerdo con la LGEEPA, es un procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger al ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. El hecho de que un ambiente degradado afecte la calidad de vida y los derechos de las personas resulta incontrastable. Este hecho ha sido recogido por los derechos humanos que han integrado a su acervo normativo el reconocimiento al derecho que tienen las personas y las sociedades a vivir en un ambiente adecuado.

El Estado Mexicano, en sus ordenamientos normativos y con la creación de instituciones para la protección del ambiente de sus gobernados, cuenta con leyes federales en busca la protección del ambiente. Sin embargo, en cuanto al daño ambiental que provocan las emisiones por el consumo de hidrocarburos, es difícil identificar al responsable y reparar el daño causado.

---

<sup>8</sup>“Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente” Art. 1

<sup>9</sup>“Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente” Art. 3 Fracción XIX

En México la cantidad de vehículos se incrementa día a día por lo que se han establecido diferentes normatividades para la disminución de contaminantes emitidos por los automóviles. En la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006 se mencionan los límites máximos permisibles de gases provenientes del escape de los vehículos de pasajeros, que utilizan gasolina como combustible, en función del año-modelo del automóvil.

**Tabla 2.-** Límites máximos permisibles provenientes del escape de los vehículos

Año-Modelo del Vehículo	Hidrocarburos (HC) (ppm)	Monóxido de carbono (CO) (%Vol.)	Oxígeno (Max) (O <sub>2</sub> ) (%Vol.)	Dilución	
				Min	Max
1996 y anteriores	500	4.0	6.0	7.0	18.0
1987-1993	400	3.0	6.0	7.0	18.0
1994 y posteriores	200	2.0	6.0	7.0	18.0

Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden desear ahorrarla para reducir los costos energéticos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio. Entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental desde el descubrimiento de nuevas fuentes y el mejoramiento de las actuales. Esta práctica conlleva a un aumento del capital financiero, ambiental, seguridad nacional, seguridad personal y confort humano.

Una de las regulaciones más importantes y con mayor posibilidad de impulsar un etiquetado es la NOM-042-SEMARNAT-2003, la cual establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos.

**Tabla 3.- Límites máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos automotores nuevos.**

Estándar de durabilidad a 100,000 km											
Estan dar	Clase	CO g/km		HC g/km	HC + NOx g/km	NOx g/km		Part (1) g/km		HCev (2) g/prueba	
		gasolina, gas L. P. y gas natural	diesel	gasolina, gas L. P. y gas natural	diesel	Gasolina, gas L. P. y gas natural	Diesel	gasolina, gas L. P. y gas natural	diesel	gasolina y gas L. P.	diesel
B	VP	1.25	0.64	0.125	0.56	0.100	0.50	-	0.050	2.0	-
	CL y VU Clase 1										
	CL y VU Clase 2										
	CL y VU Clase 3										
C	VP	1.00	0.50	0.10	0.30	0.08	0.25	-		2.0	-
	CL y VU Clase 1										
	CL y VU Clase 2										
	CL y VU Clase 3										

Actualmente existe un proyecto de norma: *PROY-NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2012, Emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, aplicable a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3,857 kilogramos.*

Recientemente, las autoridades nacionales han incrementado las medidas aplicadas para tener un mayor control sobre las emisiones contaminantes. El gobierno federal ha creado algunas regulaciones que clasifican y limitan el uso de sus propios vehículos; muestra de ello son los “lineamientos de eficiencia energética para la administración pública federal”, los cuales indican el tipo de vehículo que debe utilizarse de acuerdo al cargo público. En su quinto capítulo se indica lo siguiente:

*Cada unidad que se adquiera debe satisfacer una necesidad específica de transporte, por lo que resultará importante definir su perfil de utilización. Para ello, lo primero que se debe considerar es si la unidad va a transportar principalmente pasajeros o carga. Para el traslado de pasajeros se debe conocer básicamente el número de personas a trasladar y las condiciones específicas del servicio que se atenderá, mientras que para el transporte de carga se debe conocer el tipo, peso y volumen de los materiales y productos.*

De acuerdo con lo anterior se tienen dos tablas; la primera es la clasificación de los automóviles de acuerdo a su capacidad de carga y de los camiones de acuerdo su peso:

<b>Clase de vehículo</b>	<b>Uso principal</b>
Subcompacto	Transporte de hasta 5 personas
Compacto	Transporte de hasta 5 personas
Uso múltiple	Transporte de hasta 10 personas o carga
Camión ligero Clase 1	Transporte con peso bruto vehicular inferior a 2,721 kg
Camión ligero Clase 2	Transporte con peso bruto vehicular entre 2,722 kg y 4,536 kg

**Tabla 4.-** Clasificación genérica por tipo de uso

La siguiente tabla nos presenta qué tipo de vehículo se debe utilizar de acuerdo con el cargo que el usuario tiene o a la función para la que el vehículo será utilizado:

<b>Cargo del funcionario o Tipo de Servicio</b>	<b>Tipo de Vehículo</b>
a) Secretarios de Estado, Procurador General de la República, Consejero Jurídico del Ejecutivo Federal y titulares de las Entidades que tengan nivel equivalente	Uso múltiple o Compacto
b) Subsecretarios, Oficiales Mayores, Titulares de Unidad, Coordinadores Generales y homólogos, así como Titulares de las Entidades de la Administración Pública Federal	Compacto hasta de 6 cilindros
c) Directores Generales y homólogos, así como equivalentes en las Entidades de la Administración Pública Federal	Compacto o Subcompacto 4 cilindros
d) Servicios generales y de apoyo	Subcompacto 4 cilindros, Uso múltiple, Camión ligero Clase 1 y Camión ligero Clase 2
e) Vehículos relacionados directamente con las funciones propias de la Dependencia o Entidad de que se trate	De acuerdo con las funciones que desarrollen

**Tabla 5.-** Tipo de vehículo en función del cargo y/o tipo del servicio

También, existe el “Protocolo de actividades para la implementación de acciones de eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de la Administración Pública Federal” que, como su nombre lo indica, tiene como objetivo establecer un proceso de mejora continua para fomentar la eficiencia energética mediante la implementación de buenas prácticas e innovación tecnológica, así como la utilización de herramientas de operación, control y

seguimiento, que contribuyan al uso eficiente de los recursos públicos y a la sustentabilidad. Los vehículos que se consideran en el Protocolo, se clasifican de la siguiente manera:

- Servicios públicos y operación de programas públicos
- Servicios generales
- Asignados a servidores públicos

Asimismo, quedan exentos del programa los vehículos destinados y que participan, exclusivamente, en actividades de seguridad nacional.

Cada entidad gubernamental que tenga una flota vehicular deberá registrarla ante la CONUEE<sup>10</sup>, en donde por cada vehículo se registra la siguiente información:

- Nombre de la dependencia o entidad
- Unidad Administrativa (asignación de la flota)
- Ubicación
- Responsable de la flota
- Información básica del año anterior del consumo de combustible -en litros- por tipo de: servicio, unidad y combustible
- Costo operativo anual, año anterior de la flota vehicular (combustible, aceite, lubricante y mantenimiento).

### **2.1.3 Verificación vehicular y "hoy no circula"**

Cada semestre, todos los vehículos particulares, deberán presentarse a una verificación vehicular, para determinar la cantidad de emisiones que se arrojan al ambiente y cumplir con la norma NOM-041-SEMARNAT-2006 ya descrita..

En el Distrito Federal existe el “Programa de verificación vehicular obligatoria”, en el cual se indican los parámetros que se toman en cuenta para la determinación

---

<sup>10</sup> Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

de la constancia de verificación (holograma) que se colocará en cada vehículo.

Este programa:

*“aplica a todos los automotores matriculados en el Distrito Federal y los que portan placas metropolitanas, con excepción de los tractores agrícolas, la maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera, las motocicletas, los vehículos eléctricos, los vehículos con matrícula de auto antiguo, automotores con matrícula demostradora y aquellos cuya tecnología impida la aplicación de la Norma Oficial Mexicana correspondiente”.*

Las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, a que hace referencia este programa, son: **NOM-041-SEMARNAT-2006**, referente a límites máximos de emisión para automotores a gasolina (y su acuerdo modificatorio de fecha 28 de diciembre de 2011); **NOM-045-SEMARNAT-2006**, referente a límites máximos de emisión, equipamiento y protocolo de prueba para automotores a diesel; **NOM-047-SEMARNAT-1999**, referente a equipamiento y protocolo de prueba para automotores a gasolina y **NOM-050-SEMARNAT-1993**, referente a límites máximos de emisión para automotores a gas natural, gas licuado de petróleo y otros combustibles alternos.

También se indica que los vehículos nuevos deben ser verificados, dentro de los primeros 180 días naturales y, en el periodo correspondiente a la terminación numérica de la placa. Una vez realizada la verificación del vehículo, se deberá entregar, en cualquier caso, un certificado de verificación (holograma), ya sea de aprobación o de rechazo.

En el programa de verificación vehicular también se describe el programa **“HOY NO CIRCULA”**, el cual indica que las restricciones de circulación de acuerdo con el último dígito numérico de la placa de matrícula y/o del color de la calcomanía de circulación permanente (engomado), según la siguiente tabla:

DÍA	LIMITACIÓN DE LA CIRCULACIÓN
Lunes	Amarillo* (5 y 6)**
Martes	Rosa* (7 y 8)**
Miércoles	Rojo* (3 y 4)**
Jueves	Verde* (1 y 2)**
Viernes	Azul* (9 y 0, matrículas que carecen de números o automotores con permisos de circulación)

Sábado	<p>El primer sábado de cada mes los vehículos con engomado color amarillo y terminación de placas 5 y 6;</p> <p>El segundo sábado de cada mes los vehículos con engomado color rosa y terminación de placas 7 y 8;</p> <p>El tercer sábado de cada mes los vehículos con engomado color rojo y terminación de placas 3 y 4;</p> <p>El cuarto sábado de cada mes los vehículos con engomado color verde terminación de placas 1 y 2; y</p> <p>El quinto sábado, en aquellos meses que lo contengan, los vehículos con engomado color azul y terminación de placas 9 y 0, así como matrículas que carecen de números o automotores con permisos de circulación.</p>
--------	---

\*Color del engomado que contiene el número de la matrícula. \*\*Último dígito numérico de la placa de circulación

**Tabla 6.- Restricciones de circulación según el programa “Hoy no circula”**

Sin embargo, también existen excepciones para algunos vehículos, es decir, el programa no aplica en algunos casos, lo más destacable es:

- Los vehículos con holograma de verificación “00” y “0”
- Los vehículos con matrícula de vehículo antiguo.
- Los vehículos que transporten o sean conducidos por personas con discapacidad y que cuenten con las placas correspondientes.

Un vehículo nuevo puede obtener un holograma “00” en el primer año de uso, para poder conseguir, hasta por dos años, el mismo holograma, deben estar debajo de la tabla de emisiones que se muestra a continuación:

Normatividad y nivel de emisiones					
Estándar		Cumple con la NOM 042	NOx (g/km)		
			Mayor a 0.023 y menor o igual a 0.03	Mayor a 0.015 y menor o igual a 0.023	Menor o igual a 0.015
Rendimiento de gasolina en ciudad	Menos de 9 Km/l	Calcomanía cero	Exención por 2 años	Exención por 2 años	Exención por 4 años
	De 9 a 13.0 Km/l	Exención por 2 años	Exención por 2 años	Exención por 4 años	Exención por 6 años
	De más de 13.0 a 20 Km/l	Exención por 2 años	Exención por 4 años	Exención por 6 años	Exención por 6 años
	Más de 20 Km/l	Exención por 4 años	Exención por 6 años	Exención por 6 años	Exención por 6 años

**Tabla 7.- Emisiones para renovación de holograma “00”**

Con un buen mantenimiento y un buen cuidado del automóvil, se pueden obtener los hologramas sin problema. Sin embargo, las exenciones que se muestran para 6 años son, sin duda, para vehículos híbridos.

## **2.2 La etiqueta de consumo de energía**

Una de las herramientas de protección ambiental, que ha tomado fuerza en Europa, Asia y los Estados Unidos, es la etiqueta de eficiencia energética, la cual ha sido de gran ayuda en la disminución de contaminantes emitidos a la atmósfera y, para la población, ha significado un ahorro económico ya que, al consumir menos energía, se paga menos.

Las etiquetas de eficiencia energética (también llamadas ecoetiquetas) son etiquetas informativas adheridas a los productos manufacturados que indican el consumo de energía del producto (generalmente en la forma de uso de la energía, eficiencia y/o costos de la energía) para proporcionar a los consumidores los datos necesarios para hacer compras con información adecuada. Originalmente fueron implementadas para aparatos eléctricos, como lavadoras, licuadoras, hornos de microondas, planchas, refrigeradores o televisiones. La información en las etiquetas sirve para hacer un comparativo entre los productos etiquetados del mismo tipo, es decir, no podemos comparar una licuadora con un refrigerador o un horno de microondas.

Determinar el consumo de energía es un elemento esencial en cualquier programa gubernamental sobre las políticas de eficiencia energética y en los programas para atenuar los cambios climatológicos. Cuando los programas son bien diseñados y aplicados, sirven para retirar del mercado a los productos consumidores de energía que le cuestan al usuario mucho más en sus recibos de electricidad, gasolina y gas; además, pueden imponer requerimientos uniformes a todos los participantes del mercado. Por separado, cada uno de ellos puede promover el desarrollo de tecnología en el consumo de la energía, con un costo real y su difusión en el mercado.

La contaminación ambiental y el cambio climático que vivimos actualmente han despertado el interés por generar un sistema que permita regular los gases contaminantes emitidos por los vehículos de modelos recientes. Cada día parecen ser más los consumidores preocupados por buscar alternativas a los productos perjudiciales para el ambiente. Los fabricantes, conscientes de este creciente interés, intentan vender una imagen ecológica a la vez que un producto y, para ello, utilizan la ecoetiqueta.

Para el caso de los vehículos, el combustible usado representa un gasto muy grande, tomando en cuenta el alto precio de la gasolina y la baja eficiencia de los motores; además, un vehículo poco eficiente representa un sistema de contaminación extrema, debido a la gran cantidad de contaminantes, productos de la combustión, que son arrojados a la atmósfera por los motores en mal estado. Debido al crecimiento de las preocupaciones públicas sobre el calentamiento global, la contaminación atmosférica y los peligros para la salud ambiental, la economía de combustible juega un papel muy importante en las decisiones de los consumidores que compran un coche nuevo.

Una etiqueta ecológica fue puesta en marcha por la Unión Europea en 1992 para señalar que el producto o servicio que la lleva tenía menos efectos negativos sobre el medio ambiente que otros de la misma categoría. Esa eco-etiqueta incluye todo el proceso productivo, desde la producción hasta la eliminación de la mercancía, teniendo en cuenta factores como las secuelas de la fabricación en el ecosistema, el consumo de recursos naturales y energía, el ruido, la contaminación atmosférica y acuática, la degradación del suelo, y la persistencia de los residuos.

Las eco-etiquetas pueden utilizarse solas o servir de complemento a las normas de eficiencia energética. Proporcionan información al consumidor que les permite, si lo desean, seleccionar productos más eficientes. También proporcionan un

indicador común sobre la eficiencia energética, lo cual permite a las empresas de servicios públicos y a las oficinas gubernamentales conservar la energía u ofrecer incentivos a los consumidores que compren los productos más eficientes. El éxito de las etiquetas de eficiencia energética depende en gran medida de cómo se presente la información al consumidor.

Actualmente esta medida se aplica en diferentes países de Europa, en Estados Unidos y Canadá. Son muchos los sectores que, en la Unión Europea, ya disponen de productos y servicios ecológicos, la jardinería, la limpieza, los productos textiles, el material de oficina, los electrodomésticos, los alojamientos turísticos.

El principal objetivo de las etiquetas energéticas es proporcionar la información necesaria para que se tome la decisión correcta al momento de elegir un automóvil nuevo. Las etiquetas que se aplican actualmente son de gran ayuda para mejorar el medio ambiente, ya que proporcionan la información necesaria para que el consumidor sepa que cantidad de contaminantes emite el vehículo, la cantidad de combustible que el auto consumirá en un año y por tanto el costo que esto le generará.

Las pruebas realizadas para la aplicación de esta medida, son desde pruebas de banco o de laboratorio hasta pruebas aplicadas en situaciones reales, de ciudad y de carretera.

La etiqueta ecológica de la Unión Europea es "creíble" porque se han establecido procesos de consulta y apoyo con las organizaciones de consumidores, los ambientalistas y los empresarios líderes en el sector; es "fiable" porque la certificación la lleva a cabo un organismo independiente y porque la calidad del producto suele ser igual o mayor a la de los bienes competentes, que presentan consecuencias ecológicas negativas, y es "útil" porque simplifica el proceso de

elección del consumidor, otorgando al producto un valor añadido, el de no perjudicar nuestro entorno.

### 2.2.1 Experiencia internacional

A continuación se presentan las etiquetas automotrices que se emplean en algunos países y sus principales características.

**Estados Unidos.** Dentro de los avances tecnológicos que ese país experimenta continuamente México es afectado, ya sea para bien o para mal, voluntaria o involuntariamente; por lo tanto es indispensable analizar sus políticas de etiquetado.

En Estados Unidos se han implementado diferentes programas de protección ambiental, logrando mejoras voluntarias y obligatorias, por lo cual los diferentes fabricantes y distribuidores deben mejorar continuamente para tener equipos más eficientes en el mercado. La etiqueta de eficiencia energética que se aplica de manera obligatoria en los vehículos nuevos, contiene datos fundamentales y de gran ayuda para el consumidor, como el rendimiento y el costo estimado de combustible en un año. Contiene un rango aproximado del rendimiento de acuerdo a la clasificación del automóvil.

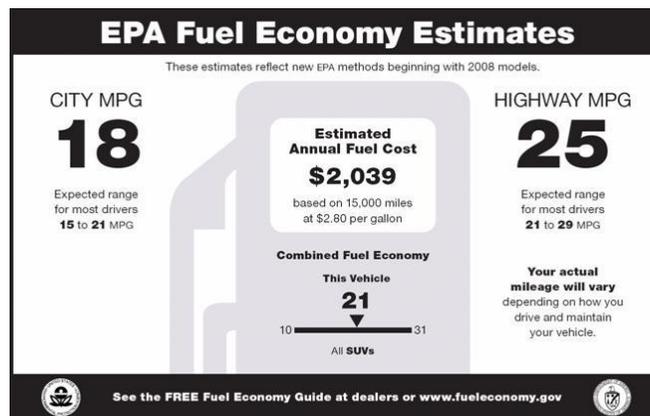


Figura 4.- Etiqueta utilizada en EU

**Canadá.** Es denominada *Energuide* y se fija en todos los vehículos nuevos que salen a la venta, incluyendo automóviles, camionetas y SUV's. El propósito de la *Energuide* es comparar la información de consumo del nuevo vehículo e identificar el más eficiente para las necesidades diarias. Tiene un diseño estándar y deben permanecer en los automóviles nuevos hasta que sean vendidos. Al igual que la etiqueta estadounidense, los datos que aparecen son: el rendimiento de combustible y el costo estimado de combustible en un año.



**Figura 5.-** Etiqueta utilizada en Canadá

Los índices de consumo que aparecen en la etiqueta son otorgados por los fabricantes de los vehículos y están basados en procedimientos estándares de manejo.

**Chile.** La etiqueta chilena de consumo de energía contiene información respecto al consumo de combustible de un vehículo en ciudad, carretera y mixto, expresados en km/l. Además, proporciona información sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en g/km. Esta etiqueta solo aplica a los vehículos que tengan un peso menor a 2700 kg, que sean destinados al traslado de personas, es decir, no aplica a camionetas, furgonetas ni SUV's.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Reglamento de etiquetado de consumo energético para vehículos motorizados livianos. Chile 2011

# Eficiencia Energética



Los valores reportados en esta etiqueta son referenciales.

El rendimiento de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub> corresponde al valor constatado en el proceso de homologación desarrollado por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través del Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV).

El rendimiento efectivamente obtenido por cada conductor dependerá de sus hábitos de conducción, de la frecuencia de mantención del vehículo, de las condiciones ambientales y geográficas, entre otras.

El CO<sub>2</sub> es el principal gas efecto invernadero responsable del cambio climático.

Infórmate en [www.consumovehicular.cl](http://www.consumovehicular.cl)



**Figura 6.-** Etiqueta utilizada en Chile

**España.** Existen dos tipos de etiquetas: una obligatoria y una voluntaria. Esta medida forma parte del Real Decreto 837/2002, que incorpora al ordenamiento jurídico español el etiquetado energético (1999/94 CE), cuyo objetivo es garantizar que se proporcione información relativa al consumo de combustible y a las emisiones de CO<sub>2</sub> para que los consumidores puedan elegir con fundamento.

El gobierno español considera que la información ocupa un papel fundamental en el comportamiento del mercado y que, por lo tanto, es necesario aportar información precisa, pertinente y comparable sobre el consumo de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub> específicos de los vehículos, ya que puede influir en la decisión del consumidor e impulsar a los fabricantes a hacer lo necesario para mejorar la eficiencia de los automóviles. Los puntos de venta (agencias automotrices) tendrán que reflejar los datos oficiales de consumo y emisiones de CO<sub>2</sub> de todos los modelos que comercialicen; las estadísticas se incluirán en carteles que se

deberán exhibir obligatoriamente, así como en los impresos utilizados en publicidad.

*Etiqueta obligatoria.*- Se establece como obligatoria la colocación de una etiqueta sobre consumo de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub> de forma claramente visible en cada modelo automotriz nuevo.

En todos los puntos de venta puede obtenerse gratuitamente una guía sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub> en la que figuran los datos de todos los modelos de automóviles de turismos nuevos.

Marca/modelo:

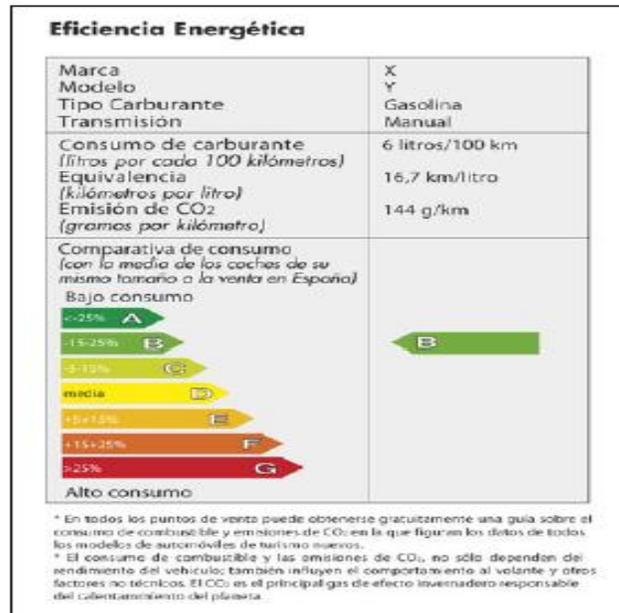
Tipo de carburante:

CONSUMO OFICIAL (SEGÚN LO DISPUESTO EN LA DIRECTIVA 80/1268/CEE)	
Tipo de conducción	l/100 km
En ciudad	
En carretera	
Media ponderada	

EMISIONES ESPECÍFICAS OFICIALES DE CO <sub>2</sub> (SEGÚN LO DISPUESTO EN LA DIRECTIVA 80/1268/CEE)	
g/km	
El consumo de combustible y las emisiones de CO <sub>2</sub> no sólo dependen del rendimiento del vehículo; también influyen el comportamiento al volante y otros factores no técnicos. El CO <sub>2</sub> es el principal gas de efecto invernadero responsable del calentamiento del planeta.	

**Figura 7.-** Etiqueta obligatoria utilizada en España

*Etiqueta voluntaria.*- Esta etiqueta muestra la información de consumo y emisiones, además de un comparativo de consumo, respecto a modelos similares. El consumo oficial de un coche se compara con un valor medio asignado por cálculos estadísticos a los coches con igual superficie (longitud por anchura) y combustible. Los coches que consumen menos combustible que la media están clasificados como A, B, C (colores verdes), los que consumen más pertenecen a las clases E, F y G (colores rojos) y los de la clase D (color amarillo) pertenecen a la media de consumo de su categoría.



**Figura 8.-** Etiqueta voluntaria utilizada en España

**Dinamarca.** Es una etiqueta de comparación de eficiencia energética que se basa en flechas de colores que corresponden a 7 diferentes categorías (A-G), en donde la letra A corresponde al vehículo más eficiente y la letra G a los modelos más ineficientes. El etiquetado contiene datos de:

- Rendimiento de combustible(km/l)
- Emisiones de CO<sub>2</sub> por (g/km)
- Comparativo de eficiencia energética
- Información económica: impuestos anuales verdes del propietario y gasto de combustible al recorrer 12,000 millas (20,000 kilómetros).
- Información relacionada con la seguridad del vehículo.

La introducción del etiquetado se hizo acompañar de una campaña de publicidad en medios electrónicos, revistas especializadas e internet, los cuales ayudan en gran medida a que los consumidores finales consideren los datos mostrados en la etiqueta para tomar una decisión más ecológica al momento de adquirir un nuevo vehículo, la etiqueta se muestra en la figura número 10.

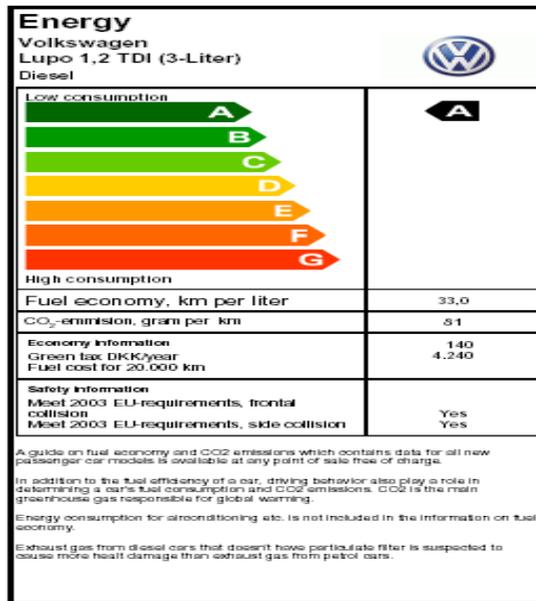


Figura 9.- Etiqueta utilizada en Dinamarca

**Francia.** Esta etiqueta incluye el rendimiento de combustible (litros por cada 100 kilómetros), además de las emisiones de CO<sub>2</sub> en g/km. También existe una clasificación de colores y letras de acuerdo con estas emisiones.

**Consommation de carburant et émission de CO<sub>2</sub>**

Marque : VOITURE  
 Modèle : XXX  
 Version : 88CH  
 Énergie : Essence

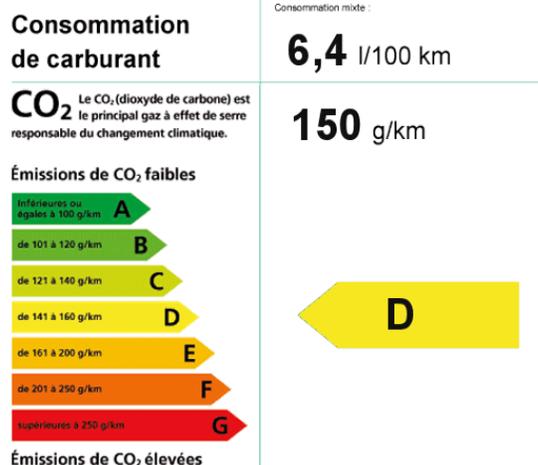
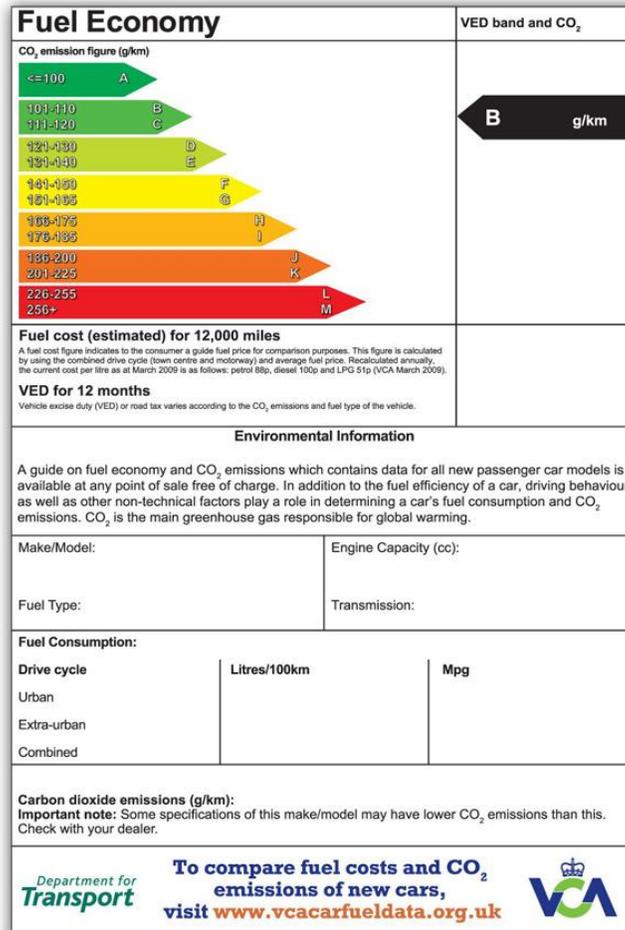


Figura 10.- Etiqueta utilizada en Francia

**Reino Unido.** En este caso la etiqueta no es obligatoria. Como en las demás etiquetas europeas, incluye el rendimiento de combustible, el costo estimado de combustible en un periodo de un año y las emisiones de CO<sub>2</sub> como los parámetros más importantes, además de mostrar otros datos del vehículo como la cilindrada del motor y el tipo de transmisión.



**Figura 11.-** Etiqueta utilizada en el Reino Unido

**Alemania.** Es colocada de manera obligatoria en los vehículos nuevos que salen a la venta. Los datos incluidos son las emisiones de CO<sub>2</sub>, el rendimiento de combustible, el costo estimado combustible, la clasificación de acuerdo a la eficiencia, tipo de combustible y tipo de transmisión.

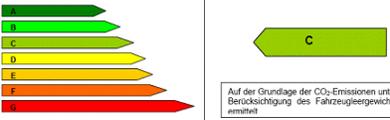
Information über den Kraftstoffverbrauch und die CO <sub>2</sub> -Emissionen	
Marke Typ	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Kraftstoff Getriebe	Benzin, Diesel, LPG, CNG, Erdgas Automatik/Manuell
Kraftstoffverbrauch	kombiniert:            X.X Liter / 100 km innerorts:            X.X Liter / 100 km außerorts:            X.X kombiniert:            X.X Gramm / km
CO <sub>2</sub> -Emissionen	
Die angegebenen Werte wurden nach den vorgeschriebenen Messverfahren (RL 80/1268/EWG in der ge- wärtig geltenden Fassung) ermittelt. Die Angaben beziehen sich nicht auf ein einzelnes Fahrzeug und sind nicht Bestandteil des Angebotes, sondern dienen allein Vergleichszwecken zwischen den verschiede- nen Fahrzeugtypen.	
Energieeffizienz	
Auf der Grundlage der CO <sub>2</sub> -Emissionen unter Berücksichtigung des Fahrzeuggewichts ermittelt	
> Jahressteuer für diese Fahrzeuge: ..... EURO > Kraftstoffkosten bei einem Kraftstoffpreis von x.x EURO / Liter und einer Laufleistung von 20.000 km ..... EURO Hinweis nach Richtlinie 1999/46/EG: Der Kraftstoffverbrauch und die CO <sub>2</sub> -Emissionen eines Fahrzeugs hängen nicht nur von der effizienten Ausnutzung des Kraftstoffs durch das Fahrzeug ab, sondern werden auch vom Fahrerhalten und anderen nichttechnischen Faktoren beeinflusst. CO <sub>2</sub> ist das für die Erderwärmung hauptsächlich verantwortliche Treibhausgas. Ein Leitfaden für den Kraftstoffverbrauch und die CO <sub>2</sub> -Emissionen aller in Deutschland angebotenen Personenkraftfahrzeugmodelle ist unentgeltlich an jedem Verkaufsort in Deutschland erhältlich, an dem neue Personenkraftfahrzeugmodelle ausgestellt oder angeboten werden.	

Figura 12.- Etiqueta utilizada en Alemania

**Singapur.** Es la etiqueta con menos datos mostrados, el rendimiento de combustible es el más representativo, seguido de la marca, el modelo, capacidad del motor y el tipo de combustible. Además, incluye un código de registro del vehículo ante la NEA<sup>12</sup>, que certifica los datos mostrados. La etiqueta debe ser adherida permanentemente.

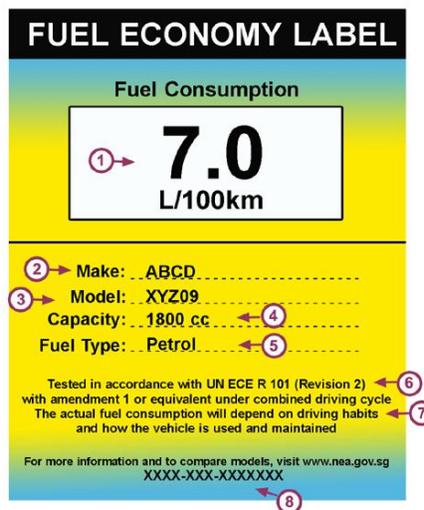


Figura 13.- Etiqueta utilizada en Singapur

Existen más países que aplican esta medida, como Japón, Sudáfrica, Nueva Zelanda y la India, en todas se mencionan el rendimiento de combustible y las

<sup>12</sup> National Environment Agency. Singapur.

emisiones de CO<sub>2</sub>. En Nueva Zelanda y la India la comparación es con estrellas y no con letras, a mayor cantidad de estrellas, mejor es el rendimiento del combustible.



Figura 14.- Etiqueta utilizada en Nueva Zelanda

## 2.3 PREMCE

En México se han creado regulaciones para que se muestre el rendimiento de combustible de los vehículos. Por ejemplo, en 1981 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “Decreto que establece rendimientos mínimos de combustible para automóviles”, mejor conocido como PREMCE (Promedio de Rendimiento Mínimo de Combustible por Empresa); el rendimiento mínimo se calcula durante un año modelo a partir del número de ventas proyectado por la empresa:

$$PREMCE = \frac{\sum^N [VPM (RC)]}{VTE}$$

dónde:

*PREMCE* = Promedio de rendimiento mínimo de combustible por empresa, durante un año modelo [km/l].

*VPM* = Volumen total proyectado de venta para cada modelo de automóvil [pzas].

*RC* = Rendimiento combinado de combustible de cada modelo [km/l].

*VTE* = Volumen total proyectado de venta de automóviles por empresa [pzas].

*N* = Número de modelos a producir por la empresa.

Para el rendimiento combinado de combustible se utilizó la siguiente fórmula:

$$RC = 0.55(RCI) + 0.45(RCA)$$

dónde:

*RCI*=Rendimiento de combustible de cada modelo en ciclo ciudad [km/l].

*RCA*= Rendimiento de combustible de cada modelo en ciclo carretera [km/l].

Además en el artículo 17 de este Decreto se mencionaba que:

*“A partir del año modelo 1982 todos los automóviles deberán incorporar una calcomanía con la siguiente leyenda: «La Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial certifica que: El rendimiento combinado de combustible de este modelo es: km/l. Este valor puede variar de acuerdo al combustible, a las condiciones topográficas, climatológicas y hábitos de manejo». Asimismo, toda la información impresa que las empresas de la industria automotriz terminal proporcionen al público sobre las características de sus modelos, deberán incluir dicha leyenda”<sup>13</sup>.*



**Figura 15.-** Ejemplo de etiqueta PREMCE

Desgraciadamente la aplicación de esta etiqueta no tuvo mucha difusión, la población no supo de su implementación y fue concluida en 1991.

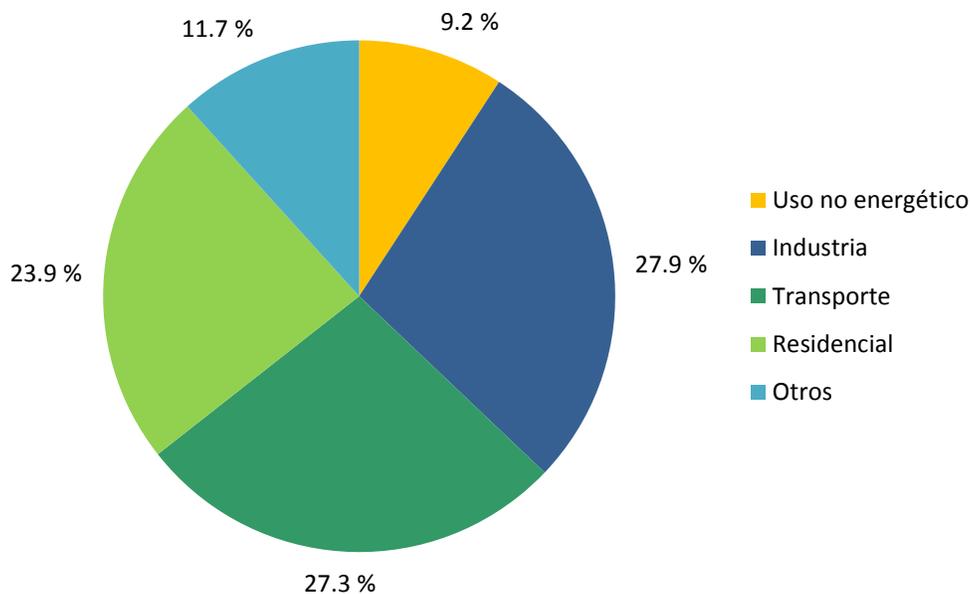
Como se ha dicho, las etiquetas energéticas no solo incluyen datos sobre el consumo de combustible sino de la emisión de CO<sub>2</sub>; por lo tanto, es necesario

<sup>13</sup> **Decreto que establece rendimientos mínimos de combustible para automóviles.** Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. México. 1981

saber el impacto de este gas contaminante y alguno de los otros gases producto de la combustión.

## 2.4 Aspectos ambientales

De todos los diferentes energéticos (fuentes renovables, gas natural, carbón, gasolina, diesel, combustóleo) el más usado es el petróleo y sus derivados. Y, la energía obtenida de este energético se distribuye entre los diferentes sectores de la siguiente forma:

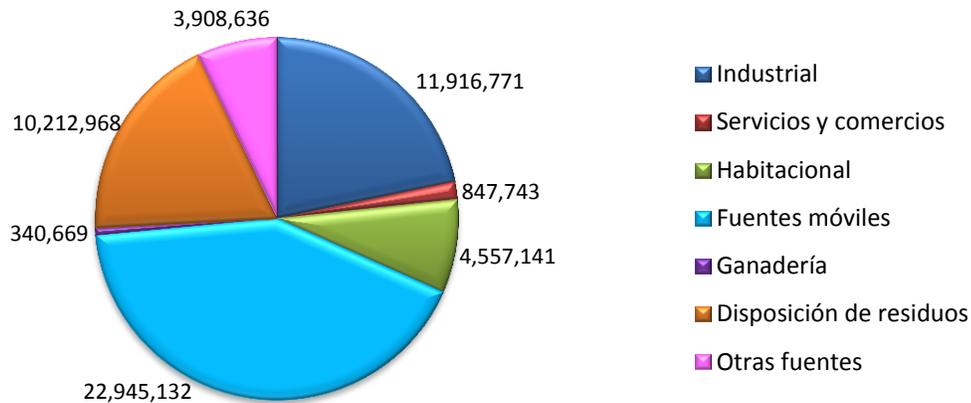


**Figura 16.-** Consumo total mundial de energía por sector<sup>14</sup>

Todos los medios de transporte con los que contamos contribuyen a la contaminación ambiental a tal grado que, a nivel mundial, el segundo sector energético que más contamina es el transporte y, a nivel urbano, ocupa el lugar número uno. Véase enseguida el caso de nuestra propia ciudad de México a partir del inventario de emisiones de la Zona Metropolitana:

<sup>14</sup> **Balance Nacional de Energía 2011**, Secretaría de Energía. México.

## Emisiones de GEI [toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente/año]



**Figura 17.-** Emisiones de GEI<sup>15</sup> por sector, ZMVM-2010<sup>16</sup>

Las fuentes móviles que se indican en la gráfica representan los vehículos particulares, transporte de carga, taxis, autobuses, motocicletas, microbuses y metrobús.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes son una unidad de medición usada para indicar el potencial de calentamiento global de cada uno de los gases de efecto invernadero, en comparación con el CO<sub>2</sub>, es decir, define el efecto que produce la emisión de 1 kg de un GEI, en comparación con el producido por 1 kg de CO<sub>2</sub>.

### 2.4.1 Contaminantes resultado de la combustión

De la combustión realizada en de los vehículos automotores se producen contaminantes que se emiten al aire. Los principales son:

- *Partículas (PM)*: Son producto de la combustión incompleta; producen enfermedades respiratorias: reducción de la función pulmonar, agravamiento del asma y muertes prematuras por afecciones respiratorias y

<sup>15</sup> Gases de Efecto Invernadero

<sup>16</sup> Inventario de emisiones de la ZMVM 2010

cardiovasculares<sup>17</sup>, además de afectar la visibilidad por difracción y obstrucción de la luz.

- *Monóxido de carbono (CO)*: Es un gas venenoso que se forma por la combustión incompleta (el carbono en el combustible se oxida sólo parcialmente). El monóxido de carbono forma carboxihemoglobina y reduce el flujo de oxígeno en el torrente sanguíneo ocasionando alteraciones en el sistema nervioso y cardiovascular, lo que puede provocar la muerte.<sup>18</sup>
- *Hidrocarburos (HC)*: La emisión de hidrocarburos resulta también de la combustión incompleta. Existe una gran variedad de hidrocarburos emitidos a la atmósfera y su efecto depende de su composición (reactividad y toxicidad); pueden ser precursores del ozono<sup>19</sup> y, algunos de ellos, cancerígenos<sup>20</sup>.
- *Óxidos de nitrógeno (NOx)*: Bajo las condiciones de alta temperatura que imperan en un motor, los átomos de nitrógeno y oxígeno del aire reaccionan para formar monóxido de nitrógeno (NO), bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y otros óxidos de nitrógeno, que se conocen de manera colectiva como NOx. Los óxidos de nitrógeno afectan la salud, son precursores de ozono y, en presencia de humedad se convierten en ácido nítrico, contribuyendo de esta forma al fenómeno conocido como lluvia ácida. La exposición aguda al NO<sub>2</sub> puede incrementar enfermedades respiratorias, especialmente en niños y personas asmáticas, mientras que la exposición crónica disminuye las defensas contra infecciones respiratorias.<sup>21</sup>
- *Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)*: Producido por la combustión completa, no resulta nocivo para los seres vivos y constituye una fuente de alimentación para las plantas verdes, gracias a la fotosíntesis. Sin embargo, su incremento en la atmósfera produce un aumento en su temperatura; esto es

---

<sup>17</sup> **Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas.** Instituto Nacional de Ecología (INE) 2009.

<sup>18</sup> Ídem.

<sup>19</sup> Ídem.

<sup>20</sup> **Bosch, Robert.** Técnicas de gases de escape para motores a gasolina. Ed. Robert Bosch, 2002

<sup>21</sup> **Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas.** Instituto Nacional de Ecología (INE) 2009.

calentamiento global; junto con el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso, (N<sub>2</sub>O), es uno de los principales gases de efecto invernadero (GEI).

## 2.4.2 Cambio Climático

Aunque ya se ha mencionado el concepto de Cambio Climático, vale la pena considerar la siguiente definición:

*El cambio climático es todo cambio que ocurre en el clima a través del tiempo, resultado de la variabilidad natural o de las actividades humanas<sup>22</sup>*

El cambio climático es la manifestación más evidente del calentamiento global, el cual hace referencia al incremento promedio de las temperaturas atmosféricas y cambio de las corrientes marinas globales. A pesar de que el clima cambia de manera natural, los expertos señalan que existen claras evidencias de que el calentamiento del planeta registrado en los últimos 50 años puede ser atribuido a los efectos de las actividades humanas, entendiéndose por éstas últimas el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero.

En gobierno mexicano está consciente de que los procesos de producción y consumo de energía tienen grandes impactos ambientales, los esfuerzos para reducir los efectos nocivos sobre el medio ambiente datan de los años cuarenta, con la promulgación de *La Ley de Conservación de Suelo y Agua*<sup>23</sup> (publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de julio de 1946). Posteriormente, en los años setenta, se promulgó la *Ley para prevenir y controlar la contaminación*<sup>24</sup>. Sin embargo, la poca cultura de la sociedad y el escaso esfuerzo por parte del gobierno para hacer que las leyes se cumplan, provocan que en México haya un pobre avance en la tecnología para disminuir la contaminación ambiental.

---

<sup>22</sup> **¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo.** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México 2007

<sup>23</sup> **Antecedentes.** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México 2010

<sup>24</sup> **La ingeniería ambiental en México.** Gutierrez Blanca. México 2001

También existen en México diversos programas para combatir los efectos de los gases contaminantes sobre el ambiente, uno de ellos es el “**Programa Especial de Cambio Climático (PECC)**” de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el cual busca enfrentar el cambio climático reduciendo gradualmente las emisiones de gases de efecto invernadero, hasta lograr que solo se emitan, el año 2050, un tercio de los contaminantes actuales.

# CAPÍTULO 3 – Tecnología y consumo de combustible

---

El hombre en su constante progreso a través de los años, ha pensado en la solución a sus problemas comunes. Tal es el caso de la idea que surgió para crear un medio de transporte, que evolucionó con el transcurrir de los años. Desde las simples carretas impulsadas por caballos hasta los vehículos autopropulsados.

Actualmente el automóvil tiene un fuerte desafío, que es el cumplimiento de las normas de eficiencia energética y para ello es trascendental que cada marca sea innovadora en la tecnología de los sistemas de sus vehículos.

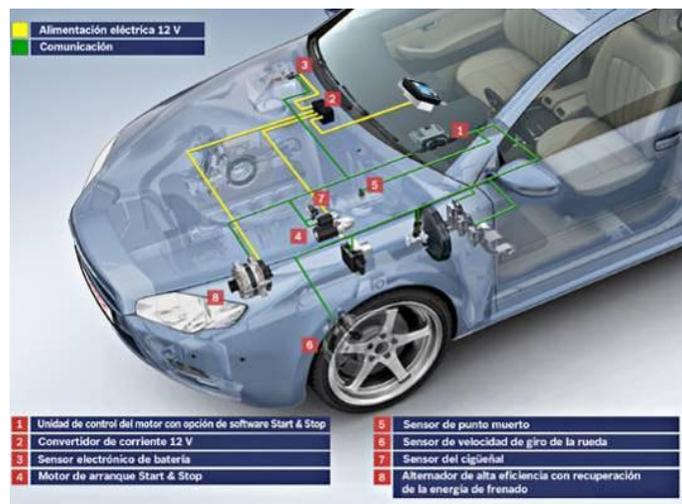
Para que un vehículo se mueva, es necesario romper con las fuerzas externas que impiden el movimiento, por ejemplo: la resistencia al viento y al rodamiento de los neumáticos

La industria automotriz está en continua competencia, cada una de las marcas busca mejorar y superar a sus competidores, logrando así una mayor captación de clientes, y en este escenario el avance tecnológico juega un papel importante para lograrlo.

## **3.1 Tecnología del motor**

Una de las características que los consumidores buscamos cuando compramos un vehículo es su motor, el cual ha evolucionado del tal modo que cada vez es más potente y de menor tamaño. En esta sección se presentarán los tipos de motor más representativos que existen en el mercado con sistemas que buscan reducir el consumo de combustible, como los sistemas que apagan el automóvil cuando se encuentra detenido.

**Sistema start-stop:** Su función es apagar el motor de combustión cuando no se está utilizando su potencia, es decir, cuando el automóvil se encuentra detenido en un semáforo o en el tráfico. De este modo se consigue una reducción en el consumo de combustible y por tanto en las emisiones de CO<sub>2</sub> de hasta un 8% en uso urbano. Esta tecnología se compone de un motor de arranque, un módulo de control del motor con un coordinador *start-stop* integrado y un sensor que calcula el estado de la batería, gracias a estos componentes, cuando el coche se detiene por cualquier razón, el motor se para y ahorra combustible. Al reanudar la marcha, el conductor simplemente tiene que pisar el acelerador y la tecnología vuelve a arrancar el motor.<sup>25</sup>



**Figura 18.** - Sistema start-stop-Bosch.

Entre las marcas que utilizan este tipo de sistemas se encuentran Ford, aplicándolo en el Ford Fusion (*Ford start-stop*) y Mazda (*i-stop*), en el Mazda 3 y el Mazda 5. La diferencia entre los sistemas utilizados es en la posición de los pistones al momento de apagar el motor, Ford aprovecha el pistón con mejor posición para el arranque, mientras que Mazda alinea los pistones para hacer más rápido el arranque.

<sup>25</sup> Innovation for automobiles. Bosch at the International Motor Show (IAA) 2009.



**Figura 19.-** Configuración de pistones de los sistemas *start-stop* de Mazda y Ford

Por otro lado, para elevar la eficiencia en los motores, también se han desarrollado sistemas que mejoran el suministro de gasolina a los pistones. Anteriormente se usaba el carburador que suministraba gasolina al motor sin un control sobre la cantidad necesaria, ahora existen sistemas de inyección, que suministran el combustible según lo demandado por el vehículo.

La inyección directa basa su funcionamiento en la medición de algunos procesos de trabajo del motor, por ejemplo, la temperatura y la cantidad del aire, el estado de carga, la temperatura del refrigerante, los gases de escape y la cantidad de oxígeno que poseen, y las revoluciones del motor. Un sistema electrónico controla la cantidad de combustible que debe ingresar a la cámara de combustión.



**Figura 20.-** Sistema de inyección directa de gasolina Bosch

El uso del sistema de inyección directa de combustible deriva en una menor emisión de aquellos contaminantes producto de la combustión incompleta e, indirectamente de los que se producen en la combustión completa al mejorar la quema de combustible y el aprovechamiento de su contenido energético.

**Direct injection spark ignition (DISI).** Es un sistema de inyección de gasolina, creado por Mazda, en los cuales los inyectores suministran gasolina atomizada directamente en los pistones, logrando una combustión más homogénea. Estos motores ofrecen una gran potencia y buen ahorro de combustible<sup>26</sup>.



**Figura 21.-** Interior del motor MZR 2.0L DISI de Mazda

**Inyección directa Common Rail.** Es un sistema de inyección para motores diesel en que el combustible es inyectado directamente del tanque de combustible a una bomba de alta presión y ésta a su vez lo envía a un conducto común para todos los inyectores y por alta presión al cilindro, suministrando la cantidad necesaria de diesel para realizar una mejor combustión<sup>27</sup>.

**VVT-i (Variable Valve Timing with intelligence):** Este sistema de inyección de combustible consiste en accionar las válvulas de admisión y escape. En un sistema de inyección convencional las válvulas se accionan mediante el árbol de levas, abriendo y cerrando sincronizadamente; en el sistema VVT-i las válvulas se abren y cierran dependiendo la demanda de potencia del vehículo y las revoluciones del motor y son controladas por la computadora del vehículo.

**Motores EcoBoost:** Son motores desarrollados por Ford Motor Company, los cuales tienen una combinación de tecnologías para hacer más eficiente el motor:

---

<sup>26</sup> **Mazda MZR Engine.** Frederic P. Miller. 2010

<sup>27</sup> **Regulación electrónica Diesel (EDC).** Joachim Berger. BOSCH

primero incluye un sistema de inyección directa de gasolina, después se anexa un turbocompresor, para mejorar el suministro de aire a la cámara de combustión, el turbocargador es accionado por los gases de escape que circulan por él. Lo más importante de este motor es que tiene solo tres cilindros, los cuales tienen un recubrimiento de aluminio que disminuye la fricción entre el pistón, la camisa del cilindro y el peso. Tiene una cilindrada de 1000 cc<sup>28</sup> (1000cc = 1lt), provocando que el consumo de combustible sea muy bajo, según Ford los automóviles que utilizan este tipo de motor logran una reducción del 20% en sus emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con los vehículos convencionales<sup>29</sup>.



**Figura 22.-** Motor Ford EcoBoost

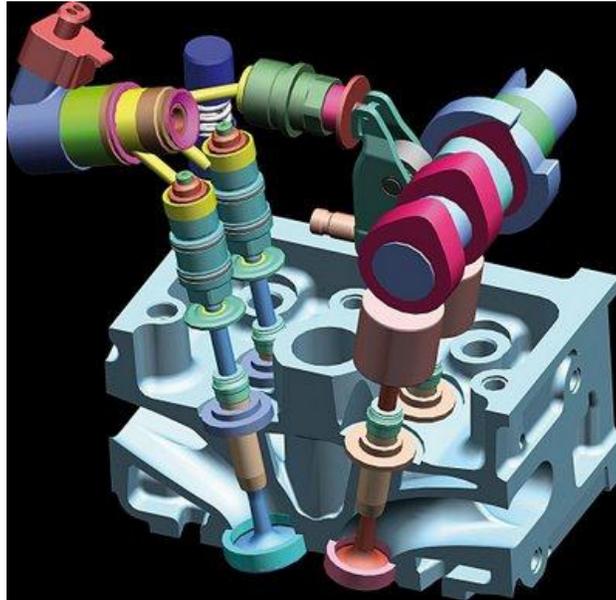
**Sistema MultiAir.** Es un sistema electro-hidráulico para el control dinámico de las válvulas de admisión del motor; posee un solo árbol de levas que actúa directamente sobre las válvulas de escape, mientras que las de admisión son gestionadas por actuadores electrohidráulicos. Todo el sistema está gobernado por una computadora cuya función electrónica es cambiar el diagrama de admisión en función de los parámetros óptimos para la mezcla, lo que permite una gran versatilidad, ya que a diferencia de los motores anteriores, con el sistema

---

<sup>28</sup> Centímetros cúbicos.

<sup>29</sup> Ford Innovation. Ecotechnology

MultiAir se puede hacer trabajar las válvulas a voluntad, independientemente de la posición del árbol de levas<sup>30</sup>.



**Figura 23.-** Diseño CAD del sistema MultiAir

**Inyección dual de Nissan.** Es un motor diseñado con una doble inyección, es decir, con dos puertos de inyección por cilindro en lugar de uno. Al tener dos inyectores se logra una aspersion del combustible mucho más óptima dentro de la cámara de combustión, por lo que se consigue reducir al máximo el combustible no quemado y, en consecuencia, las emisiones contaminantes. Todos los motores de inyección utilizan un inyector por pistón, al utilizar dos se consigue reducir notablemente el diámetro de la aguja de inyección, hasta un 60%, por lo que la aspersion de gasolina es más óptima<sup>31</sup>.

**Ford Flexifuel.** Estos motores funcionan con alcohol en lugar de gasolina. Para ser exactos, el motor quema E85<sup>32</sup>. El motor Flexifuel también puede funcionar sólo con gasolina, lo que es una opción muy práctica para cuando no es posible llenar el depósito con E85. El bioetanol se puede obtener a partir de productos de

---

<sup>30</sup> Air Technologies. FIAT

<sup>31</sup> **Nissan Introduces New Dual Injector System for Improved Fuel Efficiency in Gasoline Engines.** NISSAN

<sup>32</sup> E85 es compuesto por 85% de bioetanol y 15% de gasolina

deshecho naturales, como residuos de madera, remolacha azucarera, cereales o residuos agrícolas.

**Hybrid Synergy Drive (HSD) de Toyota.** Es el concepto de vehículos híbridos de la marca Toyota. HSD combina dos motores, uno eléctrico y uno de gasolina. El motor eléctrico no necesita ser conectado para recargarse, ya que utiliza la energía de frenado y del motor de combustión para recargarse. El motor eléctrico de los autos con esta tecnología inicia el arranque del vehículo y hasta que se alcanza la velocidad de 50 km/h momento en que entra el motor de gasolina. Además esta tecnología se complementa con la tecnología start-stop, lo que hace que los vehículos con esta tecnología sean mucho menos contaminantes que los convencionales<sup>33</sup>.

### 3.2 Tecnología en transmisiones

La transmisión en los vehículos es el sistema que tiene como objetivo transferir el giro del motor hacia las ruedas del vehículo, consiguiéndose además modificar la relación entre el cigüeñal y las ruedas. Para lograrlo, la velocidad de rotación del eje de entrada es diferente que en la salida, cuando se produce una disminución en el giro del árbol de transmisión con respecto al cigüeñal se dice que sucede una acción de desmultiplicación, mientras que si el giro es mayor al cigüeñal se le denomina multiplicación. Ambos términos son conocidos como reducción y sobre marcha respectivamente. Durante una desmultiplicación se obtiene mayor fuerza de tracción mientras en la sobre marcha ésta se pierde, es por eso que las marchas más lentas del vehículo son las que poseen más fuerza de tracción.

En los automóviles existen tres tipos de transmisión: manual, automática, semiautomática y CVT.

---

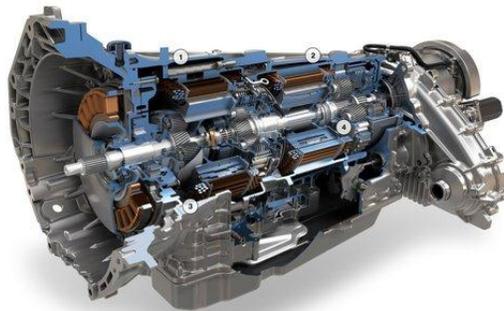
<sup>33</sup> Toyota Hybrid Synergy Drive. Toyota

Transmisión manual: Con este tipo de transmisión el conductor debe realizar los cambios de velocidad, accionando el embrague y la caja de cambios simultáneamente.

Transmisión automática: Este mecanismo realiza los cambios de velocidad de forma automática, cuando el motor lo requiere. Contiene cuatro componentes principales:

- El convertidor par, que disminuye o aumenta las revoluciones que llegan del motor hacia los engranes para tener el mejor torque en los engranes.
- Los engranes, que son las velocidades del vehículo y se acoplan mediante embragues y frenos accionados por presión hidráulica.
- La caja de válvulas hidráulicas, la cual selecciona los frenos y embragues para cambiar la velocidad.
- Bomba hidráulica, que suministra la presión para el accionamiento de los frenos y los embragues.

Para el cambio de velocidad la transmisión mide la posición del pedal de acelerador y la velocidad del vehículo.



**Figura 24.-** Ejemplo de una transmisión automática

Transmisión semiautomática: Es una transmisión mayormente automática, pero con la opción de que el conductor pueda realizar cambios de velocidad de forma manual, esto se logra con un juego de dos engranes, uno para las velocidades impares (ej. primera, tercera, quinta y reversa) y otro para las velocidades pares (ej. segunda, cuarta y sexta).

Transmisión CVT (Continuously Variable Transmission): Este dispositivo no contiene engranes para la relación de velocidades. Con esta transmisión se tiene un manejo suave y sin la pérdida de torque al momento de realizar los cambios. Se compone de dos poleas y una banda metálica. Para realizar el cambio de velocidad se varía el ancho de las poleas mediante el control de la computadora del vehículo.



**Figura 25.-** Transmisión CVT

### 3.3 Automóvil en movimiento

**Tecnología en aerodinámica:** Independientemente del aspecto que le proporciona al coche, la aerodinámica influye directamente sobre el rendimiento de combustible del automóvil. Un vehículo en movimiento interacciona con el aire, el cual dificulta el movimiento del vehículo al ejercer una fuerza de resistencia (arrastre). Sin embargo, el flujo del aire también es importante para que haya un buen suministro de aire al motor y una buena refrigeración del mismo. Para hacer que un vehículo sea aerodinámico se busca mínima la fuerza de arrastre que sufre el vehículo. Para calcular la fuerza de arrastre se tiene la siguiente fórmula.

$$F_d = c_d \frac{1}{2} \rho v^2 A$$

dónde:

$F_d$  = Fuerza de arrastre [N]

$c_d$  = Coeficiente de arrastre

$\rho$ = densidad del fluido [ $\text{kg/m}^3$ ]

$v$ = velocidad del fluido [ $\text{m/s}$ ]

$A$ = Área frontal del cuerpo [ $\text{m}^2$ ]

La aerodinámica también contribuye a mantener el vehículo en el piso, ya que un mal diseño, puede provocar que el vehículo se levante debido al aire que pase por debajo o por encima de él<sup>34</sup>.

Algunos coeficientes de arrastre en vehículos son los siguientes:

Vehículo	Año	Coefficiente de arrastre ( $c_d$ )
Honda Insight Hybrid <sup>35</sup>	2009	0.32
Subaru Impreza WRX <sup>36</sup>	2009	0.34
Mercedes Benz CLA <sup>37</sup>	2013	0.23
Mazda 3 <sup>38</sup>	2012	0.26

**Tabla 8.-** Coeficientes de arrastre en algunos vehículos



**Figura 26.-** Pruebas en túnel de viento de un Audi A5.

<sup>34</sup> El papel de la aerodinámica en el diseño de los automóviles convencionales. Nota de Issac Prada para la revista Anales de mecánica y electricidad. Enero-febrero 2008.

<sup>35</sup> Sweating the body details. Brooke, Lindsay. SAE Vehicke Electrification. 2010

<sup>36</sup> Subaru. Canada. 2010

<sup>37</sup> Mercedes-Benz CLA. Dobie Stephen. 2010

<sup>38</sup> News from Mazda. Mazda Motor Corporation. 2011

**Tecnología en neumáticos.** Para desplazarse, los vehículos también deben vencer la resistencia de rodamiento que existe entre los neumáticos y el asfalto. Cada una de las llantas genera una fuerza de fricción que impide que el vehículo se mueva, la transmisión traslada la fuerza necesaria para que esa fuerza de fricción se rompa y el vehículo avance, sin embargo no toda la fuerza que llega a la llanta se aprovecha, ya que existen pérdidas en forma de calor. También esa fuerza de fricción debe aprovecharse al momento del frenado. Las llantas absorben los impactos del camino y cargan todo el peso del vehículo.

A simple vista, una llanta es negra y redonda, pero es mucho más que eso, de hecho una llanta puede ofrecer más seguridad, economía y comodidad que otras. Cada fabricante tiene diferentes características en sus llantas, pero estructuralmente las llantas se componen de la siguiente forma.



**Figura 27.-** Estructura de un neumático.<sup>39</sup>

- 1. Revestimiento de goma interior:** Es una capa de caucho sintético que estanca al aire. Esta capa se encuentra en el interior del neumático y hace la función de cámara de aire.
- 2. Carcasa:** Es una estructura flexible formada por hilos (textiles o de acero) embutidos en goma, que forman arcos y se enrollan en el aro del talón del neumático. Sobre la carcasa se colocan el resto de lonas y capas de goma que conforman el neumático. Sus funciones son:

---

<sup>39</sup> **Las apariencias engañan.** Neumáticos Michelin.

- Soportar la carga y la velocidad con ayuda de la presión.
- Participar en la estabilidad y el confort.
- Participar en el rendimiento y eficiencia energética de la cubierta.

En una carcasa de neumático de coche, existen 1400 cables, cada uno de ellos puede resistir una fuerza de 15 kg<sup>40</sup>.

**3. Zona baja:** Tiene el papel de transmitir la potencia del vehículo en aceleración y frenada de la llanta hacia la zona de contacto con el suelo.

**4. Aro de talón** Es la parte de la cubierta que se fija y ajusta a la llanta. Está formado por un cable de acero inextensible de forma y proporción variable según la dimensión y tipo de neumático. En él se enrolla la lona carcasa. Sus funciones son:

- Fijar el neumático al rin del vehículo.
- Impedir el paso de agua, dentro del neumático.
- Transmitir la potencia del motor del vehículo en los esfuerzos de aceleración y frenada.

Un aro puede soportar hasta 1,800 kg sin riesgo de ruptura.

**5. Flanco:** Es la zona comprendida entre la banda de rodadura y los talones de la cubierta. Representa la altura de la cubierta. Sus funciones son:

- Soportar la carga.
- Soportar las constantes flexiones mecánicas.
- Resistencia a los roces y agresiones.
- Participar en la estabilidad y el confort.

**6. Lonas de cima (cinturones):** Están constituidas por cables metálicos revestidos de goma. Se posicionan sobre la carcasa formando un cinturón que garantiza la resistencia mecánica del neumático a la velocidad y a la fuerza centrífuga. Las lonas que forman el cinturón se cruzan oblicuamente y se pegan una encima de la otra. El cruce de sus hilos con los de la carcasa forma triángulos indeformables, que garantiza la rigidez de la cima. Estas capas, que rodean toda la cima del neumático formando un cinturón, desempeñan un papel muy complejo:

---

<sup>40</sup> **Las apariencias engañan.** Neumáticos Michelin.

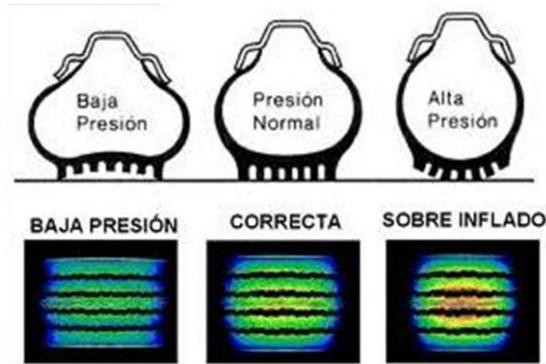
- a) tienen que ser lo bastante rígidas en el sentido circunferencial del neumático para no extenderse bajo el efecto del centrifugado y para controlar perfectamente el diámetro del neumático, independientemente de las condiciones de uso.
- b) también tienen que ser rígidas en sentido transversal para resistir a los esfuerzos. Pero también tienen que ser muy flexibles en sentido vertical para absorber impactos.
- 7. Overlay:** Complementa el trabajo de las lonas, minimizando el efecto de deformación del neumático causado por las altas velocidades, garantizando el contacto de la banda de rodamiento con el suelo.
- 8. Banda de rodadura:** Es la parte del neumático que está en contacto con el suelo y está formada por una capa de goma en la que se realizan una serie de ranuras que dan origen al dibujo o escultura. Sus funciones son:
- Proporcionar la adherencia en suelo seco y mojado.
  - Duración y resistencia al desgaste y agresiones.
  - Participar en la baja resistencia a la rodadura.
  - Participar en el confort acústico (sonoridad en el rodaje).
  - Participar en la manejabilidad del vehículo.
  - Estética, que es importante para muchos usuarios.

En la zona de contacto con el suelo, la banda de rodamiento sufre y soporta esfuerzos muy importantes.

*Presión de los neumáticos:* Es un valor que nos especifica el fabricante del vehículo. Con una presión adecuada, las llantas duran más, ahorran combustible y ayudan a prevenir accidentes. Cuando circulamos con una presión inferior a la recomendada, el neumático es menos resistente a la fatiga por lo que la carcasa podría romperse. Además, al momento de frenar, se recorren más metros antes de que el vehículo se detenga por completo. Una incorrecta presión en las llantas puede aumentar el consumo de combustible en un 5%<sup>41</sup>.

---

<sup>41</sup> Guía del Automovilista Eficiente. CONUEE



**Figura 28.-** Diagrama de las diversas presiones de inflado de llantas

### 3.4 Tecnología de hidrógeno

Con la creciente preocupación por el ambiente, la industria automotriz ha invertido en generar nuevas tecnologías. Una de ellas es la fabricación de vehículos que ocupen hidrógeno como combustible. Estos autos utilizan el hidrógeno en un motor de combustión o en conversión de pila de combustible. En el motor de combustión se quema el hidrógeno para obtener el movimiento, como en los motores convencionales de gasolina. En la conversión de pila de combustible, el hidrógeno se convierte en energía eléctrica que se almacena en baterías, que activan motores eléctricos. Muchas marcas han desarrollado vehículos con estas tecnologías y algunas ya han comenzado con la venta de algunos modelos, por ejemplo el modelo serie 7 de BMW ó el FCX Clarity de Honda.

En Alemania, se ha iniciado la construcción de una red de estaciones de servicio de suministro de hidrógeno. En diciembre de 2012, se contaban con 15 estaciones y se espera que para el 2015 sean 50<sup>42</sup>.

### 3.5 Automóviles eléctricos

Con el incremento de la contaminación y los problemas generados por el cambio climático, el interés por disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero se ha incrementado de tal forma que se han buscado diferentes alternativas en el transporte, una de ellas es la creación de los automóviles eléctricos, que

<sup>42</sup> 50 hydrogen filling stations for Germany.DAIMLER. 2012

disminuyen considerablemente las emisiones provocadas por este medio de transporte.

Originalmente, los automóviles eléctricos eran populares a finales del siglo XIX, de hecho, los autos eléctricos fueron de los primeros en construirse (entre 1832 y 1839 el hombre de negocios escocés Robert Anderson, inventó el primer vehículo eléctrico puro). De hecho, la gente prefería los autos eléctricos sobre los de gasolina, ya que eran silenciosos, con movimientos suaves y se podían recargar en casa, en cambio, los coches a gasolina, necesitaban una manivela y contaminaban. Sin embargo, los avances tecnológicos, el bajo costo del petróleo y la fabricación en serie le dieron la ventaja a los autos de gasolina<sup>43</sup>.

En épocas más recientes, General Motors inició un experimento abierto al público, el auto eléctrico **EV1**. El **EV1** fue primer auto eléctrico de producción en masa en la era moderna, y fue presentado en Los Ángeles durante un auto show en 1990, aunque su distribución inició realmente en 1996, no se vendía, sino que se hacía un contrato de renta a largo plazo, solamente para habitantes de las ciudades de Los Ángeles, Tucson, Phoenix, San Francisco y Sacramento<sup>44</sup>.

Actualmente la industria ha sido obligada a mejorar la construcción y diseños de los automóviles, sin embargo se ha visto limitada para la creación de autos eléctricos, ya que, a pesar de los problemas ocasionados por los hidrocarburos, los empresarios y los gobiernos, no permiten que los autos eléctricos se comercialicen abiertamente.

A mediados del 2012 se comenzó la comercialización del Nissan Leaf (*Leading, Environmentally Friendly, Affordable, Family Car*) a nivel global. En México el gobierno del Distrito Federal generó una ruta de taxis Cero Emisiones con una flota de Nissan Leaf, la cual circula en el primer cuadro de la ciudad. El Nissan

---

<sup>43</sup> **Who killed the electric car?** Chris Paine. 2006

<sup>44</sup> Ídem

Leaf, tiene un motor eléctrico de 80kW y un par de 280Nm, y es propulsado por un grupo de baterías de ion-litio con capacidad de 24kWh que se recarga con una toma de 220V en menos de 8 horas o en un enchufe de carga de carga en 30 minutos<sup>45</sup>.



**Figura 29. - Taxi cero emisiones**

### **3.6 Aprovechamiento óptimo de la tecnología a partir del manejo eficiente. Técnicas de conducción económica**

Conducir de forma eficiente un vehículo puede suponer un importante ahorro en combustible y, por tanto, una buena contribución ambiental. Por otra parte, la llamada conducción eficiente es también una conducta que contribuye a la reducción de accidentes de tráfico.

El ahorro en combustible cuando se conduce de forma ecológica ronda entre el 15 y el 20%. Aplicarse en la conducción eficiente de nuestro vehículo tan sólo supone cambiar pequeños hábitos y, en cambio, los beneficios obtenidos son considerables<sup>46</sup>.

En la Unión Europea, se ha iniciado una campaña para la mejora de los hábitos de manejo que tiene la ciudadanía. El programa se denomina Eco-Driving. Entre las recomendaciones que el programa indica se encuentran las siguientes:

---

<sup>45</sup> Nissan Leaf. Nissan

<sup>46</sup> Guía del automovilista eficiente. CONUEE. 2009

- Planificar las rutas que seguiremos en nuestros desplazamientos buscando siempre las más cortas o menos congestionadas.
- Evitar las sobrecargas innecesarias en el vehículo. El uso del portaequipajes de techo, aun estando éste vacío, puede incrementar el consumo normal del vehículo desde un 2 hasta un 35%
- El uso del aire acondicionado aumenta en un 20% el consumo de combustible.
- Tener las ventanillas abiertas aumenta la resistencia con el aire del vehículo, aumentando con ello el consumo.
- Revisar los consumos del vehículo periódicamente pues podemos detectar algún elemento deteriorado, que esté haciendo aumentar el consumo.
- En trayectos muy cortos el consumo se dispara. En estos casos es recomendable utilizar el transporte público.
- La presión de los neumáticos por debajo de lo normal aumenta el consumo por el mayor rozamiento del vehículo con el suelo, además de desgastar más los mismos.
- Se deben cambiar cuando corresponde el aceite, bujías y filtros pues de lo contrario se puede aumentar el consumo.
- El revolucionar del motor debe ser correcto (un revolucionado demasiado alto provoca serios aumentos de consumo).
- Verificar que el tapón de gasolina selle perfectamente la entrada de combustible.
- Ajustar el tapón de gasolina para evitar la fuga de combustible por evaporación.
- Verificar de manera general bujías gastadas y los filtros de aire sucios.
- Arrancar el motor sin acelerar y comenzar la marcha lo antes posible.
- Cuando estamos acelerando, se debe cambiar a la marcha más larga lo antes posible y al reducir de la manera más lenta posible. Un motor en marcha corta y revolucionado consume mucho más.
- Debemos procurar circular a una velocidad uniforme, sin aceleraciones y deceleraciones bruscas, que nos obligan a ir en marchas más cortas o a revolucionar más el coche.

La conducción técnico-económica, o también denominada conducción racional, conducción económica, conducción eficaz, fue fuertemente impulsada en México por la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae), a la fecha es a través del Programa Transporte Limpio de la Semarnat que se sigue promoviendo, especialmente en las empresas del autotransporte privado.

# CAPÍTULO 4.- Pruebas de emisiones en vehículos – Metodología: Caso práctico

---

Las empresas automotrices exhiben sus vehículos, siempre mostrando los beneficios del automóvil en venta. Sin embargo hay ocasiones que el vehículo tiene más desventajas que ventajas. La mayoría de los consumidores buscan un automóvil que se ajuste a sus necesidades, pero casi nunca analiza los beneficios que pueden obtener a futuro al elegir correctamente entre dos automóviles del mismo tipo (sedán, van, camioneta, etc.).

En el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM, se realizan diversos estudios sobre emisiones de contaminantes de varios automóviles. Estos análisis son posibles gracias al sistema "AXION", el cual permite obtener las emisiones de gases en tiempo real y cada segundo del vehículo estudiado. Esto se debe a los diferentes sensores, que se conectan al escape, al aire libre y a las mangueras de inyección, los cuales permiten obtener la cantidad de HC, CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> a través de un comparativo con el aire existente en el ambiente.



**Figura 30.-** Sistema AXION

Los análisis son presentados en una tabla, en la cual podemos observar:

- Tiempo
- Bolsa (Número de análisis)

- RPM
- Temperatura (°C)
- Presión (kPa)
- CO<sub>2</sub> (%)
- CO (%)
- HC (ppm)
- O<sub>2</sub> (%)
- NO<sub>x</sub> (ppm)
- Velocidad (km/h)

Entre otros datos, se encuentran también las coordenadas geográficas de ubicación de la ruta que sigue el automóvil.

Para obtener algunos datos que permitan realizar un análisis de las emisiones actuales de los automóviles en México, acudí al Centro de Ciencias de la Atmósfera, en el cual se hicieron algunas mediciones bajo la dirección del Dr. Aron Jazcilevich. Las mediciones se realizaron con dos vehículos y se tomó en cuenta la misma ruta de recorrido. Además consideramos horarios, climas y flujos vehiculares similares. A continuación una explicación del protocolo llevado a cabo.

#### **4.1 Metodología**

Enseguida se presenta un resumen de los pasos a seguir para el cálculo de las emisiones contaminantes de los vehículos.

1. Dependiendo la comodidad del usuario, se debe colocar la computadora, ya sea, en el asiento del copiloto o en el asiento trasero, tomando en cuenta que habrá cables atravesando la cabina y que no deben incomodar en la conducción.
2. Se debe conectar la alimentación eléctrica del equipo a través de la toma de voltaje directo ubicada en la parte delantera de los vehículos (encendedor). Si el vehículo no cuenta con dicha toma, se podrá conectar de la batería del vehículo (utilizando el cable conector incluido) o alguna

fuente externa de alimentación, tomando en cuenta que no se debe alimentar con más de 12 VCD. Para estas mediciones se utilizó la batería de cada automóvil.



**Figura 31.-** Conexión del equipo a la batería de la Toyota Hilux

3. Conectar mouse y teclado al equipo. Una vez conectados encender el equipo.
4. Se inicia con la conexión de las probetas de medición en el escape del automóvil, las cuales se encargarán de registrar la cantidad de gases contaminantes.



**Figura 32.-** Probeta de medición conectada al escape

- Una vez colocados los sensores del escape, se deben colocar el sensor de “aire limpio”, el cual se instalará sobre la cabina o toldo del vehículo en cuestión.



**Figura 33.-** Sensor de gases en “aire limpio”

- Una vez conectados los sensores, se conectan a la parte posterior del sistema de cómputo, el cual guardará los datos registrados, segundo a segundo.



**Figura 34.-** Conexión de sensores al equipo de cómputo

- Una vez instalados todos los sensores, se deberá colocar el GPS, el cual nos indicará la posición y la velocidad del vehículo cada segundo.

Para realizar las mediciones en la misma distancia circulada, se planeó la siguiente ruta: La salida del recorrido realizado fue el estacionamiento del CCA, dirigiéndose hacia el Centro Cultural Universitario (CCU), la Tienda UNAM, Avenida Delfín Madrigal, Metro Universidad y regresando al CCA.



**Figura 35.-** Mapa de la ruta utilizada

El comparativo de las mediciones tomadas fue entre dos camionetas de modelo reciente, con kilometraje similar y con características similares, con el objeto de disminuir al máximo las diferencias entre los resultados obtenidos. Los datos segundo a segundo aparecen en los anexos B y C

## 4.2 Tecnologías utilizadas

Los vehículos utilizados se catalogan como camiones ligeros (CL1) de acuerdo a la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz<sup>47</sup>.

<sup>47</sup> Clasificación de vehículos de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz.

Clasificación	Definición
Vehículo de pasajeros	Transporte diseñado para transporte de hasta 10 personas
Camiones ligeros (CL1)	Peso vehicular de hasta 2722 kg y peso de carga menor a 1701 kg
Camiones ligeros (CL2)	Peso vehicular de hasta 2722 kg y peso de carga mayor a 1701 kg y hasta 2608 kg
Camiones ligeros (CL3)	Peso vehicular mayor de 2722 kg y hasta 3856 kg con peso de carga hasta 2608 kg
Camiones ligeros (CL4)	Peso vehicular mayor de 2722 kg y hasta 3856 kg con peso de carga mayor a 2608 kg y hasta 3856 kg



**Figura 36. - Nissan PICK UP 2009**



**Figura 37. - Toyota HILUX 2009**

A continuación se presenta en una tabla las características principales sobre las tecnologías de los vehículos en que se realizaron las pruebas.

VEHÍCULO	1	2
MARCA	NISSAN	TOYOTA
MODELO	DOBLE CABINA 2009	HILUX 2009
PESO (kg)	2605	2655
CARGA (kg)	1235	910
COMBUSTIBLE	GASOLINA	GASOLINA
CILINDROS	4	4
CILINDRADA (l)	2.4	2.7
TRANSMISIÓN	MANUAL	MANUAL
INYECCIÓN	DIRECTA	EFI
POTENCIA	143 hp @ 5200 rpm	158 hp @ 5200 rpm
TORQUE	154 lb-pie @ 4000 rpm	178 lb-pie @ 3800 rpm
DISTANCIA ENTRE EJES (mm)	2950	3050

**Tabla 9.- Tecnologías vehiculares utilizadas en las pruebas**

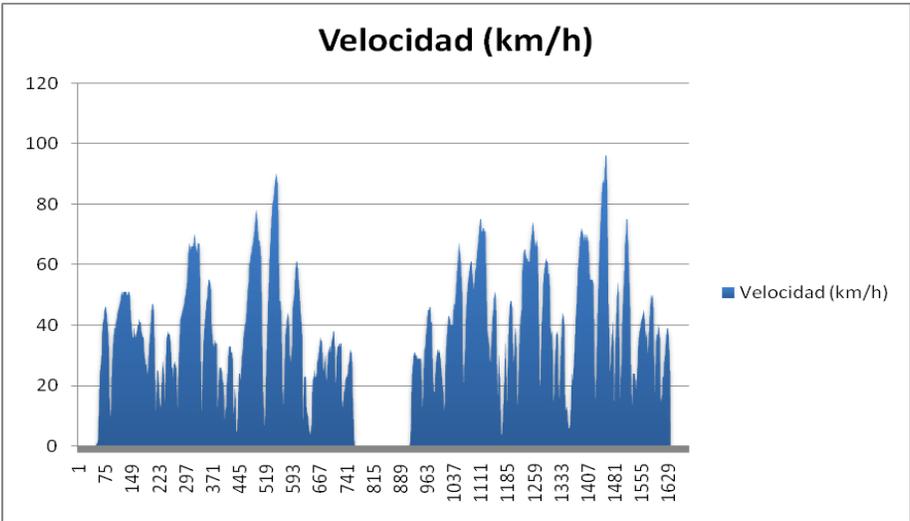
Para obtener diversos resultados y tratar de hacer que sean lo más próximos a las condiciones de manejo dentro de la ciudad de México, además de verificar si los hábitos de manejo influyen en la emisión de gases contaminantes, se consideraron diferentes conductores en cada vehículo y en cada recorrido.

Ante el interés de los consumidores de adquirir vehículos más potentes en lugar de vehículos más ecológicos, se muestra un comparativo de las emisiones contra la velocidad, para así poder observar que tanto aumentan o disminuyen los gases contaminantes arrojados al ambiente cuando un vehículo circula con una velocidad alta.

### 4.3 Primera prueba

La primera prueba que realizamos fue a bordo del vehículo Nissan, denominada estaquitas, cuyo peso agregado consistía en el sistema AXION y tres tripulantes.

Con cada conductor se realizó una medición, con lo cual obtenemos una mayor probabilidad de obtener condiciones normales de manejo con respecto a los conductores de la ciudad de México.

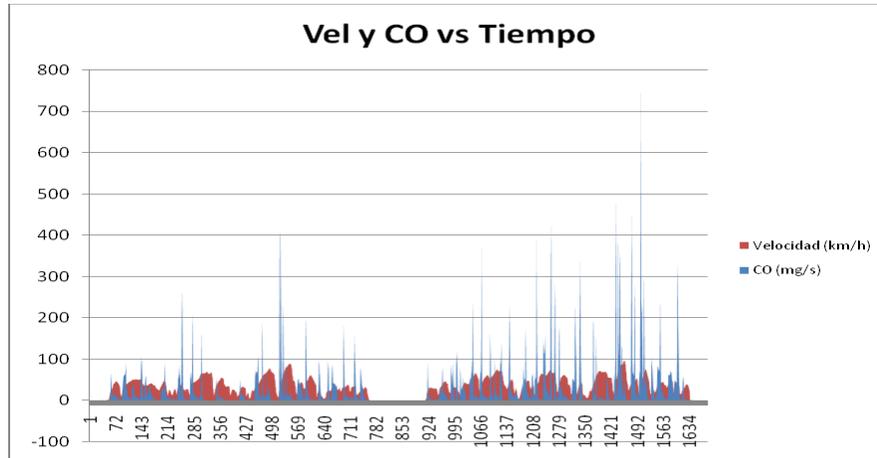


**Gráfica #1.- Velocidad (Nissan)**

En la gráfica #1 podemos observados velocidades máximas, las cuales son:

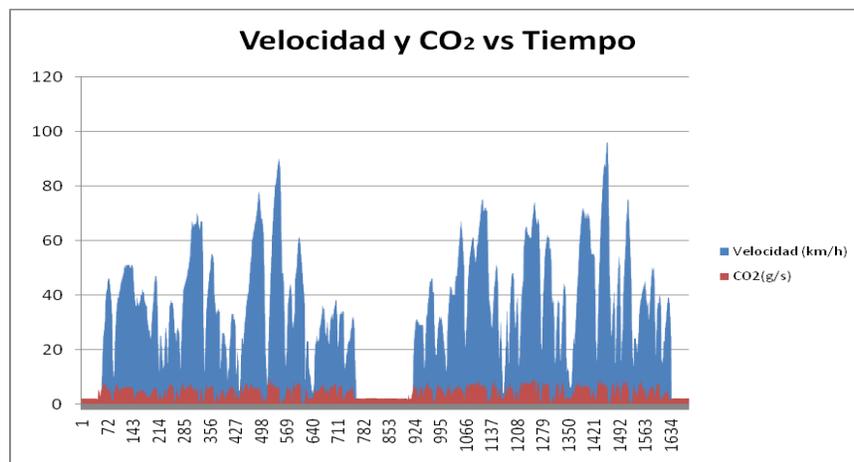
- Primer medición, se alcanzó una velocidad máxima de 87 km/h
- Segunda medición, se alcanzó una velocidad máxima de 96 km/h

Además los tiempos de recorridos son muy similares, ya que el primer conductor realizó 716 (s) en completarlo, mientras que el segundo conductor la completó en 722 (s).



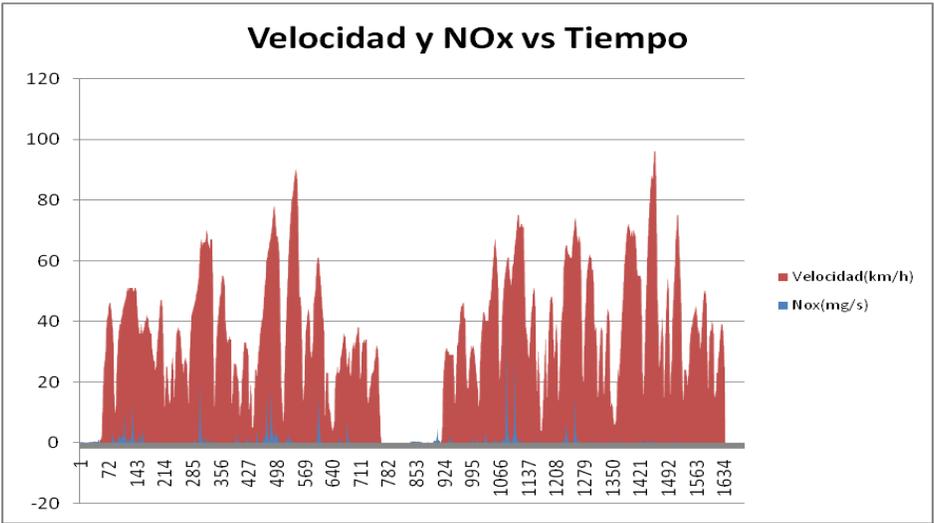
**Gráfica 2.- Velocidad y CO (Nissan)**

En esta gráfica podemos observar que hay la emisión máxima de CO es de 743.92 (mg/s) y se presentó en el segundo 1503 del viaje, es decir con el segundo conductor y a una velocidad de 41 (km/h). En el primer recorrido la emisión máxima de CO fue en el Segundo 520 con una expulsión de 409.96 (mg/s) de CO por parte del vehículo.



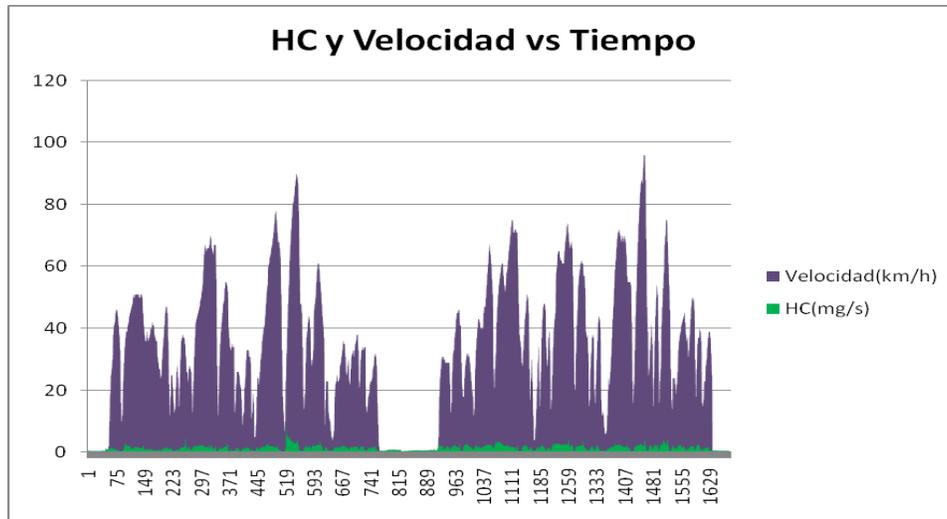
**Gráfica 3.- Velocidad y CO<sub>2</sub> (Nissan)**

En la gráfica #3 se presenta las emisiones de CO<sub>2</sub> respecto a la velocidad del vehículo, siendo a 23 (km/h) la emisión más alta de CO<sub>2</sub> con 9.4736 (g/s) a los 520 segundos de recorrido. Podemos observar que la velocidad no es lo suficientemente grande para pensar que las emisiones de CO<sub>2</sub> sean tan altas, sin embargo hay un dato curioso, al segundo 519 existe una velocidad de 10 km/h y una emisión de 7.4802 (g/s), lo que indica que en 1 segundo la velocidad aumentó en 13 km/h y la emisión del gas tuvo una diferencia de 1.9934 (g/s).



**Gráfica 4.-** Velocidad y óxidos de nitrógeno (Nissan)

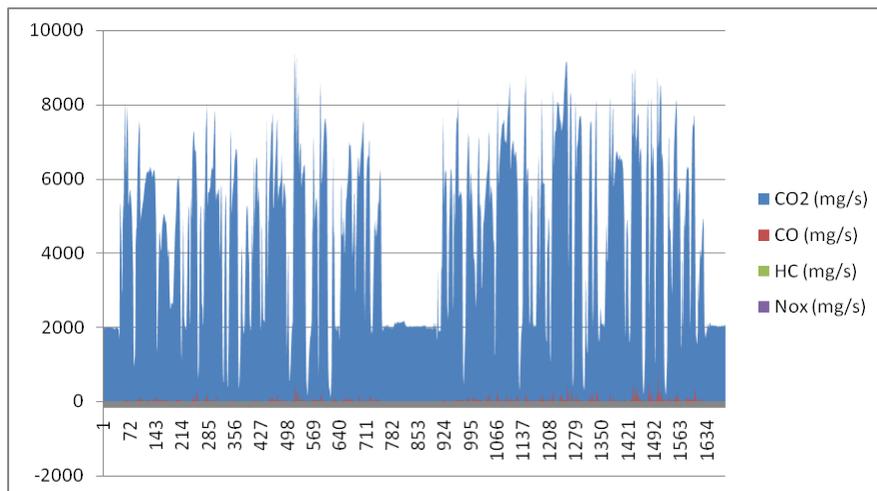
En la gráfica anterior encontramos que la emisión más alta de óxidos de nitrógeno fue de 39 (mg/s) y se presentó en el segundo 1082 del recorrido a una velocidad de 58 km/h. Hay que mencionar que en estas mediciones se presentaron resultados negativos, por lo que las mediciones no son muy precisas como me hubiesen gustado, sin embargo si representan aproximaciones a la realidad, ya que el valor negativo más representativo que existió fue de -0.1(mg/s).



**Gráfica 5.-** Velocidad e hidrocarburos (Nissan)

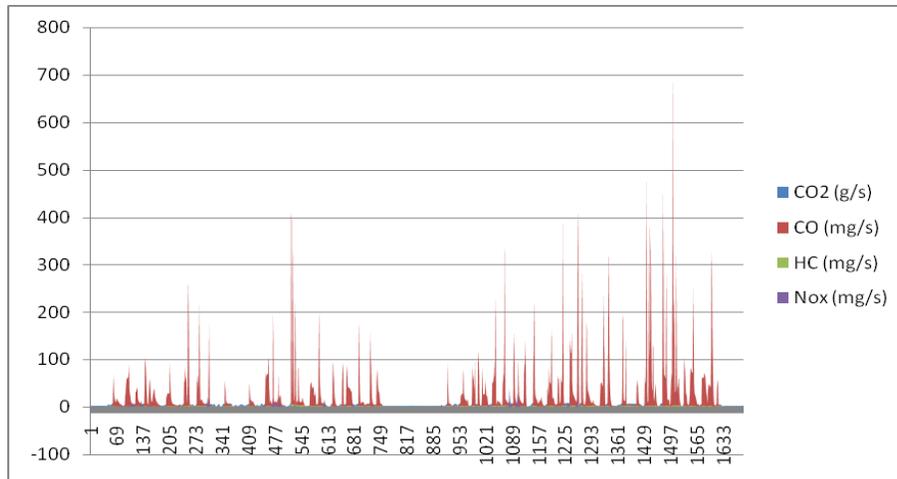
En la gráfica de Hidrocarburos tenemos que la máxima emisión se presentó en el segundo 520, es decir al mismo tiempo en que se presentó la máxima emisión de  $\text{CO}_2$  y la máxima emisión de CO del primer recorrido.

Para analizar el comportamiento de los gases, se agrega una gráfica comparativa entre los mismos. De las cuales podemos observar lo siguiente:



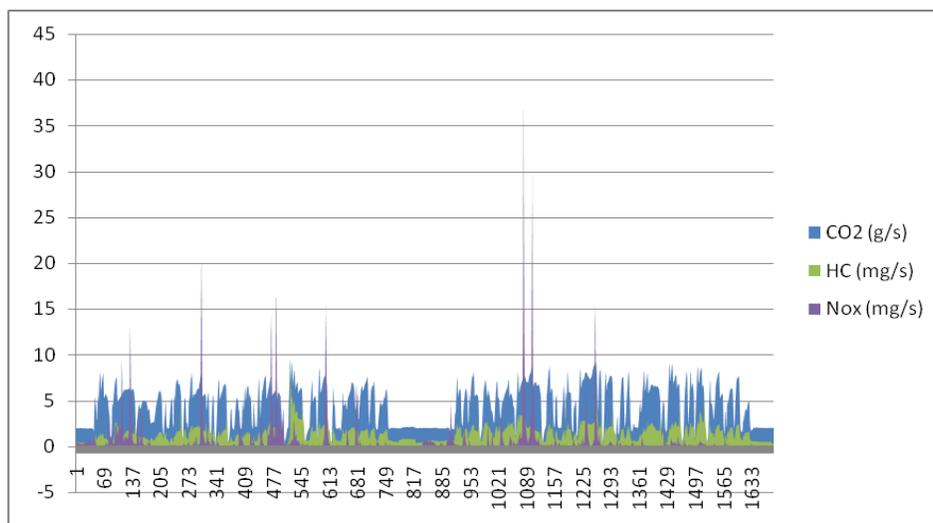
**Gráfica 6.-** Comparativo de gases en mg/s (Nissan)

En la gráfica #6 los gases se presentan en las mismas unidades (mg/s), pero las emisiones de  $\text{CO}_2$  son demasiado altas en comparación con los otros tres gases, por lo que no permite hacer un comparativo entre los todos.



**Gráfica #7.-** Comparativo de gases con CO<sub>2</sub> en g/s (Nissan)

Para obtener un mejor comparativo entre los gases, opté por cambiar las unidades del CO<sub>2</sub> a (g/s), lo cual se muestra en la gráfica #7, sin embargo las emisiones de CO son las que no permiten el comparativo entre los gases, ya también hay una diferencia grande entre las emisiones de CO y los demás gases, recordando que el CO<sub>2</sub> es mil veces menor al valor real de emisiones.



**Gráfica #8.-** Comparativo de gases CO<sub>2</sub>, HC y NO<sub>x</sub> (Nissan)

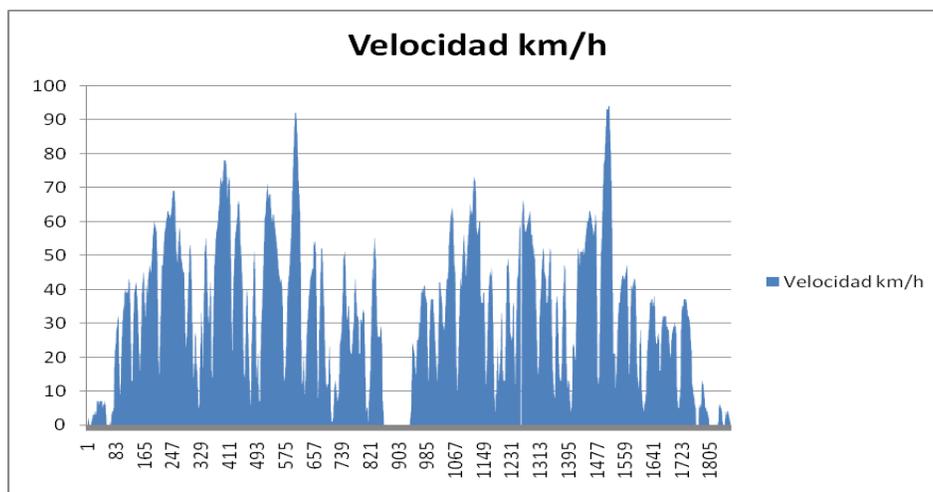
Para la gráfica #8, se eliminaron las emisiones de CO y se conservaron las unidades de (g/s) en el CO<sub>2</sub>, lo anterior con la intención de obtener un mejor

análisis entre las emisiones de los gases. Como se puede observar, los gases presentan un comportamiento similar.

#### 4.4 Segunda prueba

La segunda prueba se llevó a cabo de la camioneta Toyota y al igual que en la primera prueba, el peso agregado en la cabina fue el sistema AXION y tres tripulantes.

Asimismo, se realizaron dos recorridos, basados en la misma ruta y en condiciones similares de clima y tráfico.

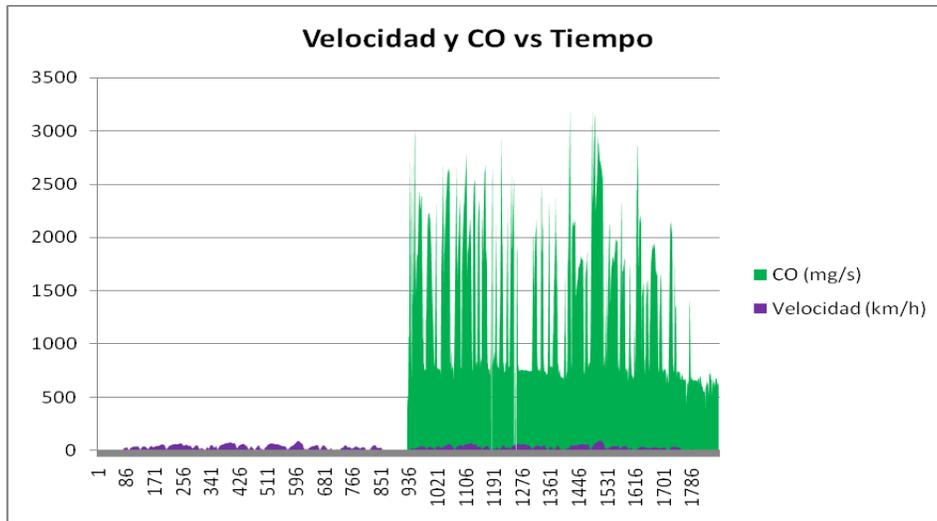


**Gráfica 9.- Velocidad (Hilux)**

En la gráfica #9 observamos las velocidades máximas alcanzadas durante los recorridos.

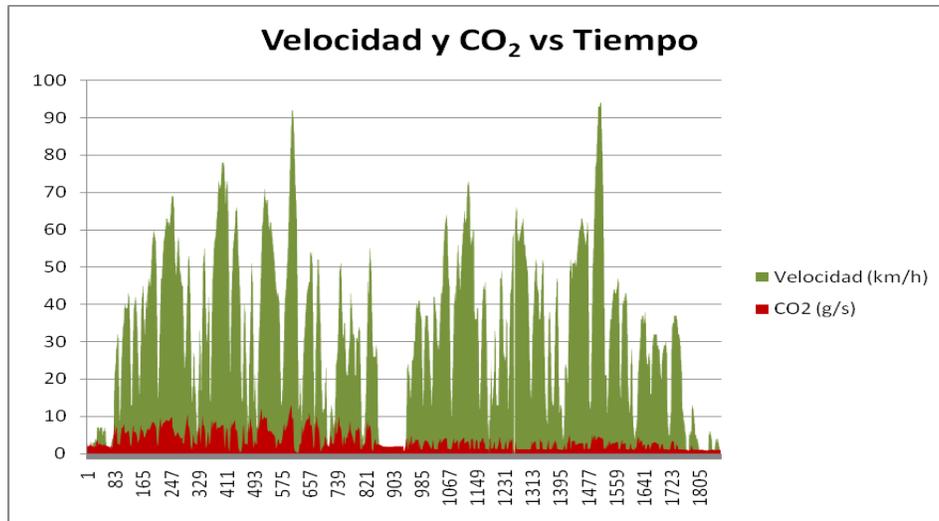
- En el primer recorrido obtuvimos una velocidad máxima de 92 (km/h)
- En el segundo recorrido obtuvimos una velocidad de 94 (km/h)

En cuanto al tiempo de recorridos, podemos observar que la diferencia entre el primer y segundo viaje fue de tan solo tres segundos, ya que en el primer recorrido se realizó en 933 (s), es decir 15 minutos y 33 segundos, mientras que el segundo recorrido se realizó en 936 (s), es decir 15 minutos y 36 segundos.



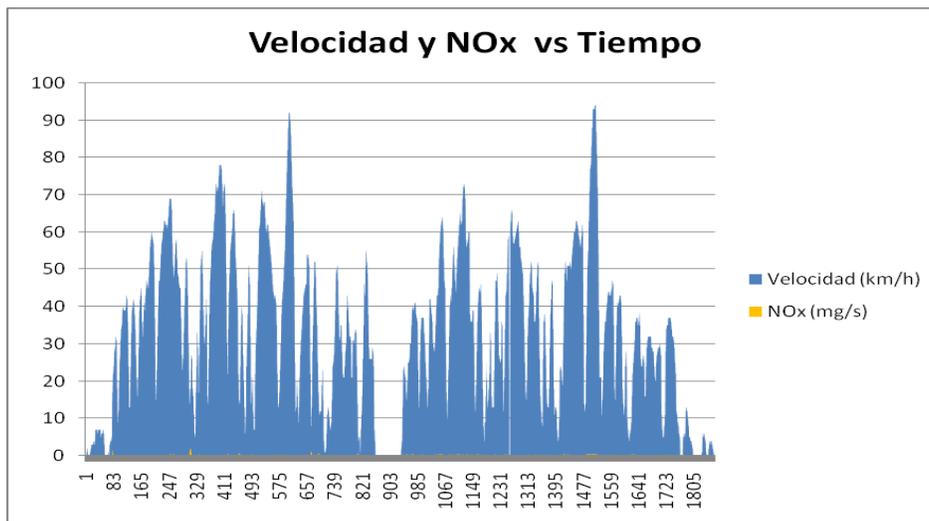
**Gráfica10.- Velocidad y CO (Hilux)**

La gráfica #10 consiste en la comparación del CO frente a la velocidad. La máxima emisión de CO fue de 3240.83 (mg/s) y se presentó en el segundo 1490, correspondiente al segundo recorrido, a una velocidad de 40 (km/h). En el primer recorrido, la máxima emisión de CO fue de 10.99 (mg/s) a una velocidad de 77 (km/h). Como se puede observar en la gráfica anterior, hay una diferencia muy grande entre los dos recorridos, ya que en el primer recorrido las mediciones tomadas son casi nulas, mientras que con el segundo conductor, las emisiones son mucho más notables. Esta diferencia se debe a un error que se detectó al final del recorrido con el cambio de conductor, al ajustar los sensores se encontró que una de las mangueras se encontraba doblada, al estar en esas condiciones, no permitía el paso del gas hacia la computadora para su registro y su comparación con el aire limpio.



**Gráfica 11.-** Velocidad y CO<sub>2</sub> (Hilux)

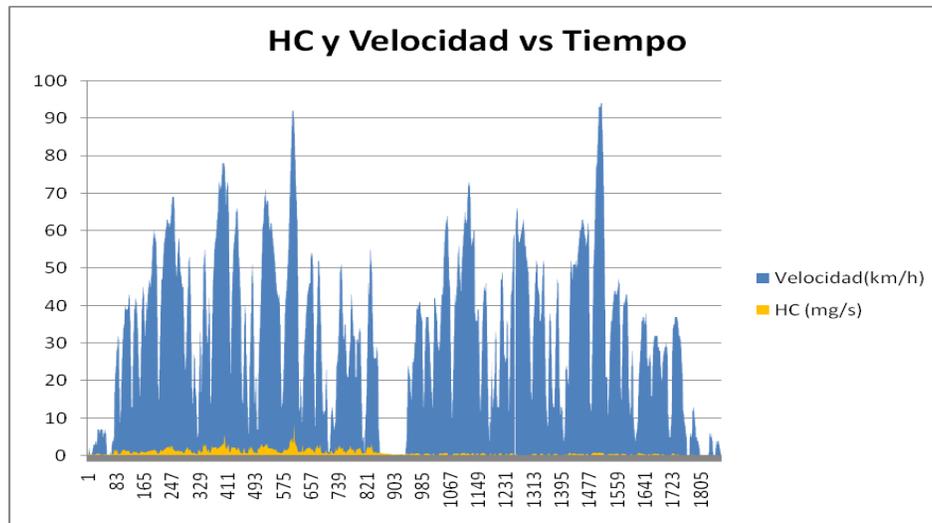
La gráfica #11 nos presenta la máxima emisión de CO<sub>2</sub>, la cual se presentó a los 602 segundos de recorrido, es decir en el primer recorrido, y a una velocidad de 88 (km/h), obteniendo 13.0011 (g/s) de CO<sub>2</sub>, sin embargo también observamos que no es la velocidad máxima alcanzada, ya que ésta es de 94 (km/h).



**Gráfica 12 –** Velocidad y óxidos de nitrógeno (Hilux)

La gráfica #12 nos presenta las emisiones de Óxidos de Nitrógenos, las cuales no alcanzan un nivel demasiado alto, ya que la máxima emisión obtenida fue de 1.95

(mg/s) a una velocidad de 18 (km/h) y en el segundo 312 de viaje. Al igual que en las mediciones que realizamos en la camioneta de Nissan, algunas emisiones en este rubro resultaron negativas, sin embargo el valor negativo que más representación tiene es de 0.16 (mg/s), por lo que se podría considerar que, al igual que la camioneta anterior, representan aproximaciones a los valores reales de emisiones de Óxidos de Nitrógeno, por la camioneta.

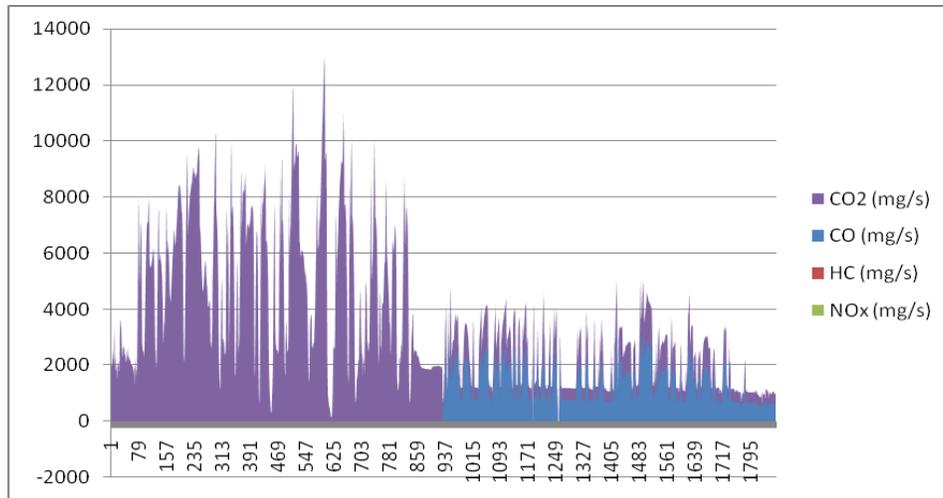


**Gráfica 13 – Velocidad e hidrocarburos (Hilux)**

Las emisiones de hidrocarburos son relativamente pequeñas y como se puede observar, en la gráfica #13, la mayor cantidad de emisiones ocurrieron en el primer recorrido, siendo 8.62 (mg/s) la emisión más alta, a los 602(s) de viaje y con una velocidad de 90(km/h).

Al igual que en la primera prueba, se muestra un comparativo entre los gases emitidos.

En la siguiente gráfica se puede observar que existe un comportamiento similar entre los dos motores utilizados, ya que las mediciones obtenidas en el CO y el CO<sub>2</sub> se separan bastante de los HC y los NO<sub>x</sub>, lo anterior considerando que se utilizan las mismas unidades de medición (mg/s). Se debe recordar que las emisiones de CO no son confiables por el error ya señalado.

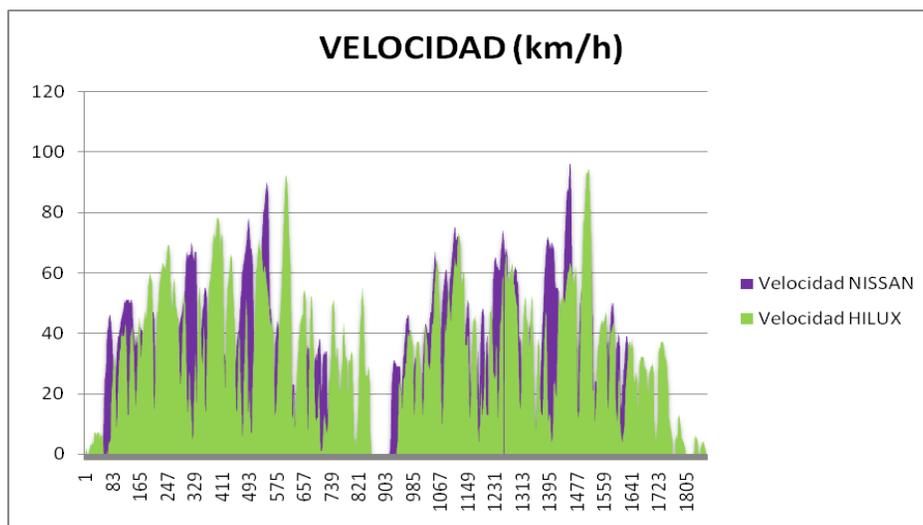


**Gráfica 14 – Comparativo de gases en mg/s (Hilux)**

#### 4.5 Nissan vs Toyota: Comparativo entre las pruebas

Debido a las características tecnológicas de cada uno de los vehículos, obtenemos diversos resultados, sin embargo existe la posibilidad de que también las condiciones de manejo a las que fueron sometidos, a pesar de ser los mismos recorridos, pudieron haber influido en los resultados.

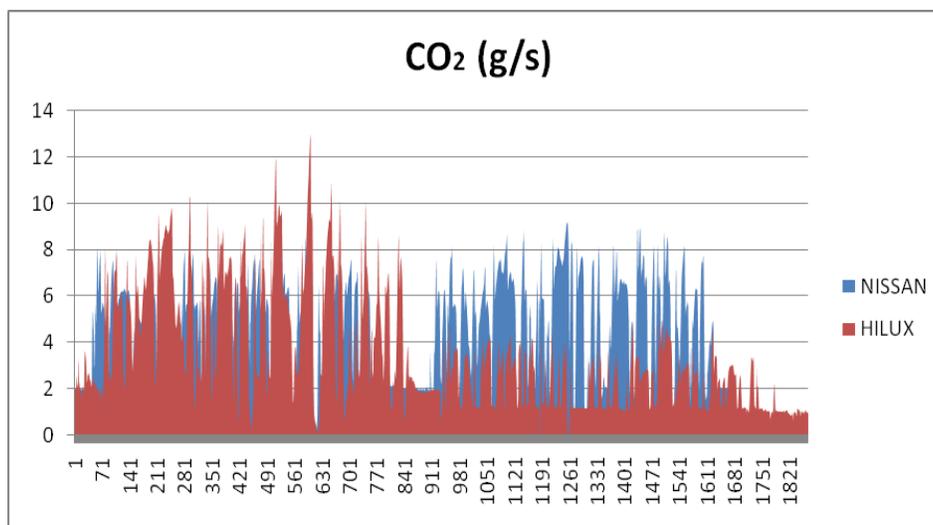
A continuación se muestran las diferencias entre los vehículos, en relación con velocidad y a los gases emitidos.



**Gráfica 15 – Velocidad (Nissan vs Hilux)**

En la gráfica #15 podemos observar que la velocidad alcanzada en los recorridos fue muy similar, lo cual nos indica que, posiblemente, las mediciones pueden ser aproximadas y con resultados más precisos en cuanto a las emisiones de los gases. En términos numéricos, la diferencia entre las velocidades fue de solo 2 km/h, En vehículo Nissan, alcanzó los 96 km/h, mientras que el vehículo de Toyota, alcanzó los 94 km/h. En cuanto al tiempo, los recorridos en la camioneta Nissan tuvieron una duración total de 1686 s (aproximadamente 28 minutos), mientras que en la camioneta HILUX duraron 1869 s (31 minutos aproximadamente). Hay que recordar que, tanto el tiempo como la velocidad, dependen de la habilidad del conductor y la cantidad de tránsito al realizar la prueba.

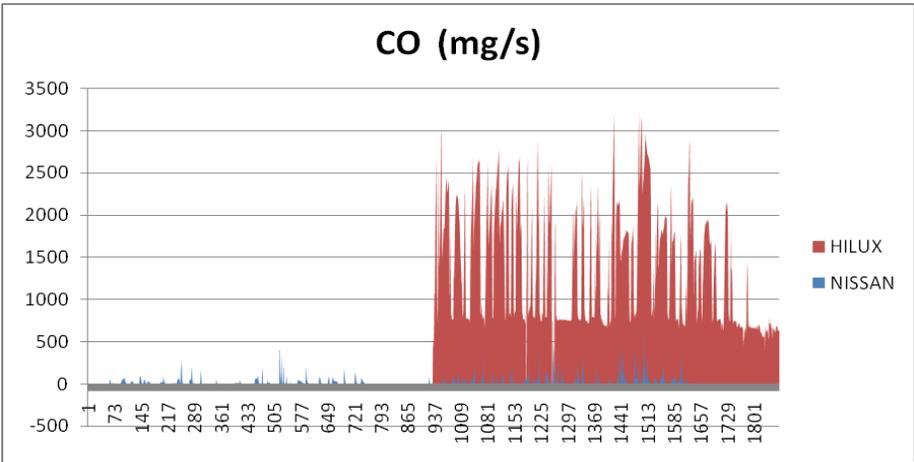
Para el análisis que se busca, es necesario realizar un comparativo entre las emisiones de gases entre las camionetas, ya que el objetivo principal de las etiquetas, es la reducción de contaminantes. Los resultados de comparar las emisiones entre los vehículos se muestran a continuación.



**Gráfica 16.- CO<sub>2</sub> (Nissan vs Hilux)**

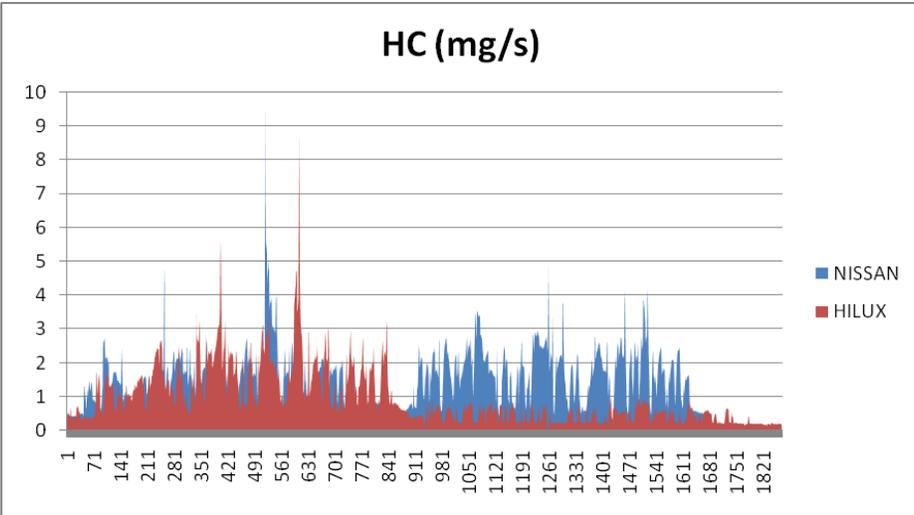
La grafica #16 nos muestra el comportamiento del CO<sub>2</sub>, y como se observa es muy similar en el primer recorrido, sin embargo, para el segundo recorrido se

observa que hay una disminución en las emisiones del vehículo HILUX, los cuales alcanzan una diferencia hasta de 3 (g/s).



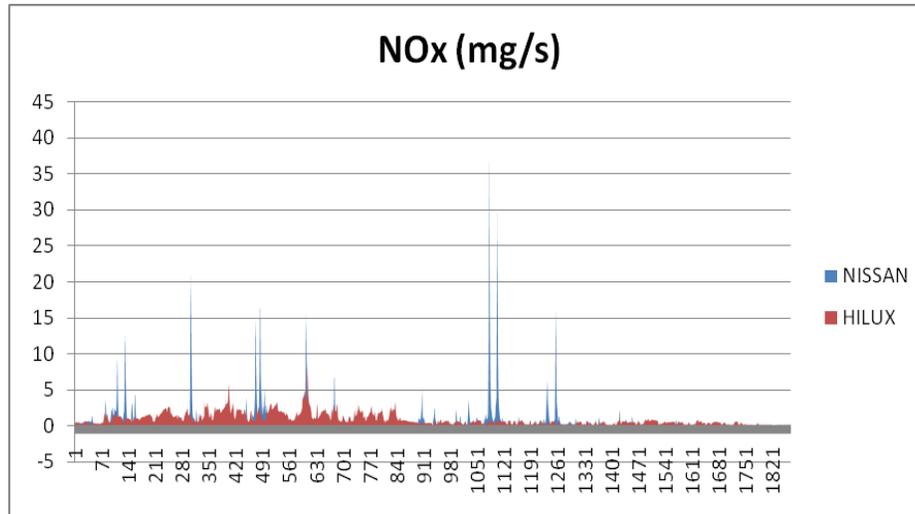
**Gráfica 17.- CO (Nissan vs Hilux)**

Al analizar el comportamiento del CO, en la gráfica #17, encontramos que existe un error en las mediciones, ya que en el primer recorrido de la camioneta de Toyota, no se tienen registros de emisiones, sin embargo para el segundo recorrido, las emisiones se disparan y generan una diferencia abismal con las emisiones de la camioneta de Nissan.



**Grafica 18.- HC (Nissan vs Hilux)**

Para las emisiones de hidrocarburos (HC), mostradas en la gráfica #18, se observa que las emisiones durante el primer recorrido son muy similares, sin embargo, se puede observar que existe un contraste entre las emisiones durante el segundo recorrido, ya que, al igual que en los datos de emisiones de CO<sub>2</sub>, las emisiones de HC en la camioneta HILUX son menores que las de la camioneta de Nissan.



**Grafica 19.- NOx (Nissan vs Hilux)**

Para los datos obtenidos en las emisiones de óxidos de nitrógeno, tenemos un comportamiento muy similar a los anteriores, ya que en el primer recorrido se encuentra la mayor concentración de gases arrojados al ambiente, mientras que en el segundo recorrido se disminuye la emisión, aunque se deben tomar en cuenta que existen algunos picos, de los cuales uno alcanzó los 35 (mg/s).

#### **4.6 Análisis de las pruebas**

Como se ha mencionado, las pruebas se realizaron en condiciones muy similares. Sin embargo, sabemos que existen diversos factores que perturbaron los resultados obtenidos.

Podemos observar que un vehículo emite más cantidad de gases que el otro, pero también se observa que existen datos muy similares, los cuales nos permiten obtener una comparación entre los gases de efecto invernadero que cada uno de

los vehículos emite a la atmósfera, recordando que son del mismo tipo. De acuerdo a lo visto en el capítulo anterior, las diferencias entre las tecnologías y los hábitos de manejo influyeron en las emisiones de cada vehículo.

Los datos obtenidos nos indican que la camioneta de la marca Nissan es más contaminante, a pesar que la camioneta Toyota es más pesada y con mayor cilindrada y potencia. En cuanto al comportamiento de acuerdo con la conducción, vimos que fueron similares, ya que las velocidades se comportaron de manera muy similar, por lo que podemos deducir que los conductores no influimos en gran medida a las emisiones de cada vehículo.

# CAPÍTULO 5 - Propuesta

---

Sin duda el tener una regulación en términos energéticos mejoraría la calidad de vida de la población.

El proponer una regulación de esta magnitud, debe servir de ejemplo para la búsqueda de más y mejores medidas que influyan en las decisiones de los consumidores, no solo de vehículos, si no de productos que consuman algún tipo de energía, ya que si tenemos una mejor conciencia de consumo, poco a poco disminuirémos la cantidad de contaminación que arrojamamos al ambiente.

En los capítulos anteriores hemos podido revisar la importancia según las tecnologías respecto del impacto ambiental, así como también el uso de las propias tecnologías (por ejemplo, Conducción económica o Eco-Driving).

El usuario común, el comprador de un automóvil o camioneta, normalmente hace énfasis a características como el precio, financiamientos, marca y seguridad, pero no es normalmente prioritario el que un vehículo tenga más o menos emisiones contaminantes, lo que permita decidir la compra.

Por ello la muestra de una etiqueta que informe al comprador podrá tener poco a poco una influencia en las decisiones de compra, como lo ha sido en Europa y otros países.

## **5.1 Elementos por considerar**

Es importante mencionar que la etiqueta que se busca implementar, debe ser amigable y de fácil lectura, ya que de ser un elemento tedioso e ilegible, la gente no lo tomará en cuenta.

Los elementos básicos que debe contener son:

- **Clasificación**

- **Marca**
- **Submarca**
- **Modelo**
- **Tipo de combustible**

Estos elementos describirán las características y tipo de vehículo con el que debe ser comparado, hay que recordar que no se puede comparar un auto compacto con uno mediano.

Las características de consumo y emisiones también se deben incluir, estas son:

- Emisiones de CO<sub>2</sub>
- Consumo de combustible en carretera, autopista y combinado.
- Gasto estimado anual en consumo de combustible

Para el gasto estimado de combustible, se debe considerar que actualmente existe un incremento variable y mensual en el costo del combustible, por lo que este concepto se debe contener una nota de advertencia que indique dicho incremento.

Además se puede ofrecer una nueva modalidad, por ejemplo, el cumplimiento con la norma oficial mexicana **NOM-042-SEMARNAT-2003**, que establece “los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos”.<sup>48</sup>

También se debe tomar en cuenta que la etiqueta debe ser visible, pero no de tamaño excesivo, ya que podría parecer grotesco y de mal gusto.

---

<sup>48</sup> NOM-042-SEMARNAT-2003

Con esto, se puede ofrecer la información necesaria para que los compradores puedan elegir un vehículo considerando otros factores, en especial las emisiones que se generarían al ambiente.

## 5.2 Etiqueta

Gráficamente y con medidas de 25 x 15 cm la propuesta de la etiqueta quedaría de la siguiente manera:



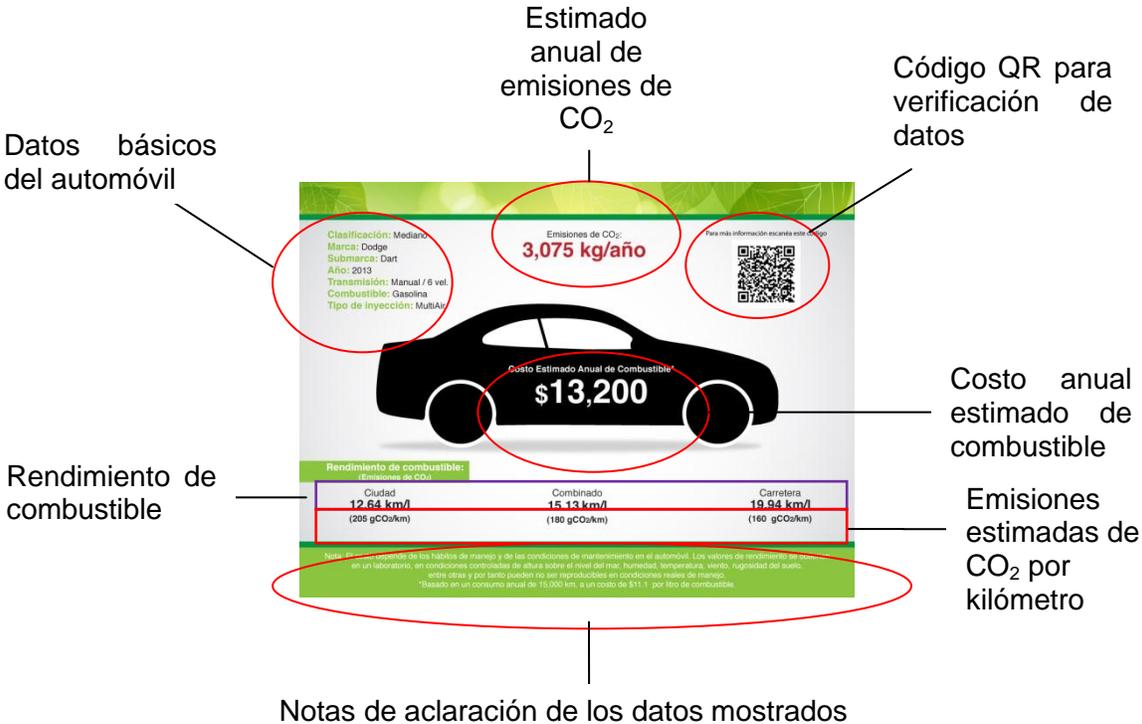
**Figura 38.-** Propuesta de etiqueta de eficiencia energética para automóviles en México

Como se puede observar en la etiqueta propuesta, la información es muy breve, clara y concisa. Incluye notas aclaratorias en las que se mencionan las condiciones en que se obtienen los datos y se recuerda que los hábitos de manejo y de mantenimiento influyen en la cercanía de los parámetros a la realidad.

Los elementos que se consideran para la propuesta de la etiqueta son: las características del automóvil, sus emisiones de CO<sub>2</sub>, el rendimiento de combustible y el gasto estimado de combustible al año. Además se agrega un código QR<sup>49</sup> para que el comprador pueda verificar que los datos sean verídicos, en la página [www.ecovehiculos.gob.mx](http://www.ecovehiculos.gob.mx) a través de un teléfono celular.

En cuanto a las medidas utilizadas son de una dimensión considerable, para que las notas sean legibles y la información no se muestre amontonada. Estas medidas son aproximadas a una hoja de tamaño carta.

La ubicación de los elementos que conforman la etiqueta dentro de la misma está organizada de la siguiente manera:



Hay que mencionar que la etiqueta, deberá ser colocada en el parabrisas, para que al momento de la compra pueda ser retirada, sin embargo, el manual del usuario deberá incluirla, para que pueda ser consultada en cualquier momento.

<sup>49</sup> Quick Response Code (Código de respuesta rápida)

Con esto el comprador tendrá información adicional para la adquisición del vehículo, quedando la responsabilidad de las emisiones contaminantes en él. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que existen diversos factores que pueden afectar e incluso detener el desarrollo de una etiqueta y sobre todo, de una norma de eficiencia energética.

El primero de ellos, y tal vez el más importante, es la inversión que debe hacer la marca (a través del propio fabricante o del distribuidor) para el suministro de la etiqueta. Esto lleva desde la impresión, colocación de adhesivo en la parte posterior, instalación en el parabrisas, etc.

Además del suministro de la etiqueta, debe existir una capacitación hacia los vendedores en la agencia de ventas, ya que deben conocerla al 100%, saber que significa cada uno de los valores que muestra y para qué sirve cada uno de ellos. De nada serviría una etiqueta que contiene mucha información, pero que nadie sabría interpretarla, como ejemplo, la etiqueta de eficiencia energética de los electrodomésticos, donde la mayoría de las personas ni siquiera sabe que existe y mucho menos su funcionamiento.

Sin embargo, la industria automotriz no sería la única en invertir en la etiqueta, ya que el gobierno deberá tener una mayor participación, de nada servirá tener una etiqueta pegada a los parabrisas si la información proporcionada es falsa o peor aún si la etiqueta no es colocada, para evitar este tipo de situaciones, deberán existir controles de calidad y de veracidad, inspectores y quienes deben dar un seguimiento a la aplicación de esta medida. El gobierno debe garantizar que la información proporcionada no será manejada de otra forma, es decir, la información proporcionada en la etiqueta deberá ser utilizada solo como informativa y no será utilizada a costa de otra característica del automóvil, por ejemplo, la etiqueta no deberá señalar que tiene un bajo consumo de combustible o un alto rendimiento y que a cambio tenga poca seguridad.

Por otro lado se debe invertir en mercadotecnia, los ciudadanos tienen el derecho de recibir la información necesaria para que, al llegar a una agencia, sepan que existe una medida que informa sobre la necesidad de emitir menos contaminantes al ambiente, que nos diga que tan eficiente es el producto que deseamos comprar y que nos indique un costo sobre los ahorros que podríamos tener a largo plazo. Los beneficios que se obtendrían con la etiqueta de eficiencia energética serían de consideración, ya que se generaría una visión más ecológica en la ciudadanía, con ello, los nuevos compradores tomarían en cuenta otro factor más aparte de la estética y el costo del automóvil.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

Ante el deseo de mejorar la calidad de vida de los consumidores, muchas empresas modifican sus productos para hacer la vida más fácil; sin embargo, pocas son las que buscan la disminución de contaminantes.

La población en general debería tomar el compromiso de la disminución de la contaminación ambiental pero, en México, dejamos la responsabilidad al gobierno, o a los demás ciudadanos, sin aceptar que cada uno de nosotros debemos mejorar nuestros hábitos para cada vez contaminar menos.

En México los automóviles son los mayores demandantes de energía y el transporte es el segundo sector con más emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente. Por tanto es necesario informar a los consumidores la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> que arroja al ambiente el vehículo a adquirir.

Si bien el gobierno mexicano ha buscado la mejora de la calidad ambiental mediante reglamentos y normas, lamentablemente no se han logrado los avances deseados, ya que no hay quien verifique que esas leyes se respeten.

La creación de una norma de etiquetado mejoraría considerablemente la tecnología vehicular que existe y contribuirá a la disminución de los contaminantes emitidos por los vehículos. Las grandes marcas no estarían dispuestas a perder compradores por la mala calidad de sus vehículos.

Por otra parte para mejorar los hábitos de manejo, se deben aplicar exámenes de conocimiento y conducción a la población, ya que actualmente no se respeta el sistema de regulación sobre las personas que obtienen una licencia de manejo.

Este sistema no ofrece resultados instantáneos, es una medida que dará resultados a mediano plazo. Ya que el parque vehicular se renueva lentamente.

La creciente variedad en tecnología aplicada en los procesos de diseño y fabricación de automóviles, empieza a provocar inquietud sobre los usuarios sobre las diversas ventajas y desventajas que tiene el comprar un vehículo de otro. Sin embargo, en México, los compradores seguimos buscando la economía de los automóviles, más que la eficiencia. Si a esto le sumamos que no tenemos buenos hábitos de conducción, obtenemos como resultado un retroceso en términos ambientales, ya que no se pueden observar resultados notorios de disminución de contaminantes. En otras palabras, los mexicanos elegimos mal, manejamos mal y, por tanto, contaminamos más.

Para que sea funcional una etiqueta de eficiencia energética en México, se debe invertir en la mejora de caminos, del transporte público, garantizar seguridad y se deben promover buenos hábitos de manejo. Al mejorar la infraestructura de calles, avenidas y carreteras, se mejoraría considerablemente el tránsito automotriz, disminuyendo la aglomeración y estancamiento de automóviles. Mejorando el transporte público habría gente que lo utilizaría preferentemente. El gobierno necesita garantizar la seguridad de los peatones, de los usuarios de transporte público, de ciclistas, ya que de lo contrario, los ciudadanos seguirán utilizando el automóvil como medio de transporte.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

**Alfaro, María del Rosario.** 1998. *Emisiones vehiculares, situación actual y alternativas*. Editorial EUNED.

**Baqueiro R. Edgar.** 1997. *Introducción al Derecho Ecológico*. Editorial Oxford. México.

**C2ES.** 2004. *Comparison of Passenger vehicle Fuel economy and GHG Emission standards Around the World*. Pew Center on global Climate Change. Estados Unidos.

**CICC.** 2007. *Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012*. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Semarnat, México.

**CMM.** 2008. *Propuesta de Normatividad en Materia de Rendimiento de Combustibles y de Emisiones de Bióxido de Carbono para Vehículos Ligeros Nuevos*. Centro Mario Molina. México.

**CTS.** 2009. *Analysis of the Automotive Industry in Mexico*. Center for Sustainable Transport Mexico. México.

**Energy Information Administration (EIA).** 2008. *Emissions of Greenhouse Gases in the United states 2008*. EIA. Estados Unidos.

**Frey, Christopher.** 2001. *Emissions Reduction Through Better Traffic Management: An Empirical Evaluation Based Upon On-Road Measurements*. Join Enviromental Research Program. CTE/NCDOT. Estados Unidos.

**Gobierno del Distrito Federal.** 2011. *Ley de mitigación y adaptación al cambio climático y desarrollo sustentable para el Distrito federal*. Asamblea Legislativa del DF. México.

**Gutiérrez, Blanca.** 2001. *La ingeniería ambiental en México*. Editorial Limusa. México.

**Gutiérrez, Cayetano.** 2009. *La Actuación Frente al cambio Climático*. Editorial U. Murcia. España.

**IMT.** 1993. *Dispositivos Anticontaminantes para Motores de Combustión Interna*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro, Qro.

**IMT.** 1995. *Manual de conducción Técnica de Vehículos Automotores Diesel*. Secretaría de comunicaciones y Transportes. Instituto Mexicano del transporte. Sanfandila, Qro.

**Jazcilevich, Arón.** 2007. *A Vehicle Emissions System Using a Car Simulator and a GIS*. Journal of the Air and Waste Management. Estados Unidos.

**Johnson, Todd.** 2009. *Estudio "MEDEC" (Low-Carbon Development for Mexico)*. Banco mundial.

**Kramer, Fernando.** 2003. *Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible*. Editorial La Catarata (Asociación de libros La Catarata).

**Larrick, Richard.** 2008. *The MPG Illusion*. Sciencemag. Estados Unidos.

**OECD.** 2005. *Making Cars More fuel Efficient. Technology for Real Improvements on teh Road*. OECD. Estados Unidos.

**ONU.** 1997. *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones unidas sobre el Cambio climático*. Organización de las Naciones Unidas.

**Mar, Elizabeth.** 2001. *Tendencias y perspectivas del consumo de gasolina y emisiones de gases contaminantes de los automóviles*. Tesis de doctorado. Facultad de Ingeniería. UNAM.

**Sener.** 2011. *Balance Nacional de Energía*. Secretaría de Energía. México.

**Sener.** 2010. *Catálogo de equipos y aparatos para los cuales los fabricantes, importadores, distribuidores y comercializadores deberán incluir información sobre su consumo energético*. Secretaría de Energía. México.

**Sener.** 2010. *Estrategia Nacional de Energía*. Secretaría de Energía. México.

**Semarnat.** 2006. *La gestión ambiental en México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

**Sepafin.** 1982. *Análisis y expectativas de la Industria Automotriz en México 1982-1986*. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. México.

**Sepafin.** 1981. *Rendimientos mínimos de combustible para automóviles*. Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. México.

**Wendelboe, Britt.** 2000. *Why Labelling Is A Good Measure For CO2 Reduction In The Transport Sector*. WBPPM. Dinamarca.

**Zarkin, Sergio.** 2000. *Derecho de Protección al Ambiente*. Editorial Porrúa. México.

## **NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

### **Instituto Nacional de Ecología**

- **NOM-044-ECOL-1003**, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.
- **NOM-045-ECOL-1996**, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.
- **NOM-050-ECOL-1993**, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

### **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales**

- **NOM-041-SEMARNAT-2006**, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- **NOM-042-SEMARNAT-2003**, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

### **Fuentes electrónicas**

**Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.** [www.conuee.gob.mx](http://www.conuee.gob.mx)

- Transporte
- Tecnologías y Combustibles Alternos
- Consultas y Asistencias Técnicas

**Ecovehículos.** [www.ecovehiculos.gob.mx](http://www.ecovehiculos.gob.mx)

- Gasto Anual de Combustible

- Calificación de emisiones

**Instituto Nacional de Ecología.** [www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)

- Portal del Cambio climático
- Sistema Nacional de Información de la calidad del aire.

**Nissan.** [www.nissanleaf.mx/](http://www.nissanleaf.mx/)

- Zero-Emission
- Especificaciones

**Secretaría de Energía.** [www.sener.gob.mx](http://www.sener.gob.mx)

- Cambio Climático
- Energías Renovables

**Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.** [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

- *Cambio climático: Ciencia, evidencia y acciones.*

**U.S. Environmental Protection Agency.** <http://www.epa.gov/>

- Laws & Regulations
- Greenhouse Gas Reporting Program
- On-Road Vehicles and Engines

**U.S. Department Of Energy.** <http://www.fueleconomy.gov/>

- Find a Car
- Save Money & Fuel
- Your MPG
- Advanced Vehicles & Fuels