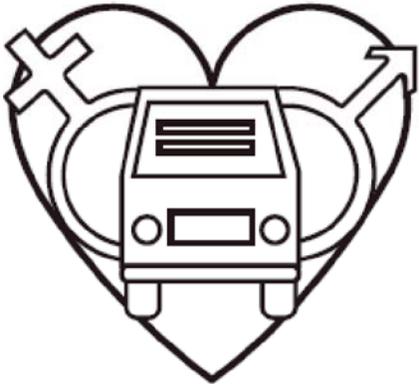




UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México



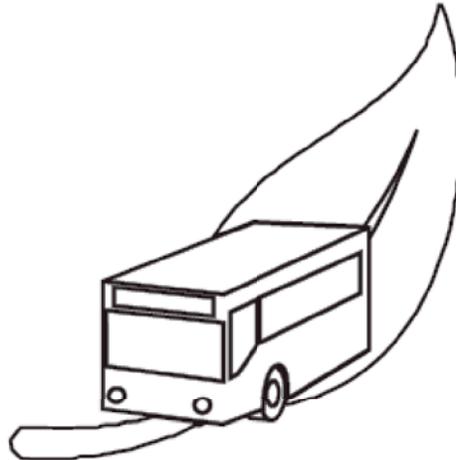
TÓPICOS DE TRANSPORTE



Y



MOVILIDAD



Mtro. Javier Romero Torres
Dr. Juan Antonio Jiménez García
Mtro. Rigoberto Torres Tovar
Dr. Noé Gaspar Sánchez
Dr. Oliverio Cruz Mejía

ISBN: 978-607-422-833-5



www.uaemex.mx



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

Primera Edición (versión digital), Abril 2017

D.R. © UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

Calle Instituto Literario No. 100. Colonia Centro

Toluca Estado de México, CP. 50000

UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL NEZAHUALCÓYOTL

Av. Bordo de Xochiaca S/N Col. Benito Juárez Cd. Nezahualcóyotl, Estado de México. CP 57000.

ISBN: 978-607-422-833-5

El contenido de cada uno de los capítulos de este libro, es responsabilidad exclusiva de su (s) autor (es).

Hecho en México
Tamaño. 5.5 MB

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales



www.uaemex.mx



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

DIRECTORIO

Dr. en D. Jorge Olvera García
Rector

Dra. En Est. Lat. Ángeles Ma. Del Rosario Pérez Bernal
Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados

M En E.U.R. Héctor Campos Alanís
Coordinador De La Unidad Académica Profesional Nezahualcóyotl

COMPILADORES

Mtro. Javier Romero Torres
Dr. Juan Antonio Jiménez García
Mtro. Rigoberto Torres Tovar
Dr. Noé Gaspar Sánchez
Dr. Oliverio Cruz Mejía

CONSEJO EDITORIAL

Mtro. Javier Romero Torres
Dr. Juan Antonio Jiménez García
Mtro. Rigoberto Torres Tovar
Dr. Noé Gaspar Sánchez
Dr. Oliverio Cruz Mejía
Dr. Julio Álvarez Botello
Mtra. María Teresa Cruz Patiño
Dr. Luis Ramón López Gutiérrez
Mtro. Ricardo Pacheco Ruiz
Mtro. José Mirando Tolayo
Mtro. Roberto Esqueda Sánchez
Ing. Oscar Federico Hidalgo Rivera

CUERPO ACADÉMICO

Sustentabilidad y Planeación de Transporte Público

**Red de Investigación Latinoamericana en
Competitividad Organizacional (RILCO)**

DISEÑO DE IMAGEN DE PORTADA
Francisco Domínguez Ruiz



www.uaemex.mx

Prólogo

En las últimas décadas en México han existido cambios asociados a un nuevo régimen de acumulación global, éste ha sido caracterizado por la transición de las ciudades centrales hacia nuevos espacios urbanos de mayor extensión difusa. El surgimiento de nuevas aglomeraciones socioeconómicas, se debe en gran medida a un vertiginoso desarrollo de los medios de transporte, de ahí que surjan nuevos esquemas de largas distancias de recorrido, pues ya no es necesario realizar desplazamientos al centro tradicional.

El desplazamiento motorizado aumenta la velocidad y reduce el tiempo de recorrido, como consecuencia, una persona logra llegar a muchos destinos, es decir, el consumo del espacio de circulación y el consumo de las actividades sufre una fuerte alteración cuando se introduce la mecanización. Partiendo de lo anterior, el transporte público se convierte en un factor importante para la movilidad entre el centro y la periferia, este último espacio requiere de una eficiente comunicación y sobre todo una equitativa movilidad para quienes lo habitan.

En conclusión, conforme va creciendo la ciudad se van ampliando las distancias de viaje y en consecuencia, se vuelve más complejo el tema de transporte; para dar respuesta a lo anterior es que surge el libro *Tópicos del Transporte*, el cual aborda diversos enfoques referente al tema.

Cuerpo Académico: Sustentabilidad y Planeación de Transporte Público.

ESTRATEGIAS DEL CONTROL DE EMISIONES DEL SECTOR TRANSPORTE Y PROPUESTA DEL PROYECTO DE MEDICIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES CON PRUEBA ESTÁTICA.

¹ Jiménez García Juan A., ² Gaspar Sánchez Noé, ³ Botello Ortiz Jhonatan y ⁴
Cruz Zarate Daniel

^{1,2} Profesores de Tiempo Completo de la Unidad Académica Profesional de
Nezahualcóyotl

^{2,3} Estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería en Transporte

e- mail: ¹jajimenezg@uaemex.mx; ²noe-urbanismo@outlook.com ³jhon10692@hotmail.com

⁴danielcruzzarate@hotmail.com

Tel 51126372, Ext: 7922.

Área Temática: Transporte y Medio Ambiente

RESUMEN

En el presente trabajo, se estudia la naturaleza de la contaminación ambiental y su clasificación, los efectos y repercusiones sobre la salud de la población y la contribución del sector transporte a la contaminación ambiental. Se presentan las diferentes estrategias para el control de emisiones del sector transporte y se plantea el proyecto de investigación de medición de emisiones contaminantes de fuentes móviles que emplean gasolina como combustibles con prueba estática, empleando el scanner automotriz *Genesys NGIS* y el *analizador de gases M – P*, lo que permite determinar las emisiones contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores, para determinar si las emisiones se encuentran dentro de los límites máximos permitidos por la normatividad nacional vigente.

Palabras Clave: Contaminación ambiental, Sector transporte, control de emisiones, Medición de emisiones por prueba estática.

1.- INTRODUCCIÓN A LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

La contaminación ambiental forma parte de la vida moderna, está ligada intrínsecamente al desarrollo de las grandes ciudades, consecuencia de la producción de mercancías, del uso excesivo de energía para nuestras actividades económicas; de vivienda, para transportarnos y recrearnos. La causa principal de toda la contaminación del aire es la combustión de todo tipo de combustibles.

Desde 1700 los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural se han utilizado para impulsar el desarrollo industrial y las comodidades de la vida moderna, pero ha sido imposible evitar efectos colaterales indeseables. El smog, la lluvia ácida, el calentamiento global y el cambio climático se deben a las emisiones contaminantes producidas durante la combustión de combustibles fósiles (Cengel & Boles, 2012), así como del proceso de las actividades económicas que el hombre realiza para su sustentación. En el presente trabajo se analizan las normas de emisiones contaminantes para vehículos automotores ligeros, se plantean las estrategias de control de emisiones del sector transporte y monitoreo de la calidad del aire. Finalmente se presentan las características físicas del equipo *M-P Gas*, con el que se realizarán pruebas de emisiones contaminantes en fuentes móviles, a fin de verificar que cumplan con las diferentes normativas de emisiones contaminantes desde un punto de vista técnico.

2.- NATURALEZA DE LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Existe una cantidad finita de recursos naturales en el planeta, de aire, tierras y recursos hidráulicos y, según aumenta la población disminuye la porción disponible para cada persona. Desde la formación del mundo hasta 1900, la población mundial llegó a 1,700 millones. Para 1974, la población mundial era de 3,900 millones (Warner, 2010) y actualmente se estima que la población mundial en el orden de 7,432 millones (DESA, 2015).

El aumento de la población global de las últimas décadas, con un aumento de la demanda de energía y su disponibilidad asociada a un alto nivel de vida para satisfacer los requerimientos de energía de los ciudadanos de la vida moderna, podrían dar por resultado emisiones no controladas de contaminantes ambientales, en proporciones catastróficas.

El control racional de la contaminación del aire, se fundamenta en cuatro supuestos básicos (Warner , 2010) que son: el aire es de dominio público, la contaminación del aire es un concomitante inevitable de la vida moderna, se pueden aplicar los conocimientos científicos para delimitar las normas públicas y los métodos para reducir la contaminación del aire no deben de aumentar dicha contaminación en otros sectores del ambiente.

3.- CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE

Para clasificar los contaminantes del aire, es necesario definir el término contaminación del aire. “Se puede definir la contaminación del aire como la presencia en la atmosfera exterior de uno o más contaminantes o sus combinaciones, en cantidades tales y con tal duración que sean o puedan afectar la vida humana, de animales, de plantas, o de la propiedad, que interfiera el goce de la vida, la propiedad o el ejercicio de las actividades” (Warner , 2010).

Una forma para definir la contaminación del aire, consiste en definir la composición química del aire seco, “limpio”, o “normal” y luego clasificar todos los otros materiales o las cantidades aumentadas de dichos materiales presentes en la composición del aire atmosférico. En la tabla 1.0, se muestra la composición química del aire atmosférico seco.

Tabla 1.0 Composición química del aire atmosférico seco.

Sustancia	Volumen (por ciento)	Concentración (ppm) ^a
Nitrógeno	78.084 ± 0.004	780,900
Oxígeno	20.946 ± 0.002	209,400
Argón	0.934 ± 0.001	9,300
Dióxido de Carbono	0.033 ± 0.001	315
Neón		18
Helio		5.2
Metano		1.2
Criptón		0.5

Hidrogeno		0.5
Xenón		0.08
Dióxido de Nitrógeno		0.02
Ozono		0.01 – 0.04

* Ppm= Partes por millón

A continuación se presenta una clasificación general de los contaminantes a la atmosfera:

- | | |
|--|------------------------------|
| 1.- Materia Particulada. | 5.- Monóxido de Carbón. |
| 2.- Compuestos que contienen Azufre. | 6.- Compuestos Halogenados. |
| 3.- Compuestos Orgánicos. | 7.- Compuestos Radioactivos. |
| 4.- Compuestos que contienen Nitrógeno | |

En la tabla 2.0 se presentan los contaminantes primarias y secundarios de los contaminantes gaseosos al aire (Warner , 2010).

Tabla 2.0 Clasificación general de los contaminantes gaseosos del aire

Clase	Contaminantes Primarios	Contaminantes Secundarios
Compuesto que contiene Azufre	SO ₂ , H ₂ S	SO ₃ , H ₂ SO ₄ , MSO ₄ ^a
Compuestos Orgánicos	Compuestos de C ₁ - C ₅	Cetonas, Aldehídos, Ácidos
Compuestos que contienen Nitrógeno	NO, NH ₃	NO ₂ MNO ₃ ^a
Óxidos de Carbón	CO, (CO ₂)	(ninguno)
Halógeno	HCl, HF	(ninguno)

^a MSO₄ y MNO₃ denotan compuestos de sulfatos y nitratos, respectivamente

4- EFECTOS DE LAS PARTICULAR EN EL AIRE SOBRE LA SALUD HUMANA

Las partículas solas o en combinación con otros contaminantes representan un peligro muy grave para la salud, los contaminantes entran principalmente al cuerpo humano por las vías respiratorias, ya que se ha determinado que más del 50% de las partículas entre 0.01 y 0.1 μg que penetran en la cavidad pulmonar se depositan allí (Warner , 2010).

Partículas con efecto tóxico de una o más de las tres maneras siguientes (Warner , 2010):

- 1.- La partícula puede ser intrínsecamente tóxica debido a sus características inherentes químicas y/o físicas.
- 2.- la partícula puede interferir con uno o más de los mecanismos que despejan usualmente el aparato respiratorio.
- 3.- la partícula puede actuar como un conductor a una sustancia tóxica absorbida.

El smog se forma sobre todo de ozono (O_3), el cual se ubica a nivel del suelo, al igual contiene varias sustancias químicas como monóxido de carbono (CO), partículas de materia como el hollín y polvo y compuestos orgánicos volátiles (COV) como benceno, butano y otros hidrocarburos. El ozono dañino ubicado a nivel del suelo no debe confundirse con la alta capa de ozono útil en la estratosfera, y que protege a la Tierra de los dañinos rayos ultravioleta del Sol. El ozono ubicado al nivel del suelo es un contaminante con varios efectos adversos para la salud (Cengel & Boles, 2012)

La principal fuente de óxido de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos son los motores de los automóviles que en días calurosos reaccionan en presencia de la luz solar para formar ozono a nivel del suelo.

El ozono (O_3), es un contaminante que se mezcla con el dióxido de carbono (CO_2), provoca en los seres humanos que el cuerpo se debilite, irritando los ojos y

dañando los alvéolos de los pulmones, mientras que el dióxido de carbono provoca que el tejido suave y esponjoso de los pulmones se endurezca, lo que causa insuficiencia respiratoria como el Asma (Cengel & Boles, 2012). Toda exposición al ozono daña poco a poco los pulmones al igual que el cigarro al respirarlo, el evitar salir de los hogares puede reducir considerablemente el daño al sistema respiratorio.

El monóxido de carbono (CO) es considerado un gas venenoso sin olor ni color producido sobre todo por los motores de los vehículos y que se acumula en grandes cantidades en áreas de congestionamiento de tránsito, lo cual evita que los órganos del cuerpo se oxigenen lo suficiente al enlazarse con los glóbulos rojos portadores del oxígeno. En bajas concentraciones el monóxido de carbono disminuye la cantidad de oxígeno suministrado al cerebro, a otros órganos y músculos del cuerpo, deteriora las reacciones y reflejos del cuerpo, por tales razones se considera una amenaza seria para la población vulnerable y en condiciones altas el CO puede ser fatal (Cengel & Boles, 2012).

5.- CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR TRANSPORTE A LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

El sector de transporte, que incluye el movimiento de personas y mercancías por los coches, camiones, trenes, barcos, aviones y otros vehículos. La mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte son las emisiones de CO₂ resultantes de la combustión de productos derivados del petróleo, como la gasolina, en los motores de combustión interna. Las mayores fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el transporte son provocadas por vehículos de pasajeros y camiones ligeros, vehículos utilitarios deportivos, camionetas, y minivans, que representan más de la mitad de las emisiones del sector. El resto de las emisiones de gases de efecto invernadero proviene de otros modos de transporte, incluyendo camiones de carga, aviones comerciales, naves, barcos y trenes, así como tuberías y lubricantes (EPA, 2016).

En 2014, las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del transporte representaron alrededor del 26% del total de las emisiones en Estados Unidos (EPA, 2016), y el 24.3% para la Unión Europea (European Commission, 2015). Por lo que el sector transporte, es el segundo mayor contribuyente de las emisiones de gases de efecto invernadero de Estados Unidos y la Unión Europea después de que el sector eléctrico e industrial, como se puede apreciar en las gráficas de la figura 1.0.

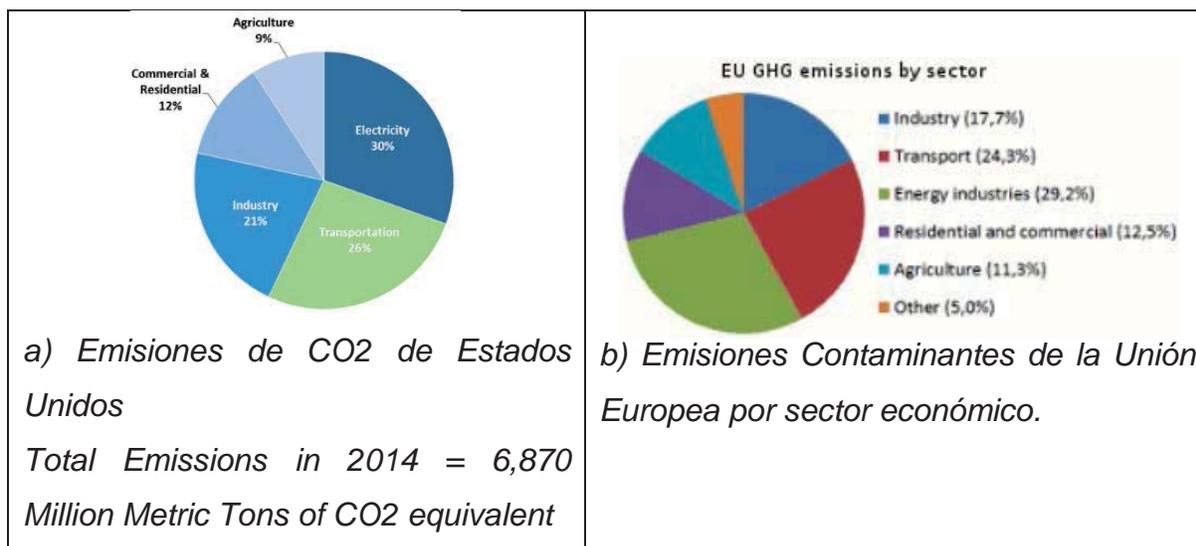


Figura 1.0 Emisiones contaminantes de a) Estados Unidos b) Unión Europea.

Para el caso de México, se estima que el sector transporte es uno de los principales emisores de contaminantes a escala nacional, siendo responsable de 90.03% de las emisiones de monóxido de carbono (CO) y de 45.67% de óxidos de nitrógeno (NO_x), en todo el país. Dentro del sector transporte los vehículos de pasajeros —denominados ligeros— emiten el 74.41% de CO, el 52.55% de NO_x, el 73.55% de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y 94.50% de amoniaco (NH₃). Estos contaminantes contribuyen a la formación de ozono en la atmósfera (Navarro, 2014).

6.- ESTRATEGIAS DE CONTROL DE EMISIONES DEL SECTOR TRANSPORTE

Las estrategias de control de emisiones a la atmósfera pretenden la eliminación, o la reducción hasta niveles aceptables, de aquellos agentes (gases, partículas en suspensión, elementos físicos y hasta cierto punto agentes biológicos) cuya presencia en la atmósfera puede ocasionar efectos adversos en la salud de las personas (irritación, aumento de la incidencia o prevalencia de enfermedades respiratorias, morbilidad, cáncer, exceso de mortalidad) o en su bienestar (efectos sensoriales, interferencias con la visibilidad), efectos perjudiciales sobre la vida de las plantas y de los animales, daños a materiales de valor económico para la sociedad y daños al medio ambiente (por ejemplo modificaciones climatológicas). Los graves riesgos asociados a los contaminantes radiactivos, así como los procedimientos especiales para su control y evacuación, exigen que se les preste la mayor atención (Maystre, 2010)

La estrategia de reducción de emisiones generadas por el transporte incluye las siguientes componentes (INE, 2003):

a) Modernización y mejoramiento tecnológico (reducción de emisiones por kilómetro recorrido):

En el caso de los vehículos en circulación se requiere:

- El fortalecimiento de la verificación vehicular, de vehículos a gasolina y sobre todo de los vehículos a diésel.
- La retroadaptación de sistemas de control de emisiones.
- La instalación de convertidores catalíticos en vehículos a gasolina.
- La retroadaptación de trampas de partículas en vehículos a diésel.
- La sustitución de motores y trenes motrices en vehículos a diésel.
- La conversión a gas natural comprimido con sistemas certificados.
- La regularización del uso de gas licuado de petróleo.
- La detención y retiro de vehículos ostensiblemente contaminantes.
- La sustitución de vehículos de servicio público que no cumplan con requerimientos ambientales, de seguridad y otros.

Vehículos nuevos

- Introducción de vehículos a gasolina que cumplan con límites de emisión gradualmente más estrictos, en el corto plazo.
- Establecimiento de normas de emisión más estrictas en el mediano plazo.
- Establecimiento de normas e incentivos para acelerar la introducción de vehículos de emisiones ultra bajas (híbridos, GNC, etc.) y emisiones cero.
- Introducción de gasolina de menor contenido de azufre (Magna de 300 ppm en el corto plazo y Premium de 50 ppm).
- Introducción de vehículos a diésel que cumplan con límites de emisión gradualmente más estrictos, en el corto plazo.
- Establecimiento de normas de emisión de vehículos a diésel equivalentes a EPA 2004 y Euro IV.
- Introducción de diésel de menor contenido de azufre.

Mejoramiento de la capacidad de transporte público de pasajeros:

- Sustitución de microbuses por autobuses.
- Ordenamiento del transporte público de superficie.
- Mejoramiento del transporte masivo (metro, tren ligero, trenes suburbanos, Autobuses urbanos, etc).

Racionalización y regulación del transporte de carga:

- Regulación espacial y temporal del tránsito de vehículos de carga, como parte del estudio integral para el mejoramiento del transporte de carga.
- Definición de mecanismos para optimizar la distribución de carga (vehículos pesados para transporte interurbano, vehículos de menor capacidad para transporte intraurbano articulados con centros de consolidación de carga).

b) Mejoramiento de las condiciones de vialidad (incremento de la velocidad de circulación):

- Instrumentación de corredores viales para agilizar la circulación del transporte público, mejoramiento de infraestructura y señalización vial.

c) Reducción de la tasa de crecimiento de viajes por persona y distancias recorridas por viaje:

- Integración de las políticas metropolitanas de desarrollo urbano, transporte y medio ambiente, vinculación con las políticas de desarrollo sustentable a nivel federal, del
- Estado de México y la Ciudad de México.

7.- MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Un sistema de control de la contaminación atmosférica es asegurar que las concentraciones excesivas de contaminantes atmosféricos no alcancen receptores sensibles (personas, plantas, animales, etc.). Un sistema bien diseñado evitará la exposición de un receptor a una concentración nociva de contaminantes.

Nos podemos dar cuenta que un sistemas de control de la contaminación atmosférica combinan distintas técnicas de control, normalmente tanto de tipo tecnológico como administrativo.

La selección de los controles debe realizarse en función del problema que debe resolverse y teniendo en cuenta los aspectos siguientes (Maystre, 2010):

Qué se emite y cuál es su concentración;

Cuál es el grupo receptor y cuál es el receptor más sensible;

Cuáles son los niveles permisibles de exposición de corta duración;

Cuáles son los niveles permisibles de exposición de larga duración,

Cuál es la selección adecuada de controles para garantizar que no se sobrepasan dichos niveles.

Cuando existen normas sobre la calidad atmosférica, los responsables de la regulación pueden medir exposiciones individuales y determinar así si existen receptores expuestos a niveles potencialmente nocivos. Se supone que los límites fijados en estas condiciones son lo suficientemente bajos como para proteger al grupo de receptores más vulnerables, aunque éste no siempre es el caso, ya que las normas sobre calidad atmosférica varían ampliamente de un país a otro (Maystre, 2010).

8.- PROYECTO DE MEDICIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES EMPLEANDO “MODULO DE ANÁLISIS DE GASES M-P”

El módulo de análisis de *gases M-P* es un analizador de gases portátil fabricado por OTC, empresa integrante del grupo *Bosch Automotive Service Solutions*. El modelo de análisis de *gases M-P*, se usa para realizar pruebas estáticas de diagnóstico del vehículo y para medir los niveles de emisión de gases que se encuentran en los gases de escape de todos los motores de combustión interna, excepto motores de dos tiempos y diésel. El analizador de gases mide los niveles de emisión de dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), Hidrocarburos (HC), oxígeno (O₂) y óxidos de Nitrógeno (NO_x).

Para utilizar el analizador de gases con el software de *gas M - P* es necesario utilizar el escáner automotriz *Genesys NGIS*, un conjunto de manguera de muestreo o sonda, y un tubo de escape. Cuando el equipo está configurado correctamente, los gases de escape entran en el analizador de gas a través del conjunto de sonda y manguera de muestreo. La sonda analiza la composición de los gases y envía los datos al escáner automotriz *Genesys NGIS*, lo que permite analizar los datos y controlar las funciones del analizador de *gases M - P*. El

arreglo general del escáner automotriz Genesys NGIS, y el analizador de gases M – P se muestran en la figura 2.0.



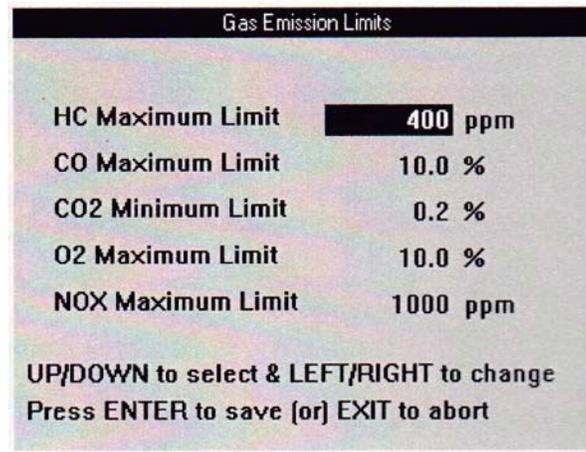
Figura 2.0 Sistema de medición de gases contaminantes a) Escaner Automotriz Genesys NGIS b) Modulo de Analisis de Gases M-P.

8.1.- CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE DEL ANÁLISIS DE GASES.

Con ayuda del escáner automotriz Genesys NGIS, se puede configurar el software del analizador de gases M – P, previamente preinstalado en la memoria del escáner. Donde se pueden configurar diferentes ajustes entre ellos:

8.1.1 Límites de emisiones contaminantes

El ajuste de los límites de emisión de gases le permite introducir límites máximos para HC, CO, O₂, y NO_x y un límite mínimo para el CO₂. Entonces, cuando se utiliza la pantalla de visualización en directo de gas, los niveles de emisión de gas superiores a los límites máximos (o menores que el límite mínimo para CO₂) aparecen en color rojo. El menú principal para configurar los límites máximos de emisiones se muestran en la figura 3.0



Gas Emission Limits	
HC Maximum Limit	400 ppm
CO Maximum Limit	10.0 %
CO2 Minimum Limit	0.2 %
O2 Maximum Limit	10.0 %
NOX Maximum Limit	1000 ppm

UP/DOWN to select & LEFT/RIGHT to change
Press ENTER to save [or] EXIT to abort

Figura 3.0 Configuración del límite de emisiones contaminantes

8.1.2 Especificaciones del vehículo

El ajuste Específico para el vehículo le permite seleccionar el tipo de gas para las pruebas, incluyendo: gas natural, Propano, Metano, y combustible variable.

8.1.3 Configuración de 4 o 5 de gas

El ajuste de la configuración de gas permite seleccionar los gases de incluir en la prueba. Para el módulo de gas de rendimiento, se selecciona si se debe incluir tres gases (CO_2 , CO, y O_2), cuatro gases (CO_2 , CO, HC, y O_2), o los cinco gases (CO_2 , CO, HC, O_2 , y NO_x).

8.1.4 Configuración AFR/Lambda

El programa de instalación AFR / Lambda permite seleccionar la relación de AFR (aire- combustible) o el valor *lambda* en la pantalla de visualización en directo de gas.

Lambda es una medida utilizada para determinar si la relación aire- combustible es rica o pobre. Lambda (λ) es un único punto determinado dividiendo la relación

combustible (C) y aire (A) real suministrado en la proporción de combustible estequiométrico (14.1) de *aire-combustible*, esto es:

$$\lambda = \frac{\text{Actual } C / A}{\text{Real } C / A} \quad (1.0)$$

Por lo que en una combustión ideal $\lambda=1$. Un intervalo de Lambda aceptable es entre 0.9 a 1.1. Un Lambda menos que 0.9 indica una mezcla aire combustible rica y un Lambda superior a 1.1 indica una condición pobre de combustible. El efecto del factor λ , sobre las emisiones de O_2 , CO_2 , CO, HC y NO_x , se muestra en la figura 4.0

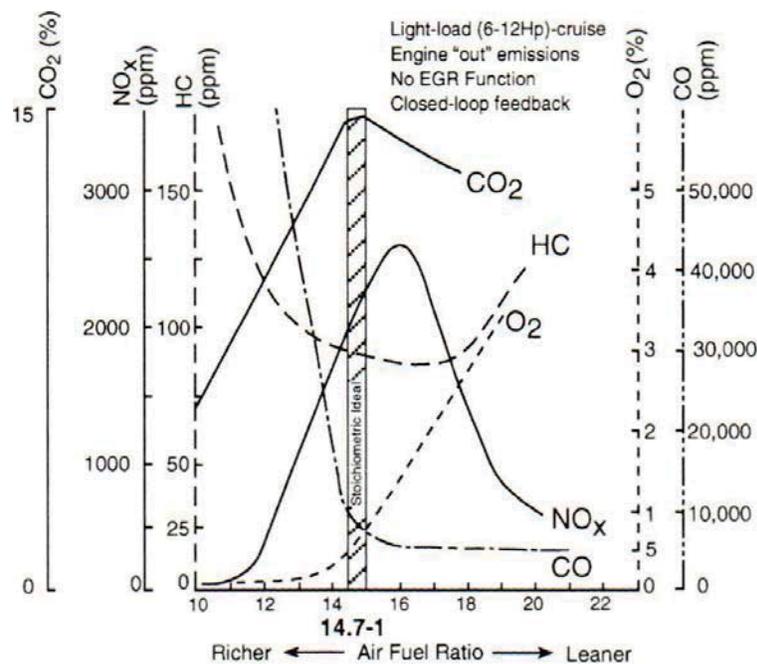


Figura 7.0 Relación estequiométrica de aire combustible.

9.- CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Con el presente trabajo, se realizarán mediciones de emisiones contaminantes de fuentes móviles a gasolina, y se compararán los resultados con las verificaciones vehiculares obtenidas a través del programa de verificación vehicular de la

Secretaría del Medio ambiente de la Ciudad de México y del Estado de México, con la interpretación de los resultados se verificara las condiciones de combustión de los vehículos a gasolina y las diferencias sustanciales entre ambos métodos, así como se determinara la importancia del factor λ , en los correctos resultados de las mediciones de emisiones contaminas. Los resultados esperados, de las lecturas obtenidas se consideraran adecuadas si:

El factor λ , se encuentra entre 0.9 y 1.1, valores menores a 0.9 indican una combustión rica y mayores a 1.1 indican una mezcla aire- combustible pobre.

El rango aceptable de O_2 presente en los gases de combustión a la salida del escape de los vehículos automotrices son entre 0.2 to 1.5%.

Para el caso del CO_2 , presente en los gases de combustión a la salida del escape de los vehículos automotrices debe de ser por mucho de 14%. Las lecturas esperadas de CO, deben de estar entre el rango de 0.2% a 1.5%. La cantidad de HC, no debe de exceder las 90 PPM. Finalmente las emisiones de NO_x remanentes de la combustión no deben de superar las 2000 PPM.

REFERENCIAS

- Cengel , Y. A., & Boles, M. A. (2012). *Termodinámica (6 ed.)*. México: Mc Graw Hill.
- DESA. (2015). Department of Economic and Social Affairs, Population Division World Population Prospects: The 2015 Revision. New York: United Nations.
- EPA. (05 de 05 de 2016). *EPA Unite States American Protection Agency*. Obtenido de EPA Sources of Greenhouse Gas Emissions:
<https://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/sources/transportation.html>
- European Commission. (15 de 04 de 2015). *European Commission, Climate Accion, EU Action, Transport*. Obtenido de http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/index_en.htm
- INE. (203). Cap. 7 ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES. En I. N. Ecología, *Programa para mejorar la calidad del aire de la zona metropolitana del Valle de México 2002-2010* (págs. 1-13). México: INE.
- Kuts, M. (2008). *Environmentally Conscious*. USA : John Wiley & Sons. Inc.

Maystre, J. S. (2010). Conto de la contaminación ambiental. En INSHT, *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*. España: Oficina Internacional del Trabajo.

Navarro, I. (20 de 07 de 2014). Autos Primera fuente de contaminación en el país . *Milenio.Com México*, págs. http://www.milenio.com/region/Autos-primera-fuente-contaminacion-pais-Mexico-enfermedades-humo-ozono_troposferico_0_338966122.html.

Warner , W. (2010). *Contaminación del Aire* . México: Ciudad de México.