

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DEBIDO AL USO DEL AUTOMÓVIL DENTRO DE ZONA URBANA DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.CASO DE ESTUDIO.

*Sylvia de Reza de la Cruz^P, Enriqueta Salazar R., Rubén Álvarez M.,
Jorge Luis Padilla, Norman E. Rivera P.*

Instituto Tecnológico de Mexicali

ENVIRONMENTAL PROBLEMS DUE TO AUTOMOBILES INTO THE URBAN ZONE OF MEXICALI BAJA CALIFORNIA, MÉXICO. CASE OF STUDY

Abstract

This project is motivated by the problematic air quality related with the automobile traffic that use gasoline for their performance, which represents nearly 40% from the greenhouse effect gases emission (CALEPA, 2011) on urban areas like the case study in this project. In this investigation a university was considered, where there is a daily automobile traffic of 3000 vehicles. There were applied polls to the 85% of the population on study. The results obtained, considering additional facts like the low planning on public transport routes and the conditions in the routing transit, inter alia, make the need to create new green transport and more agile access routes. According to the methodology provided and the obtained answers, it can be deduced as key priorities the establishment of strategies to develop the sense of responsibility on the people with the environment and the regulations that perform the fulfillment of the ecological rules related to the care and preservation of a good air quality.

Keywords: *air quality; transportation; vehicle emissions*

Resumen

Este proyecto está motivado por la problemática de la calidad del aire relacionada con el tráfico de automóviles que usan gasolina para su funcionamiento, el cual representa cerca del 40% de la generación de gases de efecto invernadero (CALEPA, 2011) en regiones urbanas como es el caso de estudio de este trabajo.

Se consideró un centro universitario, donde diariamente entran y salen alrededor de 3000 automóviles. Se aplicaron encuestas al 87% de la población bajo estudio. Los resultados obtenidos, considerando factores adicionales como la escasa planeación de rutas de transportes públicos y condiciones de vías de tránsito, entre otros, hacen ver la necesidad de establecer nuevos medios de transporte verde y de nuevas rutas de acceso ágil. De acuerdo a la metodología contemplada y las respuestas obtenidas, adicionalmente se pueden deducir como prioridades básicas el establecimiento de estrategias que desarrollen el sentido de corresponsabilidad de los habitantes con su entorno y de reglamentaciones que regulen el cumplimiento de las normas ecológicas relativas al cuidado y preservación de una buena calidad del aire.

Palabras Clave: *calidad del aire; transporte; emisiones vehiculares*

1. Introducción

Uno de los grandes problemas que se está presentando a nivel mundial, es la mala calidad del aire, sobre todo en ciudades que tienen un elevado índice demográfico e industrialización. En las principales capitales de Latinoamérica como México, Bogotá y Santiago se han implementado medidas para mejorar la calidad del aire, logrando resultados excelentes, pero aún insuficientes. (Lacasaña, 1999). Son las condiciones propias de la región como las climáticas, topográficas, el tamaño de la población, nivel de industrialización, flotas vehiculares, los factores que principalmente influyen en los niveles de contaminación del aire de la región de estudio.

De los factores mencionados, el transporte particular y de carga son componentes importantes de la calidad del aire, debido a los contaminantes producidos por la combustión de gasolina o diesel y también por que favorecen la presencia de material particulado en suspensión, sobre todo en los caminos sin pavimentar. Actualmente se aplican alternativas al uso de los hidrocarburos (etanol, gas natural y biodiesel) con la finalidad de disminuir los índices de contaminación por partículas y sustancias que provocan el efecto invernadero (Mosquera, 2010).

En México, el transporte contribuye en promedio con el 65.6% de las emisiones totales cada año debido a que es una de las principales actividades económicas (Reyes, 2009). En las ciudades industrializadas, además del transporte de carga, se presenta un crecimiento poblacional acelerado y con ello la necesidad de los habitantes, de recorrer grandes distancias para trasladarse a sus centros de trabajo, de estudio o de esparcimiento, acentuada dicha la problemática por la inadecuada o escasa planeación del crecimiento urbano y de los servicios que se requieren.

A falta de servicios de transporte eficaz y económico, la población tiende a invertir en automóviles particulares de segunda mano para cubrir su necesidad de transportación. Estos automóviles requieren mantenimiento y afinación frecuente por ser modelos ya con gran desgaste, lo cual no se realiza con la periodicidad necesaria para disminuir la emisión de contaminantes.

Este es el caso de la ciudad donde se realiza el estudio: Mexicali, Baja California, la cual presenta una relación preocupante de causa-efecto entre el transporte particular y la calidad del aire.

Las partículas generadas por el polvo de las calles sin pavimentar y principalmente las emisiones vehiculares dentro de las que se mencionan partículas finas, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno entre otros, son causas evidentes de la contaminación que se expide al ambiente causando problemas en la salud de los habitantes que las respiran.

Como parte de este trabajo se estudian las aportaciones de contaminantes por emisiones vehiculares de acuerdo a características significativas como son número de vehículos, distancias recorridas, tipos y modelos de autos, tipos de gasolina usada, existencia de catalizador y si reciben afinaciones periódicas como parte del mantenimiento, entre otros aspectos.

2. Antecedentes

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud se calcula que la contaminación atmosférica en zonas urbanas, provoca la muerte de 1.3 millones de personas al año afectando principalmente a personas de ingresos medios (OMS, 2011). La calidad del aire urbana está determinada en su mayoría por el transporte urbano. Se estima que en las

ciudades del mundo circulan alrededor de 1 billón de automóviles, con una tendencia clara a seguir aumentando. En México, 40% de la gente vive en ciudades, y por lo tanto está expuesta diariamente a contaminantes vehiculares, lo cual se considera ya un problema de salud pública. (Ecoguía, 2010)

En las emisiones de contaminantes registradas en las ciudades como consecuencia del aforo vehicular, principalmente se han detectado el monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrógeno (NO), hidrocarburos (HC) y material particulado (PM) a nivel global. (Zambrano, 2009). Tal es el impacto que estos contaminantes producen en la salud, que diferentes países y organizaciones han buscado diferentes medidas para contrarrestar los diferentes efectos provocados.

El World Business Council for Sustainable Development, (*WBCSD* por sus siglas en inglés y traducido como Consejo Mundial de Empresas para el Desarrollo Sostenible), (*WBCSD*, 2004), analiza el rendimiento de doce empresas mundiales de los sectores automovilístico y de energía y el futuro del transporte, en especial el carretero. El estudio define la *“movilidad sustentable”* como *“la capacidad de cubrir las necesidades de la sociedad de trasladarse libremente, comunicarse, comerciar y establecer vínculos sin sacrificar valores humanos y ecológicos”*.

También indicó que, de mantenerse las actuales tendencias, el costo social, económico y ambiental del transporte en todo el mundo será *“inaceptablemente alto”* en el futuro cercano. La organización empresarial señala que la movilidad será sustentable si se alcanzan siete objetivos. Entre esas metas, figuran lograr que la emisión de contaminantes convencionales a partir del transporte no constituyan un problema de salud importante en ningún país, limitar la emisión de gases invernadero a niveles sustentables y reducir las muertes y lesiones graves originadas por el transporte.

Otras medidas recomendadas por el Consejo Mundial de Empresas para el Desarrollo Sostenible son reducir el ruido originado por el transporte, moderar las congestiones del tránsito y reducir la brecha de movilidad existente entre diferentes sociedades y regiones. (*WBCSD*, 2004).

Mexicali ha desarrollado una serie de programas generales como los Programas para Mejorar la Calidad del aire, los cuales representan el esfuerzo conjunto de la sociedad, y del sector económico local, y de los tres niveles de gobierno para diseñar e implementar un conjunto de acciones tendientes a controlar las fuentes de contaminantes que degradan la calidad del aire de la ciudad y la región.

En el Programa para mejorar la Calidad de Aire en Mexicali 2000-2005, se establece que:

“Debido a su gran dinamismo urbano, demográfico, fabril y empresarial, así como a su localización de vecindad con Estados Unidos, Mexicali juega un papel relevante en la economía nacional, que la hacen junto con Tijuana y Cd. Juárez, una de las ciudades más importantes de la frontera. El crecimiento de la ciudad trae beneficios sociales y económicos, pero también problemas relacionados con el desarrollo urbano y con la dotación de infraestructura y servicios, lo que a su vez genera problemas de tipo ambiental, en particular un deterioro de la calidad del aire.

La proliferación de un sin número de actividades industriales, comerciales y de servicios, han provocado una degradación de la calidad del aire en Mexicali, especialmente por el mal estado de los vehículos particulares y de transporte público, y en particular por la importación de autos usados que generalmente se encuentran en mal estado de

funcionamiento. Adicionalmente, la situación se ve acentuada por las emisiones de partículas y polvos de quemas urbanas clandestinas, quemas agrícolas y emisiones de calles y caminos sin pavimentar. En estas condiciones, si bien es cierto que han existido intentos aislados para solucionar el problema, estos no han sido siempre eficaces, ni han surgido como resultado de una planeación estratégica de los tres niveles de gobierno, por lo que sus recursos y esfuerzos se han atomizado disminuyendo con ello su efectividad.”

El sector transporte tiene importantes aportaciones de casi todos los contaminantes: genera el 91% del monóxido de carbono, el 81% de los óxidos de nitrógeno, el 61% de los hidrocarburos y el 24% del bióxido de azufre. Las fuentes de área emiten el 73% de las partículas PM₁₀ y el 29% de los hidrocarburos. La contribución de PM₁₀ generadas por los suelos es del 24%. El 75% de las 3 emisiones de bióxido de azufre corresponden al sector industrial, el cual también contribuye con el 8% de las emisiones de óxidos de nitrógeno.(PROAIRE, 2005)

Se ha buscado implementar una serie de mejoras enfocadas directamente al transporte como las siguientes: evaluación por parte de PEMEX para suministrar gasolina oxigenada y de baja presión de vapor Reid (PVR), consensar y aplicar el Programa de Verificación Vehicular, condicionar la importación de vehículos a la certificación de verificación vehicular de su país de origen, impulsar la utilización de gas LP y gas natural en el transporte público, impulsar la utilización de gas LP y gas natural en el transporte público, diseñar e implantar un programa de detención y sanción de vehículos ostensiblemente contaminantes, aplicar estabilizadores de suelos para el control de emisiones de PM10 en calles, áreas no pavimentadas y de denso tráfico, intensificar programa de pavimentación de calles y caminos, etc. Éstas son entre otras las acciones para promover mejoras en la calidad del aire de acuerdo a los programas gubernamentales (Lizárraga, 2003).

3. Objetivo

Realizar un diagnóstico de la problemática de la calidad del aire de la zona ocasionada por el uso del automóvil particular, en los traslados hacia y desde centros educativos o laborales donde concurren diariamente alrededor de tres mil personas. Se pretende que sirva como referencia sobre la aportación al ambiente de gases y partículas contaminantes que realizan escuelas y empresas con población similar. Caso de estudio: Instituto Tecnológico de Mexicali.

4. Metodología

El tamaño de la muestra que se utilizó para realizar esta investigación fue de 2681 encuestados que representa el 89.36% de la población bajo estudio.

El trabajo que se presenta se desarrolló tomando como caso de estudio al Instituto Tecnológico de Mexicali por considerarlo como modelo prototipo de instituciones y empresas locales que manejan un número similar de empleados o estudiantes.

Para la obtención de los datos necesarios para el estudio se elaboró una encuesta (vea Fig. 1).

Fig. 1 Encuesta aplicada en el IT de Mexicali

Instituto Tecnológico de Mexicali
Análisis de la Problemática de la Calidad del Aire y los Medios de Transporte
Caso I.T. Mexicali
Encuesta Alumnos del ITM

Esta encuesta es parte de un trabajo de investigación sobre la Problemática de la Calidad del Aire de nuestra región. Agradecemos de antemano tu colaboración.

Instrucciones: Lee detenidamente por favor, y contesta lo que se te pide de la manera más acertada posible.

1. Nombre: _____ No. CTL: _____ Email: _____

2. Domicilio Particular. _____

3. Lugar de Trabajo? _____

4. Cuando vienes al ITM, ¿vienes de tu domicilio o de tu trabajo? _____

5. Cuando sales del ITM, ¿vas a tu domicilio o a tu trabajo? _____

6. ¿Qué medio de transporte utilizas para asistir al ITM y con qué frecuencia lo usas?

Marca en la tabla los días de la semana que utilizas los distintos medios de transporte que se listan.

Transporte:	Ida= Venir al ITM		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta
Caminando										
Camión										
Taxi										
Bicicleta										
Motocicleta										
C a r r o :										
Carro propio										
En grupo (Car Pool)										
Me transportan Familiares										

7. Indica en la tabla los horarios que utilizas con más frecuencia para ir y/o venir al ITM. Si vienes varias veces al ITM durante el día, indicalo también en la tabla por favor.

	Hora	Ida= Venir al ITM					Vuelta :Salida del ITM									
		07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
Lunes	Ida															
	Vuelta															
Martes	Ida															
	Vuelta															
Miércoles	Ida															
	Vuelta															
Jueves	Ida															
	Vuelta															
Viernes	Ida															
	Vuelta															

8. Los días que utilizas automóvil para ir y/o venir al ITM (ya sea que te traigan tus familiares, en "car pool", o en tu propio carro), ¿qué tipo de automóvil es?

Marca	Modelo /Año	De cuantos cilindros es?			Tiene Catalizador?			Recibe afinación periódicamente?							
		4	6	8	Si	No	No se	Si	No	No se					

9. Subraya el tipo de combustible acostumbras?: GASOLINA ROJA GASOLINA VERDE OTRO

GRACIAS POR TU COLABORACION!

Esta encuesta, la información más importante fue:

- **¿Qué medio de transporte usan para trasladarse a la escuela?** Para conocer si usaban automóvil particular, un medio de transporte masivo o bien caminaban para llegar a su destino y regresar a su origen.
- **¿Domicilio o dirección de origen?** Para medir la distancia recorrida en kilómetros.
- Si **trabaja**, para detectar si su origen o destino es su domicilio o si está involucrado un tercer origen-destino que puede ser su empleo.
- El **horario de clases**, que en un siguiente estudio, esta información nos será de utilidad para conocer el comportamiento en horas específicas como horas "pico".
- **Características del auto**, como modelo, marca, si es nacional ó importado, tipo de combustible usado, número de cilindros, si tiene catalizador y si le da mantenimiento afinándolo.

Los datos recabados en dichas encuestas fueron evaluados de acuerdo a ponderaciones establecidas por estudios de la *Agencia de Protección al Ambiente* de Estados Unidos (USEPA) y del *Instituto Nacional de Ecología*, (INE); dependencia mexicana. Estas dos instancias ofrecen datos de referencia respecto a características vehiculares como rendimiento y factores de emisión estándar para cada tipo de vehículo. Es importante resaltar que el 85% de los automóviles particulares de los encuestados son de origen estadounidense.

Fue utilizado el mapa del municipio de Mexicali, generado por Instituto Nacional de Estadística Geografía e Historia (INEGI) cotejado con el mapa de Google Earth, para la determinación de distancias recorridas por cada uno de los alumnos encuestados que utilizan el vehículo como medio de transporte.

Las estadísticas básicas sobre la información recabada, tanto de las distancias recorridas por los alumnos, como las características de los vehículos utilizados (modelo, año, marca), gasolina empleada y cantidad de emisiones generadas, fueron calculadas mediante la ecuación (1) fundamentados en cálculos similares realizados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT, 2009)

$$E = (NV) \times (FE) \times (DA) \quad (1)$$

E = Emisión de cada contaminante (NO_x, CO, NMOG, PM) (kg)

NV = Número de vehículos. (parque vehicular)

FE = Factor de emisión (NO_x, CO, NMOG, PM) (kg/km)

DA = Kilómetros recorridos por el vehículo.

El cálculo de los niveles de sulfuros (SO_x) se evaluaron mediante la fórmula 2:

$$E_{SO_x} = (C_g) \times (D_g) \times (S_g) \times 2 \quad (2)$$

E_{SO_x} = Emisión de Sulfuros (SO_x) por gasolina (Kg)

C_g = Consumo de gasolina (lt)

D_g = Densidad de la gasolina magna (.731 Kg/litro)

S_g = Contenido de sulfuros (0.1%)

2 = Factor de conversión

5. Resultados

El tamaño de la muestra que se utilizó fue de 2 681 alumnos que representa el 89.36% de la población de acuerdo al registro del Departamento de Servicios Escolares del Instituto Tecnológico de Mexicali, obteniéndose los resultados que se muestran enseguida:

5.1 Características del parque vehicular en el Instituto Tecnológico de Mexicali

En la tabla 1. se muestra que el 73.02% de la población del Instituto Tecnológico de Mexicali usa automóvil particular como medio de transporte, el 25.27% usa autobús urbano y el 0.32% usa motocicleta. Un porcentaje muy bajo de la población analizada, el 1.39%, se dirige a la escuela caminando debido a la cercanía con su domicilio.

Tabla 1. Medio de Transporte usado por población del ITM

Medio de Transporte	%	Cantidad Total
Auto	73.02%	1956
Camión	25.27%	677
Moto	0.32%	9
Caminando	1.39%	37

Del porcentaje de la población en estudio que usan automóvil, indica que el 66.28% de los automóviles usan catalizador, y un 71.88% declaró hacer afinación periódica a su automóvil. Vea Tabla 2.

Tabla 2. Proporción de autos que usan catalizador y reciben mantenimiento

Característica	Respuesta		
	Si	No	No sé
Uso de catalizador	66.28%	16.86%	16.86%
Reciben afinación	71.88%	15.66%	12.46%

La Figura 2 muestra el modelo y las marcas del parque vehicular se indican en la Tabla 3 de la población encuestada en el Instituto Tecnológico de Mexicali.

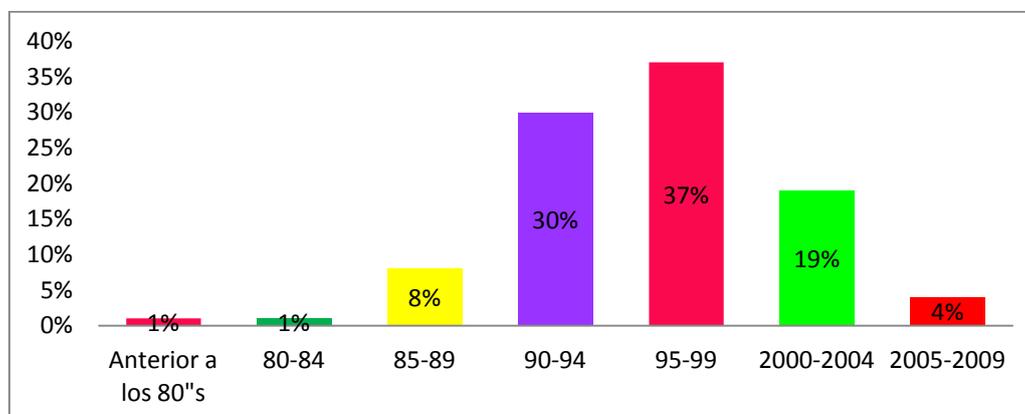


Figura 2. Porcentaje de automóviles de acuerdo al modelo de la población en estudio.

Se observa como la mayor incidencia (el 67%) de autos usados por la población del Instituto Tecnológico de Mexicali se encuentra entre los modelos de los años de 1990 a 1999 y los menos usados son los de modelos anteriores a 1984 y posteriores al año 2005.

Tabla 3. Proporción de Marcas de autos más usados en el Instituto Tecnológico de Mexicali

Marca de Automóvil	Cantidad Total	%
Honda	589	22
Ford	456	17
Nissan	348	13
Toyota	348	13
Chevrolet	268	10
Volkswagen	188	7
Dodge	107	4
Chrysler	80	3
Otros	295	11

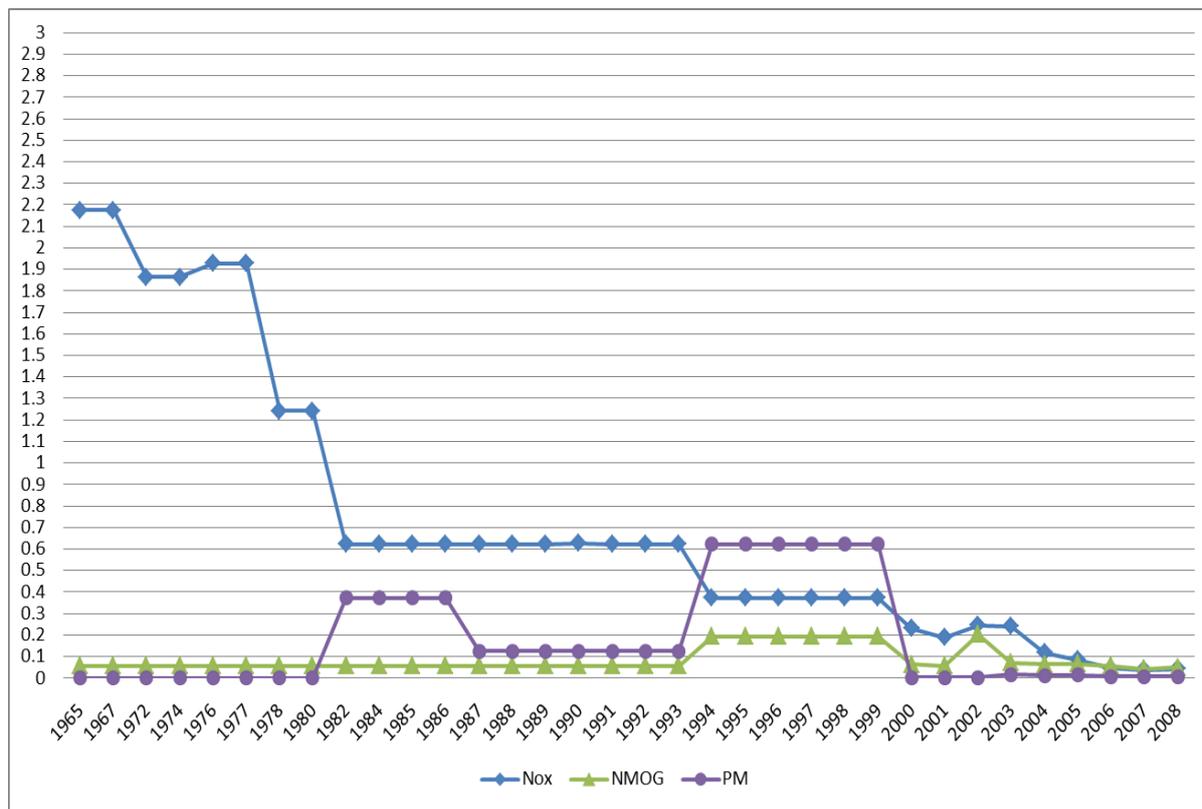
La Tabla 3 destaca que en la población en estudio, la marca predominante es Honda, con un porcentaje del 22%, seguida por el 17% de fabricación Ford y en tercer lugar en la preferencia son Toyota y Nissan con un 13% seguido de un 10% de marca Chevrolet.

5.2 Características y cantidad de partículas contaminantes por uso del automóvil en el Instituto Tecnológico de Mexicali

De acuerdo al modelo, año, marca y número de cilindros en los motores de la población en estudio, así como tipo de gasolina usada por vehículo, se calculó el tipo y la cantidad de contaminantes emitidos usando la herramienta "Guía del vehículo verde" de la Agencia de Protección al Ambiente. Esta herramienta puede utilizarse libremente en <http://www.epa.gov/greenvehicles/>. Los contaminantes considerados ahí fueron los óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (COx), compuestos orgánicos no metánicos (NMOG) y material particulado (PM).

Como parte del resultado, la Figura 4 muestra los niveles de contaminantes que aporta en promedio cada vehículo de acuerdo al modelo de fabricación, independientemente de la marca del fabricante. El comportamiento resultante de las emisiones de CO, NMOG y NOx (más altas en modelos antiguos, disminuyen en modelos recientes) se justifica por las mejoras en la eficiencia de la combustión que poseen los modelos más nuevos.

Figura 4 Emisiones promedio por semana de lunes a viernes en g/Km de NOx, NMOG y PM de acuerdo al modelo del automóvil de la población en estudio.



Se evaluaron también el total de contaminantes que aportan en promedio por día los automóviles del caso de estudio de acuerdo a los kilómetros recorridos. Los totales se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5 Total de contaminantes emitidos por día por automóviles del caso de estudio.

Contaminante	Kg/día
NOx	4.557
SO ₂	1.618
CO	27.639
PM	.796

Se observa que los contaminante emitidos en mayor cantidad fueron el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, congruentes éstos resultados con una gran cantidad de literatura existente respecto a las emisiones por fuentes vehiculares donde explican al monóxido de carbono como el principal contaminante generado en la quema de combustibles fósiles como la gasolina.

6. Conclusiones y Recomendaciones

En términos generales, los óxidos de nitrógeno (NOx) son los que más participan en la emisión de contaminantes para la mala calidad del aire, con un promedio diario 2.33g por automóvil.

A pesar de que la problemática presente de la calidad del aire en la zona de estudio, la cantidad de automóviles en circulación diariamente se incrementan preocupantemente año con año. Los habitantes lo vivimos día con día al tratar de trasladarnos de un punto geográfico a otro en la ciudad. Lamentablemente no se tiene acceso a información relevante respecto al comportamiento de los contaminantes criterio en la región, y la aportación de los automóviles. No se tiene un inventario actualizado y los datos actualmente disponibles en las dependencias de gobierno están obsoletos. Lo anterior dificultó el acopio de datos en éste proyecto y en alguna medida justifica el porqué en la región se realizan muy escasos trabajos respecto al tema de éste caso de estudio.

Por esa situación, se considera que éste trabajo aporta un grano de arena que puede ser tomado de referencia, o punto de partida para otros trabajos relacionados con la calidad del aire y los automóviles. Al mismo tiempo se esta consiente que quedan muchos aspectos a mejorar, y se queda el ánimo de afinar los resultados aquí plasmados. Siendo parte de los habitantes de la localidad los que participamos, vivimos la problemática en la calidad del aire de la ciudad, especialmente en las horas mayor de congestiónamiento vial.

Por una parte se realizan mejoras tanto el diseño de los automóviles, como en los combustibles requeridos para su funcionamiento, pero por otra parte el incremento de la población que utiliza automóviles particulares se incrementa drásticamente año con año por lo que hasta éste momento no han sido suficientes las mejoras anteriores y es favorable promover los siguientes aspectos:

- Fomentar el uso compartido de automóviles para desplazarse a la escuela (*car pool*).
- Realizar campañas para motivar a los alumnos que vivan en vecindad con la escuela, se trasladen en bicicleta o caminando. Acondicionar área para estacionar bicicletas .Establecer en la vecindad con la escuela rutas y señalamientos para la circulación de éstas.
- Utilizar el presente estudio como apoyo para justificar el establecimiento de nuevas rutas de transporte público, o mejorar las existentes.
- Establecer un programa para que las escuelas manejen diferentes horas de entrada y salida evitando de esta manera congestiónamientos viales.
- Promover que de manera rigurosa tengan prioridad en inscripciones escolares alumnos que vivan cerca de la institución educativa, que se supone actualmente se considera este factor, mas no con la rigurosidad necesaria.

Sabemos que hay mucho por hacer, se escapan otros estudios del alcance de éste material como el determinar el número de automóviles que habría que reducir del parque vehicular para la calidad del aire sea no perjudicial, pero . Aspecto que se buscará cubrir en futuras investigaciones.

7. Referencias

INE, "Estudio de emisiones y características vehiculares en ciudades mexicanas de la frontera norte. Fase I: Tijuana y Mexicali", 2008. http://www.ine.gob.mx/descargas/calair/2007_inf_emis_act_vehicular_mexicali_tijuana_encuestas.pdf [Consultado en enero 2012].

INE, SEMARNAT, "Programa para mejorar la calidad del aire 2000-2005", 1999. http://www.ine.gob.mx/descargas/transparencia/rend_ctas_etapa2.pdf [Consultado en febrero 2012].

Instituto Nacional de Ecología. "Portal de Indicadores de Eficiencia energética y Emisiones Vehiculares" [en línea]. Disponible en Web. <http://ine.gob.mx/>. [Consultado en marzo 2012].

Instituto Nacional de Ecología. "Taller sobre emisiones vehiculares en México". (2007). Disponible en Web. <http://ine.gob.mx/>. [Consultado en marzo 2012].

Lacasaña, M.N., Aguilar, C.G., Romieu, I., "Evaluación de la contaminación del aire e impacto de los programas de control en tres mega ciudades de América latina", Salud pública de México, vol. 41, No 3, pp. 203-215, mayo 1999.

Mosquera A., José "Análisis de Emisiones de CO₂ para diferentes combustibles en la población de taxis en Pereira y Dosquebradas", Scientia Et Technica, vol. XVI, núm.45, agosto 2010, pp. 141-146, Universidad Tecnológica de Pereira.

Lizárraga, Carmen (2003), "Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI". Economía, Sociedad y Territorio, vol. VI, núm. 22, 2006, 283-321.

Organización Mundial de la Salud. Calidad del aire y salud Nota descriptiva N°313. <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr43/es/> [Consultado en febrero 2012].

Programa para Mejorar la Calidad del Aire en Mexicali. (PROAIRE) 2000-2005. Gobierno del Estado de Baja California. Gobierno Municipal de Mexicali. SEMARNAT, 1999.

Rembao, Martha, "Influencia de los contaminantes atmosféricos en las infecciones respiratorias agudas en Mexicali Baja California México" Información Tecnológica Vol. 20(3, 89-100(2009).

Reyes, Orlando "La Demanda de gasolinas en México: efectos y alternativas" Depósito Digital de documentos UAB, Registro #60897 (2010) [en línea]. Disponible en Web <http://ddd.uab.cat/record/60897> [Consultado en Enero 2012].

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Western Governors' Association, Instituto Nacional de Ecología, "Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas" (2009) [en línea]. Disponible en Web www.semarnat.gob.mx [Consultado en Diciembre 2011].

Secretaría de Protección al Ambiente de Baja California, U.S Governors Association, U.S Environmental Protection Agency., "2005 Mexicali Emissions Inventory", ERG, ICAR, (2009)

U.S Environmental Protection Agency "Green Vehicle Guide". Disponible en: <http://www.epa.gov/greenvehicles> Última consulta 30 de marzo 2012.

WBCSD. Consejo Mundial de Empresas para el Desarrollo Sostenible. "Cubriendo los desafíos hacia la sustentabilidad". 2004, Bruselas. [Consultado en Octubre 2011].

WBCSD "Ambiente: transporte sustentable dentro de 50 años." Disponible en línea <http://business.highbeam.com/435582/article-1G1-19029458>. [Consultado en Octubre 2011].

Zambrano, Elba, "Calidad del Aire y su incorporación en la planeación urbana: Mexicali, Baja California México" Estudios Fronterizos Vol. 10, Num.20, (2009)

8. Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Tecnológico de Mexicali por las facilidades brindadas para el desarrollo y presentación de esta investigación.

9. Correspondencia

Sylvia de Reza de La Cruz

Sylvia.dereza@gmail.com

Instituto Tecnológico de Mexicali