



División de Ciencias Sociales y Humanidades Maestría en Planeación y Políticas Metropolitanas

Tesis

Los Impactos Diferenciados de la Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

que presenta Lina Tavera Sánchez

Para obtener el grado de Maestra en Planeación y Políticas Metropolitanas

Directora de Tesis:

Dra. Priscilla Connolly Dietrichsen

Sinodales:

Dra. María Esther Ruiz Santoyo Dr. René Coulomb Bosc M en C. Eva Margarita Melgar Paniagua

Agosto 15 de 2002



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA AZCAPOTZALCO

Los Impactos Diferenciados de la Contaminación Atmosférica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

Tesis para obtener el grado de Maestra en Planeación y Políticas Metropolitanas

Lina Tavera Sánchez

Agosto 15 de 2002.

Agradecimientos

A las siguientes instituciones

Instituto Mexicano del Petróleo por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente y alcanzar uno de mis objetivos, en especial al Programa de Investigación de Medio Ambiente y Seguridad por proporcionarme su apoyo para la realización de mis estudios, así como por facilitarme información.

Secretaria de Transporte y Vialidad del GDF por proporcionarme sus datos, parte importante de este trabajo.

A mis asesores

Dra, Priscilla Connc!!y, Dra. María Esther Ruiz, M. en C. Eva Margarita Melgar y al Dr. René Coulomb por su invaluable orientación, apoyo y consejos durante el desarrollo de este trabajo.

Profesores

Con mi sincero agradecimiento y respeto, por haberme trasmitido a lo largo de la maestría sus conocimientos y entusiasmo, en especial al Maestro en Planeación José Castro.

A mis amigas y compañeras

Maria Esther Álvarez, Matiana Ramírez, Gloria Yánez, Virginia Mora, Adriana Romero y Silvia Martínez, por el tiempo que me dieron y sus opiniones tan valiosas para la elaboración de mi trabajo de tesis, gracias.

A todos aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron en esta etapa de estudios de maestría.

A mis Rafaeles por su comprensión y apoyo A mis padres y hermanos

Indice

	Págs.
Lista de Cuadros	11
Lista de Mapas	III.
Lista de Gráficos	V
Lista de Diagramas	V
Lista de Figuras	VI
Lista de Anexos	VI
Resumen	VII
Abstract	VIII
I. Introducción	1
II. La Contaminación Atmosférica en la ZMCM	5
II.1 La Problemática Atmosférica de la ZMCM	5
II.2 Fuentes de los Principales Contaminantes	7
II.3 Efectos en la Salud	8
III. Marco Institucional de la Regulación Ambiental	12
III.1 Marco Institucional en sus Tres Niveles: Internacional, Nacional y Local	13
III.2 La Integración de las Políticas: Ambiental, Energética, Transporte y	
Urbana, en la Búsqueda de Solución a las Causas de la	
Problemática de la Contaminación Atmosférica de la ZMCM	31
IV. Planteamientos Interdisciplinarios en Torno a los Impactos	
de la Contaminación Atmosférica	38
IV.1 Consideraciones Generales	42
IV.2 Técnicas para Cuantificar y Determinar los Impactos	
Diferenciados de la Contaminación Atmosférica	60
V. Exposición de la Población: Estructura Urbana, Población y Movilidad x	
V.1 Densidad Diurna de Viajes Atraídos por Motivo de Trabajo y	
Escuela en la ZMCM, 1994	60
V.2 Concentración de la Población: Identificación de la Población	0.4
Vulnerable de Acuerdo a sus Condiciones Socioeconómicas y Edad	84
V.3 Análisis Espacial del Ozono y PM ₁₀ en la ZMCM, 1995	91
V.4 Cuantificación de la Exposición VI. : So ha Solvaianado al Broblema de la Contaminación Atmosférica?	110
VI. ¿Se ha Solucionado el Problema de la Contaminación Atmosférica? VII. Principales Resultados	122 130
VII. FIIIGDAICS RESUITATOS	130

VIII	I. Conclusiones y Recomendaciones	134
	VIII.1 Conclusiones	134
	VIII.2 Recomendaciones	135
IX.	Referencias Bibliográficas	137
List	ta de Cuadros	
1.	Cuadro II.2.1 Inventario de Emisiones en la ZMCM, 1994-1998	7
2.	Cuadro II.2.2. Parque Vehicular en Circulación en la ZMCM, 1994-1996.	7
3.	Cuadro II.2.3. Consumo Energético de la ZMCM, 1994-1998	8
4.	Cuadro II.3.1. Principales Contaminantes y sus Efectos Sobre la Salud.	9
5. C	Cuadro II.3.2. Costos Ambientales Estimados para la ZMCM	10
6.	Cuadro III.1.1 Medidas de Aplicación de los Programas: Hoy No Circula y Verificación Vehicular	27
7.	Cuadro III.1.2. Reducción de Emisiones Contaminantes por Tipo de	
_	Transporte	28
8.	Cuadro III.1.3 Principales Impactos de Cada Política	30
9.	Cuadro IV.1.1 Disciplinas Relacionadas con la Salud Ambiental	40
10.	Cuadro V.1.1. Viajes Efectuados en Horario Diurno por Motivo, Empleando Automotores en la ZMCM, 1994	61
11.	Cuadro V.1.2. Principales Resultados por Propósito de Viaje, Modo de Transporte y Horario	70
12.	Cuadro V.2.1. Población Vulnerable a la Contaminación Atmosférica	
	de la ZMCM, 1990	85
13.	Cuadro V.3.1. Valores Normados para los Contaminantes del Aire Seleccionados	92
14.	Cuadro V.3.2. Niveles Promedio de O ₃ por Estaciones de Monitoreo y	
	Horarios Seleccionados en la ZMCM, 1995 (ppm.)	93
15.	Cuadro V.3.3. Niveles Máximos de O ₃ por Horarios Seleccionados y Estaciones de Monitoreo en la ZMCM, 1995 (ppm.)	98
16.	Cuadro V.3.4. Número de Horas con Registros de O ₃ Superiores a la Normatividad por Estaciones de Monitoreo en la, ZMCM, 1995 (horas)	101
17.	Cuadro V.3.5. Niveles Promedio de PM ₁₀ por Estación de Monitoreo y Horarios Seleccionados en la ZMCM, 1995 (μg/m³)	101
18.	Cuadro V.3.6. Niveles Máximos de PM ₁₀ por Estaciones de Monitoreo y Horarios Seleccionados en la ZMCM, 1995 (µg/m³)	105

19.	Cuadro V.4.1 Concentración de Contaminantes por Estación de	113
	Monitoreo y Horario, 1995 (μg/m³)	
	Cuadro V.4.2. Toma Diaria Promedio por Grupos de Población	114
	Cuadro V.4.3 Toma Diaria Máxima por Grupos de Población	118
22.	Cuadro V.4.4 Coeficiente de Riesgo de Toma Diaria Promedio	
	por Grupo de Población	117
24.	Cuadro V.4.5 Coeficiente de Riesgo de Toma Diaria Máxima por Grupo de Población	118
25.	Cuadro V.4.6 Número de Personas Asentadas por Distrito y/o Estación de Monitoreo	12 ⁻
26.	Cuadro VI.1 Número de Días con Lectura IMECA en la ZMCM Superiores a los 100, 200, 300 puntos 1986-1997	122
27.	Cuadro VI.2. Número de Días Dentro de la Norma de Diferentes Contaminantes	123
Lis	ta de Mapas	
	·	
1.	Mapa V.1.1. Principales Distritos de Atracción de Viajes de la ZMCM, 1994	63
2.	Mapa V.1.2 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Servicio Publico y Privado, por Motivo de Trabajo en Horario Matutino (6 a 9 Horas)	73
3.	Mapa V.1.3 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Servicio Publico y Privado, por Motivo de Trabajo en Horario Mediodía (12 a 15 Horas)	73
4.	Mapa V.1.4 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Servicio Publico y Privado, por Motivo de Trabajo en Horario Vespertino (17 a 20 Horas)	74
5.	Mapa V.1.5 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Colectivo por Motivo de Trabajo en Horario Matutino (6 a 9 Horas)	74
6.	Mapa V.1.6 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Colectivo por Motivo de Trabajo en Horario Mediodía (12 a 15 Horas)	75
7.	Mapa V.1.7 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Colectivo por Motivo de Trabajo en Horario Vespertino (17 a 20 Horas)	75
8.	Mapa V.1.8 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Automóvil por Motivo de Trabajo en Horario Matutino (6 a 9 Horas)	76
9.	Mapa V.1.9 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Automóvil por Motivo de Trabajo en Horario Mediodía (12 a 15 Horas)	76
10.	Mapa V.1.10 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en	77

11.	Mapa V.1.11 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Servicio Publico y Privado, por Motivo de Escuela en Horario Matutino (6 a 9 Horas)	78
12.	Mapa V.1.12 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Servicio Publico y Privado, por Motivo de Escuela en Horario Mediodía (12 a 15 Horas)	78
13.	Mapa V.1.13 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Servicio Publico y Privado, por Motivo de Escuela en Horario Vespertino (17 a 20 Horas)	79
14.	Mapa V.1.14 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Colectivo por Motivo de Escuela en Horario Matutino (6 a 9 Horas)	79
15.	Mapa V.1.15 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Colectivo por Motivo de Escuela en Horario Mediodía (12 a 15 Horas)	80
16.	Mapa V.1.16 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Colectivo por Motivo de Escuela en Horario Vespertino (17 a 20 Horas)	80
17.	Mapa V.1.17 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Automóvil por Motivo de Escuela en Horario Matutino (6 a 9 Horas)	81
18.	Mapa V.1.18 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Automóvil por Motivo de Escuela en Horario Mediodía (12 a 15 Horas)	81
19.	Mapa V.1.19 Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Automóvil por Motivo de Escuela en Horario Vespertino (17 a 20 Horas)	82
20.	Mapa V.2.1 Distribución de la Población Mayor de 65 Años por Distrito de la ZMCM, 1990	86
21.	Mapa V.2.2 Distribución de la Población Menor de 5 Años por Distrito de la ZMCM, 1990	87
22.	Mapa V.3.1. Concentraciones Promedio de Ozono en la ZMCM Horario Matutino (6 a 9 Horas), 1995	94
23.	Mapa V.3.2. Concentraciones Promedio de Ozono en la ZMCM Horario de Mediodía (12 a 15 Horas), 1995	95
24.	Mapa V.3.3 Concentraciones Promedio de Ozono en la ZMCM Horario de Vespertino (17 a 20 Horas), 1995	96
25.	Mapa V.3.4. Concentraciones Máximas de Ozono en la ZMCM, Horario Matutino (6 a 9 Horas),1995	97
26.	Mapa V.3.5. Concentraciones Máximas de Ozono en la ZMCM, Horario de Mediodía (12 a 15 Horas), 1995	99
27.	Mapa V.3.6. Concentraciones Máximas de Ozono en la ZMCM, Horario Vespertino (17 a 20 Horas), 1995	100
28.	Mapa V.3.7. Concentraciones Promedio de PM ₁₀ , en la ZMCM, Horario Matutino (6 a 9 Horas), 1995	102
29.	Mapa V.3.8. Concentraciones Promedio de PM ₁₀ , en la ZMCM, Horario Mediodía (12 a 15 Horas), 1995	. 102
30.	Mapa V.3.9. Concentraciones Promedio de PM ₁₀ , en la ZMCM, Horario Vespertino (17 a 20 Horas), 1995	103

31.	Mapa V.3.10. Concentraciones Máximas de PM ₁₀ en la ZMCM, Horario Matutino (6 a 9 Horas), 1995	106
32.	Mapa V.3.11. Concentraciones Máximas de PM₁₀ en la ZMCM, Horario Mediodía (12 a 15 Horas), 1995	107
33.	Mapa V.3.12. Concentraciones Máximas de PM₁₀ en la ZMCM, Horario Vespertino (17 a 20 Horas), 1995	108
34.	Mapa V.4.1. Coeficiente de Riesgo Máximo de O ₃ , Horario Mediodía (12 a 15 Horas)	119
35.	Mapa V.4.2. Coeficiente de Riesgo Máximo de PM ₁₀ , Horario Mediodía (12 a 15 Horas)	120
List	ta de Gráficos	
1.	Gráfica II.3.1. Población de la ZMCM Afectada a las 48 Horas de Iniciada la Contingencia, Según Niveles IMECA	10
2.	Gráfica V.1.1. Distribución de Viajes para las 24 Horas del Día en la ZMCM	60
3. 4.	Gráfica V.1.2. Participación Relativa de los Viajes de los Residentes del ZMCM, Según Propósito, 1994	64
5 .	Gráfica V.1.3. Cobertura por Modalidad de Transporte	64
6.	Gráfica V.1.4. Cobertura del Transporte Público	65
7.	Gráfica V.1.5. Cobertura del Transporte Privado	65
List	a de Diagramas	
1.	Diagrama III.2.1. Estructura Actual de la Política Nacional	31
2.	Diagrama III.2.2. Estructura Propuesta de una Política Nacional Integral	32
3.	Diagrama III.2.3. Evolución del Reparto Modal 1986-1994	36
4.	Diagrama IV.1.1. Alteración del Ciclo Natural de Sustancias, Elementos y Energía Producida por la Actividad Humana.	38
5.	Diagrama IV.2.I. Etapas de la Evaluación del Riesgo	43
6.	Diagrama IV.2.2. Metodología y Objetivos en Apoyo a la Calidad del Aire y Salud Respiratoria	54
7.	Diagrama IV.2.3. Modelo Conceptual de Riesgo de la Salud Humana	57

Lista de Figuras

 Figura V.1.1. Localización de Paraderos de Colectivos en las Principales Líneas del Metro en la ZMCM 	71
Lista de Anexos	
A.1. Total de Viajes Atraídos por Distrito de la ZMCM, Motivo Trabajo, Horario Diurno, 1994	A.1 .1
A.2. Densidad de Viajes Atraídos por Distrito de la ZMCM, Motivo Trabajo, Horario Diurno, 1994	A.2 .1
A.3. Total de Viajes Atraídos por Distrito de la ZMCM, Motivo Escuela, Horario Diurno, 1994	A.3.1
A.4. Densidad de Viajes Atraídos por Distrito de la ZMCM, Motivo Escuela, Horario Diurno, 1994	A.4.1
B.1. Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMCM	B.1.1
B.2. Niveles Promedio de 24 horas de PM ₁₀ por Estación de Monitoreo y Día, 1995	B.2.1
B.3. Datos Horarios de PM ₁₀ por Estación de Monitoreo que Muestran Niveles Altos Constantes, 1995.	B.3.1

Resumen

El presente trabajo busca contribuir a una metodología que tome en consideración el nexo existente entre fuentes de emisión, presencia de contaminantes en el medio y ubicación de la población expuesta, para lo cual toma en consideración elementos como la densidad de viajes realizados en vehículo automotor en la ZMCM por motivos de trabajo y escuela; la ubicación física de la población vulnerable; las mediciones de contaminantes como ozono y partículas de fracción respirable (PM₁₀); así como su toma diaria y coeficiente de riesgo del grupo de personas de interés (edad productiva, en formación y la población vulnerable).

A partir de éstos se obtuvieron los siguientes insumos. Los puntos geográficos, con mayor atracción para la población A partir de éstos se obtuvieron los siguientes insumos. Los puntos geográficos con mayor atracción para la población, en función de sus actividades cotidianas, tanto productivas como de consumo, lo que hace posible visualizar dónde se asientan las personas en un tiempo determinado; el lugar donde se asientan físicamente las personas consideradas como susceptibles de acuerdo con estudios médicos; las concentraciones de los contaminantes emitidos por fuentes móviles y fijas, principalmente los puntos donde se alcanzan niveles alarmantes de concentración de O₃ y PM₁₀. y la toma diaria y su coeficiente de riesgo de los grupos de población señalados.

En general, podemos observar que la concentración de la población en edad productiva y de formación, responde a la localización de las actividades económicas y del equipamiento e infraestructura. En tanto que el asentamiento de la población susceptible obedece más a cuestiones económicas y de la propia dinámica urbana y habitacional.

Por su parte, la concentración de los contaminantes obedece, al interaccionar diario, pero sobretodo el uso intensivo de vehículos automotores causante de la mayor parte de la contaminación, a la presencia de industrias y fuentes naturales, así como a las condiciones y características físicas y meteorológicas de la ciudad.

De los grupos de población analizados, son los menores a cinco años, quienes presentan el mayor daño a su salud.

Abstract

The present work search, is to contribute to the task of proposing a methodology that takes into consideration the existent nexus among emission sources, presence of pollutants in the place and exposed population, reason for which they were taken into account the following elements as density of trips carried out in self-driven vehicle in the ZMCM for work reasons and school, the vulnerable population's physical location, the measurements of two pollutants: ozone (O3) and particles of breathable fraction (PM10) and the daily intake and their coefficient of risk of the group of people of interest (productive age, in formation and the vulnerable population.

Starting from these it was obtained, the next the geographical points with more attraction for the population, are in function of their daily activities, so much productive as of consumption, that makes possible to visualize where people settle at one time certain; the place where they settle people considered as susceptible of agreement with medical studies. Information of the concentrations of pollutants emitted by mobile and point sources, mainly the points where alarming levels of concentration of O3 and PM10 are reached and the daily intake of these pollutants, as well as the coefficient of risk of the signal population groups.

In general, we can observe that the population's concentration in productive age and of formation, it responds to the localization of the economic activities and of the equipment and infrastructure. As long as the sensitive population's establishment obeys economic questions and of the own urban and residence dynamics.

On the other hand, the concentration of the pollutants obeys the daily interaccionar, but overalls the causing intensive use of self-driven vehicles of most of the contamination, to the presence of industries and natural sources, as well as to the conditions and physical and meteorological characteristics of the city.

Of the analyzed population groups, they are younger to five years, who present the biggest damage to their health.

I. Introducción

En la actualidad existe gran preocupación por los problemas del medio ambiente, en particular por los efectos que tiene sobre las sociedades y su desarrollo. Parte de este fenómeno obedece al uso de la energía, desde su producción hasta su consumo. Como resultado de este proceso se genera una importante cantidad de contaminantes que son emitidos al ambiente que se traduce en impactos sobre el ser humano.

Es válido afirmar que las fuentes móviles (transporte) tienen un papel fundamental no sólo en la generación de contaminantes, sino en la exposición de la población a substancias tóxicas; es justamente este binomio "generación-exposición" el interés de este trabajo, resultado de la necesidad por entender con mayor claridad el nivel de impacto que existe sobre los habitantes de la ZMCM.

De ahí que se sostenga que la población de la ZMCM se expone de manera diferente a contaminantes atmosféricos de acuerdo con su ubicación física, frecuencia, duración, concentración de contaminantes y factores meteorológicos.

A pesar del avance de métodos y técnicas para la medición de la exposición humana, es necesario seguir ahondando en la búsqueda de otros elementos que permitan un mayor acercamiento al conocimiento y explicación de este tema y, sobretodo, considerar que su estudio requiere cada vez más de un enfoque interdisciplinario, así como de contar con amplias bases de información que en el caso de México apenas empiezan a elaborarse.

En este sentido, el Instituto Mexicano del Petróleo, dentro del Programa de Investigación Medio Ambiente y Seguridad, se encuentra desarrollando el proyecto "Análisis Técnico Económico del Impacto Ambiental del Uso del Gas Natural (GN) y Gas Licuado de Petróleo (GLP) en México y sus Implicaciones para Pemex Gas y Petroquímica Básica", que se conforma de tres módulos. Uno de los cuales incluye la determinación de las externalidades asociadas al uso de GN y GLP mediante la cuantificación de los impactos asociados y su valoración en términos monetarios.

Es objetivo de este trabajo contribuir a la tarea de generar una metodología, que tome en consideración el nexo existente entre fuentes de emisión, presencia y dispersión de contaminantes en el medio y población expuesta. Por esta razón, fueron tomados en cuenta los siguientes elementos: densidad de viajes realizados en vehículo automotor en la ZMCM por diferentes motivos, el lugar de residencia de la población susceptible, la medición de los contaminantes ozono (O₃) y partículas suspendidas (PM₁₀) y la cuantificación de exposición de la población.

Esta propuesta consistió en conocer, en primer lugar, los puntos geográficos con mayor atracción de población en función de sus actividades cotidianas, tanto productivas como de consumo, a partir de lo cual es posible visualizar donde se asienta un considerable número de personas en un tiempo determinado. En segundo lugar, se determinó donde habita la población susceptible. En tercer lugar, se obtuvo información de las concentraciones de contaminantes emitidos por fuentes móviles y fijas, principalmente en aquellos puntos donde se alcanzan niveles alarmantes de concentración de O₃ y PM₁₀ y, en cuarto lugar, se cuantificó el coeficiente de riesgo de los grupos de población descritos.

Lo anterior permitirá contar con resultados cuantitativos y mayores elementos que contribuirán a evaluar, con un menor grado de incertidumbre, los efectos económicos y de salud, ocasionados por este proceso.

El trabajo se integra de los siguientes apartados:

En el segundo, se hace una descripción de la problemática existente en la ZMCM en torno a la contaminación atmosférica, en particular por Ozono y PM₁₀, que son los contaminantes que con mayor frecuencia rebasan los niveles máximos permisibles establecidos por las normas oficiales respectivas. Además, existen suficientes evidencias científicas de que estos contaminantes actuando separadamente o de manera sinérgica, afectan la salud de la población.

En el tercer apartado se hace una revisión del marco institucional ambiental, el cual ha tenido como característica atender sólo de manera particular los efectos, dejando de lado sus causas. De ahí que se plantea diseñar e implementar una política integral a través de la cual se relacionen los elementos urbanos, ambientales, de energía y transporte.

El cuarto apartado, se refiere a planteamientos disciplinarios referentes a los impactos en la salud humana por la contaminación atmosférica. En éste sentido la mayoría de las metodologías analizadas se abocan a la variable de exposición como un acercamiento para la estimación de los impactos producidos. De esta revisión se hace evidente la necesidad de formar grupos interdisciplinarios, que integren diversos puntos de vista que propongan soluciones más viables para orientar la toma de decisiones.

Por su parte el apartado quinto describe la metodología utilizada, que consistió, primero, en un análisis de la encuesta origen-destino 1994 proporcionada por la Secretaria de Transporte y Vialidad. Esto sirvió de base para evidenciar los puntos de atracción de la población en edad productiva y en formación educativa, esto en función de los

movimientos realizados por motivo de trabajo y escuela. En segundo lugar, se consideró el lugar de residencia de la población potencialmente susceptible de acuerdo a estudios médicos, que se derivó de información censal y cartográfica proporcionada por el Observatorio Urbano de la Ciudad de México, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco y Centros de la Vivienda y Estudios Urbanos. En tercer lugar se hizo una análisis de la información sobre los contaminantes (O₃ y PM₁₀) por estación de monitoreo para 1995, resultado de la información proporcionada por el Instituto Mexicano del Petróleo, Programa de Investigación del Medio Ambiente Seguridad, cuya base es la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA). Lo anterior permitió determinar las condiciones ambientales que se presentan en diferentes puntos de la ciudad. Por último se cuantifico la exposición de los grupos de población analizados mediante la estimación de su coeficiente de riesgo. Dicho cálculo se hizo tomando en consideración información de la RAMA, de la Organización Mundial de la Salud y de la Agencia de Protección Ambiental.

Finalmente, el apartado sexto aborda un análisis crítico sobre la problemática de la contaminación atmosférica, mediante la revisión de documentos oficiales sobre la gestión ambiental en los que se mencionan las diversas medidas en materia de prevención y control de la contaminación.

Los resultados indican que:

- ➤ Los habitantes de la ZMCM utilizan para sus desplazamientos principalmente automóvil y colectivos (estos dos medios cubren el 80% de los viajes/persona/día), los cuales son considerados como los más importantes consumidores de combustibles y, por ende los mayores emisores de contaminantes. El uso de éstos vehículos obedece a la necesidad principal de trasladarse a fuentes de trabajo y a escuelas. Esta movilidad se realiza particularmente en horario matutino, comportamiento que responde a esquemas económicos y sociales establecidos. Entre los distritos que destacan por su mayor atracción de población se encuentran: Zócalo, Zona Rosa Morelos, Chapultepec, Condesa y Del Valle.
- Las personas consideradas como más susceptibles, es decir, los mayores de 65 años y menores de 5 años, se distribuyen de la siguiente manera: los menores de edad se localizan principalmente en distritos pertenecientes a municipios conurbados de la ZMCM. Entre éstos sobresalen, Xico, Chicoloapan, El Chamizal, Ciudad Labor, Chimalhuacan, Nicolás Romero, San Juan Ixhuatepec, Jacarandas e Industrial

- Naucalpan. En tanto las personas de la tercera edad se ubican mayormente en distritos centrales como Chapultepec, San Andrés Tepepilco, San Angel Inn, Bondojito, Balbuena y Vertíz Narvarte.
- Existen estaciones de monitoreo donde se observa la presencia de contaminantes que significan riesgos importantes para la salud de la población, dado los niveles que registran. En el caso del O₃, destacan las estaciones de Pedregal, Benito Juárez y Tacuba, mientras que Xalostoc y Netzahualcóyotl registran las mayores concentraciones de PM₁₀. En general, se evidencia que todas las estaciones enfrentan condiciones ambientales diferentes, dado que muestran variación importante en sus mediciones. También, algunas estaciones presentan picos alarmantes, o peor aún, horas continuas (que oscilan entre una y 14 horas) con estos elevados niveles de contaminación.
- ➤ El grupo de población con coeficientes de riesgo alto, es decir, con niveles mayores a la unidad, es los menores de 5 años, situación que se presenta en la totalidad de estaciones de monitoreo que miden el O₃ y PM₁₀, principalmente hacia el horario del mediodía.
- ➢ El hecho es que, tanto residentes como viajeros, así como aquellas personas que se encuentran en el radio de influencia, es decir, a 2 kilómetros alrededor de las estaciones de monitoreo, enfrentan las condiciones en menor o mayor medida ya señaladas, situación que depende no sólo de las emisiones de fuentes fijas y móviles, sino también de condiciones meteorológicas. De ahí que, el grado de exposición de las personas va a ser el determinante del efecto sobre ellas de acuerdo a su susceptibilidad.

II. La Contaminación Atmosférica en la ZMCM

II.1 La Problemática Atmosférica en la ZMCM

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) es un área concentradora de población, de actividades económicas y de poder político, como resultado de todo un proceso de crecimiento natural y social (migración) de sus habitantes y de la concentración industrial. Esta situación obedece en parte a los precios extraordinariamente bajos de energéticos, bienes y servicios básicos (agua, transporte, y manejo de basura, entre otros).

A lo anterior, debemos sumar factores políticos y sociales tales como: insuficiencia de planificación urbana y de ordenación de los usos del suelo; restringida inversión en bienes públicos urbanos; estímulo a la apropiación privada del espacio - autos, vialidades, fraccionamientos, invasiones, falta de equipamiento urbano - y factores físicos - topografía, meteorología, clima y posición geográfica de la Ciudad de México -. Todos estos factores han sido determinantes del deterioro de los recursos básicos y de la calidad de vida de la población que radica en esta zona, llevando a deseconomías y modificación de las condiciones estructurales.

Dentro del deterioro de recursos se encuentra lo correspondiente al medio ambiente: agua, suelo y aire. Este último se traduce en contaminación atmosférica, que representa un problema generalizado de grandes zonas metropolitanas del mundo y, específicamente de la ZMCM.

Los altos índices de contaminantes, provienen en un 85% del transporte, en 2% de industrias, en el 8% servicios y en el restante 5% de fuentes naturales (Shifter 2001).

Entre los principales contaminantes atmosféricos presentes en la ZMCM, se encuentran el Ozono (O₃) y las partículas menores de 10 micrómetros de diámetro (PM₁₀). El primero se forma como producto de reacciones fotoquímicas en la atmósfera, entre hidrocarburos y óxidos de nitrógeno generados como producto de la combustión de gasolinas, diesel, gasóleo, combustóleo, gas licuado de petróleo (LP), gas natural (GN), etc. En tanto el segundo, (PM₁₀) es un contaminante primario que se genera directamente en la combustión de carburantes fósiles cuando, su origen es antropogénico, pero también pueden ser de origen natural. Estos contaminantes, son emitidos a la atmósfera provocando efectos físicos y químicos sobre la calidad del aire.

Como medidas para contrarrestar los efectos de la contaminación del aire por fuentes

móviles, entre 1989 y 1998 fueron establecidas algunas acciones correctivas y de control, las cuales permitieron la reducción de algunos contaminantes, a saber:

- > 1989, inicia el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria,
- ➤ 1991, se establece el Programa "Hoy no Circula"; se introducen gasolinas y diesel mejorados (menor contenido de azufre); se cierra la Refinería 18 de Marzo; se celebran acuerdos entre autoridades e industriales de la rama automotriz para que los nuevos vehículos cuenten con convertidor catalítico. En este mismo año se deja de distribuir combustóleo en la ZMCM y se cubre su demanda con gasóleo industrial.
- > 1992, se realiza la sustitución total de combustóleo y gasóleo por gas natural en las termoeléctricas e Industrias del Valle de México (Larios 1998); se establecen 44 Normas Técnicas y Ecológicas sobre aspectos relacionados con la determinación, limitación y prevención de las emisiones contaminantes provenientes de fuentes móviles y fijas,
- > 1997 se consume gasolina tipo Premium y diesel industrial de bajo azufre,
- > 1998, se dejó de comercializar la gasolina Nova y aparece el combustible industrial.

Sin embargo, estas medidas no fueron suficientes, pues si bien se redujeron los niveles de SO₂ y Plomo y han disminuido los días con Indice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECAS) mayores a 200 puntos por O₃, aún persisten problemas de contaminación por la presencia de O₃ y PM₁₀. De acuerdo con el Programa de Calidad del Aire 1995-2000 (PROAIRE) y a estadísticas de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), aún con las acciones adoptadas se siguen presentando niveles superiores a los 250 puntos IMECA. Para el caso de PM₁₀, entre 1996 a 1998, se excedió la norma hasta el 38% de los días, en tanto que para el O₃, desde 1995 se rebasa la norma en cerca del 88% de los días del año (GDF et al, 2002).

El 29 de noviembre de 1982 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación, las normas de calidad del aire para los contaminantes criterio, se fijaron los valores de cada contaminante que corresponden al Indice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA). Este índice es una forma de describir la distribución en la ciudad de México de cada uno de los cinco contaminantes criterio del país: El nivel base (IMECA 100) supone que todavía está protegida la salud humana. A partir de este punto, los valores de 200 a 500 representan en forma creciente daños significativos para la salud desde la aparición de molestias menores en personas sensibles hasta síntomas respiratorios e intolerancia al ejercicio en la población sana. El IMECA tiene los siguientes propósitos:

Mantener informada a la población sobre la calidad del aire de la zona metropolitana

Observar el comportamiento o las tendencias de la contaminación atmosférica en zonas metropolitanas

Comparar la calidad del aire entre Zonas metropolitanas que utilicen índices similares

II.2 Fuentes de los Principales Contaminantes

Como se puede observar a través de diferentes estudios e investigaciones, así como por información de los inventarios de emisiones en la ZMCM, la principal fuente antropogénica de generación de contaminantes al ambiente es sin lugar a dudas el sector transporte. En el Cuadro II.2.1. se presenta el inventario de emisiones por tipo de contaminante y sector generador.

Cuadro II.2.1. Inventario de Emisiones en la ZMCM, 1994-1998 (Porcentaje por contaminante)

Sector/	Partículas suspendidas totales PST	PM10	Bióxido de azufre SO ₂		Monóxido de carbono CO		Óxidos de nitrógeno NOx		Hidrocarburos HC	
Período	1994	1998	1994	1998	1994	1998	1994	1998	1994	1998
Industria	1.4	16.0	57.3	55.0	0.4	0.5	24.5	13.0	3.2	5.0
Servicios	0.2	8.0	15.9	24.0	0.1	1.5	4.2	5.0	38.9	52.0
Transporte	4.2	36.0	26.8	21.0	99.5	98	71.3	80.0	54.1	40.0
Vegetación y suelos	94.2	40.0	0.0	N/A	0.0	N/A	0.0	2.0	3.8	3.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.ປ	100.0	100.0	100.0

Fuentes: DDF, 1996 y GDF et al 2002.

De acuerdo a la estructura del sector transporte que se muestra en el Cuadro II.2.2, son los autos particulares, quienes tienen la mayor importancia dado su número. Sin embargo, su relevancia es menor en cuanto al movimiento vehicular, pues es el transporte público masivo, colectivo e individual lo que realiza el 82% de los viajes/persona/día en la ZMCM. Dentro de esta modalidad, los colectivos con ruta fija son quiénes poseen la mayor demanda casi el 60%, de los tramos de viaje, mismos que representan la movilidad de alrededor de 15.2 millones de viajeros. (GDF, 1996).

Cuadro II.2.2. Parque Vehicular en Circulación en la ZMCM, 1994-1996

Tipo de vehículo	Unidades 1994	Estructura %	Unidades 1996	Estructura %
Autos particulares	2,321,324	95.07	2,451,181	95.16
Taxis	50,748	2.07	69,519	2.69
Colectivos	61,220	2.50	46,805	1.81
Autobuses urbarios	2,890	0.11	1,744	0.06
Autobuses suburbanos	2,906	0.12	3,547	0.13
Trolebús	325	0.01	330	0.01
Tren ligero	10	0.00	16	0.00
Total	2,441,517	100.00	2,575,683	100.00

Nota: De acuerdo al Seguimiento y Evaluación del Programa de Verificación Vehicular de la Zona Metropolitana, del segundo semestre de 1993, elaborado por el mismo DDF, en la tabla anterior no se tiene contemplado los siguientes tipos de vehiculos: Autobuses particulares 3,649 unidades; transporte de carga local 54,733; Carga mercantil 423,261; Vehículos gubernamentales 29,190; Vehículos federales 3,649 y Otros 51,082.

Fuente: Elaboración propia, con base en GDF, 1996.

Por su parte, el balance energético de la Ciudad de México indica que el mayor gasto relativo a energía se da por el consumo de gasolina y diesel en el sector transporte

(www.rds.org.mx). De acuerdo con datos del PROAIRE 2002-2010, la demanda de energéticos vehiculares que se requiere diariamente son 4.5 millones de litros de diesel, 18 millones de litros de gasolina y 700 mil litros de gas licuado de petróleo. El Cuadro II.2.3 muestra los consumos energético por combustible.

Cuadro II.2.3. Consumo Energético de la ZMCM 1994-1998 (% respecto del consumo total)

Tipo de Combustible	1994	1995	1996	1997	1998
Gasolinas	37.8	38.7	37.7	37.4	37.0
Diesel	11.2	10.9	11.4	11.6	11.5
Gasóleo	2.1	2.1	2.3	2.3	0.0
Combustible Industrial	N/C	N/C	N/C	N/C	2.6
Diáfano	0.2	0.2	0.2	0.1	N/C
Gas Natural	32.6	30.4	31.3	32.5	32.9
Gas Licuado de Petróleo	16.1	17.7	17.2	16.2	16.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

N/C: no considerado

Fuente: Elaboración propia, con base en SENER, 2001.

Señalado lo anterior, se puede argumentar la importante contribución que tienen los vehículos automotores en la generación de la contaminación atmosférica en la ZMCM, principalmente aquellos que emplean gasolina. De éstos el 52% posee la tecnología altamente emisora anterior a 1990 por lo que aporta el 68% de las emisiones totales.

A lo anterior hay que agregar los problemas que se generan a partir de su irrestricta utilización: congestionamiento vial, pérdida de horas hombre, baja productividad, accidentes, ocupación ineficiente de recursos territoriales, suburbanización horizontal, patrones extensivos de inversión y ocupación territorial -vialidades, redes de comunicación, electrificación, pavimentos y guarniciones, agua potable, alcantarillado, redes de transporte-, reducciones de áreas verdes y de reserva, emisión de gases con efecto invernadero, cambios climáticos locales, así como uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono.

II.3 Efectos en la Salud

Lo crítico de esta generación de contaminación radica principalmente en los efectos adversos que puede tener sobre la salud de la población expuesta. Sin embargo, el impacto es variable entre los individuos de una misma población, por factores inmunológicos, genéticos, edad, sexo, grado de exposición, intensidad de reacción, defensa y adaptación.

A lo anterior habría que adicionar la ubicación geográfica de la población en cuestión, los

factores meteorológicos y climáticos, aspectos culturales, diseño y materiales de los asentamientos humanos, centros de trabajo, y herramientas e instrumentos de usos cotidianos, que determinaran los riesgos. El Cuadro II.3.1 muestra los efectos que causan a la salud los diferentes contaminantes detectados en la ZMCM.

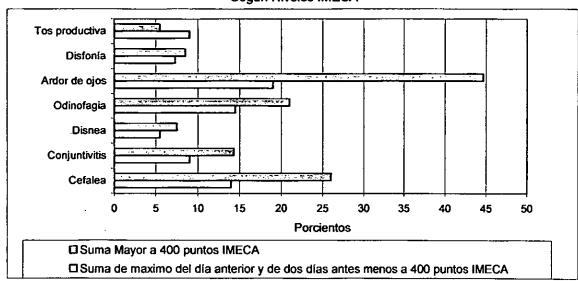
Cuadro II.3.1. Principales Contaminantes y sus Efectos Sobre la Salud

Contaminante	Efectos 1/
Monóxido de carbono	Desoxigenación celular, disfunción celular, trastornos cardiovasculares, mal funcionamiento de actividades psicomotoras.
Hidrocarburos	Cáncer, mutaciones y malformaciones.
Bióxido de azufre	Bronquitis crónica, trastomos cardiovasculares, disfunción pulmonar, cáncer en el sistema respiratorio, daño cerebral. Además produce la lluvia ácida: al combinarse con la humedad de la atmósfera se transforma en ácido sulfúrico (SO ² +H ² O+O=H ² SO ₄) que, entre otros efectos, genera fibrosis pulmonar, irritación de conjuntivas, enfisema, asma.
Óxidos de nitrógeno	Al producir formaldehidos al contacto con la intemperie, irritan las mucosas, favorecen el enfisema pulmonar, la bronquitis aguda y la neumonía. Producen el denominado smog fotoquímico al reaccionar con los hidrocarburos en presencia de luz solar.
Plomo	Neurotóxico, encefalopatías, saturnismo, disfunciones cerebrales, anemia.
Partículas suspendidas	Enfermedades respiratorias, alergias, atrofia de alvéolos pulmonares, enfisema pulmonar.
Ozono	Tos, resequedad de garganta, dificultad respiratoria, dolor de cabeza, imitación de la conjuntiva. Además produce cambios celulares estructurales. El efecto promedio es una disminución en la capacidad de los pulmones para desarrollar sus funciones nomales. La cilia y células tipo I son las más sensibles. También provoca irritaciones de los bronquios y en altas concentraciones puede penetrar los pulmones y causar edemas.

^{1/} Consecuencias dadas a partir de magnitud de concentración en el aire y frecuencia cuando se excede la normatividad. Fuente: Piña, 1984; SEDUE, 1986; Santos et al., 1992; Dietrich et. al., 1999; WHO, 1991.

La Secretaria de Salud, a través de su sistema de vigilancia epidemiológica, analizó 81 episodios de contingencia ambiental ocurridos entre 1992 y 1994, en los cuales se sobrepasaron los 250 puntos IMECA. Se determinó que la zona más afectada fue el suroeste con 58 episodios, seguida del noreste con 12, zona centro con 7, sureste con 3 y noroeste con un episodio (DDF, 1996).

Un factor importante que se encontró entre los síntomas comúnmente observados, (Ver Gráfica II.3.1) fue la duración de la contingencia. Cuando ésta dura 24 horas, la evaluación indica efectos considerables sobre la salud, debido en parte a un fenómeno sinérgico con los efectos producidos por la contaminación acumulada del día anterior (DDF,1996).



Gráfica II.3.1. Población de la ZMCM Afectada a las 48 Horas de Iniciada la Contingencia, Según Niveles IMECA

Fuente: Secretaría de Salud, tomado de DDF et al, 1996.

En el mismo programa se señala que, de acuerdo a trabajos financiados por el Banco Mundial, existen estimaciones de los costos anuales de los efectos potenciales de la contaminación, mismos que reflejan el gasto que implica el tratamiento de una enfermedad, es decir, medicamentos, honorarios médicos y gastos de hospitalización (Ver Cuadro II.3.2).

Cuadro II.3.2. Costos Ambientales Estimados Para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Miles de millones de dólares)

Efectos de los contaminantes	Miles de millones de dólares			
Particulas suspendidas en la morbilidad	0.36			
Partículas suspendidas en la mortalidad	0.48			
Ozono en la morbilidad	0.10			
Ozono en la sangre de niños	0.06			
Plomo en educación asistida para niños	0.02			
Plomo en hipertensión de adultos	0.01			
Plomo en infartos de miocardio	0.04			

Fuente: Banco Mundial, tomado de DDF et al, 1996.

En respuesta a la problemática presentada, las autoridades gubernamentales ambientales y del sector petrolero instrumentaron acciones tendientes a reducir los efectos negativos asociados a la contaminación atmosférica, siguiendo el desarrollo del mercado de combustibles más limpios y un proceso de desregulación económica, se han hecho las siguientes adecuaciones al marco regulatorio: modificaciones a la Ley

Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional²; promulgación de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía; Reglamento de Gas Natural; establecimiento de normas ambientales; aplicación de incentivos fiscales a la industria limpia; conversión de vehículos a Gas Natural y establecimiento de mecanismos de mercado.

En esta reorientación, el gas natural surge como alternativa para mejorar la calidad del aire. De acuerdo a pruebas con motores vehiculares convertidos, el uso de éste combustible, reduce en un 94% de las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos reactivos, y en un 40% de los óxidos de nitrógeno en comparación con la gasolina. Elimina además, la emisión de partículas, plomo y azufre. Aunado a estos beneficios, pruebas realizadas por el Instituto Mexicano del Petróleo, han demostrado que las emisiones de vehículos de gas natural generan a la atmósfera, 97% menos de O₃ que las emitidas por unidades de gasolina (SE, 1999a).

Señalado lo anterior, se procederá a delimitar el marco institucional existente en la ZMCM, en lo correspondiente a contaminación atmosférica. Ello permitirá mostrar el camino seguido por las autoridades competentes en cuanto a su desarrollo, evaluación y generación de nuevos instrumentos. En general, esta reglamentación ha marcado la línea directriz a seguir en torno al estudio de la contaminación atmosférica y aplicación de medidas, a partir de las cuales se ha derivado la canalización de recursos, el avance y profundidad de investigaciones, así como la aplicación de medidas de solución.

² A partir de Mayo de 1995, se permite el acceso al mercado de gas natural a inversionistas privados. Estas modificaciones se introducen en el párrafo segundo del artículo 4º, que menciona "Salvo lo dispuesto en el artículo 3º, el transporte, almacenamiento y distribución del gas podrán ser llevados a cabo previo permiso, por los sectores social y privado, los que podrán construir, operar y ser propietarios de ductos, instalaciones y equipos, en los términos de las disposiciones reglamentarias, técnicas y de regulación que se expidan... (DOF, 11 de mayo de 1995).

III. Marco Institucional de la Regulación Ambiental

Antes de hacer mención del marco institucional que regula el medio ambiente de la ZMCM, es importante señalar que, en la realidad, existe una disociación entre él "deber ser" establecido y lo que "es". Bajo esta perspectiva, algunos autores explican la existencia de dos tipos de prácticas: jurídico-formal y convencional-informal.

Max Weber, hizo la distinción entre el orden jurídico y convencional. Definía el primero, como el conjunto de normas que está garantizado externamente por la probabilidad de coacción (física o psíquica) ejercida por un cuadro de individuos, instituidos con la misión de obligar a la observación de ese orden o de castigar su trasgresión; y el segundo, como el conjunto de normas cuya validez está garantizada externamente, por la probabilidad de que dentro de un determinado círculo de hombres una conducta discordante habrá de tropezar con una relativa reprobabilidad general (Azuela 1989).

Antonio Azuela señalaba que el análisis de la legislación desde la perspectiva dogmática jurídica revela el grado de coherencia interna de un conjunto de normas, pero no el modo en que ésta condiciona las prácticas sociales a las que se refiere. Cuando interesa conocer el sentido de una práctica social determinada, propone una versión de esa realidad, con lo cual el derecho y la realidad acaban como objetos disociados; es justamente esa relación entre el orden jurídico y la práctica social lo que interesa, porque se piensa que el derecho es parte de la realidad de una sociedad (Azuela 1989).

Recientemente, este tipo de planteamientos ha tomado mayor fuerza a través del Neoinstitucionalismo. Uno de sus representantes, Douglas North ve a las instituciones como guías que dan forma a la interacción humana. Estas definen y limitan las elecciones de los individuos con un doble carácter: formal (normas) e informal (acuerdos o códigos de conducta). Así, el cambio en el marco institucional muestra el modo en que las sociedades evolucionan. En apoyo a este, existen organismos que proporcionan una estructura para combinar aptitudes, estrategias y coordinación. La función principal de éstas, es reducir la incertidumbre estableciendo una estructura estable de interacción humana (North, 1993).

Este tipo de enfoques tiene relevancia en la medida en que muestran cómo funcionan las sociedades, a partir del andamiaje constituido por un marco institucional formal —leyes, planes, programas, normatividades— y por regulaciones informales. Ambos interactúan para regular y condicionar el comportamiento de los individuos en sus actividades diarias, a través de la implementación de sanciones económicas y morales que coartan su

libertad de elección en defensa de intereses particulares. Cabe señalar que éstos registran cambios y/o adecuaciones a la nueva realidad y evolución de la sociedad.

En este sentido, el propósito del presente apartado es mostrar cuál es el marco u orden institucional formal que existe con relación al Medio Ambiente, que no necesariamente garantiza su observancia plena en la realidad, pues los principios de protección al ambiente y de desarrollo sostenible son visualizados por los sectores productivo y económico como una restricción al desarrollo económico.

La mayoría de las determinaciones tomadas por agentes que afectan al medio ambiente no responde a la regulación ambiental, sino a decisiones económicas influidas por los lineamientos de la política económica, hacendaría y por los estímulos a la inversión, así como por las tendencias políticas del país.

De ahí que siga existiendo la necesidad de fortalecer la capacidad legislativa para hacer cumplir la ley en lo concerniente al ambiente y a los compromisos internacionales adquiridos. Asimismo, se debe tener claridad, que el marco normativo, tanto en su discurso como en su aplicación, no puede sustentarse en lo que ocurre en el extranjero, sino que debe emerger de los fines y necesidades colectivas de la ciudadanía.

III.1 Marco Institucional en sus Tres Niveles: Internacional, Nacional y Local

El marco u orden institucional referido al control de la contaminación atmosférica en México fue clasificado en tres niveles: internacional, nacional y local.

Nivel internacional. A pesar de la existencia desde 1940 de una serie de tratados multilaterales en materia ambiental, no es sino hasta 1989 cuando en México se hace énfasis sobre el medio ambiente en particular de la ZMCM, como resultado de demandas ciudadanas fundamentadas en trabajos académicos que evidenciaban su aguda situación. En ese año, se firma un "Acuerdo entre México y Estados Unidos sobre Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la ZMCM", el cual reconoce la importancia de un medio ambiente saludable para el bienestar económico y social a largo plazo de las generaciones presentes y futuras. Por ello, ambos gobiernos, convinieron en cooperar en el campo de la protección, mejoramiento y conservación del medio ambiente.

De conformidad a este Acuerdo, pueden concluirse arreglos específicos para la solución de problemas, referidos a las fuentes de contaminación que tienen un efecto directo o indirecto sobre la calidad del aire. Entre las formas de cooperación están: transferencias de tecnología; asesoría y asistencia técnica y científica; intercambios educacionales;

medición y evaluación del impacto ambiental por autoridades competentes —la Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca y, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos-; intercambio de personal e información; coordinación sobre programas nacionales y cooperación para desarrollar mecanismos de financiamiento.

Por otra parte en 1992, se celebraron dos eventos importantes. El primero fue la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, de la cual emana la Declaración sobre Medio Ambiente y Desarrollo, conocida como Declaración de Río. Si bien no establece lineamientos específicos para México, es necesario considerarla dada la importancia global que reviste hasta nuestros días, principalmente en su objetivo, el cual era "establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de cooperación entre Estados, sectores claves de la sociedad y personas, procurando lograr acuerdos internacionales".

Entre los principios que proclama esta Declaración, destacan:

- Los seres humanos, tienen derecho a un medio ambiente sano.
- El derecho a la información y participación publica.
- Implementación nacional del desarrollo sostenible, aumentando el saber científico y tecnológico, e intensificando el desarrollo, adaptación, difusión y transferencia de nuevas e innovadoras tecnologías.
- El promulgar leyes eficaces sobre el medio ambiente, donde las normas, objetivos de ordenación y prioridades ambientales reflejen el contexto ambiental y de desarrollo al que se aplican.
- Evitar, el daño ambiental mediante el reconocimiento del principio de prevención, regulación, control de actividades y sustancias peligrosas y, la introducción del sistema de evaluación del impacto ambiental de ciertas obras y actividades.
- La introducción del uso de instrumentos económicos en la gestión ambiental como el que contamina paga.
- Reparar el daño ambiental, legislando en esta materia y otorgando la debida legitimación en juicios, y,
- El reconocimiento a los derechos de las minorías.

El segundo evento fue la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, denominada Protocolo de Kioto en Nueva York, la cual promovió el desarrollo sustentable mediante la aplicación y elaboración de políticas y medidas, de conformidad

con las circunstancias de cada nación, fomentando la eficiencia energética en los sectores, la reducción progresiva de las deficiencias del mercado y la aplicación de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Sus países miembros (de los cuales México no forma parte) se asegurarían de que sus emisiones antropogenas, expresadas en dióxido de carbono equivalente y de gases de efecto invernadero, no excedieran las cantidades atribuidas a ellos, con miras a reducir sus emisiones a un nivel inferior, de no menos de 5% al registrado en 1990, para el período 2008 - 2012.

Entre los compromisos acordados se encuentran:

- Formular programas nacionales y regionales para mejorar la calidad de los factores de emisión, mediante modelos locales que sean eficaces con relación al costo y condiciones socioeconómicas de cada país, la realización y actualización periódica de inventarios de emisiones antropogénicas y la absorción por sumideros de gases con efecto invernadero.
- Formular, aplicar, publicar y actualizar periódicamente programas que contengan medidas para mitigar el cambio climático y facilitar su adaptación, guardando relación entre los sectores como: energía, transporte, industrial, agricultura, silvicultura y gestión de los desechos.
- Cooperar en la promoción de modalidades para el desarrollo, aplicación y difusión de tecnologías, conocimientos especializados, prácticas y procesos ecológicamente racionales en lo relativo al cambio climático, y adoptar todas las medidas viables para promover, facilitar y financiar, la transferencia de recursos en beneficio de países en desarrollo.
- Cooperar en investigaciones científicas y técnicas, promover el mantenimiento y desarrollo de procedimientos de observación sistemática, crear archivos de datos para reducir la incertidumbre del sistema climático, monitorear las repercusiones económicas y sociales de estrategias de respuesta, y participar en actividades, programas y redes internacionales e intergubernamentales de investigación y observación sistemática.

Posteriormente, en 1994, a raíz de la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de Norteamérica (TLC), firmado entre Estados Unidos, México y Canadá, se previó que el cumplimiento de sus objetivos debería realizarse de manera compatible con el equilibrio

ecológico y la protección al ambiente. Más aún, su entrada en vigor fue condicionada a la firma de acuerdos, de cooperación ambiental, cuya función era establecer órganos encargados de coordinar acciones en los tres países para vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental y solución de controversias (barreras al comercio), así como para alentar la protección y mejoramiento del ambiente en su territorio.

El tratado estableció una serie de compromisos, de los cuales es importante mencionar aquellos considerados como obligatorios:

- Periódicamente, elaborar y poner a disposición pública, informes sobre el estado que guarda el medio ambiente.
- Elaborar y revisar medidas para hacer frente a contingencias ambientales.
- Evaluar los impactos ambientales cuando procedan.
- Garantizar que sus leyes y reglamentos provean altos niveles de protección ambiental.

En ese mismo año, México fue invitado a adherirse a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). Este organismo cuenta con un programa ambiental que funciona a través de un Consejo que abarca varios temas entre ellos medio ambiente y energía. El Consejo puede tomar decisiones que son adoptadas por sus Estados miembros de manera voluntaria. En ningún caso constituye un foro para la aceptación de los principios que deben ser incorporados en sus legislaciones nacionales.

México, al ingresar a la OCDE, se vinculó al seguimiento de sus recomendaciones e incorporó instrumentos económicos de política ambiental.

<u>Nivel Nacional</u>. Después de las condiciones impuestas por los acuerdos internacionales firmados, y por los principios en materia de protección del medio ambiente asumidos por el país en la década de los noventa, la legislación ambiental mexicana comenzó a adecuarse a estas circunstancias y a tomar mayor fuerza.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, como ley fundamentalmente genérica, en la cual están comprendidos los lineamientos de convivencia que rigen el desarrollo como nación, posee artículos que conciernen al medio ambiente, tales como:

 Artículo 4: se refiere a las garantías individuales; señala que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo, bienestar y el derecho a la protección de la salud.

- Artículo 73: señala las facultades del Congreso, y autoriza a éste, para dictar leyes sobre salubridad, en particular, medidas a adoptar por el Consejo de Salubridad en la prevención y combate a la contaminación ambiental. Asimismo, faculta al Congreso para expedir leyes que establecen la concurrencia de los gobiernos: federal, estatal y municipal, en el ámbito de sus competencias, en materia de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico.
- Artículo 122: alude a la naturaleza jurídica de las entidades federativas y del Distrito Federal. Señala en su base primera que la Asamblea Legislativa en términos de Estatuto de Gobierno tendrá la facultad de legislar en materia de planeación del desarrollo urbano entre otros en la preservación del medio ambiente y protección ecológica.

Si bien existen otros artículos dentro de la Constitución (27 y 115) que hacen alusión al medio ambiente, éstos van en el sentido de creación y administración de zonas de reserva ecológica, programas de ordenamiento, y preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Es importante señalar que, a partir de las modificaciones al artículo 73 constitucional en 1987, la legislación ambiental dejó de ser estrictamente federal y las legislaturas locales emitieron sus primeras leyes ambientales. Sin embargo este hecho dio pauta al problema de delimitación de competencias entre federación, entidades federativas y municipios en la gestión, es decir, existen ambigüedades en cuanto a cuál es la ley aplicable y cuál la autoridad competente.

Así, la legislación en materia del aire puede considerarse de carácter federal, por lo menos en lo respectivo a sus efectos sobre la salud pública. No obstante, desde el punto de vista de derechos de propiedad, estas materias siguen siendo de carácter local y sus congresos poseen la capacidad de legislar sobre los efectos que individualmente pueden generarse a causa de la contaminación del aire en las personas.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), emitida por primera vez en 1988 y actualizada en 1996, establece en sus disposiciones generales las bases para el ejercicio de atribuciones que en materia ambiental corresponden a la federación, entidades federativas, Distrito Federal y municipios, bajo el principio de concurrencia previsto por el artículo 73 constitucional. La Ley define los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación, así como la prevención, restauración y mejoramiento del ambiente, en particular, la prevención y control de la

contaminación del aire. Esto resuelve las contradicciones sobre regulación de la contaminación atmosférica proveniente de fuentes emisoras (fijas y móviles), señala que corresponde a la Federación fomentar la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan emisiones y descargas de cualquier tipo de fuente, y establece disposiciones para el aprovechamiento sustentable de energéticos. Por conducto de la entonces Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, podrían suscribirse Convenios o Acuerdos de Coordinación con objeto de que los estados y el Distrito Federal asumieran la función de prevenir y controlar la contaminación del aire. Deberán definirse con precisión las materias y actividades que constituyen el objeto del convenio, de modo congruente con los propósitos del Plan Nacional de Desarrollo y con la política ambiental nacional.

Para la formulación y conducción de la política ambiental, así como para la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, se observará los siguientes principios:

- Las autoridades y particulares deberán asumir la responsabilidad de protección del equilibrio ecológico, que comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de la vida de futuras generaciones.
- Deberá incentivarse a quién proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales, y, por el contrario, obligar a prevenir, minimizar o reparar los daños que se causen, o asumir sus costos, todo aquel que realicen obras o actividades que afecten o puedan afectar al ambiente.

La Federación, Estados y Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias, buscarán, mediante mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, promover un cambio de conducta de las personas, de tal manera que sus intereses sean compatibles con la protección ambiental y el desarrollo sustentable.

Para ello, se deberá fomentar la incorporación al sistema de precios de la economía de información confiable sobre consecuencias, beneficios y costos ambientales; incorporar los principios en materia de pago de daños y otorgamiento de incentivos; procurar su utilización conjunta con otros instrumentos de política ambiental, en especial cuando se trate de observar límites en la utilización de ecosistemas, de tal suerte que se garantice la integridad, equilibrio, salud y bienestar de la población.

Para efectos de otorgamiento de incentivos -estímulos fiscales-, conforme la Ley de Ingresos de la Federación 1996, se consideran prioritarias las actividades relacionadas con:

- La investigación, incorporación o utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto, evitar, reducir o controlar la contaminación o deterioro ambiental, así como el uso eficiente de recursos naturales, y
- Actividades enfocadas con sistemas de ahorro de energía y/o utilización de fuentes alternativas menos contaminantes.

Para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas, se emitirán normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, que otorguen certidumbre de largo plazo a la inversión, e induzcan a los agentes económicos a asumir los costos por la afectación que ocasionen, y finalmente, que fomenten actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad, para lo cual resulta necesario la integración de un inventario de emisiones atmosféricas, entre otros.

Por su parte, la Ley General de Salud decreta que son las autoridades sanitarias quienes deben establecer normas y tomar medidas para realizar las actividades a que se refiere esta ley, tendientes a la protección de la salud humana, ante los riesgos y daños potenciales generados por las condiciones ambientales.

Corresponde a la Secretaria de Salud, entre sus objetivos, determinar los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente, así como desarrollar la investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que para la salud de la población se origine.

El Programa de Medio Ambiente (PMA) correspondiente a 1995-2000, desarrollado con criterios de sustentabilidad, establece que la capacidad de carga de la atmósfera debe manejarse de tal manera, que no transgreda sistemáticamente ciertos umbrales, después de los cuales se generan costos sociales ambientales excesivos.

Para ello, se requieren de reglas o mecanismos jurídicos, económicos y/o sociales, que regulen de manera efectiva y eficiente el acceso al uso de recursos comunes y de elementos y sistemas ambientales por parte de la sociedad, en su conjunto, o de ciertos grupos específicos.

A partir de esto, se establecen una serie de mecanismos, tales como:

- La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta para generar información y un proceso analítico de evaluación de elementos referidos a los costos y beneficios sociales de cada proyecto de desarrollo. Además, es un instrumento de regulación ambiental de proyectos y actividades industriales.
- La Ley Federal sobre Metrología y Normalización modernizó y perfeccionó el esquema normativo, en la medida en que el diseño y expedición de normas en materia ambiental queda sujeta a la realización de estudios técnicos y análisis costo/beneficio. El procedimiento incluye la participación de los representantes de sectores de la actividad económica, a través de un Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Protección Ambiental, formado por siete subcomités: aprovechamiento ecológico de los recursos naturales; materiales y residuos sólidos y peligrosos; aire; calidad de combustibles; agua; riesgo ambiental y energía contaminante.

La normatividad mexicana, tuvo un desarrollo amplio en materia de normas ambientales entre 1993 y 1998, a tal grado de que se han expedido 63 normas, de las cuales 23 corresponden a la contaminación de la atmósfera. Las Normas Oficiales Mexicanas son un instrumento que, por la capacidad de control de los procesos productivos y de inducción al cambio de conducta para internalizar costos ambientales, se convierte en un mecanismo que promueve modificaciones tecnológicas y genera un mercado ambiental importante. En este sentido, fue trascendente el desarrollo de esquemas voluntarios, que procuren el mejoramiento ambiental a partir de la minimización de residuos e insumos, y de procesos hacia una tecnología más limpia.

Para el caso de la ZMCM, en los períodos invernales, se instrumentan programas especiales, tales como: la atención de Contingencias Ambientales, el cual verifica que las fuentes industriales de contaminación disminuyan sus niveles de operación y emisiones; la Vigilancia Aérea, que identifica las fuentes fijas contaminantes y el Programa de Detención de Vehículos Ostensiblemente Contaminantes, que opera en coordinación entre el Gobierno del Distrito Federal, autoridades del Estado de México y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

<u>Nivel Local.</u> Una vez señalada la legislación ambiental nacional, es necesario hacer la consideración pertinente de aquellas con aplicación específica en la ZMCM.

En lo que se refiere al Distrito Federal, el Estatuto de Gobierno del Distrito Federal establece que, su organización política y administrativa está determinada por ser:

- Una unidad geográfica, donde su desarrollo integral guarda compatibilidad con las características de sus delegaciones; además de,
- La Coordinación en la planeación y ejecución de acciones entre las distintas jurisdicciones locales, municipales y la Federación, en términos del artículo 122 constitucional.

Entre sus principios estratégicos, el Estatuto establece que, el Gobierno del Distrito Federal atenderá la conjugación de acciones de desarrollo de políticas, normas de seguridad y de protección a los elementos del medio ambiente. Los derechos de los habitantes se ejercerán en los términos y condiciones constitucionales y, en apego a esto, el Estatuto determinará las medidas que garanticen el orden público, tranquilidad social, seguridad ciudadana y preservación del medio ambiente. La Asamblea Legislativa, tendrá la facultad de legislar en materia de planeación del desarrollo urbano, particularmente, en el uso del suelo, preservación del medio ambiente y protección ecológica.

Entre las facultades del Jefe de gobierno está la de celebrar convenios de coordinación entre Federación, Estados y Municipios, y de concertación con los sectores social y privado, en los términos de los artículos 11 y 12 de la LGEEPA, con el objeto de asumir la función de prevención y control de la contaminación atmosférica, proveniente de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal.

En materia de coordinación metropolitana, la Ley Ambiental del Distrito Federal destaca las atribuciones y alcances que tiene el Gobierno del Distrito Federal para coordinar su desarrollo con el de entidades federativas circunvecinas, principalmente en:

- Establecer las bases para celebrar convenios conforme a los cuales, se acuerden ámbitos de delimitación territorial y funciones respecto a la ejecución y operación de obras, prestación de servicios o realización de acciones.
- La aportación común de recursos materiales, humanos y financieros; regulación conjunta y coordinada para la prestación de servicios y ejecución de acciones en materia ambiental.
- La planeación, ordenamiento y desarrollo de la ciudad de México, por ello se sujetarán a la protección y restauración de los recursos naturales, así como a la prevención y control de la contaminación, mediante la observación de los siguientes instrumentos: planeación ecológica; normas oficiales; ordenamiento ecológico territorial; evaluación del impacto y riesgo ambiental; programas, criterios y medidas

para la protección, restauración y el manejo de las áreas naturales protegidas; estímulos, información, investigación, educación ambiental y capacitación ecológica y, convenios de coordinación y concertación en esta materia.

 Las obras o actividades a realizar en el Distrito Federal, se sujetarán al ordenamiento ecológico contenido en los programas de desarrollo urbano, así como a la evaluación del impacto ambiental, y a las normas de manejo de las áreas naturales protegidas.

Bajo este mismo criterio de coordinación metropolitana, aparece el Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica (PICCA), que planteó 41 acciones específicas para disminuir en un 37.5% las emisiones contaminantes. Su principal logro fue la reformulación y distribución de combustibles más limpios para su consumo en la ZMCM; además, se centró en aspectos relacionados con la tecnología de vehículos, como el convertidor catalítico.

A partir de este antecedente, el P. ograma Integral para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México (1995-2000) fue diseñado bajo esta misma lógica de reducción de la contaminación como respuesta de la exigencia social. Concretamente buscaba pasar de un valor medio de 170 IMECAS en 1994 a 150 o 140 en el año 2000, mediante el abatimiento del 50% de las emisiones de hidrocarburos, 40% de los óxidos de nitrógeno y 45% de las partículas suspendidas de origen antropogénico. Lo anterior fue con la idea de que los procesos vitales que generan y mantienen funcionando el crecimiento de la ZMCM, no continuarán deteriorando la calidad de aire.

El propósito general de este programa, es proteger la salud de la población, abatiendo de manera gradual y permanente los niveles de contaminación atmosférica. Entre sus propósitos particulares es enfatizar que los esfuerzos de la sociedad y de los gobiernos deben ser encauzados a partir de conceptos de mayor integración y alcance, que se reconozcan dentro de un proyecto de ciudad.

Como resultado de las medidas adoptadas con el fin de frenar el deterioro de la calidad del aire en la ZMCM, se ha generado la reducción y control de los contaminantes atmosféricos de plomo, bióxido de azufre y monóxido de carbono. Además, las gasolinas cumplen ahora con estándares internacionales; el diesel ha sido mejorado disminuyendo 95% su contenido de azufre y el combustóleo está siendo reemplazado principalmente por gas natural y, en menor escala, por gasóleo industrial.

El procedimiento metodológico de este programa se apoya en dos ejes básicos: 1) La revisión a fondo de las causas de la contaminación; y 2) La determinación de metas,

estrategias e instrumentos. El programa especifica el vínculo entre esos dos ejes y el establecimiento de cuatro metas:

- Industria limpia,
- Vehículos limpios,
- Nuevo orden urbano y transporte limpio y,
- Recuperación ecológica.

El logro de estas metas se fueron definiendo con base en diversas estrategias: nuevas tecnologías para incrementar la calidad ambiental y la eficiencia energética de vehículos automotores, de la actividad industrial y de los servicios; la oferta adecuada y eficiente de transporte público, individual y colectivo; criterios ambientales para el desarrollo urbano y elaboración del ordenamiento ecológico del territorio; eficiencia y productividad urbana; educación e información ambiental para propiciar un cambio de preferencias, conductas y actitudes para crear y ampliar los espacios de consenso para la aplicación de políticas públicas y, la participación social. En todas estas consideraciones, estuvo ausente la forma en cómo iban a ser realizadas, por lo cual, más que estrategias se pueden considerar como metas.

El mismo programa señala, las grandes limitaciones que existen para determinar el impacto de la contaminación en la salud, por la escasa investigación en la materia, pues no hay los suficientes recursos ni la infraestructura para realizar estudios epidemiológicos, toxicológicos y de exposición, sobretodo referidos a exposición real a contaminantes. Por ello, las normas de calidad del aire y salud ambiental consideran criterios y estándares internacionales. Bajo esta misma situación, se encuentra la ubicación física de las estaciones fijas de análisis continuo de contaminantes atmosféricos, las cuales se encuentran distribuidas en puntos que, en opinión de las autoridades, son considerados como representativos de las condiciones generales de la ZMCM.

El programa también enfrenta un serio desafío, el cómo mejorar la calidad del aire, ya que los problemas de contaminación del aire son el reflejo de profundas implicaciones estructurales, funcionales y territoriales, vinculadas con la forma en que usamos y manejamos la cuenca atmosférica³.

³ Es un sistema fisiográfico entendido como recurso común ambiental, que presta una serie de servicios a la sociedad, entre los cuales destaca la asimilación, dilución y dispersión de las emisiones contaminantes descargadas en ella por diferentes usuarios en la industria, en el transporte y en los servicios. Como recurso común ambiental, la cuenca atmosférica se encuentra bajo circunstancias de libre acceso, en las cuales cualquier usuario puede utilizar su capacidad de carga de manera virtualmente limitada y a un costo muy bajo o con frecuencia nulo

Son los factores estructurales los que explican la dinámica económica, demográfica y urbanística de la metrópoli; mientras no exista una política regional capaz de neutralizar el proceso de conformación de la megalópolis en el centro del país y todo siga igual, el problema de los altos niveles de contaminación atmosférica es insoluble.

Además, la calidad del aire depende no sólo del volumen de contaminantes emitidos, sino de su comportamiento "físico – químico" y de la dinámica meteorológica que determina su dispersión, transformación y remoción de la atmósfera. A pesar de la complejidad que reviste el análisis de los principales contaminantes, el elemento central del diagnóstico, deberían ser aquellos factores determinantes o causas de la contaminación.

En la ciudad, muchos son los actores o usuarios de la cuenca atmosférica. Cada uno accede a los servicios que ofrece ésta, sin más límite que sus propias preferencias y disponibilidades. En la búsqueda de sus propios intereses o de maximizar sus utilidades, los usuarios emplean sin restricción la capacidad de soporte de la ciudad y lo hacen hasta que desaparecen los beneficios, creando costos inherentes -degradación de la calidad del aire- asumidos por toda la sociedad. En este sentido, se da una disparidad entre beneficios, que son privados, y costos, que son públicos. Además, está ausente la consideración de la dinámica de crecimiento de la ciudad, en términos del incremento en el número de automóviles, expansión de la mancha urbana, la población y las actividades económicas.

El programa sólo introduce las manifestaciones urbanas más evidentes (economías de aglomeración, sistema de bienes públicos y externalidades), cuando es una premisa de importancia cardinal que la política ambiental sea expresada a través de la política urbana y operada mediante la dinámica espacial y territorial de la ciudad. El PROAIRE se elaboró un año antes que el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, cuando ambos deberían estar estrechamente coordinados en su realización, ya que su integración es la parte central para garantizar un desarrollo urbano sustentable.

En la búsqueda de este desarrollo, el inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos se convierte en el instrumento estratégico para el manejo de la cuenca atmosférica, pues refleja la intensidad con que diferentes usuarios utilizan este recurso. Además, proporciona el punto de partida para visualizar la magnitud y el costo de las acciones que serían necesarias para disminuir progresivamente las concentraciones de contaminantes, hasta llegar al cumplimiento de las normas de calidad del aire. Por esta razón, para el conocimiento del problema ambiental, las estrategias se fundamentan en el

inventario de emisiones, las tecnologías relevantes y las experiencias propias e internacionales. Se constituyen así instrumentos diversos y complementarios, pertenecientes a dos grandes ámbitos, regulación e incentivos, que buscan:

- El mejoramiento e incorporación de nuevas tecnologías en la industria, servicios y vehículos automotores.
- El mejoramiento y sustitución de energéticos en la industria, servicios y automotores.
- La oferta amplia de transporte público seguro y eficiente.
- La integración de políticas metropolitanas en materia de desarrollo urbano, transporte y medio ambiente.
- Incentivos económicos.
- La inspección y vigilancia vehicular e industrial, y,
- La información, educación ambiental y participación social.

En este sentido, la política ambiental urbana respecto a la calidad del aire, trata de avanzar hasta cumplir con las normas, en un período de tiempo razonable. Ello implica enfrentar costos elevados y, por tanto, sujetos a objeciones. Sin embargo, soslayar la importancia de avanzar en el cumplimiento de normas, significaría el abandono de intentos por mantener a salvo la salud pública de los efectos de la contaminación atmosférica y, aún más, los beneficios que se obtendrían con la instrumentación de las medidas propuestas podrían ser superiores a los costos.

El problema que enfrenta la autoridad es escoger la combinación de instrumentos adecuados que minimicen el costo social para lograr tales objetivos.

De ahí que la construcción, financiamiento y alcance del programa, conjugando estrategias y metas, genera más de 95 instrumentos, acciones y proyectos, entre los cuales unos tienen naturaleza normativa y, otros, son incentivos y desincentivos; en su mayoría son acciones de tipo urbano que se agrupan bajo las cuatro metas generales:

- Industria limpia: normas más estrictas para reducir la contaminación industrial; la promoción de normas de reconversión tecnológica para uso de GLP y para reducir emisiones y la determinación de nuevos incentivos económicos por la utilización de combustibles más limpios.
- Vehículos timpios: la actualización del programa "Hoy No Circula" (PHNC) para estimular la circulación de automotores poco contaminantes; el establecimiento de

normas sobre emisiones evaporantes de gasolina; la renovación de la normatividad de vehículos en circulación de diesel y nuevos, según avances tecnológicos; el desarrollo permanente del programa de verificación vehícular para lograr el control de emisiones; la eliminación de los componentes tóxicos y reactivos de gasolina; la supresión progresiva de azufre en gasolina; el diseño de una política de largo plazo de precios relativos de combustibles; auditorias a centros de verificación e incentivos fiscales a la renovación de vehículos; el sobreprecio a las gasolinas de tres centavos para financiar al Fideicomiso Ambiental de la ZMCM.

- Nuevo orden urbano y transporte: un conjunto de 38 acciones para mejorar la oferta de un transporte público seguro y eficiente, así como integrar las políticas urbana y ambiental; el establecimiento de estímulos económicos y fiscales para alentar la participación empresarial en proyectos ecológicos y el diseño de una estrategia de información, educación ambiental y, participación social.
- Recuperación ecológica: 12 acciones encaminadas a procurar la recuperación lacustre de Tlahuac, Texcoco, Xochimilco y Zumpango.

Como instrumentos y acciones adicionales, dentro de la meta de vehículos limpios, se implementaron:

- El programa de mejoramiento de combustibles permanente, en cumplimiento con los estándares internacionales. La calidad de los combustibles mexicanos consumidos en la ZMCM, es revisada cada dos años para verificar que éstos cumplan con las normas internacionales y para adaptar los combustibles a los requerimientos de la zona metropolitana.
- El programa de sustitución de combustibles, que puso especial énfasis en el control de emisiones derivadas de la combustión. Por ello, se promovió al gas licuado de petróleo (GLP) y gas natural (GN). Su empleo reduce significativamente las emisiones de hidrocarburos reactivos, por lo que se sugieren para vehículos de uso intensivo, tales como, los dedicados a la distribución de bienes y servicios y para el transporte de pasajeros (microbuses).
- El Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO), que surge en principio, con carácter rígido, dado que no otorgaba incentivos por renovación vehicular. Sin embargo, este se fue adecuando en forma progresiva, ajustándose de tal forma que de acuerdo con su nivel de emisiones, fue posible exentar el Hoy No Circula.

La meta de esta regulación, es brindar incentivos a la renovación y mantener la flota vehicular en buenas condiciones. De ahí que, taxis y microbuses participen, sobre todo, por la pérdida acelerada de su vida útil.

Todos los vehículos de la ZMCM - autos particulares, transporte público, motocicletas, transporte de carga y vehículos oficiales- deben pasar por un proceso de verificación de emisiones dos veces al año, el cual, es realizado en centros de verificación autorizados (verificentros), tanto en el Distrito Federal como en 18 municipios conurbados del Estado de México. Ver Cuadro III.1.1.

Cuadro III.1.1 Medidas de Aplicación de los Programas: Hoy No Circula y Verificación Vehicular

Calcomanía	HNC	PVVO	Observaciones
00	Exento	Exento 2 años	Modelos nuevos (autos adquiridos a fines de 1999 y modelos 2000 y 2002)
0	Exento	Cada 6 meses	Modelos 1993 y subsecuentes, con sistema de inyección de combustible y convertidor catalítico con menos de 5 años de uso
1	HNC	Cada 6 meses	Modelos 1992 y posteriores que cumplen con ciertas normas; están sujetos a contingencias atmosféricas
2	Días HNC y contingencias	Cada 6 meses	Los modelos que exceden ciertos limites pero cumplen con la norma federal, están sujetos al programa de contingencia

Fuente: Massachussets Institute Technology, 2000.

 A raíz de la mejora de combustibles, fue necesario el empleo del convertidor catalítico, en particular los de tres vías, con lo cual se redujo significativamente las emisiones.
 Ver Cuadro III.1.2.

Para mayor control de emisiones, a partir del segundo semestre de 1999 la política ambiental en la ZMCM incluye la sustitución de convertidores catalíticos certificados en talleres autorizados, bajo el Programa Integral de Reducción de Emisiones Contaminantes (PIREC). Para el segundo semestre del año 2000, dicho programa se extiende a modelos 1993 - 1995. La sustitución de estos dispositivos obedece a que han agotado su vida útil de 80,000 Km. o cinco años de operación. Su sustitución esta incentivada con la exención al Programa Hoy No Circula.

Cuadro III.1.2. Reducción de Emisiones Contaminantes por Tipo de Transporte

Tipo de vehículo	NOx 1/	НС	СО
Autos privados			
Sin convertidor	1.00	4.47	45.20
Con convertidor	0.40	0.47	4.70
Taxi			
Sin convertidor	2.14	9.57	96.85
Con convertidor	0.86	1.00	10.00
Combi			
Sin convertidor	0.20	1.30	13.40
Con convertidor	0.08	0.11	1.11
Microbuses			<u> </u>
Gasolina			
Sin convertidor	0.16	0.09	0.79
Con convertidor	0.06	0.02	0.03
Gas LP			
Sin convertidor	0.07	0.06	0.91
Con convertidor	0.02	0.01	0.11
Autobuses urbanos (a diesel)	0.60	0.20	0.70

^{1/} Empleando convertidor catalítico de tres vias

Fuente: Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México, 1994.

- El Programa de Detención y Retiro de la Circulación de Vehículos Ostensiblemente
 Contaminantes opera sancionando, en principio, a los vehículos por su afectación al ambiente, con la posibilidad de ser retirado su registro y placas.
- El Programa Hoy No Circula (PHNC) fue diseñado para reducir en un 20% la circulación de vehículos, con la consecuente elevación de la velocidad promedio. Además, funciona como instrumento de control directo sobre las emisiones en períodos críticos de contingencia ambiental. Este programa se hizo obligatorio en noviembre de 1989 como medida temporal, pero a partir de marzo de 1990 es declarado permanente a la par con el PVVO. Opera mediante una calcomanía de registro (holograma) y el número de placa del vehículo sirve para impedir la circulación de vehículos particulares y de servicio público un día a la semana bajo circunstancias normales, y más de un día ante contingencia ambiental. El transporte público a díesel, gas natural y gas licuado de petróleo que observe los límites máximos permitidos por el PVVO queda exento.

Con la aplicación del PHNC, tuvo un efecto significativo sobre el mercado de automóviles, ya que se incrementó el número de vehículos viejos y nuevos en circulación y, por ende, provocó cambios espaciales en los recorridos, la velocidad promedio y el consumo de gasolina. En este sentido, el efecto neto de este programa

http://sma Distrito Federal, Gob.mx/verificación/calcomanía 5.htm

no ha sido tan grande como se esperaba, sino más bien tiene implicaciones adversas al medio ambiente a mediano y largo plazo. Independientemente de su éxito, el PHNC continuó operando, con algunas adecuaciones y ajustes necesarios a su versión original, como el doble HNC para modelos 1991 y anteriores y la suspensión de circulación por más días en función del nivel del IMECA.

Finalmente, el Programa de Contingencia Ambiental (PCA) indica que, de acuerdo a la experiencia cotidiana, los altos picos de contaminación corresponden casi siempre a concentraciones de ozono, acompañadas de partículas suspendidas. Existe la creencia de que este tipo de contaminación está supeditada a condiciones climáticas y meteorológicas, por lo que no es posible controlar las emisiones de las fuentes que generan el problema. Conviene insistir en que existen márgenes de maniobra que pueden y deben ser aprovechados para que este programa contribuya eficazmente a salvaguardar la salud de los habitantes de la ZMCM.

Su objetivo es evitar la exposición de la población, en especial de niños, ancianos y enfermos, a niveles de contaminación que signifiquen riesgos para su salud. Por ello, se consideran cinco principios fundamentales: prevención, activación automática, correspondencia con el inventario de emisiones, consistencia con el PROAIRE, claridad en su diseño y sencillez de aplicación.

Entre los principales impactos que tuvo la instrumentación de cada una de estas políticas, se encuentran las señaladas en el Cuadro III.1.3.

En resumen, la elaboración de programas para la ZMCM y los diagnósticos emanados de ellos han posibilitado explorar las dimensiones e implicaciones del reto de la gestión de la cuenca atmosférica, específicamente en la búsqueda por reducir a niveles que no causen efectos adversos a la salud humana. Se pone en evidencia una situación no sólo difícil y compleja, sino que requiere de la aceptación generalizada de costos de oportunidad. Implican dejar de canalizar recursos hacia una agenda considerada como de mayor prioridad, que tiene que ver con el acceder al desarrollo económico, el pago de deuda y la procuración de alimentos para la población, por lo que, la solución de problemas ambientales se plantean de manera excluyente.

Cuadro III:1.3 Principales Impactos de Cada Política

Dalliana	- Income					
Políticas	Impacto					
Sustitución de	 Reducir las emisiones de Pb, HC, CO y SO₂ 					
Combustibles	No es claro el efecto sobre los NOx					
•	Aumento en la disponibilidad de gas LP y gas natural para el sector transporte					
<u> </u>	 La gasolina sin plomo permite el uso de convertidor catalítico 					
	 Una mejor calidad de los combustibles induce y permite normas de emisión más estrictas 					
Programa de	El aumento de la afinación de vehículos disminuye las emisiones					
Verificación	Promovió el comportamiento de incumplimiento					
Vehicular						
Convertidores	- Reducción de CO, HC y Nox					
Catalíticos	- Reducción de emisiones de ozono, aunque estos aún exceden la norma					
	Promovió la adquisición de vehículos más nuevos (para exentar el HNC)					
	- Las exenciones al PHNC podría haber incrementado la congestión y los					
	recorridos					
Hoy No Circula	Efecto incierto sobre el número de autos					
	- No hay un efecto significativo en el mercado de autos nuevos					
	Mantienen en circulación a los automóviles viejos o incrementa su precio					
	Probable incremento de los recorridos y la congestión					
	- La adquisición de vehículos nuevos y el consumo de gasolina se explica					
	fundamentalmente por el ingreso real, los precios relativos y las tendencias					
	económicas y solo en el margen, por el hoy no circula					
	- Efecto incierto sobre la calidad del aire					
	Las exenciones pueden promover la renovación de la flota vehícular					

Fuente: Instituto Tecnológico de Massachussets, 2000.

Frente a estos retos, debemos seguir avanzando y dando continuidad en la medida de lo posible con el trabajo existente. Parte de él se encuentra ya plasmado en programas y estudios orientados a la búsqueda de tecnologías y combustibles limpios o la aplicación de acciones. Sin embargo, debemos llevarlo más adelante y orientarlo a un cambio de comportamiento de los usuarios de la cuenca atmosférica, al rediseño del funcionamiento de la ciudad y, más aún, al cuidado de no caer en la inoperancia o en la falta de delimitación de medidas y facultades entre las autoridades competentes.

De ahí la necesidad de tener estrecha relación y coordinación entre los diferentes niveles de gobierno, así como la participación de representantes de sectores académicos, organizaciones no gubernamentales y empresariales, en la elaboración y seguimiento de programas de control, para facilitar la rendición de cuentas por parte de las autoridades responsables. Además, se debe seguir insistiendo en que muchos de los problemas en torno a la contaminación del aire no deben ser sólo vistos a partir de la lógica de un marco regulatorio ambiental, sino debe ser el resultado de la conjugación de otro tipo de políticas inmersas en esta problemática. Mientras no exista claridad en este sentido los logros y nuevas reglas del juego no conducirán sino a mínimos resultados.

Bajo esta perspectiva se plantea el siguiente apartado, el cual marca la estructura que

debe tener el sistema de planeación en la búsqueda de una política integral que no vea aisladamente los problemas sino que correlacione a las políticas sectoriales.

III.2 La Integración de las Políticas Ambiental, Energética, Transporte y Urbana en la Búsqueda de Solución a las Causas de la Problemática de la Contaminación Atmosférica de la ZMCM

Es importante reconocer que, en México, la instrumentación de las políticas en general responde a una estructura delimitada por el Sistema Nacional de Planeación, el cual tiene como marco de referencia, la Constitución Política Mexicana y Acuerdos Internacionales. Es un hecho que, en la medida en que la agenda internacional concede prioridad a ciertos temas, esto presiona a la agenda nacional a enfatizar esa dirección. En este contexto, se elaboran los Planes Nacionales del Desarrollo (PND), en los cuales se indican y/o se dictan las políticas a seguir en el ámbito nacional, con un carácter netamente sectorial. Dicha estructura no plantea la interacción de los distintos sectores en la conjugación de esfuerzos y acciones para la atención de un asunto de interés general, especialmente en materia ambiental, ver Diagrama III.2.1.

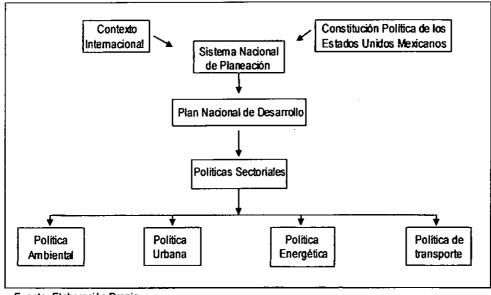


Diagrama III.2.1. Estructura Actual de la Política Nacional

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de los distintos programas referidos a ámbitos no relacionados al Medio Ambiente, éstos se han limitando sólo a su objeto de creación. Sus señalamientos respecto al terna son generales y están referidos a la búsqueda del equilibrio ecológico, protección y restauración del medio ambiente. Carecen de un desarrollo más profundo sobre el tema, o de planteamientos de tipos de acción posibles de aplicar en forma coordinada con otros sectores. Aunque existen esfuerzos de coordinación, éstos no han logrado los resultados

deseados en respuesta al propio diseño de la Planeación Nacional y a la estructura de gobierno vigente. Frente a esta situación, se plantea el Diagrama III.2.2, cuyo fin es proponer una forma de integración de políticas en la que se conjuguen los elementos necesarios para alcanzar la solución del problema, interés de este trabajo, la cual deberá considerar la interacción de las políticas descritas.

Desde esta perspectiva, el objetivo de disminuir los problemas ambientales, en particular, los de contaminación atmosférica, sería más fácil de cumplir, sobre todo, si se cuenta con la compatibilidad en la política de gobierno, desde los lineamientos que marca el propio PND con sus diversos programas, hasta lo dictado a nivel de entidad federativa.

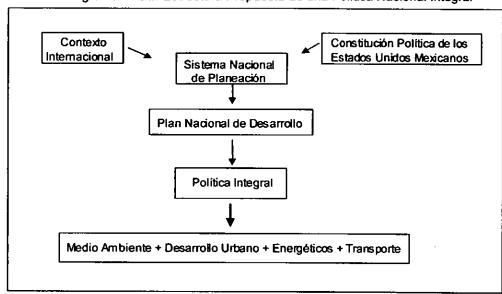


Diagrama III.2.2. Estructura Propuesta de una Política Nacional Integral

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior deberá ser acompañado del establecimiento de mecanismos de coordinación entre instancias encargadas sectorial y territorialmente, así como de la concertación entre los diferentes agentes económicos, políticos y sociales para crear conciencia entre la gente de la magnitud de los problemas y, más aún, para reasignar un gasto público adecuado. Todo esto permitiría desarrollar una gestión ambiental racional, donde las prioridades estén establecidas de acuerdo a las necesidades, capacidades y, sobretodo, con instrumentos eficaces y viables.

Sin embargo, se debe estar consciente que el estilo de desarrollo y la perspectiva de interés gubernamental en nuestro país han dado prioridad a factores económicos y productivos en detrimento de lo ambiental, quedando este último como un apéndice de la planeación del desarrollo.

Esta falta de integración, coordinación y resultados han derivado en implicaciones negativas, tanto en términos sociales como económicos, mismos que han sido poco considerados o analizados, incluso dentro de las propias políticas y sus instrumentos. No existen indicadores para determinar el número de personas y bienes afectados por los problemas de contaminación del aire y mucho menos el costo que implica la atención médica, mantenimiento y mejoramiento.

Cabe señalar que un término inmerso en esta temática y que se encuentra plasmado en la mayoría del marco institucional, es el concepto "desarrollo sustentable", como una preocupación no sólo nacional sino mundial. El "desarrollo sustentable" fue concebido a partir del Informe Bruntland sobre nuestro futuro común 1987-1988, y se define como el desarrollo que permita "satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas".

En este sentido, el PND 1995-2000 establece en su apartado referente a política ambiental, que " ... para un crecimiento sustentable, en materia de regulación ambiental, la estrategia se centrará en consolidar e integrar la normatividad y en garantizar su cumplimiento". Asimismo, define lineamientos para frenar las tendencias del deterioro ecológico e induce un ordenamiento del territorio nacional, tomando en cuenta que el desarrollo sea compatible con las capacidades ambientales de cada región.

Por su parte, el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1995-2000 adopta cuatro programas como premisa para la sustentabilidad del desarrollo urbano, a saber:

- 1) Programa de 100 Ciudades.
- 2) Programa de Consolidación de las Zonas Metropolitanas.
- 3) Programa de Ordenamiento Territorial y Promoción del Desarrollo Urbano.
- 4) Programa de Impulso a la Participación Social en el Desarrollo Urbano.

Sobre la base de éstos, se persiguen los siguientes objetivos:

- Propiciar el ordenamiento territorial de las actividades económicas y de la población conforme a las potencialidades de las ciudades y las regiones.
- Inducir el crecimiento de las ciudades de forma ordenada, de acuerdo con las leyes y reglamentos vigentes de desarrollo urbano y bajo principios sustentados en el equilibrio ambiental de los centros de población, con apego a la autonomía estatal y a la libertad municipal.

En particular, dentro del Programa de Consolidación de las Zonas Metropolitanas se

señala que "El crecimiento de las zonas metropolitanas deberá responder a un esquema de planeación y gestión del desarrollo urbano sustentable, incorporando criterios de ordenamiento ambiental para la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales, con énfasis en la corrección de los desequilibrios generados por las actividades urbanas, principalmente relacionados con los usos del suelo, el agua, los residuos sólidos y las emisiones a la atmósfera; en la prevención de fenómenos naturales, industriales y tecnológicos y considerando sistemas regionales integrales de infraestructura, servicios y equipamiento, que contribuyan a solucionar problemas comunes al interior de las zonas metropolitanas" (PND 1995-2000).

En el Programa de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, se señala que en el proyecto urbano de ciudad, "es necesario elevar la calidad de vida y aumentar el acceso a los bienes públicos". Para conseguir esto, propone "un mejor desarrollo urbano, además de un desarrollo sustentable de la ciudad, por lo cual se debe preservar el medio ambiente y los recursos naturales; prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo impulsando una amplia participación de la sociedad".

De lo anterior, se puede argumentar que la política ambiental y la política urbana están fuertemente relacionadas en su dinámica, organización espacial y territorial. Aunque existe el énfasis en que las políticas sectoriales deben mantener congruencia entre sí, lo cierto es que la estructura de elaboración del marco normativo desarrollado por cada dependencia es independiente en su elaboración y diseño. Más aún, la propia ley no define o específica quién será la instancia encargada de revisar que exista y se mantenga esta congruencia.

Un ejemplo de esto son los programas anuales de desarrollo urbano, en los cuales se establece la vinculación que debe existir entre programas de desarrollo urbano y sectoriales con el presupuesto de egresos del Distrito Federal para cada ejercicio fiscal. Sin embargo, no existe mayor seguimiento de sí su elaboración mantiene la integración deseada.

En lo referente a la política energética, ésta se ha enfocado, con base en los lineamientos del PND, al avance de la reestructuración del sector energía, con el fin de asegurar su desarrollo y contribución al crecimiento sostenido y sustentable de la economía y, al bienestar social mediante la provisión de insumos y servicios oportunos, suficientes y de alta calidad a precios competitivos para la planta productiva y usuarios individuales. En este sentido aparece el Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector Energía,

mismo que atiende lo referente al mejoramiento y preservación del medio ambiente, a través de la selección de tecnologías, ahorro y uso eficiente de la energía y en la calidad de los combustibles con especificaciones más estrictas, que incluye la investigación de combustibles alternos, como son el gas natural y licuado de petróleo. Mediante estos se pretende compensar o revertir el impacto negativo de algunos usos de la energía.

Por otra parte, la política del transporte se ha limitado a la aplicación de las medidas de regulación ambiental, ya mencionadas: verificación vehicular, introducción de nuevos motores e instalación o renovación del convertidor catalítico.

En el caso particular de la ZMCM, en su Programa de Transporte, se hacen consideraciones de este tema, en términos de la movilidad y accesibilidad metropolitana, en parte por el volumen de personas que viajan diariamente y porque éstos movimientos impacta directamente al ambiente. De ahí que se asigne mayor prioridad al transporte colectivo de pasajeros y a la disminución del uso del vehículo particular. En este mismo sentido plantea una serie de medidas, tales como, la dotación de infraestructura vial primaria; la homologación del marco jurídico de vialidad y transporte impulso a la creación de instancias de coordinación metropolitana; ampliación del sistema de transporte colectivo metro; recambio de unidades y motores por tecnología anticontaminante; reformulación de combustibles y el programa hoy no circula, entre otras.

Sin embargo, el impulso al transporte colectivo ha quedado sólo como simple discurso, pues el proyecto de ciudad de las últimas administraciones se ha ido construyendo de manera muy distinta, basándose más sobre un orden urbano que atiende a las necesidades del automóvil.

Dos estrategias destacan en este sentido; la primera, es la creación de una estructura vial y urbana no pensada en función de las necesidades colectivas de transporte urbano, sino más bien dedicada a ampliar la demanda privada por vehículo, y la segunda, en fomentar los tipos de transporte más ineficientes desde el punto de vista ambiental y que tienen, además, poca capacidad en cuanto al número de personas transportadas. Esta dinámica de comportamiento y de fomento a este tipo de vehículos sigue prevaleciendo en la ZMCM, con proporciones de cobertura cada vez más grandes por parte de los taxis colectivos que, sumados con el automóvil, representaban el 75% del total de la flota vehícular en 1994 (Real), como se puede observar en el Diagrama III.2.3.

En la medida en que no se reconozca el binomio territorial existente entre el Distrito Federal y los municipios conurbados, y la necesidad de elaboración de políticas integrales

de manera conjunta, seguirán vigentes los problemas agudos en materia de vialidad, transporte, desarrollo urbano y contaminación, entre otros.

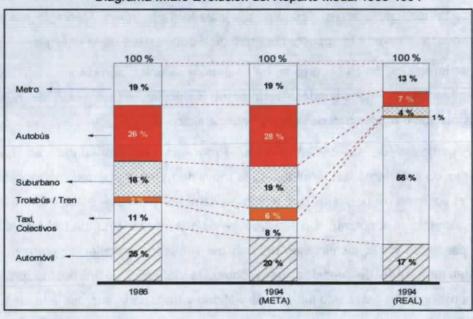


Diagrama III.2.3 Evolución del Reparto Modal 1986-1994

Fuente: COMETRAVI, 1996.

Como respuesta a la dinámica generada entre medio ambiente y transporte, han sido creadas algunas instancias como son la Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México, la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad y la Comisión Metropolitana de Asentamientos Humanos entre otras. Los Programas como PCA, PICCA, HNC, PVVO y PROAIRE y la Red de Monitoreo de la calidad del aire, todos ellos son de alcance metropolitano, pero sin resultados satisfactorios, pues hasta la actualidad no se logra la complementariedad o integración real, no sólo entre políticas sino en el propio reconocimiento de requerimientos de políticas metropolitanas y de autoridades que tengan la capacidad de coordinación. Además, esta singular situación es un fenómeno de preocupación pública relativamente reciente, lo que hace más difícil la tarea de conciliar o gestionar las demandas de la opinión pública con las autoridades y, sobre todo, con los aspectos políticos relacionados con el control territorial.

Queda aún pendiente la aplicación de otro tipo de acciones, relacionadas con la política de desarrollo urbano y uso del suelo, que afecten más directamente las decisiones de localización de las actividades residenciales, comerciales e industriales, Ha faltado también el apoyo de la política económica y social que mejoren la calidad de vida y los

ingresos de la población conducentes a la modificación de las preferencias y el comportamiento en el uso del espacio metropolitano.

Hasta que se aplique este tipo de acciones, se podrá hablar de una política integral. Por el momento sólo existen algunas con carácter parcial, que atienden las consecuencias y no las causas del problema.

A partir de este punto, y una vez establecido que las causas de la contaminación atmosférica presente en la ZMCM no pueden ser sólo atendida a través de la política ambiental sino mediante combinación y complementación de las políticas urbana, de transporte y energía, como se detalló anteriormente, nos resta evidenciar cuál ha sido la forma como estudiosos e investigadores sobre los efectos de la contaminación lo han abordado. Debemos estar conscientes que los lineamientos seguidos por los estudios o avances científicos emanan de la importancia establecida en el ámbito nacional e internacional, del grado de profundidad que se quiera obtener y más aún de los intereses que se persigan o que no se quieran trastocar.

Lo cierto es que en países como México, investigaciones sobre los impactos de la contaminación atmosférica son reducidas, dada la poca asignación de recursos para su desarrollo. De ahí que los avances metodológicos sobre las mediciones de la contaminación y afectación humana sean resultado de ejercicios hechos en otros países.

En este sentido, el capítulo siguiente detalla las consideraciones metodológicas desarrolladas para estudiar los impactos en el ámbito nacional y en países desarrollados; pero con una visión interdisciplinaria dada la complejidad del tema y la ausencia de una respuesta única, por la gran cantidad de elementos que se encuentran inmersos.

IV. Planteamientos Interdisciplinarios en Torno a los Impactos de la Contaminación Atmosférica

IV. 1 Consideraciones Generales

En la actualidad, existe gran preocupación por los problemas del medio ambiente a nivel internacional, principalmente por sus efectos sobre la supervivencia y desarrollo de las sociedades. Estas consideraciones se hicieron patentes desde finales de los años ochenta en México y, sobre todo, en la población de la ZMCM. Lo anterior obedece a la fuerte presión que se ha ejercido sobre el ambiente con sus consecuentes efectos sobre la vida cotidiana, en particular, los hallazgos encontrados por investigaciones científicas en torno al impacto negativo en la salud de sus habitantes, y de las limitaciones que impone este deterioro a futuro.

Los problemas ambientales han sido asociados con la expansión de actividades dentro de la economía de mercado, en buena medida, por los patrones tecnológicos empleados en los procesos productivos, a partir de los cuales se generan substancias y materiales en cantidades que superan la capacidad de soporte de la naturaleza para poderlos reciclar por lo que son acumulados en el aire, agua y suelo. Una forma de ejemplificar dicho proceso es el que muestra el Diagrama IV.1.1.

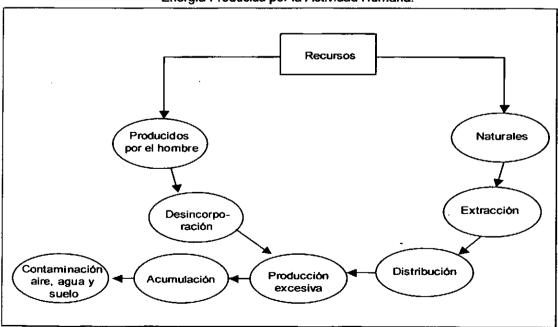


Diagrama IV.1.1. Alteración del Ciclo Natural de Sustancias, Elementos y Energía Producida por la Actividad Humana.

Fuente: Santos, et al., 1993.

Ante este patrón de comportamiento, la búsqueda de soluciones, tanto de las ciencias exactas como de las sociales, se han direccionado a conjugar el saber, rompiendo

barreras y permitiendo la interrelación o unificación terminológica. En realidad, no existe una contestación única a esta problemática debiendo ser abordada desde distintas disciplinas. Sin embargo se debe destacar la poca importancia que se ha dado a este tipo de planteamientos. Esto se debe en parte a la percepción del tema de los diversos agentes de la sociedad civil —económicos, políticos y sociales-, y en parte a la ausencia de consenso sobre su componenda en el medio científico. Además, se observa la falta de uniformidad en criterios en las ciencias sociales, donde factores ideológicos y políticos se vuelven fundamentales para la construcción de la agenda gubernamental en materia ambiental; deja de ser objeto de estudio de las ciencias naturales, para ser analizado con reglas de análisis sociológico y político, con el propósito de determinar la manera en la que los valores, concepciones, percepciones e intereses son movilizados para legitimar una forma de construir y resolver la contaminación del aire (Lezama, 2000).

Leff en 1986, señalaba: "La producción científica está sujeta a condiciones ideológicas para hacer énfasis en la igualdad de los hombres –fundamento jurídico de las sociedades democráticas – que vinculados con ideologías teóricas disuelven la especificidad de las ciencias, con el propósito de generar un campo unitario del conocimiento, cuya función es ocultar los intereses en conflicto en la legalidad de los derechos individuales y en la unidad del saber sobre una realidad uniforme" (Leff, 1986).

La formación ideológica imperante aparece como proceso político de dominación que pretende explicar y resolver la problemática ambiental a partir del análisis funcional de la sociedad. Su planteamiento busca reducir el estudio de esta dificultad a determinaciones estructurales de sus sistemas de organización y al cálculo de flujos de materia y energía; Todo ello, sí bien resulta útil como esquema integrador transdisciplinario, en la evaluación del potencial productivo de los ecosistemas y de ciertas prácticas culturales resulta reduccionista, porque se antepone al orden histórico y a los principios epistemológicos que dan su especificidad a las ciencias y soslaya la realidad no visible, la simbólica, pero perceptible por el sujeto, a diferencia de la materialidad centrada en la realidad empírica de los flujos de energía del ecosistema que no es visible⁵.

La búsqueda de unificación requiere de estrategias conceptuales para reformular nuevos paradigmas que deberán tomar en cuenta la gestión ambiental del desarrollo bajo condiciones de sustentabilidad y equidad, así como condiciones ecológicas en el manejo

⁵ Las innovaciones tecnológicas del sistema capitalista, para lograr incrementos marginales en la tasa de ganancia, inducen a una creciente explotación de los recursos naturales y del consumo de energía (B Commoner 1974).

de procesos productivos, definiendo límites y potencialidades, y considerando la diversidad cultural y tecnológica. Todos estos elementos deberán ser integrados a los objetivos de la planeación económica, buscando que sus resultados tengan efectos concretos sobre las prácticas sociales y ambientales.

Una alternativa de solución para lograr la integración del conocimiento en el campo ambiental se sintetiza en el pensamiento holístico, multidisciplinario y multi-institucional para reconstruir la realidad en sí, a través del establecimiento de métodos que orienten las prácticas interdisciplinarias, es decir, la articulación de las ciencias para obtener sus especificidades. El desarrollo de un acoplamiento del saber holístico y sistémico sin supeditarse únicamente a criterios de eficiencia económica.

La producción de conceptos prácticos interdisciplinarios e indicadores interprocesales, son necesarios para conducir, normar y evaluar un proceso de planificación y gestión ambiental, principalmente cuando éste tiene que ser enfocado hacia la protección de la salud de la población y, particularmente, cuando ésta última es puesta en riesgo por la contaminación. Las disciplinas que interactúan con relación a la salud ambiental se encuentran descritas en el Cuadro IV.1.1.

Cuadro IV.1.1 Disciplinas Relacionadas con la Salud Ambiental

Disciplinas	Identificación	Dosis	Area Evaluación	Caracterización	Manejo
Toxicología	*	*	*		
Epidemiología	*	*	*	*	*
Ecología	• "		*	*	
Medicina clínica			Ì		* '
Fisiología	#	* .			
Química	*	*			
Matemáticas			*	•	
Economía		*		*	*
Ingeniería		,	*		*
Legislación					*
Administración					*
Sociología				*	
Demografia		_		*	
Antropología					*
Higiene			•	•	*
Educación de la Salud					*

Fuente: Santos, 1992.

De éstas, la epidemiología y la toxicología proporcionan información sobre observaciones hechas en laboratorio con animales. Mediante estudios hechos *in vitro* para comparar estructuras moleculares tóxicas conocidas y observaciones realizadas en campo, donde

se examina la exposición a un agente determinado, empleándose métodos estadísticos (extrapolaciones, regresión de Poisson, regresiones múltiples y análisis transversal) y modelos estadísticos que estiman los efectos adversos de ciertos agentes sobre la salud.

Por su parte, especialistas como los matemáticos elaboran modelos de las relaciones entre exposición y dosis que son empleadas para desarrollar medidas sustitutas. Los urbanistas, por su parte, han hecho uso de modelos a través de los cuales hacen simulaciones, buscando la forma más efectiva de uso de la tierra y la mejor estrategia de transporte para reducir problemas de contaminación y exposición.

Estas ciencias, con el apoyo de la fisiología, permiten realizar evaluaciones de riesgos al identificar los agentes nocivos y determinar la asociación entre dosis e incidencia de padecimientos específicos en la población expuesta. La evaluación de la exposición se puede estimar gracias a la vigilancia ambiental, la ecología y la química ambiental (Guidotti, et al., 1985).

Otras disciplinas que sé interrelacionan son la medicina clínica, la fisiología y la biología de la salud, que permiten evaluar los efectos o reacción de los individuos a substancias tóxicas, es decir, la acción del sistema inmunológico a mecanismos homeostáticos que los atenúan y contrarrestan y las reacciones fisiológicas de adaptación que, a mediano y largo plazo, permiten superarlos.

Por su parte, las ciencias sociales como economía, demografía, sociología y la antropología social, contribuyen fundamentalmente en dos aspectos: el primero de ellos se relaciona con la caracterización de la población expuesta, dado que los indicadores económicos, la clase social, las características étnicas y el nivel de desarrollo entre otros, son parámetros que influyen en la sensibilidad de los individuos en los procesos de enfermedad (Willgoose, 1979). El segundo se refiere al manejo de riesgos en el desarrollo de opciones y en la selección de estrategias y mecanismos de acción (Santos, et al. 1993).

Asimismo, han hecho su aparición otras especialidades tales como la patología geográfica y la ecología epidemiológica, que han mostrado patrones específicos de morbilidad según se modifican las condiciones ambientales. Como resultado de la transición epidemiológica, coexisten enfermedades transmisibles y aquellas asociadas al desarrollo urbano e industrial, lo cual ha requerido una expansión de la salud ambiental sanitarista, tanto en sus conceptos como en su campo de acción -atmósfera comunitaria, trabajo y control de la energía entre otros--, La salud ambiental sanitarista se refiere al

estudio de los agentes introducidos al ambiente por el hombre que representan un riesgo para la salud del individuo y de la comunidad. También se ocupa del diseño, organización y ejecución de acciones tendientes a evitar o revertir los efectos de dichos agentes en la salud humana (López, 1987).

A pesar de existir un avance en este proceso, existen todavía rezagos por estudiar y plantear resultados a través de un proceso integral, que considere todo los elementos que intervienen, dejando de lado divergencias en cuanto al tipo de análisis y resultados.

Lo que es un hecho, la complejidad de este fenómeno, debe ser atendido en forma interdisciplinaria, con la concurrencia por lo que las áreas del conocimiento que influyen directa e indirectamente sobre el ambiente y con la participación de los sectores sociales.

Quizás parte del secreto para que se dé este cambio o complementariedad de disciplinas, radique en el rompimiento de la especificidad de las ciencias, con la formación de nuevos cuadros de profesionistas que tengan una visión integral o más aún, estén abiertos a nuevas formas de trabajo.

En este sentido, dado que no fue posible localizar técnicas o métodos interdisciplinarios el presente trabajo se limitará solamente a la reseña de los métodos desarrollados por algunas disciplinas individuales para la explicación del fenómeno que es motivo de este estudio.

IV.2 Técnicas para Cuantificar y Determinar los Impactos Diferenciados de la Contaminación Atmosférica

Como resultado de la revisión de los planteamientos disciplinarios, es evidente que no existe una definición de lo que se entiende por "impactos diferenciados" en la literatura sobre salud pública en México, razón por la cual, en la búsqueda de una posible descripción o aproximación a este término, es retomado lo concerniente a "niveles de exposición humana". La exposición humana implica la presencia de una sustancia tóxica ambiental, en un determinado punto del espacio y del tiempo y, la presencia simultánea de personas en el mismo lugar y tiempo. Para caracterizar su impacto, es necesario precisar qué cantidad de sustancia entra en contacto con el cuerpo humano, siendo necesario establecer su intensidad, frecuencia, ruta de exposición y duración, además del tamaño, grupo y naturaleza de la población. Por tanto, la estimación de la exposición es el elemento que vincula la emisión con la dosis biológica efectiva recibida.

Una exposición tóxica afectará de manera diferente a individuos de una misma población por diferentes razones, tales como, reacciones de defensa y adaptación, diversidad

genética, nutricional. También varía de un lugar a otro, de acuerdo a su ubicación geográfica, factores meteorológicos, climáticos y aspectos culturales. Influyen asimismo el diseño y materiales empleados en los asentamientos humanos y centros de trabajo, y las herramientas e instrumentos de uso cotidiano entre otras cosas. Todas éstas determinarán los riesgos de la población a diversos tóxicos ambientales (Santos, et al., 1993).

Por la complejidad del tema, una amplia variedad de disciplinas se ha ocupado de diversos aspectos, lo cual complementa estudios tradicionales de la Epidemiología y Toxicología. Entre las disciplinas, las ciencias exactas son las que más han avanzado en la teoría y técnicas de medición de los efectos por exposición.

En la lógica por seguir avanzando sobre el tema, el desarrollo de técnicas y métodos ha sido profuso, de ahí que en su mayoría, sean técnicas de evaluación y modelos sofisticados, de los cuales se detallan algunos a continuación:

A. Método estadístico de evaluación de riesgo sobre la salud del ser humano. El proceso de evaluación del riesgo se puede dividir en cuatro etapas como se observa en el Diagrama IV.2.1.

Relación
Dosis - Respuesta

Caracterización
del Riesgo

Diagrama IV.2.1. Etapas de la Evaluación del Riesgo

Fuente: Tomado de Melgar,1999.

Las particularidades de su aplicación responden al uso o aspectos que interese examinar. La naturaleza de la información requerida en cantidad y calidad dependerá de la evaluación se inscribe en el contexto de una investigación epidemiológica, de una gestión de riesgos o de un análisis de su situación y tendencias.

La información sobre contaminantes proporciona el nexo entre las fuentes de emisión, su presencia en el medio ambiente y posibles efectos para la salud humana, información que empleada en el contexto de una gestión del medio que busca reducir

riesgos para el ser humano, facilita la selección y análisis de estrategias, ya que la mayoría de sus estructuras dependen directamente de mediciones de contaminantes presentes en diversos microambientes.

Las mediciones de contaminantes permiten estimar la calidad del entorno, inferir riesgos e interpretar el grado de observancia de las normas. Incluso los datos sobre exposición humana permiten evaluar la eficacia de las medidas de protección de sectores de la población más vulnerable o en situación de mayor riesgo.

El elemento más importante de cualquier evaluación es el correcto diseño del estudio, el cual debe especificar fines, objetivos de la investigación, así como los métodos idóneos de muestreo, medición, análisis estadístico y aseguramiento de la calidad.

Los métodos estadísticos son un instrumento para estudios aplicados o de investigación sobre evaluación de la exposición. La determinación del tamaño de la muestra resulta un elemento importante durante la planificación de esos estudios.

La estadística descriptiva, numérica y gráfica, permite resumir los datos de exposición y llevar a cabo un análisis preliminar de las relaciones entre variables determinantes de la exposición. En muchos casos, las cifras sobre ésta adoptan una distribución aproximadamente normal o log-normal, y pueden ser analizados mediante métodos paramétricos de inferencia estadística, como las estimaciones y verificación de hipótesis. Se pueden emplear además, otros modelos, como análisis de varianza (ANOVA), regresión lineal y regresión logística, para cuantificar la relación entre niveles de exposición medidos. Cuando el número de observaciones es reducido o no es posible transformar los datos a una distribución normal, se pueden utilizar métodos no paramétricos, como pruebas de signo de Mann-Whitney y de Kruskal-Wallis, para verificar las hipótesis. Asimismo, se puede emplear información sobre el perfil de actividades de la gente para identificar los determinantes de niveles de exposición detectados, predecir exposiciones no medidas o medibles, evaluar la relación entre exposición y estado de salud, e identificar situaciones de exposición de alto riesgo que puedan afrontarse con medidas de salud pública. Para ello, se evalúan los perfiles de actividad a largo plazo, empleando cuestionarios de análisis de la relación tiempoactividad. También se utilizan diversos métodos, entre ellos, diarios y cuestionarios, dispositivos mecánicos y medidas de observación. Asimismo, la información sobre los patrones temporales de actividad puede ser de enorme utilidad para interpretar y modelar la exposición.

Este método de evaluación, contiene elementos positivos tales como:

- Su estimación se da gracias a la vigilancia ambiental, la ecología y la química ambiental.
- Es aplicable a diferentes grupos poblacionales.
- Es muy útil para elaborar criterios que se complementan con datos que se obtienen directamente del ser humano para establecer normas de regulación sobre agentes potencialmente nocivos para la salud.
- B. El modelo de exposición humana es un esquema empírico que permite estimar los parámetros a nivel individual o de poblaciones en uno o varios medios, mediante una serie de observaciones. El modelo, es útil para poder comparar las magnitudes previsibles y establecer prioridades.

Para construir este tipo de modelos, son seleccionados distintos grupos de población por edad, ocupación, actividad y rutas de trayecto en áreas urbanas, información que es estandarizada y reunida por intervalos de tiempo y espacio (Santos, et al., 1993). Estudios más detallados involucran, además, modos múltiples de viaje, número de traslados realizados en el día y características de las estaciones del año. Otros trabajos han tomado en cuenta pruebas a vehículos, con diferentes condiciones de ventilación.

Los modelos pueden ser de tipo estadístico, determinista, o una combinación de ambos. En cualquiera de ellos, se pueden aplicar métodos probabilísticos para estimar la distribución de exposición de la población, es decir, la variabilidad que se da entre los individuos. Además, pueden utilizarse para definir la incertidumbre de parámetros introducidos en el modelo y extenderla hacia la variable de evaluación sometida a predicción. La exactitud de sus resultados es una condición fundamental para utilizarlo con fines de adopción de decisiones.

Por otra parte, en los métodos de muestreo para productos químicos presentes en el aire, intervienen consideraciones comunes relacionadas con los límites de detección, factores de interferencia, facilidad de manejo y sus costos.

Se han desarrollado muchos métodos de muestreo. Entre los factores determinantes de la selección de un método se encuentran la eficiencia en la recolección de muestras, la diferencia en perfiles de actividad por persona, la variabilidad física del suelo y del nivel de polvo en el espacio y en el tiempo, las superficies y sustratos de

muestra, el momento elegido para obtener ésta y los métodos analíticos utilizados para medir las sustancias tóxicas en laboratorio (WHO, 2000a).

Para caracterizar la magnitud, duración y distribución temporal del contacto humano con los contaminantes del medio, el modelo de exposición permite la utilización de dos métodos:

1. El método directo. Este se aplica directamente a la población, a través de monitores personales diseñados para medir concentraciones de contaminantes específicos y determinar así la exposición individual. Estos monitores registran las exposiciones que corresponden a actividades diarias y el punto donde ocurren. Para ello, son seleccionados microambientes que están identificados previamente como de alto riesgo de exposición. La muestra es aplicada a una población específica en un período de tiempo particular.

Por la naturaleza y costo que representa este método, ha sido poca su aplicación excepto en la medición de exposición en interiores. En general sus resultados muestran disparidad entre mediciones realizadas por monitores fijos y los de tipo móvil o personal. Se detectó que los primeros subestiman ya que no reflejan el grado de exposición real de la población.

2. El método indirecto incluye la vigilancia ambiental, modelos matemáticos y aplicación de cuestionarios. Estos pueden emplearse para estudios de exposición y varían de acuerdo a la población seleccionada. Se distinguen entre sí, porque algunos abarcan a todo el universo de población de una ciudad; otros se basan en muestras representativas de individuos seleccionados al azar, y para una descripción se toma una muestra no probabilística.

La construcción matemática de exposición combina información de la actividad diaria y tiempo para cada individuo con la concentración de agentes tóxicos, medida a través de monitores fijos en microambientes importantes (Sexton et al, 1988). Este modelo se basa en la suma de concentración del contaminante en cada microambiente, ponderada por el tiempo que pasa el individuo en él, dando la estimación de la exposición integrada del individuo (Santos, et al., 1993).

En general, los estudios que intentan cuantificar la variación de exposición

consideran factores, tales como la condición del camino, funcionalidad en diferentes horarios del día, características de la estación del año, así como también el vehículo usado, velocidad, volumen de tráfico, prioridad de flujo y contraflujo en avenidas, si el escape está abierto o cerrado, turbulencia del aire que permite la dispersión de los contaminantes, entre otros.

Este tipo de métodos también han sido utilizados por algunos estudiosos del tema en México, principalmente para la Ciudad de México, donde se presenta un importante nivel de contaminación y, en consecuencia de exposición de su población. Entre los estudios realizados se encuentran los siguientes:

Fernández Bremauntz supervisó, en el invierno de 1993, las mediciones de concentraciones de Monóxido de Carbono (CO) dentro de seis tipos de vehículos usados para viajar en la ZMCM. Analizó los resultados del comportamiento de 549 viajes que combinaron cinco corredores diferentes durante el horario de la mañana e igual período de recorrido. En general, se encontró que la acumulación de CO en automóviles excedió la concentración del ambiente con factores que van de 3.5 a 6.9. Igualmente, se detectaron que éstas eran más altas al interior de automóviles a diferencia de autobuses y metro, lo cual puede ser explicado por la variación de altura del monitor personal y por el sistema de ventilación de cada tipo de transporte.

Es importante destacar que existen limitantes tanto en los monitores fijos como personales, ya que sólo miden la concentración de algunos contaminantes.

Castillejos y Serrano, en 1993, aplicaron un análisis de tipo transversal a partir de la recolección de datos mediante dos encuestas: una aplicada de manera aleatoria a niños menores de 5 años y otra a aquellas personas que reportaron problemas asociados a enfermedades respiratorias como tos, flema crónica, sibilancia⁶, bronquitis y asma, al sur de la Ciudad de México.

Los resultados fueron que el subgrupo de niños presentó más frecuentemente síntomas y enfermedades respiratorias que la población total estudiada, con tasas cuyos valores son del doble, y en el caso de bronquitis casi del triple. Ello sugiere, que los menores son más susceptibles a los efectos de los

⁶ Son ruidos que se producen durante la respiración, audibles a distancia, éstas reflejan un cierre de las vías aéreas y se producen al paso del aire.

contaminantes atmosféricos.

Llama la atención los consumos altos de medicina reportados por sibilancia, lo cual refleja la gravedad del síntoma, su importancia y, la presencia de hiperreactividad bronquial o episodio de asma, que se han asociado a procesos infecciosos y presencia de O₃ y PM₁₀ (Whitemore, 1980). Existe evidencia de otro tipo de factores que también influyen en éstos resultados, entre la que destaca la condición socioeconómica baja de la población, como la que fue seleccionada para este ejercicio.

El resultado del segundo estudio realizado con niños de más edad y alto nivel socioeconómico, también mostró alta prevalencia de sibilancia y de tos (Castillejos, et al., 1992). Lo anterior coincide con reportes de otros investigadores, quienes también han observado una relación similar con estos contaminantes O₃ y PM₁₀.

Otro factor a resaltar es el cambio estacional en el comportamiento de las enfermedades respiratorias; ya que a pesar de que la segunda encuesta fue aplicada en primavera, las tasas de enfermedades respiratorias fueron muy altas. Anteriormente este tipo de resultados mostraba un patrón estacional muy claro, con alta incidencia en invierno; sin embargo, desde hace años ha cambiado, en forma paralela al aumento de contaminantes atmosféricos. Este hecho, apoya la tesis de que los contaminantes atmosféricos juegan un papel importante en la causa de las enfermedades independientemente de la estación del año.

Un resultado interesante de este estudio fue el referente a las enfermedades respiratorias encontradas en las madres, ya que mostraron tasas más altas de flema y sibilancia que los niños, lo que podría estar relacionado con los efectos que a largo plazo pueden producir los contaminantes.

Romieu y otros autores en 1995 analizaron, a través de un modelo de regresión multivariada, las visitas de emergencia a hospitales de la Ciudad de México de niños con problemas de asma. Se encontró una asociación significativa entre niveles de O₃ y la utilización de servicios médicos. Además, un registro de 50 ppb del promedio máximo horario de ozono puede conducir al aumento de 43% de visitas por emergencia al día siguiente; más aún, niveles de 110 ppb en dos días consecutivos conllevan a incrementar su

número de visitas en 68%. Otro resultado obtenido de este ejercicio fue que los niveles más altos de contaminación se observan en época de sequía - noviembre a mayo- (Romieu, et al., 1995).

Lo anterior concuerda con estudios realizados en Estados Unidos, los cuales observaron una relación positiva entre concentraciones de O3 en época de verano y admisión hospitalaria por asma al sur de Ontario. Asimismo, se detectó un incremento del 37% en el número de visitas de emergencia por asma entre los niños negros en Atlanta, Georgia, seguidos de días con una hora de niveles máximo de O3, igual o superior a 110 ppb.

Ortiz y colaboradores, en 1999, coordinaron una Campaña de Monitoreo de Partículas y de algunos precursores de O₃. A partir de ésta, se evaluaron las concentraciones de hidrocarburos y partículas PM₁₀ y PM_{2.5} en la atmósfera de la Ciudad de México, tanto a nivel de atmósfera como de la calle, obteniéndose un indicador base de contaminantes, lo que facilitó la evaluación de exposición de la población que habita en el radio de influencia de los monitores⁷ pertenecientes a la RAMA. Entre los resultados obtenidos de las mediciones de partículas suspendidas, PM₁₀, hechas a través de monitores personales en diferentes actividades humanas, las que registran los mayores niveles⁸ son aquellas relacionadas a la industria y el transporte. De estos datos, un mecánico automotor muestra una exposición de 186.38 μg/m³, en tanto que un chofer de microbús 145.61 μg/m³ (Ortiz, et al, 1999).

Las actividades efectuadas en lugares exteriores, mostraron un nivel de exposición más bajo. Por ejemplo, el traslado de un estudiante de un lugar a otro, mostró un nivel de 117.44 µg/m³, una ama de casa registró 100.53 µg/m³ y, un policía 90.50 µg/m³. Así, en aquellas actividades de poca movilidad y en lugares cerrados la exposición fue menor.

Además de lo señalado, los niveles de contaminantes varían de acuerdo al día de la semana, y con las condiciones meteorológicas y otras variables asociadas a la dispersión de las emisiones. Respecto al comportamiento del PM₁₀, en el transcurso del día, el horario de la madrugada destaca por sus valores altos. Un ejemplo son los municipios de Tlalnepantla y

Abarca 2 km² a partir de su localización geográfica.

⁸ Los valores normados para este contaminante del aire en México, es de 150μg/m³ en 24 horas en exposiciones agudas y de 50 μg/m³ en exposiciones crónicas.

Netzahualcóyotl, situación que podría asociarse a efectos meteorológicos. Entre las horas en que se aprecian los niveles más altos están las 15 y 18 horas, que coincide con las emisiones provenientes del Lago de Texcoco. Hacia las 21 horas, cuando ya se han sedimentado y no hay demasiada actividad industrial, sus niveles se encuentran en su mínimo valor en el área metropolitana.

Algunos hallazgos de especialistas médicos encontraron que la exposición crónica al Ozono a que están sujetos los niños de la Ciudad de México no ocurre en otras partes del mundo. En casos de contingencias ambientales existe un riesgo de aumento de sintomatología hasta del 300% y los excedentes de ozono incrementan entre el 14 y 21% el ausentismo escolar. Se observa la prevalencia de 15% en bronquitis crónica, también una reducción en la función pulmonar. Por cada aumento de 50 IMECAS se aumenta en 45% la demanda de servicios médicos por asma. Con niveles altos, disminuye la función respiratoria de los niños; al pasar la concentración de menos 0.10 ppm a 0.18, se incrementa en 50% el ausentismo escolar. Además, existen registros de 850 casos de muerte prematuras, 400 mil por exacerbación del asma, 7 millones de casos de irritación de ojos y 22 mil casos de hospitalización por padecimientos en las vías respiratorias (Lezama, 2000).

En cuanto a partículas suspendidas, existe un incremento de 1% en la mortalidad por cada 10 μg/m3 de PM10. En los días con niveles altos, la función respiratoria de los niños disminuye considerablemente. La relación entre conjuntivitis y partículas menores a 10 micras es directa. Cada año por efecto de este contaminante se registran 161 muertes prematuras, 24 mil casos de exacerbación de asma, 8 mil visitas médicas de urgencia, 451 mil hospitalizaciones por padecimientos respiratorios y 24 mil casos de bronquitis aguda en niños (Lezama, 2000).

- C. Evaluación de la exposición, la cual considera valores orientativos que sirven de base para la determinación de normas, a partir de:
 - El cálculo de una Ingesta Tolerable⁹ (IT) para diversas vías de exposición, que

⁹Es una estimación de la admisión de una sustancia sobre una vida que se considera que está, sin el riesgo apreciable de salud. Puede tener unidades diferentes que dependen de la ruta de administración en la que está basada y generalmente se expresa en un periodo o base semanal. Su medición se expresa en concentraciones aerotransportadas (es decir µg o mg por m³).

- considera el uso de factores de incertidumbre aplicados, en general, a un nivel sin efecto adverso¹⁰. Se caracteriza mediante la relación dosis-respuesta.
- La estimación del IT que tiene su origen en diversos medios -aire de espacios interiores y exteriores - sobre la base de exposiciones a un conjunto de volúmenes de ingesta y de concentraciones representativas.
- La asignación de una ingesta en cada medio considerando, el peso corporal, volumen y eficiencia de absorción. Se obtiene para la población en general o en condiciones representativas, más aún, se adaptan en función de las circunstancias en el ámbito nacional o local.

En este sentido, la evaluación contiene información típica sobre la contribución relativa de concentraciones en varios medios a una dosis total para humanos, es decir, las relaciones dosis-efecto y dosis-respuesta y, valores numéricos como IT y el Valor Guía Consultivo¹¹ (VGC). Esta evaluación, relaciona principalmente la exposición de la población con el ambiente a largo plazo.

En general, no existe una metodología apropiada para la valoración de exposición. Por esta razón se han adoptado varios acercamientos basados en la caracterización de dosis-respuesta que incluye:

- La extrapolación cuantitativa a través de modelos matemáticos de la curva de dosis-respuesta para estimar la exposición o el riesgo de absorción humana probables.
- La clasificación jerárquica relativa de potencias en rango experimental.
- La división de niveles de efecto por un factor de incertidumbre.

Los pasos para el desarrollo de un indicador de IT para la población en general derivan de valores guía tales como:

 La conversión de un IT con efectos sistémicos y diferentes rutas de exposición a una unidad común y su comparación a las basadas en consideraciones de datos del tóxico, volumen, proporción de inhalación e ingestión.

¹⁰ Efecto adverso implica un cambio en la morfología, fisiología, crecimiento, y/o desarrollo de un organismo, que produce deterioro de la capacidad funcional para compensarla por tensión adicional o aumentar la susceptibilidad a efectos dañosos de otras influencias medioambientales.
¹¹ Son los volces de acceptación.

¹¹ Son los valores de concentraciones en el aire, que se derivan después de la asignación apropiada del IT entre los posibles medios diferentes de exposición. Se esperaría exposiciones combinadas de todos los medios, donde los valores no pongan en riesgo la salud.

- La asignación de un IT a varias rutas y medios basados en exposición estimada, desarrollada con base en datos de concentraciones moderadas o de las proporciones a que los humanos son expuestos. Pueden usarse valores estimados en ausencia de datos de concentraciones moderadas y proporciones de exposición total.
- Desarrollo de la toma asignada a cada medio teniendo en cuenta el peso del cuerpo, volúmenes relativos de tomas y eficacia de absorción, donde el valor se deriva sobre la base de un IT por otra ruta de exposición.

El uso de gráficos de dosis-efecto y datos de toxicidad de dosis-respuesta sirven para complementar el desarrollo del IT y valores guía. Los gráficos pueden desplegar una apreciación global del rango de información de la dosis-respuesta, pueden ir de simples presentaciones y/o efectuar gráficos para los efectos del tóxico específico como genotóxicos, toxicidad de desarrollo, dosis-duración (Who 1994).

- D. Otra técnica empleada para estimar el número de personas expuestas a contaminantes del aire, son los indicadores de Banco Mundial que se basan en las siguientes consideraciones:
 - La exposición ocurre principalmente en regiones urbanas, siendo el nivel de urbanización de un país el indicador del número de personas expuestas a la contaminación del aire por viajar en automóvil. Aunque algunas ciudades cuentan con buen ambiente, calidad del aire aceptable, además de condiciones meteorológicas y topográficas favorables según sus monitores fijos, debemos recordar que estos equipos subestiman las exposiciones personales, es decir, no se puede ofrecer inmunidad a exposiciones dentro de vehículos a lo largo del camino.¹²
 - El número de las personas expuestas a contaminantes del aire por vehículos de motor, depende del grado en que un país se motoriza¹³. Los países con niveles más altos de motorización pueden llevar potencialmente a un número mayor de personas expuestas a los contaminantes aéreos. Sin embargo, la magnitud de motorización en una ciudad, puede ser

Motorización es el número de automóviles por cada 1,000 personas o el número de automóviles por casa Diotrich and Zeli 1000)

(Dietrich and Zali, 1999).

En general, los monitores fijos son apropiados en situaciones donde las concentraciones del contaminante en el aire tienden a ser espacialmente homogéneos a lo largo de los distritos y donde la población es bastante inmóvil. La homogeneidad espacial implica que las concentraciones de contaminantes en interiores y al aire libre sean casi las mismas, situación que no se presenta en los vehículos de motor.

compensada por el nivel de control de emisiones de sus vehículos de motor.

 Otro indicador del nivel de exposición, que puede complementar a los antes citados, es el Producto Nacional Per Cápita, sinónimo del nivel de ingreso.
 Entre más alto es el nivel de ingreso mayor es su flota vehicular y por ende su nivel de exposición.

En 1990, los países con alto ingreso tenían 85.6% de la flota de los automóviles es decir, 405 millones de vehículos. Los países de ingreso medio tenían 12.7% de todos los automóviles. En contraste, los países de bajo ingreso tenían sólo 1.7% de la flota de automóviles del mundo.

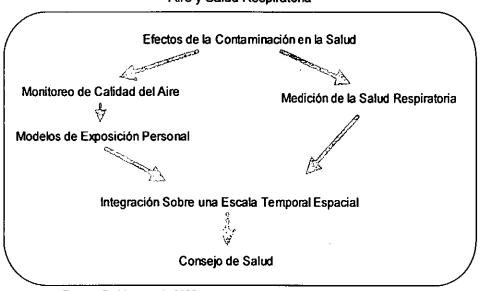
En áreas urbanas, la mayor exposición ocurre a menudo en distritos comerciales y de negocios. En algunos países desarrollados, estas áreas están diseñadas separadamente para peatones y vehículos de motor; en contraste, los países en vías de desarrollo tienen aceras estrechas o inexistentes (WHO, 1990).

- E. Recientemente, aparece el empleo de sistemas de información geográfica con modelos de dispersión (Crabbe, et al., 2000). Consiste en el uso de modelos de exposición personal combinados con sistemas de información geográfica (SIG) como se muestra en el Diagrama IV.2.2. Esta metodología considera el estilo de vida de personas, sus patrones de actividades e información recolectada a través de SIG, su exposición personal en condiciones interiores y exteriores, en este sentido identifica varios factores:
 - Personas en casa y localizaciones de trabajo.
 - Otros lugares significativos donde se pasa el tiempo regularmente.
 - Tiempo gastado por semana en cada punto de localización definido arriba.
 - Modos de viaje usados por los viajeros y propósitos, identificando rutas y anotando cualquier área de tráfico e industrial que se atraviese.
 - Distancias recorridas en cada modo de transportación.
 - Uso de combustibles domésticos en casa, para cocinar y calentar.
 - Si la persona fuma, ha fumado en el pasado o tiene a alguien que fume en casa o en el trabajo.
 - Percepción de la persona de los efectos en su salud respiratoria por elementos como irritantes o productos que producen alergias como aquellos

empleados en limpieza, mascotas, polen, polvo, humo, clima, ductos de ventilación, hongos, contaminación por tráfico e industrial, ejercicio, alergias a alimentos u otros.

Ocupación e ingreso.

Diagrama IV.2.2. Metodología y Objetivos en Apoyo a la Calidad del Aire y Salud Respiratoria



Fuente: Crabbe, et al., 2000.

La exposición personal a la calidad del aire esta modelado con base en las siguientes ecuaciones:

$$\hat{\mathbf{e}}(\mathbf{x},t) = \frac{\delta^{t} \mathbf{c}(\mathbf{x},t)dt}{t^{t} t_{1}-t_{0}}$$
 (Ecuación 1)

Donde:

x= casa, trabajo y otras localizaciones identificadas en el SIG,

t= tiempo gastado en cada localización identificado a partir del cuestionario de factores ambientales,

e= exposición a la calidad del aire en una localización dada, ya sea medida o modelada,

c= concentración de la calidad del aire en ese punto,

Ep= exposición personal total.

Entre los contaminantes que se pueden estudiar haciendo uso de esta técnica están el O₃ y PM_{10.}

La metodología para integrar información de salud respiratoria, exposición personal y calidad del aire considera los siguientes pasos:

- Identificar espacialmente a los pacientes en el SIG para usarlos en el escenario de modelos de dispersión e identificar la proximidad con estaciones de monitoreo.
- Identificar en las áreas de estudio, las estaciones de monitoreo fijo de la calidad del aire.
- Compilación de información sobre emisiones para el área de estudio.
- El uso de modelos de dispersión urbana como Arview (ADMS) que es utilizado para concentraciones de calidad del aire en la ubicación de los pacientes donde los niveles ambientales no son medidos.
- Preparación de escenarios empleando información sobre emisión y localización, de acuerdo a los registros de ubicación de pacientes y de unidades de monitoreo de calidad del aire.
- Recolección de parámetros meteorológicos para cada sitio en estudio que incluye, velocidad y dirección del viento, temperatura de la superficie y nubes que cubren.
- Comparación de los resultados estadísticos obtenidos de los modelos con las mediciones de calidad del aire.
- Cálculo de pacientes totales con exposición personal por hora diaria e intervalos de días comparado con las mediciones de monitores de la función pulmonar.
- F. Finalmente, y retomando nuevamente el método de evaluación de exposición, se hará mención más a detalle de la definición estadística de exposición total desarrollada en 1995 por Wayne Ott, (Ott, 1995) y actualizada en 1997 por el mismo autor, con participación de Zartarian y Duan. Ambos desarrollos resultan de gran interés para los fines de este trabajo (Zartarian, et al., 1997).

Esta técnica es considerada como un ejemplo de análisis holístico. Su término básico es "contacto", que implica la ocurrencia de dos eventos en el mismo lugar y tiempo, "contaminantes haciendo contacto"; vale decir la "exposición" se da cuando:

- 1. El contaminante de concentración C esté presente en una localización particular en el espacio y tiempo, y,
- 2. La persona esté presente en la misma localización y tiempo.

La forma de mostrar esto, es usando un sistema coordinado tridimensional para

representar la localización de las personas (X, Y, Z) en el espacio y tiempo T, entonces una "exposición" a la concentración C(t) se expresa de la siguiente manera,

C(t)=[persona i está presente en la localización (X, Y, Z) en el tiempo t] ∩[concentración C esté presente en la localización (X, Y, Z) en el tiempo t]

Esta definición se perfeccionó y aunque continua su énfasis en el objetivo (ser humano) ahora se direcciona al hecho de que las distintas partes del cuerpo, pueden recibir diferentes exposiciones al mismo tiempo. Aparece así el concepto "superficie de contacto", donde la concentración es especificada en un punto, es decir, es tratada como un campo o flujo en física -como gravedad- y un valor único ocurre en cada punto del espacio y tiempo, como definición estadística general, es decir,

C(t)=[punto i del objetivo es localizado (X,Y, Z) en el tiempo t]
∩ [concentración C esté presente en la localización (X, Y, Z) en el tiempo ti]

En esta definición el "contacto" es fundamental. Existe un número de diferentes formulaciones posibles con respecto al tiempo y exposición: instantánea, promedio. constante, pico y mínimo de exposición, etc. (Zartarian, et al., 1997).

La contribución básica que puede hacer a la ciencia este campo de análisis de riesgo de la salud humana, es contestar cuatro preguntas:

¿Cuánta gente dentro de la población general está expuesta a un contaminante dado?

¿Cuál es el nivel de exposición de cada persona?

¿Cuáles son las causas de la exposición de las personas?

¿Cómo puede la exposición ser alterada eficientemente por acciones regulatorias y no regulatorias?

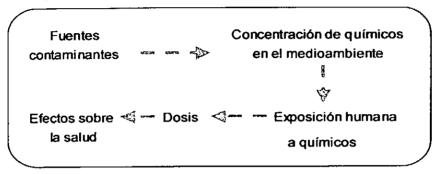
Implicada en ellas, está la importante idea de que la exposición actualmente difiere de persona a persona. Así en cualquier momento nosotros podemos imaginar una distribución de frecuencias de exposición sobre la población (Ott, 1985).

Posteriormente a las formulaciones descritas, fueron definidos nuevos conceptos, que vinieron a enriquecer estos planteamientos. Entre ellos se encuentran: La definición cuantitativa de exposición, basada en el concepto de contacto ahora entre un agente¹⁴

¹⁴ Es una entidad química, física, mineralógica o biológica que puede causar efectos nocivos en un objetivo, después de contactarlo (Zartarian, et al., 1997); aunque no todos ellos causan efectos nocivos. Este tiene dos formas una de materia y otra de energía. Para la primera la cantidad de agente por unidad de volumen es llamada concentración (partículas de materia por metro cúbico de aire). Mientras que la segunda, su cantidad medida por unidad de área es llamada intensidad.

y un objetivo¹⁵. El riesgo del ser humano está determinado, por una cadena compuesta de cinco vínculos donde cada uno depende del inmediato anterior, como se muestra en el Diagrama IV.2.3.

Diagrama IV.2.3. Modelo Conceptual de Riesgo de la Salud Humana



Fuente: Zartarian Valerie, et. al., 1997.

Es importante direccionar el intervalo de tiempo en que el contacto ocurre en un evento de exposición. Algunas referencias establecen que las exposiciones pueden ser cuantificadas por concentraciones múltiples contactadas por la duración del contacto, por lo que la unidad de exposición es la concentración multiplicada por el tiempo. La exposición integrada con el tiempo es una posible formulación, pues hay en los hechos un número diferente de ellas (Ott,1995). Entre éstas se encuentran la exposición instantáneas, promedios de exposición y picos de exposición.

En este sentido, exposición y dosis están estrechamente relacionados. Armstrong en 1992, establecía que la dosis¹⁶ puede ser medida como dosis acumulada total (exposición acumulada), calculada como la suma de los productos de dosis promedios por duraciones de los periodos de tiempo para los que ellos aplican.

Todos los conceptos relacionados -espacial y temporalmente - están construidos sobre la definición de, ξ , que es el punto de exposición instantáneo que puede ser medido como la concentración en el punto de contacto, así $\xi(x, y, z, t)$ y C(x, y, z, t) son equivalente bajo estas condiciones.

Con esta visión, se introducen tres conceptos más, que son: 1) limite de contacto¹⁷,

¹⁵ Es un objeto físico, biológico o ecológico (humanos, órganos, biológicos, edificios, paredes, árboles, o papel fotográfico); su selección depende en parte del interés de estudio.

¹⁶ Es definida como la cantidad de agente que ingresa a un objetivo (humanos, pulmones, estómagos) después de cruzar una frontera de contacto (piel, vía oral, vía nasal, paredes intestinales).

¹⁷ Es una superficie en el espacio conteniendo al menos un punto de exposición del objetivo de interés (basado en Duan et al 1989, 1990). Localizaciones que pueden incluir, el revestimiento de las paredes estomacales, la superficie de los pulmones, el exterior de los ojos, la superficie de la piel. Define exactamente que está siendo expuesto y donde, y es un concepto importante porque diferentes puntos de un objetivo pueden recibir diferentes exposiciones al mismo tiempo (Duan et. al., 1989, 1990).

que se relaciona a los componentes del objetivo; 2) zona de contacto¹⁸, que se asocia a los componentes de los agentes y, 3) definición de concentración en un punto¹⁹, que se relaciona a los componentes del contacto. A partir de estos conceptos, se construyen otros relacionados a la exposición espacial y temporal, que definen que la exposición puede variar de punto a punto de acuerdo al limite de contacto o expresar la cantidad de agente por área.

Con ellos, se puede entender y especificar conceptos de exposición adicionales como: exposición promediada espacialmente y temporalmente, exposición espacialmente integrada y promediada temporalmente; exposición espacialmente promediada e integrada temporalmente y, exposición integrada espacialmente y temporalmente.

Este tipo de conceptos tiene implicaciones prácticas, pues es costumbre en algunas evaluaciones utilizar modelos de dispersión atmosférica para predecir la "exposición comunitaria", cuando su significado no es claro, ni fueron diseñados para ello, además carecen de datos para concentraciones contactadas con los humanos vía sus actividades diarias.

Lo anterior pone en evidencia el grado de avance que tienen para las investigaciones seguidas y los resultados obtenidos, con relación a la exposición del ser humano a agentes contaminantes y en consecuencia los efectos sobre su salud. Como resultado de este proceso de investigación de los métodos existentes sobre el tema, para los efectos de este trabajo, resultan de gran importancia los dos últimos incisos de la serie de metodologías expuestas (Sistemas de Información Geográfica con Modelos de Dispersión y el Método de Evaluación de Exposición). El primero porque considera dos elementos importantes para la explicación del impacto a contaminantes, que es el uso de modelos de exposición combinado con sistemas de información geográfica, y el segundo, que es la localización de contaminantes

 $C(xi, yi, zi, t) = \lim \{ \Delta mi/\Delta Vi \} = \partial m/\partial V$

 $\Delta Vi \! \to 0$

¹⁸ Es un volumen adjunto a un limite de contacto en el que el agente tiene una alta probabilidad de contacto del límite de contacto en el intervalo de tiempo de interés. Definir una zona de contacto es importante porque todas las medidas de exposición recopiladas dentro del dispositivo, monitor personal contiene información acerca del volumen en que el agente esta contenido, que en la practica no siempre podríamos ser capaces de determinar explícitamente. Este concepto es inherente a todas las medidas de exposición.

¹⁹ Si la masa del agente contenido en el ith elemento de la zona de contacto es Δmi, la concentración de la ith elemento de la zona de contacto es ΔmilΔVi. El punto de exposición instantáneo del punto Pi es el valor límite de esta tasa en la medida en que el elemento de la zona de contacto se convierte en pequeño. Proponen la definición de concentración en un punto como esta en la ecuación

El punto de exposición instantáneo tiene unidades de cantidad de agente por volumen del medio en la zona de contacto (ejemplo mg químico / m³ de aire) (Duan et. al., 1989, 1990).

temporal y espacialmente, en combinación a la ubicación física de las personas también en el tiempo y el espacio.

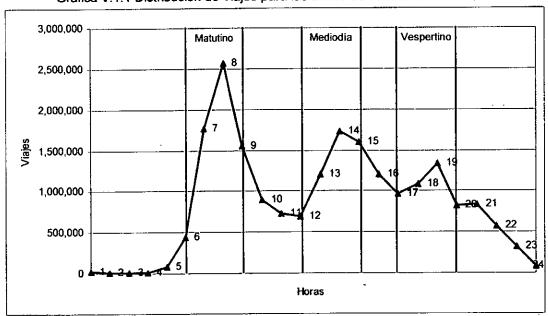
Evidenciado lo anterior, el siguiente capítulo aplica una propuesta metodológica, compatible con las carencias de información en México, o mejor dicho, por la falta de difusión de la misma. La metodología consiste, a grandes rasgos, en vincular la movilidad de la población, por modo y tipo de vehículo, a fin de obtener la ubicación física de la población en un número importante de horas al día. Además se considera el lugar donde habitan las personas susceptibles. Ambos conforman el objetivo por punto localizado, información que será comparada con los niveles de los contaminantes más abundantes en la ZMCM -O₃ y PM₁₀-.

- V. Exposición de la Población: Estructura Urbana, Población y Movilidad
- V.1 Densidad Diurna de Viajes Atraídos por Motivo de Trabajo y Escuela en la ZMCM, 1994.

Empezaremos por determinar lo correspondiente a la estimación de la densidad diurna de viajes atraídos¹. Para el cálculo de este indicador fue empleada la "Encuesta Origen Destino de los Viajes de los Residentes del AMCM, 1994", realizada por INEGI, GDF y Gobierno del Estado de México, única fuente de información disponible hasta esta fecha.

El cálculo se llevó a cabo estableciendo las siguientes consideraciones:

A partir de la distribución temporal de los viajes en el día, Grafica V.1.1. Se identificaron tres intervalos de tiempo: matutino de 6 a 9 horas, mediodía de 12 a 15 horas y vespertino de 17 a 20 horas, por ser los más representativos, ya que en éstos se registra el mayor número de viajes y por ende el mayor flujo de vehículos automotores. Dentro de éstos periodos, destaca el horario matutino como se puede apreciar en la Gráfica V.1.1 y Cuadro V.1.1, situación que responde al canon establecido de entrada a escuelas y centros de trabajo.



Gráfica V.1.1 Distribución de Viajes para las 24 Horas del Día en la ZMCM

Fuente: Elaboración propia con base en cifras de INEGI et. al, 1994.

Movimiento con un propósito específico que arriba a un área geográfica predeterminada.

Cuadro V.1.1. Viajes Efectuados en Horario Diumo por Motivo, Empleando Automotores en la ZMCM, 1994

			Num. total				
Motivos	Matutino	Mediodía	Vespertino	Otros1/	de viajes		
Ir al trabajo	2,910,272	356,857	97,879	1,263,978	4,628,986		
Regreso a casa	256,859	2,768,907	2,696,903	3,658,158	9,380,827		
Compras	91,485	280,479	87,492	495,052	954,508		
Ir a la escuela	1,878,583	470,769	85,464	417,445	2,852,261		
Social y diversión	75,415	108,308	105,243	273,960	562,926		
Relacionado con el trabajo	67,594	95,508	30,962	188,433	382,497		
Llevar a recoger a alguien	388,217	268,862	64,654	140,794	862,527		
Ir a comer	6,175	92,119	5,430	58,853	162,577		
Otro	212,075	171,692	_ 81 <u>,</u> 960	392,889	858,616		
Total	5,886,675	4,541,501	3,255,987	6,889,562	20,573,725		

1/ Incluye los viajes realizados en horas diferentes a los horarios señalados con lo cual se conforman las 24 horas del día. Fuente: Elaboración propia con base en cifras de INEGI et al, 1994.

- Con esta información, se posibilita tener un acercamiento del número y tipo de personas que se desplazan durante éstos lapsos de tiempo por diferentes motivos y las horas que requieren permanecer en cierto microambiente en función del tipo de actividad que realizan.
- Debemos tener presente que el comportamiento de los contaminantes de interés para este estudio, O₃ y PM₁₀, además de estar asociado de manera directa a las razones anteriores, responde también a condiciones meteorológicas, mismas que son determinantes de su persistencia, concentración, dispersión y transformación en el ambiente.
- Existen ciertos factores que han propiciado que los habitantes de la ZMCM tengan la necesidad de realizar un importante número de viajes y por tanto emplear algún modo de transporte motorizado terrestre. Entre los que se encuentran la gran extensión que abarca la urbe 131,529.33km², la forma de la ciudad, su división político administrativa, el uso del espacio -estructura urbana-, el patrón de concentración y/o dispersión de actividades económicas, políticas y sociales, así como los asociados a las características socioeconómicas de los individuos (edad, sexo, tipo de actividad, ingreso, etc.) y de las familias (tamaño, ingreso familiar, estilo de vida, preferencias y valores).
- En este sentido, se debe considerar "la movilidad" como la distancia recorrida y la energía consumida en el proceso (Mogridge, 1990-1997), a partir de la cual se

generan contaminantes que se depositan de manera diferenciada en esta urbe, exponiendo a la población.

Señalado lo anterior, tenemos que la forma de determinar hacia dónde viaja la población de la ZMCM, es a partir de la Encuesta Origen-Destino, 19942 (EOD), la cual se subdivide en tres partes: Hogares, Viajeros y Viajes, siendo la última, el insumo a través del cual, se realizó el análisis.

La base de datos correspondiente a Viajes cuenta con la información de los viajespersona-día³ para las 16 delegaciones del Distrito Federal y 28 municipios del Estado de México, desagregados en 135 distritos4. Además, de otros elementos tales como los propósitos⁵ de los viajes, la modalidad⁶ el tipo de transporte⁷, el horario en que se

² Fue elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática en 1994, en colaboración con el DDF (hoy Gobierno del Distrito Foderal) y el Gobierno del Estado de México.

Es la cantidad total de viajes que se realizan tomando como período un día.

⁴ Es la unión de varias AGEB, o una sola. Fue determinado tomando en cuenta homogeneidad en el uso del

suelo, características socioeconómicas y barreras físicas (naturales o artificiales)
⁵ Es la razón de efectuar un viaje. Se identifican dentro de este: Ir al trabajo, cuando una persona se traslada hacia su empleo o negocio, tal como una oficina, tienda o fábrica; regresar a casa, es el viaje al lugar de residencia de la persona, ir a la escuela, es el viaje de un estudiante a la escuela o facultad; Ir de compras, el traslado a la tienda, mercado, etc., para comprar cosas; ir a comer, cuando la persona se traslada a comer a un sitio específico; social-diversión, el viaje realizado con un propósito social o recreativo durante el cual no hay relación de trabajo o negocios personales; relacionado con el trabajo, incluye viajes realizados para actividades que se consideran como parte de un empleo para una persona; llevar a recoger a alguien, incluye viajes para recoger o dejar a una persona o más personas en un lugar específico; Otro propósito, incluye todos los diferentes motivos o propósitos que no se han considerado.

⁶ Es la agrupación de modos de transporte por tipo de servicio; existen tres: Transporte público, se refiere a los viajes que se realizan utilizando uno o más de los siguientes modos: Ruta 100, Trolebús, Metro, Colectivo, Taxi y Suburbano. Transporte Privado, se refiere a los viajes que se realizan utilizando uno o más de los siquientes modos: Automóvil, Moto, Bicicleta y otro, y Transporte Mixto, se refiere a los que se realizan combinando, modalidad pública y privada.

Entre los tipos se conocen el Autobús Urbano Ruta 100 o Suburbano. Vehículo automotor de combustión intema y capacidad de 30 asientos o más en el cual viajan sentados o parados, siguiendo una ruta específica y abordando o descendiendo en lugares señalados como paradas de autobús. Trolebús, vehículo automotor eléctrico con ruta fija; tiene ruedas de hule, toma la electricidad de las líneas tendidas para tal fin, su capacidad de pasajeros sentados es de 45. Metro, Transporte colectivo automotor eléctrico con ruedas de hule y metal, se desplaza sobre rieles de ruta fija y cuenta con estaciones terminales e intermedias con correspondencia de sus diferentes líneas, cuenta con 6 o 9 vagones y tiene gran capacidad de pasajeros, opera en línea subterránea, elevada o en superficie, sin cruzarse con calles o ejes viales. Tren ligero, transporte público automotor eléctrico, que se desplaza sobre rieles en ruta fija con 2 vagones articulados. Colectivo, vehículo automotor con capacidad de 10 a 23 asientos, en el cual viaja sentado o parado, sigue una ruta específica, tiene ascensos y descensos de usuarios a lo largo de la misma. Taxi, vehículo automotor de combustión interna tipo automóvil para alquiler, existen dos tipos: taxi de sitio, que es el que toma su pasaje en una base y no tiene una ruta definida y taxi libre es el que circula por las calles para ofrecer su servicio y que tampoco tiene una ruta definida. Automóvil, vehículo automotor con capacidad de hasta 10 asientos, con motor de combustión interna, el cual sirve fundamentalmente para transporte de personas; sus dimensiones son menores a los de otros vehículos automotores. Motocicleta, vehículo automotor de 2 ruedas con motor de combustión interna, transporta hasta 2 personas incluyendo al conductor, en ocasiones se les instala un tercera rueda y un aditamento para llevar otra persona, o bien carga. Motoneta, vehículo automotor de combustión interna de dos ruedas para transportar a una persona y en algunos modelos hasta dos incluyendo al conductor, su capacidad de transporte y de motor así como su velocidad son menores que los de una motocicleta.

realizan, el número de ocupantes por vehículo, la distancia-tiempo de recorrido y el costo derivado de tales movimientos.

Sin embargo, antes de continuar con un mayor detalle sobre la sub-base de viajes, es conveniente hacer algunas precisiones en términos generales respecto a la EOD, principalmente sobre aquella información que servirá de fundamento para el desarrollo del presente trabajo.

De acuerdo a la Encuesta, del total de viajes⁸ realizados en 1994 por los residentes de la ZMCM (20'573,725 viajes al día), las unidades político-administrativas⁹ con mayor atracción de viajes fueron: Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Ecatepec, Benito Juárez, Coyoacán, Miguel Hidalgo y Naucalpan. En tanto que a nivel distrito destacan: Zócalo, Zona Rosa, San Ángel Inn, Chapultepec, Del Valle, Lindavista y Balbuena, como principales destinos (Ver Mapa V.1.1).

NO. DISTRITO

1 Zócalo
2 Zona Rosa
3 Buena Vista
6 Morelos
7 Condesa
8 Chagultapec
11 Anàhusc
15 El Rosario
17 Lindavista
28 La Villa
29 Romero Rubio
32 Pantitlán
33 Balbuena
33 Palacio de los Deportes
40 Del Valle
41 Ciudad de los Deportes
42 Vertiz Narvarte
44 San Angel Inn
52 Ejercito Constitucionalista
64 Ciudad Universitaria
74 Coapa
85a Satélite

Mapa V.1.1
Principales Distritos de Atracción de Viajes de la ZMCM, 1994

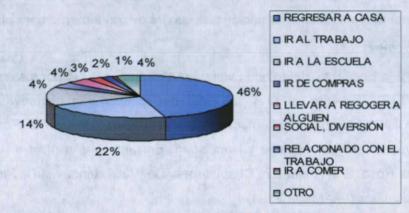
Fuente: Elaborado por José Castro y Lina Tavera, con base en información del INEGI et al, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México. Por su parte, y como se detalló en el Cuadro V.1.1, los propósitos por los

⁹ Para fines de la encuesta, se refiere a un municipio conurbado o una delegación.

Significa un movimiento motorizado con un propósito específico: Cuando una persona utiliza una serie de diferentes modos de transporte para llegar a un destino con un propósito definido, las series de modos de transporte son consideradas como un viaje.

cuales se desplazan los residentes de la ZMCM, son nueve, cuya importancia se hace patente al observar la Gráfica V.1.2.

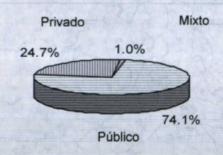
Gráfica V.1.2. Participación Relativa de los Viajes de los Residentes del ZMCM, Según Propósito, 1994.



Fuente. Elaboración propia con base a la información de INEGI, 1994.

Los viajes, se realizaron empleando alguna modalidad de transporte, que se integran por tres tipos como se muestra en la Gráfica V.1.3, donde además, se aclara el peso relativo que cada uno tiene, en la movilidad cotidiana de la población.

Gráfica V.1.3. Cobertura por Modalidad de Transporte



Fuente. Elaboración propia con base a la información de INEGI, 1994.

De los 15,238,465 viajes efectuados en transporte público (74.1%), estos fueron realizados de dos maneras, por un lado, utilizaron en su mayoría (71.4%) un sólo tipo de vehículo, y por la otra, combinaron el uso de dos o más tipos de transporte que representaron el restante (28.6%). En función de su cobertura y considerando en particular aquellos llevados a cabo mediante un vehículo se generó la Gráfica V.1.4 en ella se muestra cual fue la participación relativa de cada uno de éstos.

Situación similar se presenta en los viajes hechos empleando transporte privado (5,082,075 correspondiente al 24.7%), con la salvedad que su gran mayoría (99.9%) se hizo a través de un sólo tipo de vehículo. En la Gráfica V.1.5. se puede visualizar la proporción de cobertura de cada uno.

Metro **Bicicleta** Motocicleta 3.3% 0.1% Trolebus 1.1% Taxi 0.4% 4.0% Autobús urbano 4.5% Automóvil Colectivo 23.5% 56.9%

Gráfica V.1.4. Cobertura del Transporte Público Gráfica V.1.5. Cobertura del Transporte Privado

Fuente: Elaboración propia con base a la información de INEGI, 1994.

Resulta interesante observar que, de acuerdo a la cobertura de viajes por las modalidades ya descritas, los dos tipos de vehículo que tienen el mayor porcentaje, sin lugar a dudas, son el automóvil y el colectivo. Ambos posibilitan un importante movimiento de personas dentro de la ZMCM. De ahí surge como cuestionamiento el tratar de entender cuál ha sido el papel o influencia que cada uno ha jugado en el crecimiento de la ciudad, es decir, en el uso de la tierra y potencialidad de desarrollo. Situación en la que también está presente el costo de los viajes medidos en términos monetarios y de tiempo denominados costos generalizados.

Es importante señalar que el modelo de expansión física seguido en la ZMCM muestra una tendencia radial a lo largo de las principales vías de comunicación interurbana. Se ha configurado como aparición de manchas urbanas, con base en diversas formas de especulación de la tierra, lo que supone una mayor accesibilidad. En este proceso han quedado inmersos los pueblos y asentamientos que circundaban a la ciudad central. En esta compleja reconfiguración espacial, el automóvil privado surge como el elemento que ha contribuido a la expansión física y por ende, ha sido el principal estructurador de la ciudad (Graizbord et al, 1999a).

Existen sospechas de que los colectivos cumplen un papel similar, ya que los asentamientos irregulares proliferaron a partir de la extensión de nuevas rutas de los mismos. Además, está el hecho de su establecimiento en zonas localizadas en la

periferia, donde los predios tiene un costo generalmente más bajo y por ende atraen más población (Islas, 2000).

Siguiendo está lógica, empezaremos por analizar al automóvil, que si bien resulta importante por su número, no lo es así en cuanto a la cobertura de viajes. Sin embargo, existe un fomento a su uso, mediante la construcción de infraestructura del transporte, con el fin, de facilitar el movimiento de la población en general y, de la fuerza de trabajo en particular. Además, tiende a reducir los costos generalizados de viajes (usualmente por la reducción de tiempo de la jornada), y como consecuencia, aumenta la presión de expansión de la ciudad que se refleja en nuevos modelos de accesibilidad. Asimismo este vehículo ofrece ventajas sobre otros modos en cuanto a comodidad, movimiento relativamente más flexible dentro de la ciudad. De ahí que no sorprenda el hecho de que su número crezca más rápido que la población de la zona.

El otro tipo de transporte, es decir el colectivo, también ha ido ganando terreno en la cobertura de viajes realizados dentro de la ZMCM, debido a la falta de cobertura y reinversión en transporte público y a la mala planeación del STC-Metro –volúmenes de usuarios muy por debajo de los estándares que recomienda la construcción de algunas líneas y en otras su saturación excesiva-. En general, los colectivos han sabido aprovechar la retirada gubernamental del transporte público, creciendo anárquica e impresionantemente (Islas 2000). Esta situación que se reconoce en el "Programa Integral de Transporte y Vialidad 1995 – 2000", al señalar que en 1998 este tipo de transporte ya cubría el 58.6% del total de viajes, lo cual denota, la relevancia que tiene aún con su baja capacidad en el traslado diario de personas.

Ante lo descrito, destaca el peso relativo tan importante que tienen ambos tipos de transporte en la posibilidad de intercambio de personas y energéticos. Siendo precisamente, esta situación la que genera contaminación al ambiente – impresionante en sus cifras de volúmenes y en la complejidad del fenómeno-, en particular debemos tener presente sus consumos de energía, velocidad y distancia viajada, así como los años de antigüedad de los vehículos en términos de su vida útil.

La velocidad a la que puede circular un vehículo automotor es otro factor determinante en la estimación de emisiones, dado que los factores se reportan en gramos/kilómetro. Así, tanto las velocidades bajas resultan en emisiones mayores porque toma más tiempo cubrir una distancia, como en velocidades mayores también se incrementan las emisiones

(Alvarez y Perrusquia, 1998). En este sentido, trayectos cortos con congestionamientos pueden ser tan contaminantes como los viajes largos a lugares con poca densidad.

Señalado lo anterior, y regresando a la finalidad de este apartado que es examinar el segmento de la EOD referida a "Viajes" para determinar la densidad de viajes atraídos, se estableció, en primer lugar, el procedimiento y criterios seguidos para el análisis y depuración de la información. En segundo lugar, se muestran los resultados obtenidos de este análisis, es decir, los viajes atraídos por distrito, por propósito (ir al trabajo e ir a la escuela) y modo de transporte empleado -público y privado-. Cabe señalar que el modo de transporte contempla los viajes realizados en automóvil y colectivo, que incluyen tanto los efectuados de manera individual como su combinación con otros tipos, siempre y cuando se utilice un colectivo en el último tramo del viaje. Asimismo, y con el fin de tener el panorama general, también se incluirán el total de transporte motorizado.

Toda la información corresponderá al horario diumo ya descrito, el cual se encuentra establecido dentro de la propia estructura de la Encuesta. En complemento a éste existe un horario adicional denominado "otro", que considera las horas no incluidas en la clasificación principal. La sumatoria de ambos posibilita obtener el total de viajes realizados durante las 24 horas del día. Sin embargo, para los propósitos del presente análisis no fue considerado este último lapso de tiempo ante la irregularidad en su continuidad y, sobretodo, a porque que incorpora horas con viajes poco representativas.

Por su parte, la selección de los motivos se dio con base a la importancia relativa que ambos revisten dentro del total, después de considerar el regreso a casa.

Ahora bien, en lo referente a la información que conforma la base de viajes, ésta se encuentra agrupada en una matriz de 38 columnas por 57,317 filas, misma que fue seleccionada y depurada hasta sólo obtener las variables necesarias para los fines y objetivos esperados de este ejercicio. Durante este proceso fueron realizados los siguientes pasos:

1. Del total de datos de esta matriz, se hizo la separación de lo correspondiente a los propósitos de análisis: ir al trabajo, que en la propia base se denomina Motvia1, e ir a la escuela Motvia 4, como resultado de esta depuración, se obtuvieron 2 bases, la primera MOT1 de 38 columnas y 11,141 filas y la segunda MOT4 con el mismo número de columnas pero con 14,020 filas.

Este primer proceso de selección y depuración de variables permitió observar algunas imprecisiones en su denominación y contenido. Una de ellas es que el lugar de origen coincide con la especificación del lugar de destino, razón por la cual sólo se consideró a esta última por ser la de interés para este trabajo. Otras series que también fueron desechadas por ser redundantes son: "periodo" que corresponde al horario; "motvia" que es el propósito del viaje; "lugdes" lugar de destino o y "pubpri" que es la modalidad. Lo anterior, se hizo siempre con el objetivo de tener una base de datos manejable, quedando conformada de acuerdo al siguiente listado:

VARIABLE	SIGNIFICADO
SECVJE	identificador de viaje
SECPER	identificador de viajero
DISORI	Distrito origen
DISTES	Distrito destino
HORORI	Hora al inicio del viaje
MINORI	Minuto al inicio del viaje
HORDES	Hora al destino del viaje
MINDES	Minuto al destino del viaje
ESTING	Estación de ingreso al metro
ESTEGR	Estación egreso al metro
GASCOL	Gasto en colectivo (nuevos pesos)
GASTAS	Gasto Taxi (nuevos pesos)
GASSUB	Gasto Suburbano (nuevos pesos)
GASTRC	Gasto TRAC ¹¹ (nuevos pesos)
GASOTA	Gasto otros (nuevos pesos)
SECMOD	Secuencia de modos ¹²
NUMACO	Numero de acompañantes
NUMCUA	Numero calles para llegar al destino final
FACTOR	Factor expansión 13

- 2. Durante este paso, se procedió a separar de cada base, los viajes que emplearon para su realización tanto medio de transporte público como privado (automóvil y microbús o su combinación) siempre bajo la lógica ya descrita. Se generó así una segunda subdivisión, a partir de la cual se obtuvieron cuatro bases.
- 3. Posteriormente, se procedió a su ordenación por horario de realización de los viajes, además, se creó la variable (MINVIAJ)¹⁴ que representa el resumen del

Los lugares de destino se clasifican de acuerdo a esta encuesta y siguiendo el orden de registro: hogar; oficina; fábrica; taller laboratorio; escuela; centro comercial; tienda o mercado; otra vivienda; hospital, clínica o consultorio; restaurante, bar, fonda, lonchería, cafetería; deportivo, gimnasio; parque, centro recreativo; y otros.

¹¹ Corresponde al transporte alterno concesionado

Considera los diferentes modos de transporte: 1. Ruta 100, 2. trolebús, 3. metro, 4. bicicleta, 5. automóvil, 6. moto, 7. colectivo, 8. taxi, 9. suburbano, A. transporte alterno concesionado, B. otro
 Es igual al número de viajes realizados

¹⁴ La estimación de la variable denominada MINVIAJ se hizo a través del siguiente despeje:

tiempo en minutos empleado para el traslado del lugar de origen al de destino. Su construcción se hizo con objeto de no perder dicha información durante el proceso de agrupación, y que pueda servir de base para la realización de otros análisis.

Un caso curioso, que es importante resaltar, es que a raíz de su revisión se pudieron detectar algunas diferencias existentes entre los periodos de tiempo en el traslado de personas que se mueven al interior de un mismo distrito¹⁵, cuya posible explicación radica en que no existen modos apropiados de interacción dada la traza de la estructura urbana, problemas de congestionamiento, la poca fuerza de atracción o, inclusive, a que son zonas no representativas.

Como producto de este tercer paso, se generaron 12 bases de datos que contemplan propósitos de viajes, modo de transporte y horario de realización.

- 4. Creadas éstas, se procedió a obtener las sumatorias de cada variable por distrito de destino. Es menester recordar, que nuestro interés es obtener los viajes atraídos por distrito que corresponden a aquellos puntos de la ciudad donde se concentra un importante número de individuos, dada su jerarquía por sus flujos e interacciones.
- 5. Como resultado de esta última agrupación, fue posible hacer una segunda depuración de columnas. Entre ellas se eliminaron, justamente las cuatro variables base de construcción de MINVIAJ y que son "horori", "minori", "hordes" y "mindes". Esta reunión permitió generar dos variables adicionales, HORVIAJ que son las horas empleadas por viajar del distrito de origen al de destino y GASTOT que es el gasto total erogado por emplear transporte publico principalmente. Un dato interesante, es el peso relativo tan significante que tiene el gasto realizado por el uso de colectivos, respecto del gasto total.
- 6. La base final quedó conformada por doce cuadros que contienen una matriz de 6 columnas y 135 filas. Resulta importante aclarar que si bien durante el proceso, fue posible la generación de las tres variables señaladas, lo anterior se hizo buscando no perder esta información que pudiera ser de utilidad para futuros análisis.

Horario de destino-horario de origen = R * 60 = minutos totales; procedimiento que también se repite para el cálculo de los minutos pero sin multiplicar por 60, es decir, minutos de destino- minutos de origen =R1, finalmente, se suma R+R1 y nos da los minutos totales empleados por cada tipo de viaje.

¹⁵ Existen rangos de tiempo muy variables que oscilan entre 5 minutos hasta una hora, existen casos excepcionales en donde se alcanza hasta una o dos horas y media, tal es el caso de Santa Lucia, Tlatelolco, Anáhuac y Campo Militar.

Establecido lo anterior, los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro V.1.2, esto con el fin de tener un primer acercamiento y destacar su importancia.

Cuadro V.1.2. Principales Resultados por Propósito de Viaje, Modo de Transporte y Horario

		Pro	pósito ir al	trabajo			Prop	ósito ir a	la escuela				
Modo-					Núm de					Núm d	je	Total	de
horario	Minviaj	Horviaj	Gastcol	Gastotal 2/	Viajes	Minviaj	Horviaj	Gastcol	Gastotal	Viajes	_ '	viajes 3/	1
Total 1/	1,300,546	21,676	1,959,101	2,857,644	3,365,008	683,827	11,397	818,415	1,171,335	2,434,81	16	13,684,	163
Matutino	1,144,299	19,072	1,727,089	2,494,942	2,910,389	522,723	8,712	599,952	902,122	1,878,58	33	5,886,	675
Mediodia	124,105	2,068	193,585	298,905	360,535	135,022	2,250	187,463	218,213	470,76	39	4,541,	501
Vespertino	32,142	536	38,427	63,797	94,084	26,082	435	31,000	51,000	85,46	4	3,255,	987
Colectivos	794,273	13,238	1,822,931	1,984,521	1,876,221	291,596	4,860	776,535	796,940	1,543,54	19	7,481,	372
Matutino	705,473	11,758	1,613,544	1,755,494	1,637,466	210,750	3,513	570,192	587,657	1,135,92	25	3,283,	292
Mediodia	73,434	1,224	175,485	187,005	199,583	71,367	1,189	178,048	180,988	361,23	31	2,615,	156
Vespertino	15,366	256	33,902	42,022	39,172	9,479	158	28,295	28,295	46,39)3	1,582,	924
Automóvil	254,674	4,245	n.a	n.d	840,766	91,817	1,530	n.a	n.d	437,93	33	3,165,	905
Matutino	225,836	3,764	n.a	n.d	727,822	82,168	1,369	n.a	n.d	400,96	39	1,506,	165
Mediodia	19,792	330	n.a	n.d	74,600	4,578	76	n.a	n.d	19,25	4	875,	738
Vespertino	9,046	151	n.a	n.d	38,344	5,071	85	n.a	n.d	17,71	0	784,	002

^{1/} incluye la sumatoria de lo correspondiente a los dos modos de transporte -público y privado-.

Fuente. Elaboración propia con base en la información del INEGI, et al, 1994.

Debe destacarse la importancia de la movilidad que se realiza en el horario matutino, en los movimientos realizados por ir al trabajo y a estudiar. Además, es notable el peso relativo tan significante que tienen los colectivos en su uso comparados con el resto de tipos de transporte. Su importancia en la cobertura de viajes radica, quizá, en su disponibilidad inmediata para realizar viajes completos o servir de complemento a otros modos como el STC Metro. En efecto en las estaciones terminales o intermedias existe un importante número de paraderos, lo que sirve al viajero para acceder a su destino final. Es en este trayecto en donde se promueven congestionamientos, bajas velocidades y un volumen considerable de emisiones de gases, cuya contribución en las emisiones totales es significativa y creciente (Ver Figura V.1.1).

Adicionalmente, está presente la facilidad que tienen los colectivos para desplazarse, sin importar el lugar o la distancia dentro de la ZMCM, éstos han sabido aprovechar la demanda no cubierta por el transporte público, el abandono de la inversión gubernamental, y la falta de características necesarias en algunos distritos para la circulación de transportes de mayor tamaño. Este tipo de consideraciones, es parte de las ventajas y oportunidades con que cuentan los colectivos y, explican en parte el porqué

^{2/} No incluye abono de transporte.

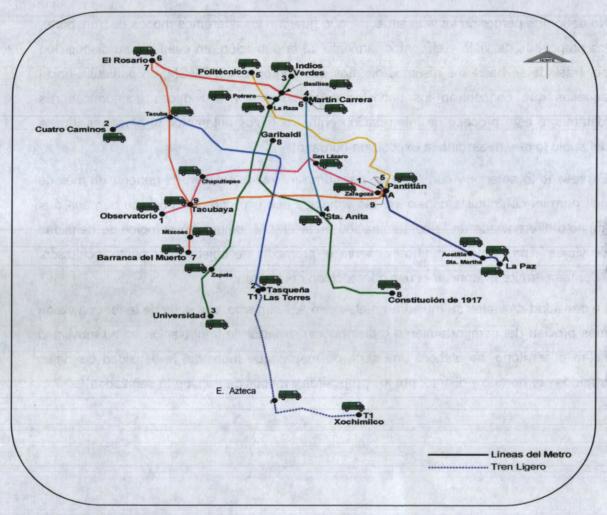
^{3/} No considera los viajes realizados en el horario de otros

n.a no aplica.

n.d dato no disponible.

siguen creciendo en número. Lo anterior, lleva a pensar que este tipo de servicio ha ido creciendo en relación directa a la expansión de la ciudad.

Figura V.1.1. Localización de Paraderos de Colectivos en las Principales Líneas del Metro en la ZMCM.



Fuente: COMETRAVI, 1996.

Por otra parte, el transporte privado, en particular el automóvil en 1994, cubría sólo 25% de los viajes por motivo de ir al trabajo y 18% por ir a la escuela. Sin embargo, es innegable su participación y creciente incremento en número lo que también conlleva a congestionamientos y, consecuentemente, a la generación de contaminación en el ambiente.

La mayoría de la población ve en la posesión de un automóvil la seguridad y mejor opción de traslado, inclusive la única, ante las deficiencias del transporte público. Por esta razón, lo utilizan a pesar de los altos costos directos que genera la falta de vialidades, la

anarquía de circulación en horas de máxima demanda, los problemas de estacionamiento, la corrupción latente de organismos relacionados con el tránsito de vehículos, las verificaciones anticontaminantes, y un sin fin de problema alrededor de este medio de transporte (Islas, 2000).

No debemos perder de vista la situación que guardan los diferentes modos de transporte, los propósitos de viaje y el comportamiento de la población, en cuanto a su disposición por trasladarse hacia los distintos distritos que conforman la ZMCM, en particular hacia aquellos que concentran los servicios educacionales y actividades económicas. Es justamente este proceso de interrelación entre vehículos automotores, personas y usos del suelo lo que determina la exposición humana.

Expresado lo anterior y con el fin de dar cumplimiento al objetivo de generar un método que permita contribuir a considerar las variables que explican la exposición humana o el impacto diferenciado de la contaminación en la ZMCM, se generó el índice de densidad de viajes¹⁶, mediante el cual se observa el promedio de objetivo por punto localizado. Además permite evidenciar el uso diferenciado del territorio¹⁷.

La densidad de viajes se muestra en el Anexo A. Asimismo, con el fin de tener una visión más precisa del comportamiento o distribución espacial de la población en su movilidad sobre el territorio, se elaboró una serie de mapas que muestran la densidad de viajes atraídos por horario y distrito, por los propósitos y modos de transporte señalados¹⁸.

¹⁷ Cabe mencionar, que la base de datos empleada para la obtención de este indicador corresponde a la EOD, en particular, sus datos sobre el número de viajes por distrito así como a la información cartográfica proporcionada por el Observatorio Urbano de la Ciudad de México (OCIM).

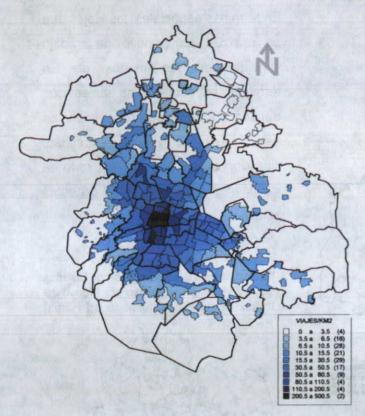
¹⁶ El cálculo de la densidad de viajes se obtiene al dividir el número de viajes de cada distrito entre la superficie urbana de cada uno de ellos.

proporcionada por el Observatorio Urbano de la Ciudad de México (OCIM).

18 La cartografía digitalizada por AGEB fue proporcionada por el Observatorio de la Ciudad de México
Universidad Autónoma Metropolitana –Azcapotzalco y Centro de la Vivienda y Estudios Urbanos (OCIM-UAM-A/CENVI).

Mapa V.1.2

Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Servicio Público y Privado, por Motivo de Trabajo en Horario Matutino (6 A 9 Horas)

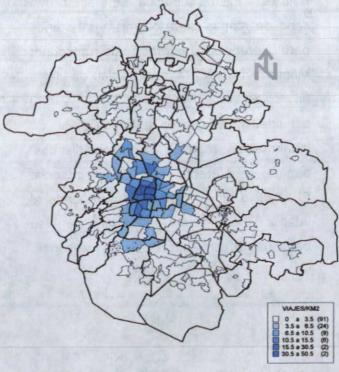


En el Mapa V.1.2, referido a la densidad de viajes atraídos por distrito en la ZMCM en servicio público y privado, por motivo de trabajo en horario matutino, se observa el papel principal que juegan los distritos del Zócalo (303.21 viajes/km²), Zona Rosa (276.60), Morelos, Chapultepec, Del Valle. Condesa V Evidentemente son los centros concentradores de empleo en comercio y servicios y, para el caso del Zócalo, aún la prevalencia de

Mapa V.1.3

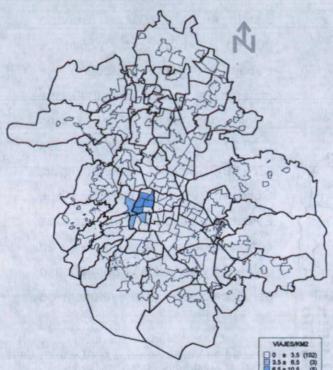
Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Servicio Público y Privado, por Motivo de Trabajo en Horario de Mediodía (12 a 15 Horas)

El predominio de estos distritos, se hace patente también al observar los Mapas V.1.3 y V.1.4 correspondientes al mismo indicador pero en los horarios de mediodía y vespertino.



Mapa V.1.4

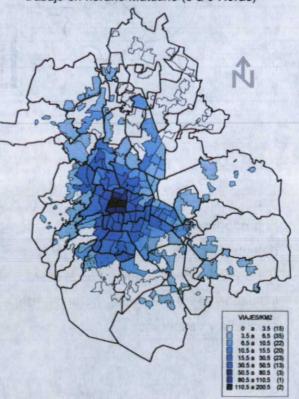
Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Servicio Público y Privado, por Motivo de Trabajo en Horario Vespertino (17 a 20 Horas)



Bajo esta misma temática, se elaboró una serie de mapas para los mismos horarios pero diferenciados por modo de transporte: Mapas V.1.5 - V.1.7 de densidad de viajes en colectivo y Mapas V.1.8 - V.1.10 densidad de viajes en automóvil. Así, de igual manera, resaltan los mismos distritos, aunque en diferente orden de importancia. El objetivo de su elaboración responde al interés por observar cuál es su participación en el traslado de personas,

En términos espaciales, los viajes que se realizan por motivo de trabajo considerando los modos de En términos espaciales, los viajes que transporte motorizado responden, en este caso, a una centralidad, situación que puede ser resultado de los niveles de accesibilidad de estas zonas.

Mapa V.1.5
Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM, en Colectivo por Motivo de trabajo en horario Matutino (6 a 9 Horas)



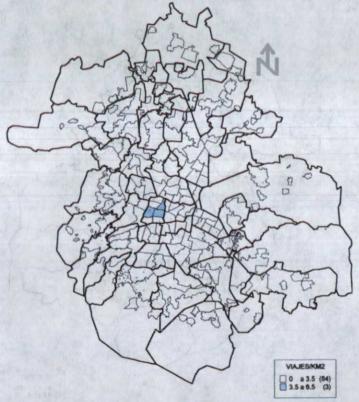
Mapa V.1.6
Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la
ZMCM, en Colectivos por Motivo de Trabajo en
Horario Mediodía (12 a 15 Horas)

además la forma en cómo se apropian del espacio que se encuentra marcado, como ya se ha señalado, por problemas de contaminación y sobretodo, la exposición tanto de la población usuaria, como de la asentada en estos distritos.

VIAJESKM2
0 a 35 (108)
35 a 65 (14)
65 a 10.5 (2)

Mapa V.1.7

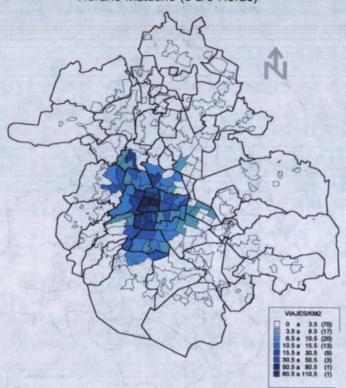
Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Colectivo por Motivo de Trabajo en Horario Vespertino (17 a 20 Horas)



Fuente: Elaborado por José Castro y Lina Tavera, con base en información del INEGI, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México.

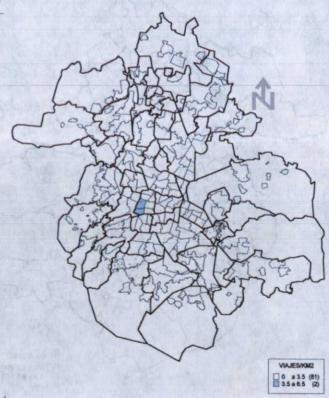
Mapa V.1.8

Densidad de Viajes Atraídos por Distrito de la ZMCM en Automóvil por Motivo de Trabajo en Horario Matutino (6 a 9 Horas)



Mapa V.1.9

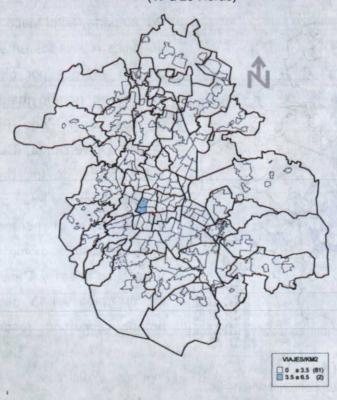
Densidad de Viajes Atraídos por Distrito de la ZMCM en Automóvil por Motivo de Trabajo en Horario Mediodía (12 a 15 Horas)



Fuente: Elaborado por José Castro y Lina Tavera, con base en información del INEGI, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México

Mapa V.1.10

Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Automóvil por Motivo de Trabajo en Horario Vespertino (17 a 20 Horas)

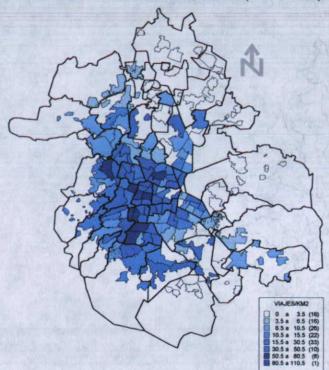


Fuente: Elaborado por José Castro y Lina Tavera, con base en información del INEGI, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México

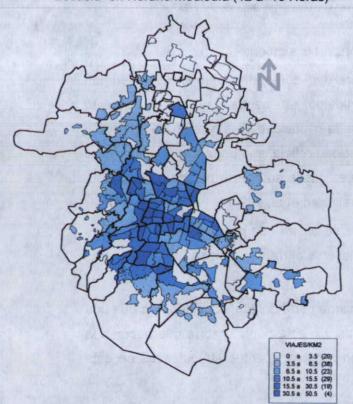
Retomando la información descrita, se puede concluir lo siguiente:

- La Delegación Cuautémoc mantiene su centralidad, comportamiento al cual se suman las delegaciones Benito Juárez y Miguel Hidalgo. La "centralidad" es un concepto original de la teoría del lugar central e indica la capacidad de atracción de un área o punto con respecto a los demás. Dicha capacidad refleja la importancia relativa de las actividades ahí localizadas, para inducir viajes desde su área tributaria o hinterland, más amplia que su área vecinal contigua (Graizbord et al, 1999b).
- La centralidad de estas unidades territoriales se basa en la necesidad que tienen los individuos del área metropolitana para desplazarse al trabajo, que se ubican en estas unidades político administrativas.
- La población se concentra en estos puntos buena parte del día, considerando que una jornada de trabajo normal, equivale a 8 horas. En este punto, habría que hacerse la pregunta ¿Cuál será el grado de exposición a contaminantes atmosféricos de esta población?.

Mapa V.1.11
Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la
ZMCM en Servicio Público y Privado, por Motivo de
Escuela en Horario de Matutino (6 a 9 Horas)



Mapa V.1.12
Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la
ZMCM en Servicio Público y Privado, por Motivo de
Escuela en Horario Mediodía (12 a 15 Horas)

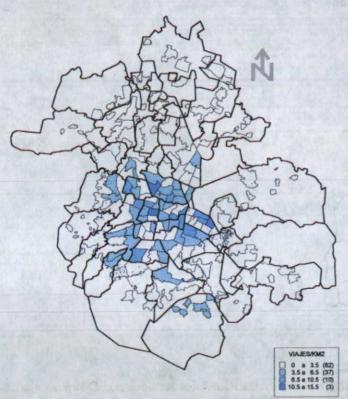


Por su parte, en el Mapa V.1.11, densidad de viajes realizados en servicio público y privado atraídos por distrito, motivo de escuela en horario matutino, sobresalen distritos como Zona Rosa, Del Valle, Ciudad Universitaria (CU), Anáhuac, La Villa, Ciudad de los Deportes, Satélite, Viveros, Zócalo y Politécnico. En el Mapa V.1.12, para el horario del mediodía destacan distritos como C.U., Zócalo, La Villa, Buenavista y Pantitlán. Por último, en el Mapa V.1.13, que corresponde al horario vespertino, resaltan Zona Rosa, Zócalo y Anáhuac. Si bien se repiten algunos distritos. éstos muestran diferencias en su atracción de viajes de acuerdo al horario. La actividad escolar presenta un patrón espacial más disperso.

Fuente: Elaborado por José Castro y Lina Tavera, con base en información del INEGI, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México

Mapa V.1.13

Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Servicio Público y Privado, por Motivo de Escuela en Horario Mediodía (12 a 15 Horas)



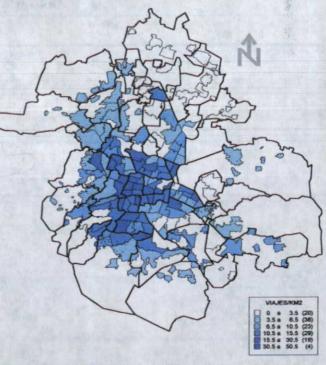
Mapa V.1.14

Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la

ZMCM en Colectivo, por Motivo de Escuela en

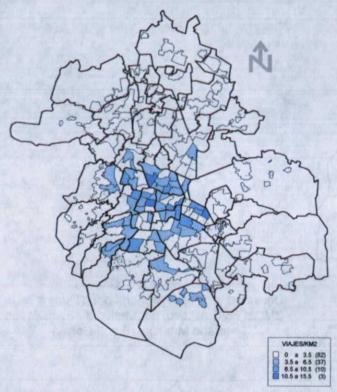
Horario Matutino (6 a 9 Horas)

En relación a los Mapas V.1.14 al V.1.16, de densidad de viajes atraídos por escuela, empleando colectivos, destacan por su importancia en el horario matutino los distritos Anáhuac, Zona Rosa, CU, Zócalo, Lindavista, El Rosario, Palacio de los Deportes y Satélite. En el horario de mediodía aparecen Zona Lindavista. CU Ejercito y Constitucionalista y para el vespertino Zona Rosa y Zócalo.

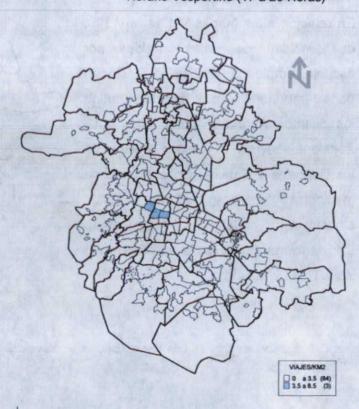


Fuente: Elaborado por José Castro y Lina Tavera, con base en información del INEGI, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México.

Mapa V.1.15
Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la
ZMCM en Colectivo, por Motivo de Escuela en
Horario Mediodía (12 a 15 Horas)

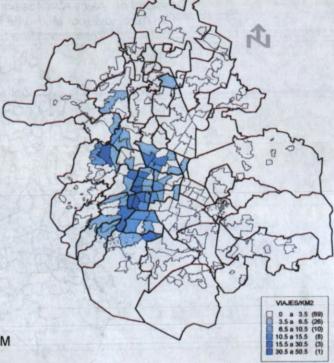


Mapa V.1.16
Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la
ZMCM en Colectivo, por Motivo de Escuela en
Horario Vespertino (17 a 20 Horas)



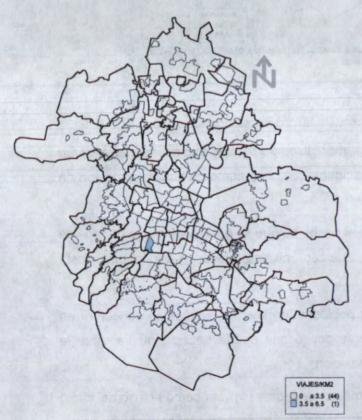
Mapa V.1.17
Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la
ZMCM en Automóvil, por Motivo de Escuela en
Horario Matutino (6 a 9 Horas)

Por último, para los Mapas V.1.17 al V.1.19, que incumben a la densidad de viajes atraídos usando automóvil, se distinguen en el horario matutino, los distritos Del Valle, Condesa, Ciudad de los Deportes, Satélite, Vertíz Narvarte, La Villa y Coapa. Al mediodía se centra en los distritos Del Valle, Romero Rubio y Buena Vista y, para el horario vespertino, los distritos atrayentes de viajes son Condesa, Anáhuac y Vertiz Narvarte.



Mapa V.1.18

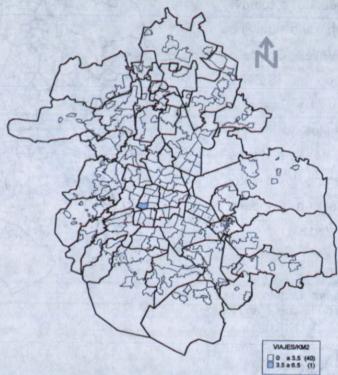
Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Automóvil, por Motivo de Escuela en Horario Mediodía (12 a 15 Horas)



Fuente: Elaborado por José Castro y Lina Tavera, con base en información del INEGI, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México

Mapa V.1.19

Densidad de Viajes Atraídos por Distritos de la ZMCM en Automóvil, por Motivo de Escuela en Horario Vespertino (17 a 20 Horas)



Fuente: Elaborado por José Castro y Lina Tavera, con base en información del INEGI, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México

En lo que compete al propósito de ir a la escuela las conclusiones son:

- Aunque existe una distribución espacial más dispersa de este tipo de instalaciones en la ZMCM, siguen presentes las delegaciones centrales como puntos de atracción de viajes, pero no con un peso importante.
- Esta distribución espacial corresponde al hecho de que se consideran tanto centros de enseñaza pública y privada que abarcan niveles desde pre-primaria hasta Universidades.
- Al igual que en el análisis anterior, la población de jóvenes y niños se concentra en estos lugares alrededor de 6 a 9 horas por lo que podría hacerse nuevamente la misma pregunta sobre el grado de exposición.

Con relación a lo expuesto hasta este momento, podemos explicar como el uso del suelo -en el sentido de posicionamiento o ubicación física de actividades económicas y

equipamientos educacionales-, está en función de las decisiones de localización privadas que aprovechan economías de escala, de aglomeración o a la búsqueda de competitividad. Por otra parte, la planeación no adecuada ha fomentado y determinado la necesidad de movilidad de la población, que ha sido cubierta principalmente a través del uso de vehículos automotores -automóviles y colectivos de baja capacidad-. El empleo de vehículos con estas características ha auspiciado mayor consumo de energía - combustibles fósiles- y el aumento de distancias recorridas, que se ha traducido sin lugar a dudas en emisiones contaminantes a la atmósfera de considerable magnitud, que ha su vez se da de manera diferenciada.

Ciertamente, la escala de contaminación y la importancia relativa de diferentes contaminantes varia de zona a zona de acuerdo a las mediciones de estaciones de monitoreo fijas (GDF, 2000,a) como se detallará más adelante. Sin embargo, no debe perderse de vista que a esta contaminación no sólo contribuye el transporte, sino diferentes fuentes emisoras. Además, deben tomarse en cuenta las condiciones locales prevalecientes en cada zona. De ahí que las concentraciones puedan variar grandemente

V.2 Concentración de la Población: Identificación de la Población Vulnerable de Acuerdo a sus Condiciones Socioeconómicas y Edad.

Como se identificó en el apartado anterior, existen lugares dentro de la ZMCM que se pueden denominar como puntos de concentración de población, principalmente de niños y jóvenes en proceso de formación educativa, así como de personas en edad productiva, los cuales cotidianamente se encuentran expuestos a diferentes niveles de contaminación en función de su localización física, espacial y temporal.

En adición a éstos, existen otros estratos de población que resultan importantes de acuerdo a evidencias encontradas por estudios médicos epidemiológicos, en relación a los efectos mayores que tiene la contaminación sobre ellos en términos de morbilidad (infecciones respiratorias, asma, cáncer pulmonar) y mortalidad. Por esta razón son considerados como sensibles o vulnerables.

Estos grupos corresponden a ambos extremos de la pirámide de edad, es decir, niños menores de 5 años y personas mayores de 65 años, considerados como de mínima movilidad. De ahí que es de interés conocer en qué puntos de la urbe se ubican físicamente en relación con la densidad de viajes atraídos por distrito señalada en el apartado anterior.

La base de datos empleada para la determinación del lugar de residencia de la población de interés, fue proporcionada por el Observatorio Urbano de la Ciudad de México cuya base es el Sistema de Información Censal (SINCE) correspondiente al XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Este contiene información desagregada a nivel Area Geoestadística Básica (AGEB), a través de la cual, fueron conformados los datos referidos a nivel distrito¹.

Mediante esta información fueron elaborados el Cuadro V.2.1 y los gráficos correspondientes a cada grupo de edad. En el Mapa V.2.1, se aprecian aquellos distritos donde habitan personas consideradas como de la tercera edad, entre los cuales destacan por su importante número de asentamientos, Chapultepec, San Andrés Tepepilco, San Angel Inn, Bondojito, Balbuena, Viveros, Vertíz Narvarte, La Villa, Colonia Obrera y Portales. Zonas pertenecientes principalmente al Distrito Federal, que se pueden clasificar

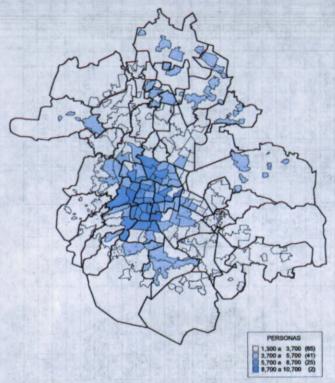
¹ Su cálculo se hizo sumando los datos de las AGEBs que conforman los distritos establecidos de acuerdo a la Metodología empleada por la Encuesta de Origen y Destino de los Viajes de los Residentes del AMCM, 1994.

Cuadro V.2.1. Población Vulnerable a la Contaminación Atmósferica de la ZMCM, 1990.

				Cuadio V.Z. I. F	oblacio	m vuine	able a la	Contaminación At	mosiei	ica de la	ZIVICIVI, I	990.			
DISTRIȚO	NUM_ DIST	pob5	pob_+65	DISTRITO	NUM_ DIST	pob5	pob_+65		NUM_ DIST	pob5	pob_+65	DISTRITO	NUM_ DIST	pob5	pob_+65
ZOCALO	1	7,746	4,949	UPIICSA	35	11,232	4,545	CUAJIMALPA	69	13,688	3,173	VENTA DE CAR	103	12,768	1,502
ZONA ROSA	2	5,789	6,139	PALACIO DE	36	8,827	4,105	MIXQUIC	70	14,178	3,359	CAMP.GUADAL	104	10,778	3,507
BUENAVISTA	3	10,008	7,357	REFORMA	37	11,338	6,518	LA TURBA	71	10,593	2,732	ENEP ARAGON	105	12,350	2,664
TLATELOLCO	4	8,268	5,696	VILLA DE COR	38	6,467	6,482	LA NORIA	72	13,700	5,280	EL SOL	106	13,603	2,622
MORELOS	5	11,609	5,910	PORTALES	39	8,733	7,620	NATIVITAS	73	16,297	4,696	VIRGENCITAS	107	14,491	3,168
COL, OBRERA	6	10,497		DEL VALLE	40	6,270	7,340	COAPA	74	8,718	4,803	NEZAHUALCOYOTL	108	12,250	2,851
CONDESA	7	5,999		CIUDAD DE	41	5,778	6,313	SN PEDRO MARTIR	75	14,853	3,370	ESPERANZA	109	14,016	2,701
CHAPULTEPEC	8	10,786	10,609	VERTIZ NARVA	42	7,777	8,133	PADIERNA	76	16,223	3,114	LA REFORMA	110	12,266	2,416
LAS LOMAS	9	6,649		PLATEROS	43	11,483		VILLA OLIMPIC	77	13,387	4,956	LA PERLA	111	16,855	3,321
PANTEONES	10	10,548		SAN ANGEL IIN	44	8,189		MILPA ALTA	78	6,830	2,201	EVOLUCION	112	14,549	3,884
ANAHUAC	11	9,817		O.DE LOS PADRES	45	10,568		HUIXQUILUCAN	79	13,096	2,799	METROPOLITA	113	16,594	4,687
LA RAZA	_ 12	7,303		SANTA LUCIA	46	11,152	2,443	CAMPO MILITA	80	13,182	3,311	MARAVILLAS	114	13,707	3,744
CLAVERIA	13	9,330	6,826	OLIVAR DEL C	47	13,993	3,157	ALTAMIRA	81	17,766	2,186	CHIMALHUACAN	115	20,583	2,308
TEZOZOMOC	14	12,712	4,216	SANTA FE	48	13,242	4,758	EL MOLINITO	82	17,034	2,263	CHICOLOAPAN	116	21,544	3,044
EL ROSARIO	15	9,277	3,112	SAN ANDRES T	49	14,355	9,445	INDUSTRIAL NA	83	19,067	4,254	LA PAZ	117	17,349	3,237
VALLEJO	16	7,789	4,338	CENTRAL DE A	50	9,559	3,647	SAN MATEO	84	9,621	1,933	IXTAPALUCA	118	14,655	2,717
LINDAVISTA	17	7,935	6,852	UAM	51	13,155	4,004	SATELITE	85	6,935	5,309	VALLE DE CHA	119	14,631	2,318
POLITECNICO	18	13,515	5,710	EJTO, CONSTI	52	14,340	3,992	ECHEGARAY	86	6,206	4,494	XICO	120	24,357	2,719
REC. NORTE	19	14,431	3,230	UAM	53	13,192	3,120	STA. MONICA	87	7,977	3,637	CALACOAYA	121	8,440	2,305
CUAUTEPEC	20	15,404	2,940	SAN MIGUEL T	54	17,487	1,981	PNTE. DE VIGA	88	9,201	4,532	A. LOPEZ MAT	122	18,163	2,089
TEPEYAC	21	13,867	5,672	STA. MARIA X	55	17,150	2,278	CENTRO INDUS	89	9,542	3,302	MAZA DE JUAR	123	12,862	2,536
SAN FELIPE	22	16,815	5,554	STA. CRUZ ME	56	14,428	4,390	STA. CECILIA	90	18,376	5,540	LECHERIA	124	14,442	2,407
DEPORTIVO	23	12,367	5,068	JACARANDAS	57	19,670	3,242	JARDINES DEL	91	11,766	1,972	LA PIEDAD	125	10,619	2,246
BOSQUES DE	24	6,712	3,842	EL MOLINO TEZ	58	15,069	2,633	SAN JUAN IXHU	92	20,051	3,441	INFONAVIT IZC	126	14,070	1,942
LA MALINCHE	25	9,100	4,995	LOMAS ESTRE	59	15,207	3,443	XALOSTOC	93	12,034	2,796	CD.LABOR	127	20,639	3,263
LA VILLA	26	9,980	7,675	PUEBLO DE CU	60	12,181	3,934	EL CHAMIZAL	94	20,798	4,062	UNIDAD ALBOR	128	10,473	1,683
BONDOJITO	27	9,496	8,379	CTM CULHUAC	61	11,646	3,684	SOLIDARIDAD	95	16,538	2,078	COACALCO	129	16,509	4,018
EDUARDO MOL	28	10,063	5,025	XOTEPINGO	62	8,908	5,487	EL MIRADOR	96	10,378	1,317	TEXCOCO	130	12,282	4,279
ROMERO RUBI	29	8,216	5,128	PEDREGAL	63	10,214	3,292	CAMPIÑA DE A	97	15,666	3,411	AREA MC IV	131	0	0
MOCTEZUMA	30	9,995	6,057	CIUDAD UNIVE	64	11,898	2,817	PLAZA ARAGON	98	12,141	1,301	NICOLAS ROMERO	132	20,335	4,045
AEROPUERTO	31	0	Ö	VIVEROS	65	8,086	8,235	JAJALPA	99	13,745	2,805	AREA MCI	133	14,259	3,377
PANTITLAN	32	13,366	5,971	CAMPESTRE C	66	9,786		CD. AZTECA	100	15,640		AREA MC II	134	19,303	4,863
BALBUENA	33	9,471	8,279	CERRO DEL JU	67	11,430	4,166	SAN CRISTOBA	101	10,715		AREA MC III	135	19.098	5,148
ARENAL	34	13,999	5,504	MAGDALENA C	68	9,431	2,984	JARDINES DE	102	11,174				1,667,056	566,172
Constant Clabour		 		and a side of the and						• • •		·			

Fuente: Elaboración propia con base en información del Observatorio de la Ciudad de México, 1990.

Mapa V.2.1
Distribución de la Población Mayor de 65 años por Distrito de la ZMCM, 1990



Fuente: Elaborado por José Castro y Lina Tavera, con base en información del INEGI, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México.

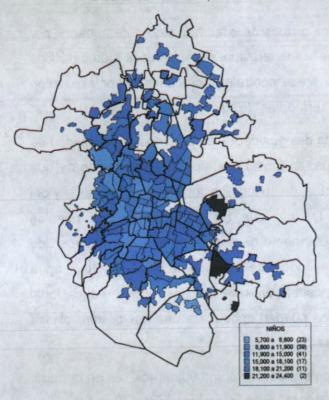
de acuerdo a sus condiciones habitacionales como residencial medio, colonias populares y en menor medida pueblos conurbados.

Este tipo de asentamientos responde en parte, al grado de evolución del poblamiento de los distritos, así como a su consolidación, en términos de equipamiento. Cabe mencionar que hacia estos distritos, se observa una afluencia representativa de viajes tal y como se muestra en los cuadros anexos referentes a densidad de viajes por motivo. El hecho es que

esta situación contribuye a generar contaminantes en dichas zonas provocando la exposición de la población de adultos mayores. Es menester señalar que, si bien, de acuerdo a la información de las estaciones de monitoreo atmosférico todas las zonas de la ciudad registran violaciones a la norma, existen algunas como la sudoeste que con frecuencia alcanza concentraciones de esta sustancia de hasta el doble (Lezama, 2000).

Por otro lado, en el Mapa V.2.2, se puede observar la distribución de la población menor de 5 años, en el cual se observan, como los distritos más representativos en cuanto al número de menores, Xico, Chicoloapan, El Chamizal, Ciudad Labor, San Juan Ixhuatepec, Nicolás Romero, Jacarandas, Industrial Naucalpan, así como las Areas Metropolitanas II y III. Todos ellos pertenecientes a la periferia, lo cual se explica en parte, a que son zonas de asentamiento de nuevas familias. Esta situación se explica por varios factores, tales como el precio del suelo, normalmente más barato en comparación con el

Mapa V.2.2
Distribución de la población Menor de 5 años por Distrito de la ZMCM,1990



perteneciente a las delegaciones del Distrito Federal, el desplome del parque de vivienda de alquiler en el Distrito Federal y la caída en el nivel de ingreso familiar.

En este sentido, la ubicación de residencia de los niños está principalmente en colonias populares, conjuntos habitacionales, pueblos conurbados y, en menor proporción, en zonas residenciales de nivel medio y alto.

Fuente: Elaborado por José Castro y Lina Tavera, con base en información del INEGI, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México.

Con relación a la densidad de viajes hacia estos distritos se observa una afluencia pequeña de viajes, a excepción de Industrial Naucalpan, como se muestra en cuadro anexo, razón por la cual, no es posible asociar un impacto negativo sobre los niños por este comportamiento.

Sin embargo, su ubicación física está más asociada a la presencia de PM₁₀, pues de acuerdo a las evidencias de las mediciones de contaminantes, es hacia el noreste donde se presentan los mayores problemas por este contaminante, situación que obedece a la existencia de industrias, de transporte de carga, así como también a causas de origen natural, lo cual conlleva a la exposición de los menores de edad, ubicados en esta área. Ello resulta preocupante ante las afectaciones ya señaladas en el apartado II.1 y sobretodo, por el desconocimiento de muchas de sus características y de sus efectos concretos en la salud (Lezama, 2000).

Lo cierto es que existe incertidumbre en la exactitud en las mediciones al menos de PM₁₀ ya que no existe el monitoreo gravimétrico de partículas en zonas densamente pobladas fuera del Distrito Federal (MIT, 2000 b).

Finalmente, los lugares donde habitan ambos grupos de edad han sido determinados por la dinámica de la población metropolitana caracterizada por procesos demográficos espaciales, tales como, despoblamiento de áreas centrales², crecimiento por expansión de la periferia³ y la densificación de zonas intermedias⁴ (Esquivel, 1997).

En este mismo sentido, se presentan fuertes desigualdades en términos de su calidad de vida y de acceso a infraestructura y servicios, en función del tipo de poblamiento de que se trate, de la antigüedad de los asentamientos, de su localización intrametropolitana y del grado de consolidación de los mismos. De ahí que las viviendas de los pueblos conurbados y de colonias populares, particularmente de reciente formación, padecen de fuertes carencias en términos de espacio habitado y de dotación de infraestructura, agua potable entubada entre otros. Además, poseen un nivel de instrucción educacional inferior⁵ (CONAPO, 1998). Estas condiciones pueden conducir a una mayor sensibilidad por parte de la población a los contaminantes.

Si bien los niños y ancianos son la población considerada como vulnerable, es en general, el total de la población asentada en la ZMCM, la que se encuentra expuesta a la contaminación atmosférica en mayor o menor medida, más aún, a esto sumamos que existen personas con bajo nivel de vida que sufren de deficiencias nutricionales, enfermedades, hacinamiento precario, sobrepoblación. A lo anterior cabe agregar otros factores que también inciden en la afectación de la población, tales como los que se señalan a continuación:

y Sánchez, 1991).

3 Con relación a la movilidad residencial al interior de la ZMCM Coulomb identifica una serie de patrones espaciales de migración intrametropolitana que se articula con diferentes formas de acceso al suelo urbano periférico y en donde la tenencia de la vivienda juega un papel importante (Coulomb y Sánchez, 1991).

⁵ Las mujeres con menor acceso a la educación, tienen mayores niveles de fecundidad

² La explicación a este proceso radica en la existencia de tres fenómenos que se conjugan: el primero es la movilidad de nuevas generaciones que no logran su ubicación en zonas céntricas (emigración forzada); el segundo es el que realizan las familias que migran en busca del "patrimonio familiar" (emigración voluntaria); finalmente, el que se realiza cuando las familias migran debido a que se ven forzadas por las condiciones de deterioro físico en que se encuentra su vivienda, por el lanzamiento promovido por arrendadores y por las inversiones públicas de renovación urbana (proceso de expulsión o de sustitución de usos del suelo (Coulomb v Sánchez 1991).

El crecimiento y distribución de la población metropolitana también se dirigió hacia las unidades político administrativas que no tenían ya hacia donde crecer, y se manifestó en un fenómeno de densificación de sus áreas urbanizadas.

- El peligro de componentes liberados o de derivados formados por procesos químicos ocurridos en el aire (O₃), incluyendo la estabilidad y persistencia de los agentes dentro del ambiente y su capacidad para penetrar al interior de las edificaciones.
- La cantidad y amplitud con que los contaminantes son liberados: una gran cantidad de chimeneas altas tiende a proteger a la gente que se encuentra al interior de la edificación, pero dispersa los contaminantes sobre un área más amplia.
- Las condiciones atmosféricas entendidas como la dispersión térmica, localización geográficas y condiciones climáticas pueden conducir a la disolución y dispersión de los contaminantes, o por el contrario, pueden exacerbar la situación al presentarse inversión térmica, la cual atrapa los contaminantes dentro del valle como es el caso de la Ciudad de México.
- La distancia de las personas respecto a las fuentes.
- La composición, actividades y localización del público en general con relación al tiempo de exposición.

...

Cada uno de estos factores puede volver a los individuos más susceptibles a enfermedades (Hardoy 1997).

Por otra parte, la estructura de edad que tiene la población de la ZMCM, muestra por un lado, que existe un número importante de jóvenes que son expuestos a la contaminación por un período mayor, así como que experimente daños fisiológicos acumulados; todo esto en función de los años de residencia en la zona. Por el otro lado debemos considerar el progresivo envejecimiento de la población, que constituirá el rasgo más sobresaliente a futuro. Lo anterior conlleva a costos económicos significativos, en la medida en que existan personas afectadas por la contaminación, en términos de atención médica de enfermedades, muertes prematuras, en indemnizaciones por incapacidad parcial o total, pérdida de productividad, ausencia escolar, entre otros.

Hasta estas fechas es dificil traducir en términos monetarios el impacto que los contaminantes más comunes tienen sobre la salud de la población, ya sea por una información inadecuada o inexistente en este sentido, o porque las evidencias directas de los efectos adversos en la salud son limitadas. No hay acceso a cifras de la Secretaria de Salud concerniente al tema; lo que existe son sólo resultados de estudios como los presentados en la parte metodológica de este trabajo. Asimismo resulta también difícil identificar el impacto en la salud de un contaminante en particular o de su combinación y

más aún poder separarlo de factores sociales, económicos y demográficos que también contribuyen a las condiciones de salud.

Finalmente, habrá que plantearse una serie de preguntas. ¿Cuánta de la gente en edad productiva, niños y jóvenes, que están expuestos constantemente a la contaminación atmosférica, en un futuro sufrirán las consecuencias en términos de su salud? ¿A cuánto ascenderá el costo por la atención de esa población? ¿Quién absorberá esos costos? ¿Qué efectos tendrá en la capacidad productiva de los jóvenes a futuro? ¿Cuánto representará del Producto Interno Bruto este tipo de fenómenos?. Son preguntas cuya respuesta no es fácil y que no serán tratadas aquí, pero es necesario tenerlas presentes.

Señalado lo anterior, se procederá en el apartado siguiente a identificar la distribución espacial de acuerdo con las mediciones hechas por la RAMA de los contaminantes —O₃ y PM₁₀-, Se identificaron, cuales son las zonas donde se registran niveles de contaminación importantes y que pueden ser consideradas con posibles efectos sobre la salud de la población, ya que en ocasiones rebasan la normatividad establecida.

V.3 Análisis Espacial del Ozono y PM₁₀ en la ZMCM, 1995.

El análisis de la información referente a O₃ y PM₁₀, permite observar la situación que guardan, este tipo de substancias tóxicas, posibilita además, evaluar el nivel de cumplimiento de la normatividad y constatar su grado de avance o retroceso. Asimismo, da pautas para la aplicación de nuevas medidas e instrumentos. De acuerdo a lo anotando en apartados anteriores, existe particular interés sobre éstos dos agentes tóxicos, en principio, por su importante contribución en los niveles de contaminación atmosférica de la ZMCM y, en segundo lugar ante la necesidad por conocer su comportamiento espacial y temporal durante el horario diumo.

Antes de dar inicio a este análisis, resulta conveniente hacer algunas precisiones respecto al sistema de evaluación de la calidad del aire existente para la ZMCM. Este tiene como tarea proporcionar información en forma sistemática y permanente, lo que posibilita dar seguimiento a la presencia y tendencia de contaminantes del aire, así como conocer los factores meteorológicos que inciden sobre su calidad. Se conforma por tres subsistemas, identificados como: La Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), la Red Manual de Monitoreo Atmosférico y la Red Meteorológica.

Por su importancia, destaca la RAMA, ya que cuenta con un conjunto de estaciones dotadas de equipo avanzado que permiten medir la presencia y concentración de varias substancias, entre estas, el ozono y las particulas suspendidas de 10 micrómetros. La información de la RAMA se combina con los indicadores obtenidos por la Red Meteorológica, tales como dirección y velocidad del viento, humedad relativa y altura de la capa de inversión, para evaluar con mayor precisión la calidad del aire, así como formular pronósticos respecto a las condiciones atmosféricas.

A la fecha, la Red Automática dispone de 32 estaciones de monitoreo, mismas que se distribuyen en cinco zonas geográficas en que se encuentra dividida la ciudad. Las estaciones más representativas de esta división son: Tlalnepantia al Noroeste, Xalostoc al Noreste, Merced al Centro, Pedregal al Suroeste, y Cerro de la Estrella al Sureste. Estas posibilitan tener un mejor conocimiento de las condiciones atmosféricas de la ZMCM, ya que además de ser las más completas, dado que sus equipos miden siete tipos de contaminantes y cuatro parámetros meteorológicos. También tiene la posibilidad de obtener mediciones que sirven de base para la elaboración de un indicador promedio por hora del día (Ver Anexo B.1).

Por su parte, la Red Manual¹ conformada por 19 puntos de muestreo², complementa con sus registros lo obtenido por la RAMA.

Los datos obtenidos por ambas redes, son comparados con los valores normados de calidad del aire de México, que responden a los niveles máximos permisibles de concentración para que no afecte la salud de la población. Dichos estándares son equiparables a los establecidos por los de Estados Unidos de Norteamérica por la Agencia de Protección Ambiental -EPA- (Ver Cuadro V.3.1).

Cuadro V.3.1. Valores Normados para los Contaminantes del Aire Seleccionados

	Valores Ifmite									
Contaminante	Exposicio	Exposición crónica								
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	(Para protección de la población susceptible)							
Ozono (O ₃)1/	0.11ppm (1 hora) (216μg/m³)	1 vez cada 3 años	-							
Particulas con diámetro menor a 10 mm (PM)2/ 10	150 μg /m² (24 horas)	1 vez al año	50 μg /m³ (media aritmética anual)							

1/ NOM-020-SSA1-1993 2/ NOM-025-SSA1-1993

Fuente: Diario Oficial de la Federación del 23 de diciembre de 1994.

Señalado lo anterior, es conveniente aclarar que la base de datos utilizada para la elaboración de este apartado fue proporcionada por personal del Instituto Mexicano del Petróleo pertenecientes al Programa de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad, cuya fuente principal de información es la Red Automática de Monitoreo Atmosférico, misma que cuenta con reportes para las 24 horas del día, por los 365 días del año.

De acuerdo con los objetivos del presente trabajo, sólo se seleccionaron aquellas estaciones que hacen registros de O_3 , y PM_{10} es decir, 19 y 10 respectivamente.

² A partir de 1997 esta se ve reducida en su número de estaciones quedando activas sólo 12.

¹ Sus registros datan de 1986 a la fecha, su tarea es la medición de 7 parámetros, los cuales resultan diferentes en su mayoría a los registrados por la RAMA con excepción del PM₁₀, su unidad de medición de éstos elementos es μg/m3. Cabe agregar, que esta red no realiza mediciones meteorológicas.

A partir de dicha información, fueron construidos algunos indicadores que reflejan el comportamiento de éstos contaminantes en la ZMCM y que son:

Para el caso del O₃, se calculó la concentración promedio por hora³ para el año de 1995 (Ver Cuadro V.3.2). Como resultado de este indicador, resalta el hecho de que los umbrales alcanzados durante el horario matutino (6 a 9 horas), son inferiores a los estándares establecidos, para tener un efecto sobre la salud de la población. Es a partir del horario de mediodía (12 a 15 horas), cuando se empieza a vislumbrar una ligera tendencia a la alza en estaciones como Pedregal, Benito Juárez y Tacuba, donde sobresalen niveles que se encuentran por encima de la norma, mientras que en el horario vespertino (17 a 20 horas), se vuelve a registrar una tendencia a la baja respecto a los niveles alcanzados en el horario inmediato anterior.

Cuadro V.3.2. Niveles Promedio de O₃ por Estaciones de Monitoreo y Horarios Seleccionados en la ZMCM, 1995

	(ppm)															
		Ho	rario M	latutino)		Hor	апо М	ediodía	1	Horario Vespertino					
Estaciones	6	7	8	9	Promedio	12	13	14	15	Promedio	17	18	19	20	Promedio	
TLA	0.010	0.015	0.017	0.022	0.016	0.085	0.094	0.097	0.093	0.092	0.069	0.048	0.030	0.023	0.043	
XAL	0.020	0.024	0.027	0.032	0.026	0.085	0.084	0.080	0.076	0.081	0.055	0.041	0.031	0.026	0.038	
SAG	0.017	0.019	0.022	0.028	0.022	0.086	0.087	0.087	0.084	0.086	0.065	0.051	0.039	0.030	0.046	
AZC	0.012	0.015	0.016	0.022	0.016	0.089	0.100	0.103	0.096	0.097	0.069	0.051	0.032	0.024	0.044	
CHA	0.012	0.017	0.020	0.026	0.019	0.079	0.077	0.077	0.073	0.076	0.056	0.042	0.031	0.025	0.039	
TAC	0.016	0.018	0.021	0.032	0.022	0.115	0.124	0.126	0.117	0.121	0.083	0.060	0.037	0.028	0.052	
LAG	0.015	0.017	0.020	0.027	0.020	0.110	0.121	0.119	0.106	0.114	0.069	0.047	0.029	0.022	0.042	
MER	0.014	0.017	0.019	0.025	0.019	0.105	0.114	0.109	0.097	0.106	0.065	0.045	0.030	0.023	0.041	
HAN	0.012	0.017	0.018	0.024	0.018	0.101	0.105	0.097	0.087	0.098	0.059	0.043	0.030	0.024	0.039	
CUA	0.022	0.019	0.021	0.026	0.022	0.086	0.100	0.108	0.100	0.099	0.072	0.054	0.036	0.028	0.047	
PLA	0.015	0.018	0.020	0.024	0.019	0.093	0.108	0.110	0.100	0.103	0.068	0.050	0.031	0.025	0.043	
BJU	0.017	0.018	0.020	0.026	0.020	0.121	0.133	0.131	0.116	0.125	0.074	0.052	0.031	0.023	0.045	
PED	0.017	0.017	0.018	0.025	0.019	0.115	0.134	0.136	0.122	0.127	0.081	0.055	0.034	0.025	0.049	
TAX	0.019	0.020	0.023	0.030	0.023	0.103	0.113	0.107	0.095	0.104	0.066	0.051	0.038	0.031	0.046	
CES	0.015	0.016	0.019	0.026	0.019	0.097	0.103	0.097	0.087	0.096	0.060	0.047	0.034	0.026	0.042	
TAH	0.016	0.018	0.018	0.023	0.019	0.088	0.098	0.097	0.086	0.092	0.067	0.054	0.042	0.032	0.049	
TPN	0.019	0.018	0.019	0.026	0.021	0.097	0.112	0.114	0.102	0.106	0.072	0.054	0.037	0.102	0.066	
EAC	0.017	0.017	0.020	0.026	0.020	0.095	0.105	0.106	0.098	0.101	0.071	0.051	0.034	0.026	0.045	
UIZ	0.019	0.019	0.024	0.033	0.024	0.112	0.115	0.108	0.098	0.109	0.071	0.055	0.040	0.032	0.050	

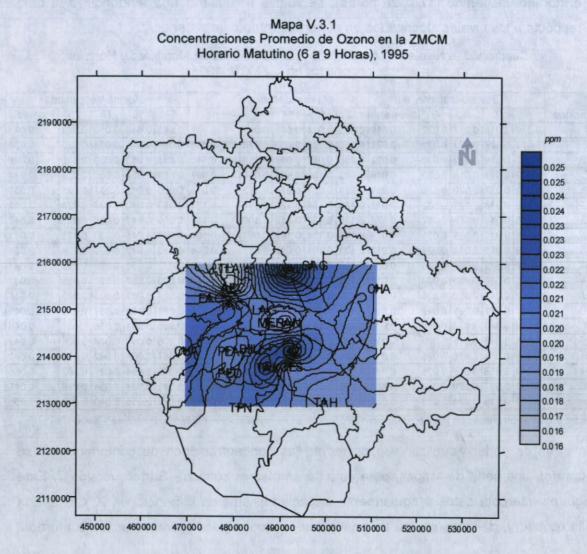
Fuente: Elaboración propia con base en datos del IMP, Programa de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad.

Con el fin de poder visualizar espacialmente las concentraciones de contaminantes se elaboraron una serie de Mapas, para esto se empleo el software Surfer, versión 7. Este programa interpola datos irregularmente espaciados en tres dimensiones X,Y,Z, a una malla regular y, después realiza un análisis de isolíneas para representar los contornos.

³ Se obtiene promediando los datos de la misma hora durante todo el año, considerando la información horaria válida disponible de todo el período para cada estación de monitoreo, misma que concuerda con las cifras del Almanaque de Datos y Tendencias de la Calidad del Aire en Ciudades Mexicanas (JICA, CENICA y SEMARNAP, 2000).

Existen diferentes tipos de interpolación a la malla, pero se selecciona el método Kriging por ser la técnica de interpolación más recomendada por la literatura sobre el tema, por su efectividad y rapidez cuando se tiene pocos datos⁴.

Los valores de los parámetros X, Y fueron proporcionados por el Instituto Mexicano del Petróleo cuya referencia de cálculo es Universal Transverse Mercator (UTM), en tanto que la Z corresponde a los datos referentes a los dos contaminantes señalados. Sobre esta base fueron elaborados en principio los Mapas V.3.1 - V.3.3 que registran las concentraciones promedio.



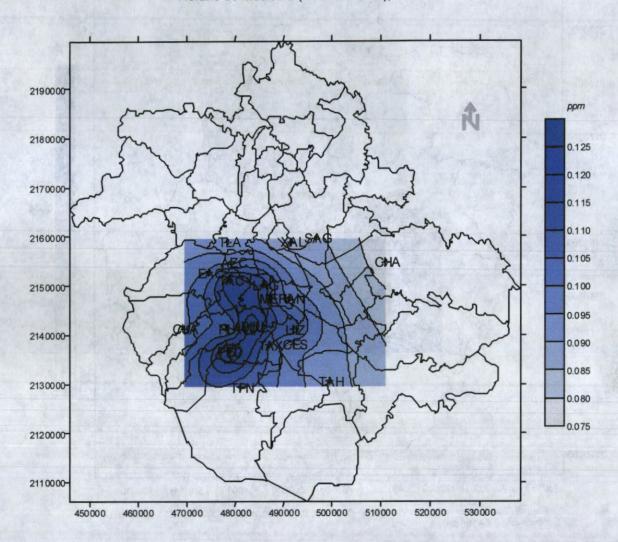
Fuente: Elaboración propia con base en datos del IMP, Programa de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad

Golden Software Inc. Countouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers, User's Guide 7, 1999.

Mapa V.3.2

Concentraciones Promedio de Ozono en la ZMCM

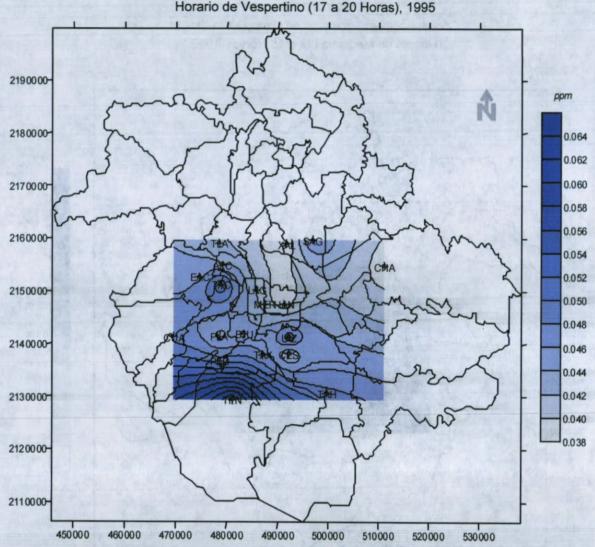
Horario de Mediodía (12 a 15 Horas), 1995



Fuente: Elaboración propia con base en datos del IMP, Programa de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad.

Mapa V.3.3

Concentraciones Promedio de Ozono en la ZMCM
Horario de Vespertino (17 a 20 Horas), 1995



Fuente: Elaboración propia con base en datos del IMP, Programa de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad.

Un segundo indicador que se estimó, corresponde a la concentración máxima por hora⁵, que se desarrolló a partir de la selección de datos con registros de puntos máximos, los cuales en su mayoría rebasaron los estándares aceptables (Ver Cuadro V.3.3). De acuerdo con este indicador, el horario matutino presenta niveles mínimos de ozono, ya que se mantienen muy por debajo de los valores límite; situación que se

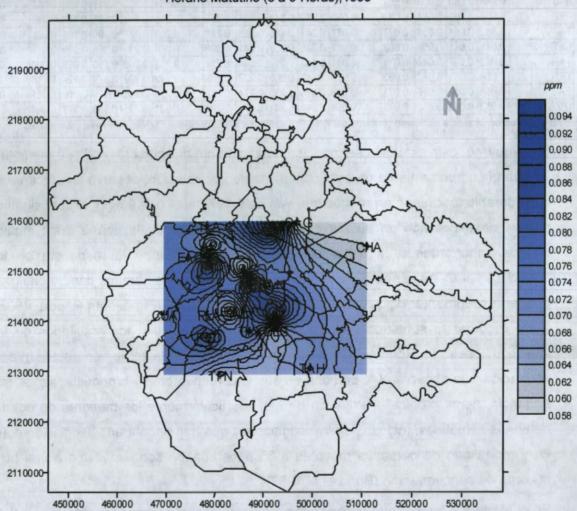
⁵ Es el valor máximo para cada una de las horas del día considerando la información disponible de todo el año para cada estación de monitoreo.

explica porque su formación o presencia, es resultado de la reacción que se da entre sus precursores ante el contacto con la radiación solar, que resulta escasa a estas horas de la mañana. A efecto de tener claridad visual de su comportamiento, fue elaborado el Mapa V.3.4, correspondiente a concentraciones máximas de O₃, a través del cual se aprecian aquellas estaciones con los primeros indicios de su formación: al noreste de la ciudad, Xalostoc; al suroeste, UAM Iztapalapa y al centro, Merced.

Mapa V.3.4

Concentraciones Máximas de Ozono en la ZMCM,

Horario Matutino (6 a 9 Horas),1995



Fuente: Elaboración propia con base en datos del IMP, Programa de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad.

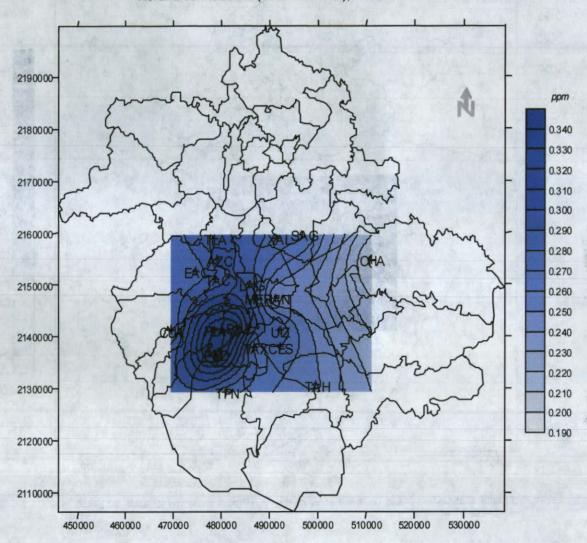
Cuadro V.3.3. Niveles Máximos de O₃ por Horarios Seleccionados y Estaciones de Monitoreo en la ZMCM, 1995 (ppm)

-	1	Н	orario M	fatutino			Но	rario M	ediodia			Hor	ario Ve	spertin	0
Estaciones	6	7	8	9	Máximos	12	13	14	15	Máximos	17	18	19	20	Máximos
TLA	0.045	0.050	0.056	0.077	0.077	0.230	0.227	0.292	0.269	0.292	0.246	0.192	0.100	0.080	0.246
XAL	0.050	0.060	0.070	0.096	0.096	0.227	0.251	0.276	0.235	0.276	0.195	0.169	0.098	0.087	0.195
SAG	0.050	0.042	0.055	0.058	0.058	0.223	0.244	0.273	0.220	0.273	0.191	0.148	0.136	0.086	0.191
AZC	0.051	0.039	0.048	0.062	0.062	0.251	0.250	0.294	0.284	0.294	0.232	0.195	0.097	0.079	0.232
CHA	0.025	0.035	0.045	0.060	0.060	0.176	0.194	0.197	0.189					_	
TAC	0.056	0.043	0.051	0.089	0.089	0.258	0.258	0.274	0.282	0.282	0.272	0.232	0.109	0.088	
LAG	0.041	0.040	0.050	0.061	0.061	0.262	0.287	0.242	0.257	0.287	0.220	0.182	0.134	0.063	
MER	0.071	0.065	0.071	0.091	0.091	0.260	0.277	0.264	0.232			0.170			
HAN	0.051	0.064	0.054	0.072	0.072	0.216	0.238	0.209	0.214		0.226				0.226
CUA	0.074	0.062	0.053	0.074	0.074	0.198	0.234	0.268	0.262	0.268	0.263	0.230	0.183	0.145	
PLA	0.057	0.052	0.053	0.074	0.074	0.302	0.341	0.266	0.281	0.341		0.237			0.284
BJU	0.048	0.040	0.053	0.062	0.062	0.263	0.292	0.280	0.334	0.334	0.258	0.217	0.102	0.067	0.258
PED	0.069	0.060	0.054	0.082	0.082	0.313	0.349	0.304	0.320	0.349	0.311	0.186	0.148	0.095	0.311
TAX	0.052	0.054	0.054	0.077	0.077	0.241	0.266	0.225	0.248	0.266	0.227	0.195	0.101	0.096	
CES	0.046	0.045	0.050	0.062	0.062	0.246	0.253	0.241	0.269	0.269	0.236	0.174	0.109	0.077	0.236
TAH	0.042	0.037	0.044	0.071	0.071	0.183	0.212	0.248	0.252		0.209			_	0.209
TPN	0.058	0.054	0.052	0.063	0.063	0.240	0.269	0.272	0.268						
EAC	0.055	0.047	0.050	0.075	0.075	0.210	0.260	0.274	0.268	0.274	0.246	0.199	0.098	0.081	0.246
UIZ	0.053	0.043	0.053	0.092	0.092	0.244	0.243	0.272	0.281	0.281	0.236	0.166	0.117	0.084	0.236

Sin embargo, esta situación se modifica notablemente durante el horario de mediodía, ya que el comportamiento de este contaminante por estación, observa un crecimiento considerable, oscilando en rangos que van de 0.197 hasta 0.349 ppm, lo cual significa niveles de exposición en su mayoría de más del doble de la norma. Esto implica riesgos importantes a la salud humana, sobretodo cuando la respuesta de los individuos al O₃ es variable. Para el caso de aquellos considerados como sensibles, pueden experimentar dificultades respiratorias temporales, (Eighteenth Report, 1995). Cabe recordar lo señalado en el apartado V.2, en particular los resultados de las investigaciones de Romieu, Castillejos y lo citado por Lezama, en relación a la afectación que observan las persona en sus vías respiratorias –bronquitis, asma, tos, silibancia, flema crónica- e irritación de ojos, particularmente los menores de edad y personas asmáticas. Incluso hay investigaciones que han encontrado asociación entre O₃ y mortalidad de personas mayores a 65 años cuando son expuestos a una hora máxima de concentración (Borja et al 1997)

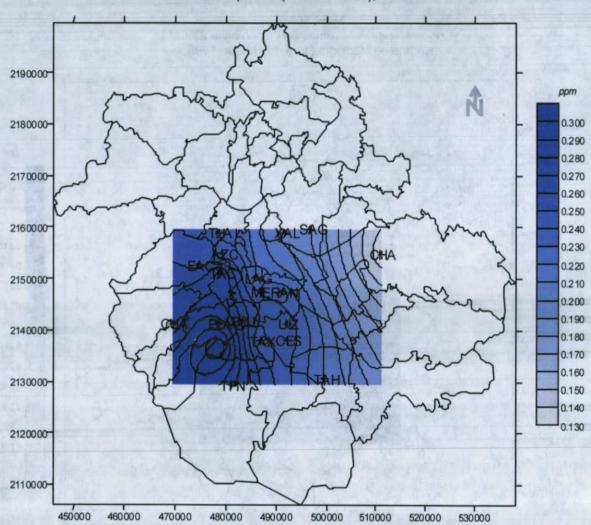
En el Mapa V.3.5 se puede apreciar con mayor detalle, el comportamiento espacial de este contaminante por estación de monitoreo, donde resaltan, Pedregal por sus picos altos, seguido por Plateros y Benito Juárez.

Mapa V.3.5
Concentraciones Máximas de Ozono en la ZMCM
Horario de Mediodía (12 a 15 Horas), 1995



Por último, durante el horario vespertino, también se registran niveles sobresalientes de O₃ cuyos rangos oscilan entre 0.132 y 0.311 ppm. La estación más representativa de este lapso de tiempo es nuevamente Pedregal que, de acuerdo a su seguimiento histórico, excede con frecuencia la normatividad. Ver Mapa V.3.6.

Mapa V.3.6 Concentraciones Máximas de Ozono en la ZMCM, Horario Vespertino (17 a 20 Horas), 1995



Siguiendo esta lógica, se determinó también el número de horas que se exceden los valores limite de la norma para cada mes del año. Resaltan por sus niveles altos las estaciones Pedregal, Benito Juárez, Tacuba y Lagunilla. Asimismo, en cuanto a sus registros e importancia sobresalen los meses de Mayo, en particular, en las estaciones de Pedregal, Tacuba y UAM Iztapalapa; Marzo, en instalaciones como Tacuba, Merced y Plateros y, en el mes de Enero, nuevamente Pedregal y Tacuba, acompañadas esta vez por la Lagunilla. En general, se observa que en todo el año se tiene un número considerable de horas en que se rebasa la frecuencia máxima aceptable de exposición. Ver Cuadro V.3.4.

Cuadro V.3.4. Número de Horas con Registros de O₃ Superiores a la Normatividad por Estaciones de Monitoreo en la, ZMCM, 1995 (horas)

			-						Estaci	ones de	Monito	oreo						·		
Mes	AZC	BJU	CES	CUA	CHA	EAC	HAN	LAG	MER	PED	PLA	SAG	TAC	TAH	TAX	TLA	TPN	UIZ	XAL	TOTAL
ENE	72	119	57	74	33	118	91	124	116	125	90	63	122	43	64	101	70	92	78	1,652
FEB	94	82	49	75	19	90	68	108	100	123	121	28	122	39	78	80	69	62	56	1,463
MAR	95	119	87	103	60	93	91	115	150	134	144	65_	151	52	91	79	85	105	114	1,933
ABR	107	96	64	57	26	70	57	83	102	101	45	46	102	22	56	81	56	68	80	1,319
MAY	125	108	109	113	58	108	84	119	107	169	76	68	143	89	118	71	128	134	91	2,018
JUN	37	107	75	65	19	38	48	64	74	104	60	26	82	65	80	13	92	85	32	1,166
JUL	14	82	49	38	5	31	29	50	41	70	7	5	49	30	51	17	54	44	8	674
AGO	20	91	58	53	9	38	35	58	49	83	6	12	61	41	55	28	56	51	8	812
SEP	34	97	57	44	7	34	39	61	39	76	40	14	64	42	64	25	78	70	9	894
OCT	38	100	43	29	11	35	50	65	33	63	54	19	57	62	59	25	55	93	9	900
NOV	65	94	52	69	27	78	62	82	53	105	93	47	111	52	86	47	79	83	20	1,305
DIC	50	88	6	62	20	57	43	71	44	80	79	41	92	39	62	55	45	70	24	1,028
TOTAL	751	1,183	706	782	294	790	697	1,000	908	1,233	815	434	1,156	576	864	622	867	957	529	15,164

En lo concerniente al segundo contaminante de interés, PM₁₀, se elaboraron algunos indicadores, entre ellos,

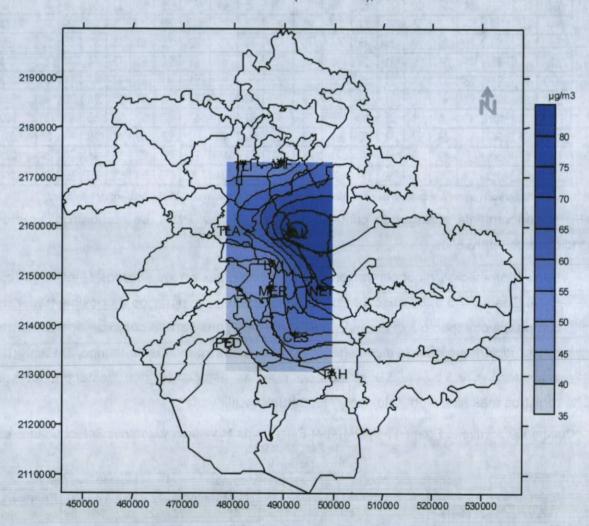
El nivel promedio de concentración de estas partículas en los horarios seleccionados. En el Cuadro V.3.5, se observan niveles tolerables y, aunque no es posible hacer un comparativo respecto a la normatividad, debemos considerarlo como un acercamiento a la situación que guarda dicho agente durante éstos intervalos de tiempo. De acuerdo a los Mapas V.3.7 – V.3.9 se aprecia que las estaciones que destacan por sus registros más altos son Xalostoc y Netzahualcóyott.

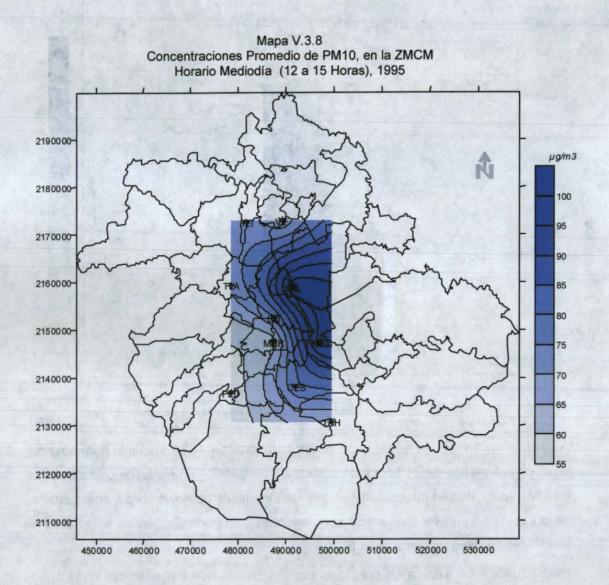
Cuadro V.3.5. Niveles Promedio de PM₁₀ por Estación de Monitoreo y Horarios Seleccionados en la ZMCM, 1995

		Но	rari	о Ма	tutino		μg/m Hora		Medi	iodía		Hor	ario \	√esp	ertino
Estaciones	6	7	8	9	Promedio	12	13	14	15	Promedio	17	18	19	20	Promedio
TLA	37	58	67	74	59	75	71	64	74	71	52	52	55	58	54
TLI	45	44	56	67	53	79	74	68	67	72	54	54	58	58	56
VIF	41	40	52	62	49	74	67	60	62	66	53	54	59	62	57
XAL	50	68	98	119	84	110	100	88	119	104	96	101	103	86	96
LVI	39	42	47	58	46	85	82	72	58	74	50	48	48	47	48
NET	46	55	78	103	70	112	103	91	103	102	87	97	103	104	98
MER	37	43	54	66	50	70	61	52	66	62	58	60	62	57	59
PED	23	28	42	52	36	59	59	58	52	57	57	54	55	52	55
CES	35	43	63	82	56	84	. 77	73	82	79	94	96	94	82	91
TAH	28	32	39	48	37	65	71	68	. 48	63	64	66	67	64	65

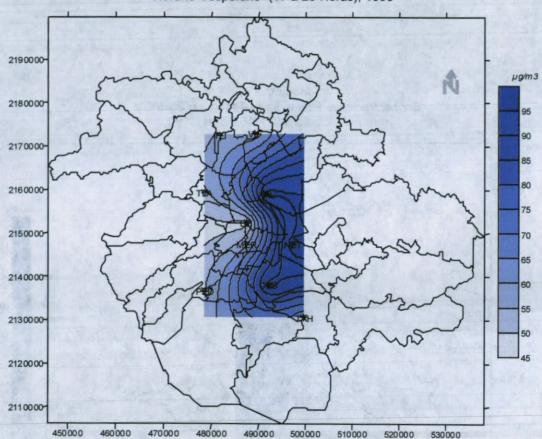
Fuente: Elaboración propia con base en datos del IMP, Programa de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad

Mapa V.3.7
Concentraciones Promedio de PM10, en la ZMCM
Horario Matutino (6 a 9 Horas), 1995





Mapa V.3.9
Concentraciones Promedio de PM10, en la ZMCM
Horario Vespertino (17 a 20 Horas), 1995



Asimismo, con el fin de poder observar su comportamiento relativo a la normatividad, es decir promedios de 24 horas, se advierte la existencia de niveles de contaminación de PM₁₀ que rebasan los estándares, siendo los meses de noviembre a enero cuando se presenta con mayor frecuencia este fenómeno, en particular, en las estaciones de monitoreo ya citadas. Ver Anexo B.

Esta situación se explica en principios por fenómenos que se presentan en la época invernal, pero también a una serie de circunstancias presentes en los alrededores de estas zonas, en particular de las estaciones Xalostoc y Netzahualcóyotl, tales como, el elevado tráfico de vehículos tanto de transporte suburbano como de carga, problemas de tránsito en horas pico, existencia de industrias en estas zonas, presencia de varias gasolineras, falta de pavimentación o en mal estado y presencia de fuentes orgánicas.

El hecho es que estas condiciones representan daños significativos para la salud desde la aparición de molestias menores hasta síntomas respiratorios y alergias, más aún algunos estudios reportan incrementos en la mortalidad de adultos mayores de 65 años —por problemas cardiovasculares y por enfermedades respiratorias—, al aumentar las partículas (MIT, 2000b).

Por otra parte, un tercer indicador que se construyó es el referido a niveles máximos alcanzados durante los tres horarios en estudio. Ver Cuadro V.3.6. Como se puede observar, se denotan importantes picos que resultan críticos sobre la base de datos horarios.

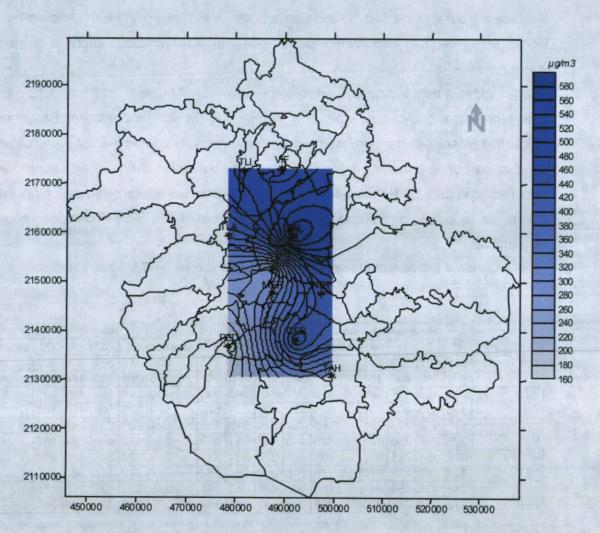
Como apoyo a esta indicador fueron elaborados los Mapas V.3.10 - V.3.12, a fin de representar gráficamente aquellos puntos que resultan importantes. En general, todas las estaciones de monitoreo registraron niveles de contaminación significativos, lo cual se puede traducir en un efecto sobre la población. Aunque de acuerdo a la normatividad para poder considerarse como tal debe ser el promedio de 24 horas, lo cierto es que los picos que se registran a través de este indicador resultan alarmantes.

Cuadro V.3.6. Niveles Máximos de PM₁₀ por Estaciones de Monitoreo y Horarios Seleccionados en la ZMCM, 1995 (µg/m³)

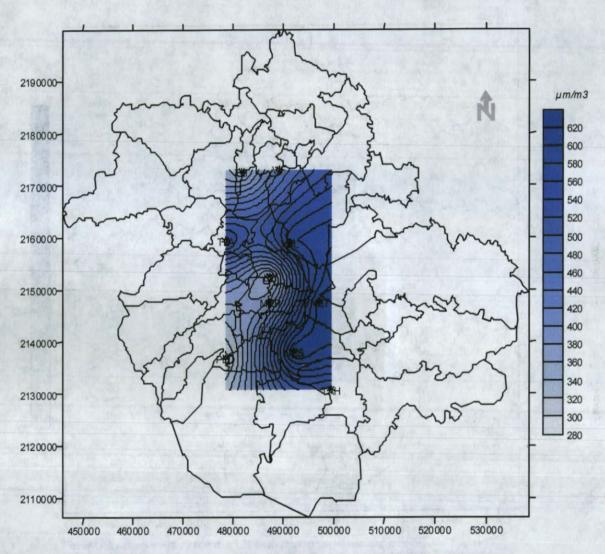
		Hora	ario N	/latut	ino		Hora	rio M	ledio	día		Hora	rio Ve	espe	rtino
Estaciones	6	7	8	9	Máximo	12	13	14	15	Máximo	17	18	19	20	Máximo
TLA	256	407	323	246	407	344	554	423	273	554	317	372	308	266	372
πl	491	349	356	288	491	325	270	276	307	325	391	325	475	350	475
VIF	364	455	416	346	455	287	440	240	391	440	214	199	236	230	236
XAL	186	353	469	585	585	355	490	574	579	579	528	504	416	388	528
LVI	177	1 7 7	203	256	256	297	324	310	268	324	207	239	243	218	243
NET	326	253	358	428	428	375	443	631	599	631	413	404	389	366	413
MER	199	164	225	307	307	383	373	351	297	383	326	388	306	268	388
PED	102	92	175	175	175	248	260	284	287	287	279	300	380	309	380
CES	233	460	256	444	460	368	496	643	541	643	532	472	398	455	532
TAH	273	284	236	238	284	316	441	509	317	509	286	274	704	285	704

Fuente: Elaboración propia con base en datos del IMP, Programa de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad.

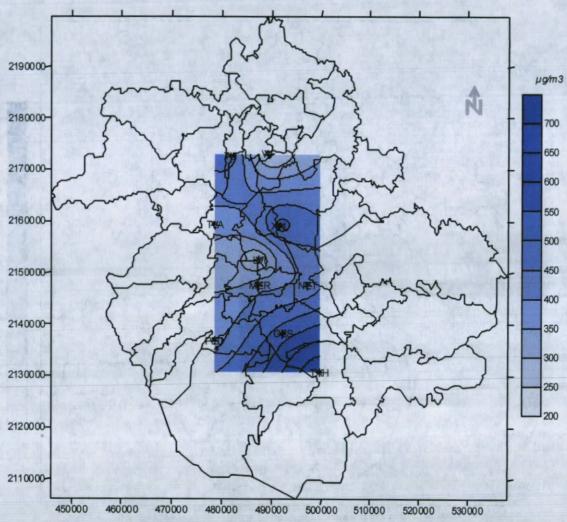
Mapa V.3.10 Concentraciones Máximas de PM₁₀ en la ZMCM, Horario Matutino (6 a 9 Horas), 1995



Mapa V.3.11 Concentraciones Máximas de PM₁₀ en la ZMCM, Horario Mediodía (12 a 15 Horas), 1995



Mapa V.3.12
Concentraciones Máximas de PM₁₀ en la ZMCM,
Horario Vespertino (17 a 19 Horas), 1995



En adición a los indicadores señalados, se hacen las estimaciones de los datos horarios y cómo se comporta este contaminante a partir de esta unidad de medida. De acuerdo a éstas, se aprecia un número considerable de horas que se encuentra por encima de la normatividad -150 μg/m³-, con intervalos de tiempo que van desde una hora hasta 14 horas continuas bajo estas condiciones, además, aparece la estación Cerro de la Estrella como representativa en adición a las ya citadas. Ver Anexo B.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la contaminación de la ZMCM amenaza crecientemente a la salud humana. El O₃ es uno de los contaminantes cuyos efectos en la

salud son inmediatos. De ahí que, se registra y anuncia como peligroso. Sin embargo, las partículas PM₁₀ representan un mayor peligro para la salud, ya que ocasionan el smog visible (Urquidi, 2000). Algunos estudios muestran de forma consistente la relación directa entre tasa de mortalidad y concentraciones en el ambiente de partículas suspendidas, además aumenta el riesgo de infecciones respiratorias agudas (WHO, 2000b). Muchos estudios han demostrado impactos en la salud con niveles de concentraciones típicamente experimentados de O₃ y PM₁₀ en la Ciudad de México y aún cuando son inferiores que las normas establecidas para O₃ y PM₁₀ (MIT, 2000b).

En general, resulta cada vez más necesario avanzar en el estudio de las relaciones especificas entre contaminantes y enfermedades, para lo cual hace falta superar algunas limitaciones existentes en los análisis como lo señala Lezama, tales como: i) las mediciones no son relacionadas con los contaminantes directamente; ii) existen dudas respecto a las técnicas de medición y a sus instrumentos; iii) tanto los instrumentos de las mediciones como el número de observaciones en el tiempo, son demasiado pequeños para ser herramientas de análisis confiables; iv) no hay series de tiempo confiables para ningún contaminante que permita realizar un análisis de largo plazo; v) la mayor parte de las mediciones sobre contaminantes del aire no miden la exposición humana (Lezama, 2000).

Finalmente, con este último apartado se concluye el análisis de los tres elementos planteados. Sin embargo, debemos interrelacionar a los mismos con el propósito de tener un primer acercamiento que permita evidenciar el nivel de exposición de la población de acuerdo con la información que se encuentra a nuestro alcance, y que se detalla en el siguiente apartado.

V.4 Cuantificación de la Exposición¹

Para determinar el grado de exposición de los grupos de población seleccionados, se tomó en consideración la tercer etapa del método de evaluación del riesgo, a través de la cual, es posible estimar qué cantidad de O₃ y PM₁₀ inhala una persona durante un período de tiempo determinado. Su forma de cálculo, es a través de la ecuación general referente a toma diaria, misma que se expresa de la siguiente manera:

TD= C(TCXEFD)
(PCPXTPE)

Donde:

TD = Toma Diaria (mg/kg-día)

C = Concentración del contaminante en el aire (mg/m³)

TC = Tasa de contacto (m^3/dla)

EFD = Frecuencia y duración de la exposición (días)

PCP = Peso Corporal Promedio (Kg)

TPE = Tiempo promedio de exposición (días)

La toma diaria, considera tanto la concentración de contaminantes, como los parámetros específicos de exposición tales como: tiempo, tasa de contacto, frecuencia y duración de exposición, así como, los referidos al receptor, es decir, su peso corporal promedio.

La concentración de los contaminantes en el aire, se obtuvo de las mediciones de las estaciones de monitoreo atmosférico pertenecientes a la RAMA para los tres horarios que conforman el horario diurno, citado en el apartado V.3, dicha información fue transformada en unidades de medida de mg/m³, con el fin de hacerla homogénea y poder realizar los cálculos correspondientes. Ver Cuadro V.4.1.

La tasa de contacto, se refiere a la admisión del contaminante por el cuerpo humano, a través de las vías respiratorias.

La duración de la exposición considera el lapso de tiempo que hace contacto el ser humano con el contaminante, es decir, el tiempo que la persona permanece en un sitio determinado –intramuros o extramuros- y su frecuencia de respiración.

La toma diaria se determinó para cada grupo de población analizado en apartados anteriores, es decir, personas que viajan por motivo de trabajo y escuela, así como la población vulnerable.

¹ USEPA, "Risk Assessment for Toxic Air Pollutants: A Citizan's Guide" EPA 450/3-90-024, March, 1991.

Resulta importante señalar, que en la sustitución de variables de la ecuación se hicieron cuatro consideraciones tales como:

- 1. Los viajeros por motivo de trabajo tienen un peso corporal igual a 64 Kg. (WHO, 1994). La duración de exposición se estimó de 30 años². Su frecuencia de exposición asciende a 242 días al año³. El tiempo promedio de exposición correspondió a 7,260 días de acuerdo a la duración y frecuencia de exposición. Por último, la tasa de contacto diario se supuso de 22 m³/día (WHO, 1994).
- 2. Para viajeros por motivo de escuela se estimó su peso corporal promedio en 50 Kg ⁴. La duración de exposición se considero de 14 años⁵, con una frecuencia de 200 días⁶. El tiempo promedio de exposición correspondió a 2,800 días. La tasa de contacto diario es igual a 20 m³ al día (Melgar, 1999).
- 3. Respecto a las personas mayores de 65 años, su peso corporal promedio se estimó también en 64 Kg. La duración de exposición se estableció en 13.7 años⁷. Su frecuencia de exposición 365 días del año. El tiempo de exposición promedio fue de 5,000 días. La tasa de contacto fue también de 22 m³ al día.
- 4. Por último los menores de cinco años, su peso corporal promedio fue de 7.5 Kg. La duración de exposición de 5 años. Su frecuencia de exposición los 365 días del año. El tiempo de exposición fue de 1,825 días. La tasa de contacto de 20 m³ al día (Melgar, 1999).

Derivado de lo anterior, se realizaron los cálculos correspondientes sustituyendo los valores de las variables en la ecuación general de toma diaria con lo cual se obtuvo una ecuación para cada grupo de población por cada contaminante.

Para O_{3,} se hizo el cálculo de cuatro ecuaciones correspondientes a cada grupo:

1) Viajeros por Trabajo:

TD=
$$\frac{C_{03}(22 \text{ m}^3/\text{día}) (242 \text{ días /año})}{(64 \text{ Kg.}) (7,260 \text{ días})} = 0.01145833 (C_{03}) \text{ mg/kg-día}$$

Días laborables después de restar fines de semana, vacaciones y días festivos.

² Vida laboral promedio.

⁴ Peso promedio obtenido después de considerar un peso corporal de 36 Kg para el caso de menores y de 64Kg, para mayores de edad.

⁵ Considera sólo hasta nivel de educación básica.

⁶ De acuerdo con el calendario escolar de la SEP

Diferencia entre la esperanza de vida promedio de 71.7 años y su edad cuando son jubilados 58 años

2) Viajeros por Escuela:

TD=
$$\frac{C_{03}(20 \text{ m}^3/\text{dia}) (200 \text{ dias /año})}{(50 \text{ Kg}) (2,800 \text{ dias})} = 0.02857143 (C_{03}) \text{ mg/kg-dia}$$

3) Mayores de 65 años

TD=
$$\frac{C_{03}(22 \text{ m}^3/\text{dia}) (365 \text{ dias /año})}{(64 \text{ Kg}) (5,000 \text{ dias})} = 0.02509375 (C_{03}) \text{ mg/kg-dia}$$

4) Menores de 5 años

TD=
$$\frac{C_{O3}(20 \text{ m}^3/\text{dia}) (365 \text{ dias /año})}{(7.5 \text{ Kg}) (1,825 \text{ dias})} = 0.533333333 (C_{O3}) \text{ mg/kg-dia}$$

Asimismo, en el caso de PM₁₀ se hizo igual número de ecuaciones por grupo:

1) Viajeros por Trabajo:

TD=
$$\frac{C_{PM10}(22 \text{ m}^3/\text{dia}) (242 \text{ dias /año})}{(64 \text{ Kg}) (7,260 \text{ dias})} = 0.01145833 (PM10) mg/kg-dia$$

2) Viajeros por Escuela:

TD=
$$\frac{\text{C}_{PM10}(20 \text{ m}^3/\text{dia}) (200 \text{ dias /año})}{(50 \text{ Kg}) (2,800 \text{ dias})} = 0.02857143 (PM10) mg/kg-dia$$

3) Mayores de 65 años

TD=
$$\frac{C_{PM10}(22 \text{ m}^3/\text{dia}) (365 \text{ dias /año})}{(64 \text{ Kg}) (5,000 \text{ dias})} = 0.02509375 (PM_{10}) \text{ mg/kg-dia}$$

4) Menores de 5 años

TD=
$$\frac{C_{PM10}(20 \text{ m}^3/\text{dia}) (365 \text{ dias /año})}{(7.5 \text{ Kg}) (1,825 \text{ dias})} = 0.533333333 (PM10) \text{ mg/kg-dia}$$

Con el propósito de contar con todos los elementos necesarios para el cálculo de la toma diaria, en el Cuadro V.4.1, se presentan las estimaciones de concentración de contaminantes en mg/m³ para los tres intervalos de tiempo que conforman el horario diurno.

Cuadro V.4.1. Concentraciones de Contaminantes por Estación de Monitoreo y Horario, 1995 (mg/m³)

				Máximos			Promedio	
Estacion	Núm de Distrito	Contaminante	matutino	mediodía	Vespertino	matutino	mediodía	Vespertino
LVI	21	PM ₁₀	0.2562	0.3236	0.2433	0.0464	0.0755	0.0485
XAL	93	PM ₁₀	0.5850	0.5790	0.5280	0.0839	0.0948	0.0965
MER	. 33	PM ₁₀	0.3075	0.3833	0.3883	0.0499	0.0583	0.0593
TLA	88	PM ₁₀	0.4071	0.5540	0.3718	0.0589	0.0672	0.0543
NET	107	PM ₁₀	0.4282	0.6310	0.4130	0.0704	0.0981	0.0977
CES	55	PM ₁₀	0.4600	0.6430	0.5320	0.0558	0.0769	0.0914
PED	63	PM ₁₀	0.1750	0.2865	0.3800	0.0362	0.0588	0.0546
TLI	127	PM ₁₀	0.4910	0.3250	0.4750	0.0530	0.0706	0.0559
VIF	129	PM ₁₀	0.4550	0.4400	0.2360	0.0488	0.0637	0.0571
TAH	70	PM ₁₀	0.2838	0.5090	0.7040	0.0368	0.0675	0.0654
TAC	10	O_3	0.1748	0.5537	0.1728	0.0424	0.2366	0.1020
AZC	14	O ₃	0.1217	0.5773	0.1551	0.0317	0.1910	0.0864
TLA	88	O_3	0.1512	0.5734	0.1571	0.0314	0.1812	0.0836
EAC	84	O_3	0.1473	0.5380	0.1591	0.0396	0.1984	0.0890
XAL	93	O ₃	0.1885	0.5420	0.1708	0.0504	0.1594	0.0752
SAG	97	O ₃	0.1139	0.5361	0.1689	0.0423	0.1694	0.0911
UIZ	51	O_3	0.1807	0.5518	0.1649	0.0464	0.2131	0.0972
CES	57	O ₃	0.1217	0.5282	0.1512	0.0373	0.1885	0.0822
TAX	61	O_3	0.1512	0.5223	0.1885	0.0452	0.2051	0.0906
PED	63	O_3	0.1610	0.6853	0.1865	0.0380	0.2485	0.0962
PLA	43	O_3	0.1453	0.6696	0.1512	0.0378	0.2023	0.0853
BJU	40	O_3	0.1217	0.6559	0.1316	0.0394	0.2462	0.0881
MER	33	O ₃	0.1787	0.5439	0.1433	0.0371	0.2085	0.0804
HAN	31	O ₃	0.1414	0.4673	0.1512	0.0350	0.1918	0.0763
LAG	5	O ₃	0.1198	0.5636	0.1237	0.0389	0.2238	0.0820
CUA	69	O ₃	0.1453	0.5263	0.2847	0.0431	0.1935	0.0929
TPN	77	O ₃	0.1237	0.5341	0.2317	0.0403	0.2089	0.0934
CHA	130	O ₃	0.1178	0.3868	0.1375	0.0371	0.1501	0.0758
TAH	70	O_3	0.1394	0.4948	0.1846	0.0365	0.1808	0.0956

Fuente: Elaboración propia con base en Cifras de la RAMA

De acuerdo con las concentraciones obtenidas, se observan niveles máximos importantes para cada uno de los contaminantes, como ya se había mencionado en el apartado correspondiente al análisis espacial de los contaminantes de interés. Por el contrario, las estimaciones de niveles promedio no son representativas.

Establecido lo anterior, se continuó con el proceso de despeje de la ecuación, obteniéndose así, la toma diaria de los dos contaminantes en sus dos niveles promedio y máximos, resultados que se muestran en los Cuadros V.4.2 y V.4.3.

Cuadro V.4.2 Toma Diaria Promedio por Grupos de Población

		$\neg \neg$	Mer	nores de 5 a	iños	May	ores de 65	años	Vi	ijes por tra	bajo	Via	jes por es	zuela
Estación	Núm. de Distrito	Contaminante	Matutino	Mediodia	Vespertino	Matutino	Mediodía	Vespertino	Matutino	Mediodía	Vesperlino	Matutino	Mediodia	Vespertino
LVI	21	PM ₁₀	0.02475	0.04028	0.02586	0.00116	0.00190	0.00122	0.00053	0.00087	0.00056	0.00133	0.00216	0.00139
XAL	93	PM ₁₀	0.04472	0.05057	0.05145	0.00210	0.00238	0.00242	0.00096	0.00109	0.00111	0.00240	0.00271	0.00276
MER	33	PM ₁₀	0.02659	0.03107	0.03164	0.00125	0.00146	0.00149	0.00057	0.00067	0.00068	0.00142	0.00166	0.00169
TLA	88	PM ₁₀	0.03141	0.03585	0.02895	0.00148	0.00169	0.00136	0.00067	0.00077	0.00062	0.00168	0.00192	0.00155
NET	107	PM ₁₀	0.03756	0.05232	0.05210	0.00177	0.00246	0.00245	0.00081	0.00112	0.00112	0.00201	0.00280	0.00279
CES	55	PM ₁₀	0.02978	0.04101	0.04875	0.00140	0.00193	0.00229	0.00064	0.00088	0.00105	0.00160	0.00220	0.00261
PED	63	PM ₁₀	0.01932	0.03137	0.02912	0.00091	0.00148	0.00137	0.00042	0.00067	0.00063	0.00103	0.00168	0.00156
TLI	127	PM ₁₀	0.02827	0.03766	0.02979	0.00133	0.00177	0.00140	0.00061	0.00081	0.00064	0.00151	0.00202	0.00160
VIF	129	PM ₁₀	0.02601	0.03396	0.03043	0.00122	0.00160	0.00143	0.00056	0.00073	0.00065	0.00139	0.00182	0.00163
TAH	70	PM ₁₀	0.01964	0.03598	0.03488	0.00092	0.00169	0.00164	0.00042	0.00077	0.00075	0.00105	0.00193	0.00187
TAC	10	O ₃	0.02263	0.12620	0.05439	0.00106	0.00594	0.00256	0.00049	0.00271	0.00117	0.00121	0.00676	0.00291
AZC	14	03	0.01689	0.10185	0.04610	0.00079	0.00479	0.00217	0.00036	0.00219	0.00099	0.00090	0.00546	0.00247
TLA	88	03	0.01672	0.09666	0.04457	0.00079	0.00455	0.00210	0.00036	0.00208	0.00096	0.00090	0.00518	0.00239
EAC	84	03	0.02114	0.10582	0.04745	0.00099	0.00498	0.00223	0.00045	0.00227	0.00102	0.00113	0.00567	0.00254
XAL	93	O ₃	0.02689	0.08504	0.04010	0.00127	0.00400	0.00189	0.00058	0.00183	0.00086	0.00144	0.00456	0.00215
SAG	97	03	0.02255	0.09034	0.04861	0.00106	0.00425	0.00229	0.00048	0.00194	0.00104	0.00121	0.00484	0.00260
UIZ	51	03	0.02476	0.11366	0.05186	0.00117	0.00535	0.00244	0.00053	0.00244	0.00111	0.00133	0.00609	0.00278
CES	57	0,	0.01987	0.10054	0.04382	0.00093	0.00473	0.00206	0.00043	0.00216	0.00094	0.00106	0.00539	0.00235
TAX	61	03	0.02410	0.10939	0.04833	0.00113	0.00515	0.00227	0.00052	0.00235	0.00104	0.00129	0.00586	0.00259
PED	63	O ₃	0.02024	0.13252	0.05132	0.00095	0.00624	0.00241	0.00043	0.00285	0.00110	0.00108	0.00710	0.00275
PLA	43	O ₃	0.02014	0.10791	0.04550	0.00095	0.00508	0.00214	0.00043	0.00232	0.00098	0.00108	0.00578	0.00244
BJU	40	O ₃	0.02100	0.13129	0.04700	0.00099	0.00618	0.00221	0.00045	0.00282	0.00101	0.00113	0.00703	0.00252
MER	33	03	0.01981	0.11119	0.04287	0.00093	0.00523	0.00202	0.00043	0.00239	0.00092	0.00106	0.00596	0.00230
HAN	31	O ₃	0.01867	0.10230	0.04069	0.00088	0.00481	0.00191	0.00040	0.00220	0.00087	0.00100	0.00548	0.00218
LAG	5	03	0.02074	0.11936	0.04372	0.00098	0.00562	0.00206	0.00045	0.00256	0.00094	0.00111	0.00639	0.00234
CUA	69	O ₃	0.02296	0.10320	0.04953	0.00108	0.00486	0.00233	0.00049	0.00222	0.00106	0.00123	0.00553	0.00265
TPN	77	O ₃	0.02149	0.11142	0.04982	0.00101	0.00524	0.00234	0.00046	0.00239	0.00107	0.00115	0.00597	0.00267
CHA	130	O ₃	0.01980	0.08005	0.04041	0.00093	0.00377	0.00190	0.00043	0.00172	0.00087	0.00106	0.00429	0.00216
TAH	70	03	0.01946	0.09645	0.05099	0.00092	0.00454	0.00240	0.00042	0.00207	0.00110	0.00104	0.00517	0.00273

Fuente: Elaboración propia con base en cifras de WHO, 1994 y RAMA, 1995.

De acuerdo con el cuadro anterior, son los menores de 5 años los que tienen mayores tomas diarias promedio de contaminantes.

Cuadro V.4.3 Toma Diaria Máxima por Grupos de Población

LVI 21 PM ₁₀ 0.13665 0.17258 0.12977 0.00643 0.00812 0.00611 0.00294 0.00371 0.00279 0. XAL 93 PM ₁₀ 0.31200 0.30880 0.28160 0.01468 0.01453 0.01325 0.00670 0.00663 0.00605 0. MER 33 PM ₁₀ 0.16399 0.20443 0.20711 0.00772 0.00962 0.00974 0.00352 0.00439 0.00445 0. TLA 88 PM ₁₀ 0.21714 0.29547 0.19827 0.01022 0.01390 0.00933 0.00467 0.00635 0.00426 0. NET 107 PM ₁₀ 0.22836 0.33653 0.22027 0.01074 0.01583 0.01036 0.00491 0.00723 0.00473 0. CES 55 PM ₁₀ 0.24533 0.34293 0.28372 0.01154 0.01614 0.01335 0.00527 0.00737 0.00610 0. PED 63 PM ₁₀ 0.09333 0.15282 0.20267 0.00439 0.00719 0.00954 0.00201 0.00328 0.00435 0. TLI 127 PM ₁₀ 0.26187 0.17333 0.25333 0.01232 0.00816 0.01192 0.00563 0.00372 0.00544 0. VIF 129 PM ₁₀ 0.24267 0.23467 0.12587 0.01142 0.01104 0.00592 0.00521 0.00504 0.00270 0. TAH 70 PM ₁₀ 0.15138 0.27147 0.37547 0.00712 0.01277 0.01767 0.00325 0.00583 0.00807 0.	Viajes por es 1.00732 0.0092 1.01671 0.0165 1.00879 0.0109 1.01163 0.0158 1.01223 0.0180 1.01314 0.0183	0.00695 4 0.01509 5 0.01110 3 0.01062
LVI 21 PM ₁₀ 0.13665 0.17258 0.12977 0.00643 0.00812 0.00611 0.00294 0.00371 0.00279 0. XAL 93 PM ₁₀ 0.31200 0.30880 0.28160 0.01468 0.01453 0.01325 0.00670 0.00663 0.00605 0. MER 33 PM ₁₀ 0.16399 0.20443 0.20711 0.00772 0.00962 0.00974 0.00352 0.00439 0.00445 0. TLA 88 PM ₁₀ 0.21714 0.29547 0.19827 0.01022 0.01390 0.00933 0.00467 0.00635 0.00426 0. NET 107 PM ₁₀ 0.22836 0.33653 0.22027 0.01074 0.01583 0.01036 0.00491 0.00723 0.00473 0. CES 55 PM ₁₀ 0.24533 0.34293 0.28372 0.01154 0.01614 0.01335 0.00527 0.00737 0.00610 0. PED 63 PM ₁₀ 0.09333 0.15282 0.20267 0.00439 0.00719 0.00954 0.00201 0.00328 0.00435 0. TLI 127 PM ₁₀ 0.26187 0.17333 0.25333 0.01232 0.00816 0.01192 0.00563 0.00372 0.00544 0. VIF 129 PM ₁₀ 0.24267 0.23467 0.12587 0.01142 0.01104 0.00592 0.00521 0.00504 0.00270 0. TAH 70 PM ₁₀ 0.15138 0.27147 0.37547 0.00712 0.01277 0.01767 0.00325 0.00583 0.00807 0.	.00732 0.0092 .01671 0.0165 .00879 0.0109 .01163 0.0158 .01223 0.0180	0.00695 4 0.01509 5 0.01110 3 0.01062
XAL 93 PM ₁₀ 0.31200 0.30880 0.28160 0.01468 0.01453 0.01325 0.00670 0.00663 0.00605 0.0 MER 33 PM ₁₀ 0.16399 0.20443 0.20711 0.00772 0.00962 0.00974 0.00352 0.00439 0.00445 0.0 TLA 88 PM ₁₀ 0.21714 0.29547 0.19827 0.01022 0.01390 0.00933 0.00467 0.00635 0.00426 0.0 NET 107 PM ₁₀ 0.22836 0.33653 0.22027 0.01074 0.01583 0.01036 0.00491 0.00723 0.00473 0.0 CES 55 PM ₁₀ 0.24533 0.34293 0.28372 0.01154 0.01614 0.01335 0.00527 0.00737 0.00610 0.0 PED 63 PM ₁₀ 0.09333 0.15282 0.20267 0.00439 0.00719 0.00563 0.00372 0.00544 -0. TLI 127 PM ₁₀ 0.26187 0.17333 0.25333 0.01232 0.00816	.01671 0.0165 .00879 0.0109 .01163 0.0158 .01223 0.0180	4 0.01509 5 0.01110 3 0.01062
MER 33 PM ₁₀ 0.16399 0.20443 0.20711 0.00772 0.00962 0.00974 0.00352 0.00439 0.00445 0. TLA 88 PM ₁₀ 0.21714 0.29547 0.19827 0.01022 0.01390 0.00933 0.00467 0.00635 0.00426 0. NET 107 PM ₁₀ 0.22836 0.33653 0.22027 0.01074 0.01583 0.01036 0.00491 0.00723 0.00473 0. CES 55 PM ₁₀ 0.24533 0.34293 0.28372 0.01154 0.01614 0.01335 0.00527 0.00737 0.00610 0. PED 63 PM ₁₀ 0.09333 0.15282 0.20267 0.00439 0.00719 0.00954 0.00201 0.00328 0.00435 0. TLI 127 PM ₁₀ 0.26187 0.17333 0.25333 0.01232 0.00816 0.01192 0.00563 0.00372 0.00544 0. VIF 129 PM ₁₀ 0.24267 0.23467 0.12587 0.01142	.00879 0.0109 .01163 0.0158 .01223 0.0180	5 0.01110 3 0.01062
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$.01163 0.0158 .01223 0.0180	3 0.01062
NET 107 PM ₁₀ 0.22836 0.33653 0.22027 0.01074 0.01583 0.01036 0.00491 0.00723 0.00473 0.00527 CES 55 PM ₁₀ 0.24533 0.34293 0.28372 0.01154 0.01614 0.01335 0.00527 0.00737 0.00610 0.00527 PED 63 PM ₁₀ 0.09333 0.15282 0.20267 0.00439 0.00719 0.00954 0.00201 0.00328 0.00435 0.00527 TLI 127 PM ₁₀ 0.26187 0.17333 0.25333 0.01232 0.00816 0.01192 0.00563 0.00372 0.00544 0.00527 VIF 129 PM ₁₀ 0.24267 0.23467 0.12587 0.01142 0.01104 0.00592 0.00521 0.00504 0.00270 0.00527 TAH 70 PM ₁₀ 0.15138 0.27147 0.37547 0.00712 0.01277 0.01767 0.00325 0.00583 0.00807 0.00504	.01223 0.0180	+
CES 55 PM ₁₀ 0.24533 0.34293 0.28372 0.01154 0.01614 0.01335 0.00527 0.00737 0.00610 0. PED 63 PM ₁₀ 0.09333 0.15282 0.20267 0.00439 0.00719 0.00954 0.00201 0.00328 0.00435 0. TLI 127 PM ₁₀ 0.26187 0.17333 0.25333 0.01232 0.00816 0.01192 0.00563 0.00372 0.00544 0. VIF 129 PM ₁₀ 0.24267 0.23467 0.12587 0.01142 0.01104 0.00592 0.00521 0.00504 0.00270 0. TAH 70 PM ₁₀ 0.15138 0.27147 0.37547 0.00712 0.01277 0.01767 0.00325 0.00583 0.00807 0.		3 0.01180
PED 63 PM ₁₀ 0.09333 0.15282 0.20267 0.00439 0.00719 0.00954 0.00201 0.00328 0.00435 0. TLI 127 PM ₁₀ 0.26187 0.17333 0.25333 0.01232 0.00816 0.01192 0.00563 0.00372 0.00544 -0. VIF 129 PM ₁₀ 0.24267 0.23467 0.12587 0.01142 0.01104 0.00592 0.00521 0.00504 0.00270 0. TAH 70 PM ₁₀ 0.15138 0.27147 0.37547 0.00712 0.01277 0.01767 0.00325 0.00583 0.00807 0.	.01314 0.0103	
TLI 127 PM ₁₀ 0.26187 0.17333 0.25333 0.01232 0.00816 0.01192 0.00563 0.00372 0.00544 -0. VIF 129 PM ₁₀ 0.24267 0.23467 0.12587 0.01142 0.01104 0.00592 0.00521 0.00504 0.00270 0. TAH 70 PM ₁₀ 0.15138 0.27147 0.37547 0.00712 0.01277 0.01767 0.00325 0.00583 0.00807 0.	.00500 0.0081	+
VIF 129 PM ₁₀ 0.24267 0.23467 0.12587 0.01142 0.01104 0.00592 0.00521 0.00504 0.00270 0. TAH 70 PM ₁₀ 0.15138 0.27147 0.37547 0.00712 0.01277 0.01767 0.00325 0.00583 0.00807 0.	.01403 0.0092	
TAH 70 PM ₁₀ 0.15138 0.27147 0.37547 0.00712 0.01277 0.01767 0.00325 0.00583 0.00807 0.	.01300 0.0125	+
 	.00811 0.0145	+
	.00499 0.0158	+
	.00348 0.0164	
}	.00432 0.0163	
 	.00421 0.0153	
	.00539 0.0154	+
	.00325 0.0153	+
 	.00516 0.0157	+
 	.00348 0.0150	+
┍┈┈┞┈┝┈┊┈┊┈┈┈┞┈┈┈┼┈┈┼┈┈┼┈┈┼┈┈┼┈┈┼┈	.00432 0.0149	
PED 63 O ₃ 0.08588 0.36550 0.09949 0.00404 0.01720 0.00468 0.00184 0.00785 0.00214 0.0	.00460 0.0195	
PLA 43 O ₃ 0.07750 0.35712 0.08064 0.00365 0.01680 0.00379 0.00166 0.00767 0.00173 0.0	.00415 0.0191	+
├──╀╾╃╼╃───┼╼┈╅╼╼╼┿ ━ ╒┩╸╸╸ ╫┈┈╂ ┈╸╸┡ ╾╼┷┼╾	.00348 0.0187	
MER 33 03 0.09530 0.29009 0.07645 0.00448 0.01365 0.00360 0.00205 0.00623 0.00164 0.0	.00511 0.0155	0.00410
HAN 31 O ₃ 0.07540 0.24925 0.08064 0.00355 0.01173 0.00379 0.00162 0.00535 0.00173 0.0	.00404 0.0133	+
▐▀▘▔▘▘▘▘▘▘ ▔▔▔▀▐▀▀▔▀▗▜▀▘▀▗▜▗▘▃▗▞▃▐▗▗▗▗▃▐▗▃▃▃▗▍▃▃▃▗▗▍▃▃▗▗▗▍▃	00342 0.0161	+
	.00415 0.0150	1 - -
TPN 77 O ₃ 0.06598 0.28486 0.12358 0.00310 0.01340 0.00581 0.00142 0.00612 0.00265 0.0	.00353 0.0152	0.00662
CHA 130 O ₃ 0.06284 0.20631 0.07331 0.00296 0.00971 0.00345 0.00135 0.00443 0.00157 0.0	00337 0.0110	
TAH 70 03 0.07436 0.26391 0.09844 0.00350 0.01242 0.00463 0.00160 0.00567 0.00211 0.0	00398 0.0141	0.00527

Fuente: Elaboración propia con base en cifras de WHO, 1994 y RAMA, 1995.

Al igual que en los resultados de los promedios, también son los menores de edad quiénes observan las máximas tomas diarias.

De acuerdo a los resultados anteriores, se estimó otro indicador con el propósito de precisar cual es el coeficiente de riesgo en función de su toma diaria de contaminantes. El coeficiente de riesgo, es un factor que permite determinar que tanto daño recibe el ser humano, el cual considera que ante valores menores o igual a la unidad, no representan daño a las personas. Contrariamente un coeficiente mayor a la unidad, se considera como reflejo de daño. Por lo que, dicho coeficiente se expresa de la siguiente manera:

CR= TD/DF

Donde:

CR = Coeficiente de Riesgo

TD = Toma Diaria (mg/kg-día)

DR = Dosis de Referencia (O_3 = .216 mg/m³ y PM₁₀ = .150 mg/m³)

Los resultados del cálculo de este indicador, se presentan en los Cuadros V.4.4 y V.4.5. De acuerdo con lo obtenido, se puede sostener que son los menores de 5 años quiénes tienen el mayor riesgo ante nivo!es de tomas diarias máximas de contaminantes, situación que no se refleja, cuando se estima con tomas diarias promedios, dichas condiciones se presenta para ambos tipos contaminante. Cabe señalar que en el caso de PM₁₀, como se mencionó en anteriormente sólo corresponde a un dosis de referencia, ya que de acuerdo con la NOM-025-SSA1-1993⁸, se debe permanecer 24 horas bajo estas condiciones para tener un efecto sobre la salud del hombre.

Cuadro V.4.4 Coeficiente de Riesgo de Toma Diaria Promedio por Grupo de Población

			Menor	es de 5	años	Mayor	res de 6	5 años	Viaje	s por tra	abajo	Viajes	s por esc	cuela
Estacion	Núm. de Distrito	Contaminante	Matutino	Mediodía	Vespertino	Matutino	Mediodía	Vespertino	Matutino	Mediodía	Vespertino	Matutino	Mediodía	Vespertino
LVI	21	PM ₁₀	0.165	0.269	0.172	0.008	0.013	0.008	0.004	0.006	0.004	0.009	0.014	0.009
XAL	93	PM ₁₀	0.298	0.337	0.343	0.014	0.016	0.016	0.006	0.007	0.007	0.016	0.018	0.018
MER	33	PM ₁₀	0.177	0.207	0.211	0.008	0.010	0.010	0.004	0.004	0.005	0.009	0.011	0.011
TLA	88	PM ₁₀	0.209	0.239	0.193	0.010	0.011	0.009	0.004	0.005	0.004	0.011	0.013	0.010
NET	107	PM ₁₀	0.250	0.349	0.347	0.012	0.016	0.016	0.005	0.007	0.007	0.013	0.019	0.019
CES	55	PM ₁₀	0.199	0.273	0.325	0.009	0.013	0.015	0.004	0.006	0.007	0.011	0.015	0.017
PED	63	PM ₁₀	0.129	0.209	0.194	0.006	0.010	0.009	0.003	0.004	0.004	0.007	0.011	0.010
TLI	127	PM ₁₀	0.188	0.251	0.199	0.009	0.012	0.009	0.004	0.005	0.004	0.010	0.013	0.011
VIF	129	PM ₁₀	0.173	0.226	0.203	0.008	0.011	0.010	0.004	0.005	0.004	0.009	0.012	0.011
TAH	70	PM ₁₀	0.131	0.240	0.233	0.006	0.011	0.011	0.003	0.005	0.005	0.007	0.013	0.012
TAC	10	O ₃	0.105	0.584	0.252	0.005	0.027	0.012	0.002	0.013	0.005	0.006	0.031	0.013
AZC	14	O ₃	0.078	0.472	0.213	0.004	0.022	0.010	0.002	0.010	0.005	0.004	0.025	0.011
TLA	88	O ₃	0.077	0.448	0.206	0.004	0.021	0.010	0.002	0.010	0.004	0.004	0.024	0.011
EAC	84	Ŏ ₃	0.098	0.490	0.220	0.005	0.023	0.010	0.002	0.011	0.005	0.005	0.026	0.012
XAL	93	O ₃	0.124	0.394	0.186	0.006	0.019	0.009	0.003	0.008	0.004	0.007	0.021	0.010
SAG	97	O ₃	0.104	0.418	0.225	0.005	0.020	0.011	0.002	0.009	0.005	0.006	0.022	0.012
UIZ	51	O ₃	0.115	0.526	0.240	0.005	0.025	0.011	0.002	0.011	0.005	0.006	0.028	0.013
CES	57	O ₃	0.092	0.465	0.203	0.004	0.022	0.010	0.002	0.010	0.004	0.005	0.025	0.011
TAX	61	O ₃	0.112	0.506	0.224	0.005	0.024	0.011	0.002	0.011	0.005	0.006	0.027	0.012
PED	63	O ₃	0.094	0.614	0.238	0.004	0.029	0.011	0.002	0.013	0.005	0.005	0.033	0.013
PLA	43	O ₃	0.093	0.500	0.211	0.004	0.024	0.010	0.002	0.011	0.005	0.005	0.027	0.011
BJU	40	O_3	0.097	0.608	0.218	0.005	0.029	0.010	0.002	0.013	0.005	0.005	0.033	0.012
MER	33	O_3	0.092	0.515	0.198	0.004	0.024	0.009	0.002	0.011	0.004	0.005	0.028	0.011
HAN	31	O ₃	0.086	0.474	0.188	0.004	0.022	0.009	0.002	0.010	0.004	0.005	0.025	0.010
LAG	5	O_3	0.096	0.553	0.202	0.005	0.026	0.010	0.002	0.012	0.004	0.005	0.030	0.011
CUA	69	O_3	0.106	0.478	0.229	0.005	0.022	0.011	0.002	0.010	0.005	0.006	0.026	0.012
TPN	77	\tilde{O}_3	0.099	0.516	0.231	0.005	0.024	0.011	0.002	0.011	0.005	0.005	0.028	0.012
CHA	130	O ₃	0.092	0.371	0.187	0.004	0.017	0.009	0.002	0.008	0.004	0.005	0.020	0.010
TAH	70	O ₃	0.090	0.447	0.236	0.004	0.021	0.011	0.002	0.010	0.005	0.005	0.024	0.013

Fuente: Etaboración propia con base en cifras de WHÖ, 1994 y RAMA, 1995.

⁸ Op cit

Cuadro V.4.5 Coeficiente de Riesgo de Toma Diaria Máxima por Grupo de Población

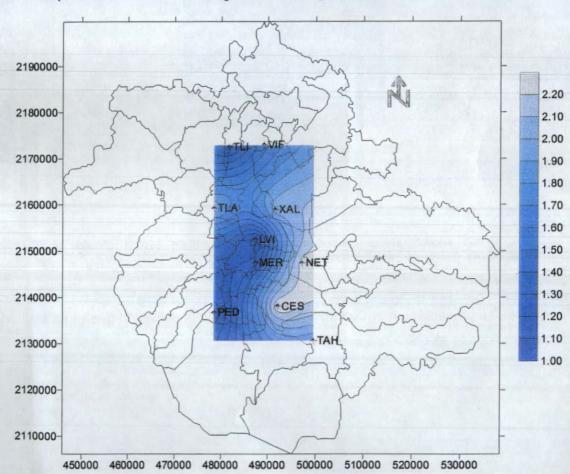
	₽		Meno	res de 5	años	Mayo	res de 6	5 años	Viaje	s por tra	abajo	Viajes	s por es	cuela
Estacion	Núm. de Distrito	Contaminante	Matutino	Mediodía	Vespertino	Matutino	Mediodía	Vespertino	Matutino	Mediod≀a	Vespertino	Matutino	Mediodía	Vespertino
LVI	21	PM ₁₀	0.911	1.151	0.865	0.043	0.054	0.041	0.020	0.025	0.019	0.049	0.062	0.046
XAL	93	PM ₁₀	2.080	2.059	1.877	0.098	0.097	0.088	0.045	0.044	0.040	0.111	0.110	0.101
MER	33	PM ₁₀	1.093	1.363	1.381	0.051	0.064	0.065	0.023	0.029	0.030	0.059	0.073	0.074
TLA	88	PM ₁₀	1.448	1.970	1.322	0.068	0.093	0.062	0.031	0.042	0.028	0.078	0.106	0.071
NET	107	PM ₁₀	1.522	2.244	1.468	0.072	0.106	0.069	0.033	0.048	0.032	0.082	0.120	0.079
CES	55	PM ₁₀	1.636	2.286	1.891	0.077	0.108	0.089	0.035	0.049	0.041	0.088	0.122	0.101
PED	63	PM ₁₀	0.622	1.019	1.351	0.029	0.048	0.064	0.013	0.022	0.029	0.033	0.055	0.072
TLI	127	PM ₁₀	1.746	1.156	1.689	0.082	0.054	0.079	0.038	0.025	0.036	0.094	0.062	0.090
VIF	129	PM ₁₀	1.618	1.564	0.839	0.076	0.074	0.039	0.035	0.034	0.018	0.087	0.084	0.045
TAH	70	PM ₁₀	1.009	1.810	2.503	0.047	0.085	0.118	0.022	0.039	0.054	0.054	0.097	0.134
TAC	10	O ₃	0.432	1.367	0.427	0.020	0.064	0.020	0.009	0.029	0.009	0.023	0.073	0.023
AZC	14	O_3	0.301	1.425	0.383	0.014	0.067	0.018	0.006	0.031	0.008	0.016	0.076	0.021
TLA	88	O ₃	0.373	1.416	0.388	0.018	0.067	0.018	0.008	0.030	0.008	0.020	0.076	0.021
EAC	84	O ₃	0.364	1.328	0.393	0.017	0.063	0.018	0.008	0.029	0.008	0.019	0.071	0.021
XAL	93	O ₃	0.465	1.338	0.422	0.022	0.063	0.020	0.010	0.029	0.009	0.025	0.072	0.023
SAG	97	O ₃	0.281	1.324	0.417	0.013	0.062	0.020	0.006	0.028	0.009	0.015	0.071	0.022
UIZ	51	O_3	0.446	1.362	0.407	0.021	0.064	0.019	0.010	0.029	0.009	0.024	0.073	0.022
CES	57	O ₃	0.301	1.304	0.373	0.014	0.061	0.018	0.006	0.028	0.008	0.016	0.070	0.020
TAX	61	O ₃	0.373	1.290	0.465	0.018	0.061	0.022	0.008	0.028	0.010	0.020	0.069	0.025
PED	63	O ₃	0.398	1.692	0.461	0.019	0.080	0.022	0.009	0.036	0.010	0.021	0.091	0.025
PLA	43	O ₃	0.359	1.653	0.373	0.017	0.078	0.018	0.008	0.036	0.008	0.019	0.089	0.020
BJU	40	O ₃	0.301	1.619	0.325	0.014	0.076	0.015	0.006	0.035	0.007	0.016	0.087	0.017
MER	33	O ₃	0.441	1.343	0.354	0.021	0.063	0.017	0.009	0.029	0.008	0.024	0.072	0.019
HAN	31	O ₃	0.349	1.154	0.373	0.016	0.054	0.018	0.007	0.025	0.008	0.019	0.062	0.020
LAG	5	O ₃	0.296	1.392	0.305	0.014	0.065	0.014	0.006	0.030	0.007	0.016		
CUA	69	O ₃	0.359	1.299	0.703	0.017	0.061	0.033	0.008	0.028	0.015	0.019		0.038
TPN	77	O ₃	0.305	1.319	0.572	0.014	0.062	0.027	0.007		0.012	0.016	0.071	0.031
CHA	130	O ₃	0.291	0.955	0.339	0.014	0.045	0.016	0.006	0.021	0.007	0.016		0.018
TAH	70	O ₃	0.344	1.222	0.456	0.016	0.057	0.021	0.007	0.026	0.010	0.018	0.065	0.024

Fuente: Elaboración propia con base en cifras de WHO, 1994 y RAMA, 1995.

A efecto de apreciar gráficamente, en que lugares se observan los mayores coeficientes de riesgo, se muestran a manera de ejemplo los Mapas V.4.1 y V.4.2., a través de los cuales, se representan las estaciones con mayor coeficiente de riesgo para los menores de 5 años ante su toma diaria de O₃ y PM₁₀. Ambos mapas resultan interesantes pues se observa que la mayoría de las estaciones de monitoreo tienen registros mayores a la unidad.

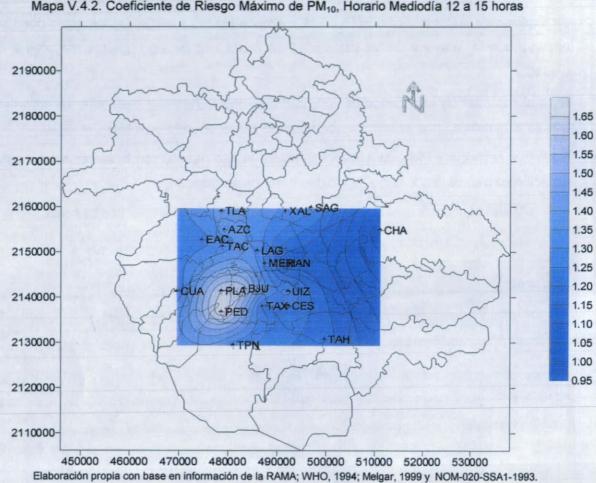
Para el caso del O₃ este riesgo es alto, particularmente hacia el mediodía, recordemos que es el horario en que se efectúa normalmente su proceso fotoquímico.

En lo que respecta a PM₁₀, se observa también un alto riesgo, con la salvedad que esta situación se mantiene a lo largo de los tres horarios analizados.



Mapa V.4.1. Coeficiente de Riesgo Máximo de O₃, Horario Mediodía 12 a 15 horas.

Elaboración propia con base en información de la RAMA; WHO, 1994; Melgar, 1999 y NOM-020-SSA1-1993.



Mapa V.4.2. Coeficiente de Riesgo Máximo de PM₁₀, Horario Mediodía 12 a 15 horas

Finalmente, se presentan en el Cuadro V.4.6 los datos de la población que se asienta en cada distrito donde se ubica una estación de monitoreo.

V.4.6. Número de Personas Asentada por Distritos y/o Estación de Monitoreo

	Contaminante	vo	65	trab	Med_trab	Vesp_trab	ose_	Med_Esc	Vesp_Esc
Estación	Cont	pob<5	pob>65	Mat_trab	Med	Vesp	Mat	Мед	Vesp
LVI	PM ₁₀	13,867	5,672	12,231	1,506	339	7,641	1,567	272
XAL	PM ₁₁	12,034	2,796	23,962	3,720	391	3,017	1,156	267
MER	PM ₁₂	9,471	8,279	42,500	5,316	1,820	22,437	3,565	1,108
TLA	PM ₁₃	9,201	4,532	24,809	2,989	472	12,817	1,576	896
NET	PM ₁₄	14,491	3,168	8,204	1,209	100	6,630	3,859	0
CES	PM ₁₅	19,670	3,242	4,063	407	0	409	821	0
PED	PM ₁₆	10,214	3,292	10,515	762	179	6,816	1,241	292
TLI	PM ₁₇	20,639	3,263	19,221	2,517	0	13,535	3,867	226
VIF	PM ₁₈	16,509	4,018	13,265	1,336	232	23,952	3,907	589
TAH	PM ₁₉	14,178	3,359	13,603		0	13,918	7,138	302
TAC	O ₃	10,548	5,482	20,977	2,742	146	7,990	1,197	0
AZC	O ₃	12,712	4,216	13,429	1,967	338	16,276	5,331	138
TLA	O ₃	9,201	4,532	24,809	2,989	472	12,817	1,576	896
EAC	O ₃	9,621	1,933	8,081	1,284	435	15,259	2,438	585
XAL	O ₃	12,034	2,796	23,962	3,720	391	3,017	1,156	267
SAG	O ₃	15,666	3,411	7,143	589	357	5,066	1,194	0
UIZ	O ₃	13,155	4,004	19,411	2,530	620	12,650	6,956	910
CES	O ₃	19,670	3,242	8,189	1,696	0	4,029	1,897	421
TAX	O ₃	11,646	3,684	14,099	1,977	261	17,444	4,359	715
PED	O ₃	10,214	3,292	10,515	762		6,816	1,241	292
PLA	O ₃	11,483	5,457	17,136	1,979	835	11,754	3,281	276
BJU	O ₃	6,270	7,340	64,008	8,321	1,974	41,636	3,946	1,846
MER	O ₃	9,471	8,279	42,500	5,316	1,820	22,437	3,565	1,108
HAN	O_3	0	0	10,550	1,923		1,680	142	0
LAG	O ₃	11,609	5,910	51,889	6,299	,	8,992	1,726	675
CUA	O_3	13,688	3,173	15,043			28,692	6,053	469
TPN	O ₃	13,387	4,956	38,441	6,110		27,625	6,457	552
CHA	O ₃	12,282	4,279	19,284	1,740		19,464	4,274	300
TAH	O ₃	14,178	3,359	13,603	1,524	0	13,918	7,138	302

Fuente: Elaboración propia con base en cifras de INEGI, 1991 e INEGI et al 1995

VI. ¿Se ha Solucionado el Problema de la Contaminación Atmosférica?

Durante el año 2000, autoridades del GDF, en particular las encargadas del medio ambiente, dieron a conocer el "Reporte de la Evolución de la Contaminación Atmosférica en la ZMCM, 1999". En él se afirma, categóricamente, que la calidad del aire está mejorando significativa y persistentemente, lo que obedece, no a eventos circunstanciales ni asociados a condiciones meteorológicas; sino a procesos sociales e institucionales complejos.

Ciertamente señala que no debemos olvidar la enorme concentración demográfica, inmobiliaria e industrial de la ZMCM, el gran consumo de combustibles fósiles y su correspondiente generación de emisión de contaminantes. A este respecto, cabría agregar que, son justamente estas variables las que en su accionar diario influyen marcadamente y a corto plazo en la dinámica de la contaminación atmosférica, pues son determinantes en la naturaleza de la problemática ambiental.

Ahora bien, es importante señalar que la información presentada en el documento anteriormente citado, referente al número de día con lecturas de IMECA, no puede ser comparada debido a que inicialmente la información se presentó de manera agregada como se puede ver en el Cuadro VI.1 y ahora se presenta de forma desagregada por tipo de contaminantes lo que dificulta su análisis, Ver Cuadro VI.2.

Cuadro VI.1.- Número de Días con Lectura IMECA en la ZMCM Superiores a los 100, 200, 300 puntos 1986-1997

		0, 200, 000 paines 1	
Periodo	Mayor que 100	Mayor que 200	Mayor que 300
1986	228	21	0
1987	284	26	0
1988	329	67	1
1989	329	15	0
1990	328	84	3
1991	353	173	8
1992	333	123	11
1993	324	80	1
1994	344	93	0
1995	324	88	0
1996*	327	69	0
1997	131	15	0
1998	n.d.	n.d.	n.d.
1999	n.d.	n.d.	n.d.

Nota: IMECAS corresponden al nivel máximo diario de ozono n.d. no disponible

Fuente: Red Automática de Monitoreo Almosférico. DDF;*/ Secretaria del Medio Ambiente GDF

Como puede observarse en este cuadro, la mayoría de los niveles de los contaminantes listados en este segundo cuadro, no exceden la normatividad, cuando en su seguimiento

histórico observaba serios problemas. Sin embargo, y aún con el cambio metodológico es posible observar que diversos contaminantes siguen mostrando niveles alarmantes tal es el caso del O₃, que en 1999 sólo estuvo dentro de la norma 65 días lo cual contradice la declaración oficial.

Cuadro VI.2. Número de Días Dentro de la Norma de Diferentes Contaminantes

Contaminante	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Bióxido de nitrógeno	336	352	358	337	338	331	286	329	336	347
Monóxido de carbono	336	284	340	363	365	360	359	364	360	363
Bióxido de azufre	361	363	351	365	365	365	364	365	365	365
Ozono	37	12	34	41	21	41	39	43	45	65
PM10			-		-	273	186	212	176	345

Fuente: GDF ,2000a.

Nota: Cumplimiento de la norma de diferentes contaminantes: registros iguales o menores a 100 puntos IMECA

En este tipo de análisis, se deben considerar no sólo los días que el contaminante se encuentra dentro de la norma, sino además los valores límite a lo que el ser humano se puede exponer de manera aguda y crónica.

Lo que es un hecho, es que a pesar del optimismo presentado, sigue existiendo problema con el O₃, ya que de los 300 días que tuvieron registros por arriba de la norma; cinco de éstos fueron objeto de aplicación del Plan de Contingencia Atmosférica, con todo lo que ello implica en términos de daños principalmente a grupos susceptibles: ancianos y niños. Es importante mencionar que, de acuerdo a estudios realizados por investigadores sobre el tema de riesgo en la salud, existe una correlación directa, entre el aumento del ausentismo escolar y los días con altas concentraciones de contaminantes, específicamente de ozono (Romieu et al, 1995).

Asimismo, de acuerdo a estimaciones hechas en 1996 por la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM), ante condiciones de contingencia ambiental (250 IMECAS), había un incremento de 522 mil personas con problemas respiratorios, a lo cual habría que adicionar los costos económicos que esto representa (GDF, 2000c).

Resulta importante señalar que a partir de mayo de 1998, se observa un cambio más restrictivo en el valor considerado como criterio de aplicación del Plan de Contingencia que pasa de 250 a 240 puntos IMECA (GDF, 2000b).

Este tipo de medidas, se basan en dos tipos de fuentes; por un lado, en estudios epidemiológicos y toxicológicos de países desarrollados y por otro lado, en estudios nacionales. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, el establecimiento de una norma, debe tener en cuenta los niveles de exposición y las condiciones ambientales, sociales, económicas y culturales que prevalecen en el país o región, teniéndose en

algunos casos la posibilidad de adoptar una norma que este por arriba o por debajo de los valores establecidos.

Además, en esta misma determinación deben ser considerados otros factores como alta y baja temperatura, humedad, altitud así como el estado nutricional que puede influenciar en la salud de la población que es expuesta a la contaminación del aire.

A los resultados presentados de manera general sobre O₃, cabría agregar lo que sucede en las estaciones de monitoreo, de las cuales sólo se señalaran aquellas cuyos registros mostraron niveles elevados, tal es el caso de la estación Pedregal, quien tuvo excedencia en la norma de 1,057 horas; Plateros, 938 horas; Tlalpan 717 horas, y Azcapotzalco con 685 horas (JICA et al., 2000).

Con base en lo anterior, se puede señalar que aún existen problemas por resolver en relación al ozono - pues continúa siendo el contaminante con mayores violaciones a la norma oficial (Lezama, 2000)- y a la interacción de un conjunto de factores como el comportamiento de sus precursores (NOx y HC); y el clima, del cual no tenemos forma de control alguno salvo en aquella parte que corresponde a la generada por el hombre. Además, está la magnitud y composición del parque vehicular así como el comportamiento de la economía, básicamente en términos del aumento y disminución de la actividad productiva y de los servicios y, su efecto consecuente sobre el consumo de combustibles y energía en general, de tal suerte que se logre el propósito general, "cuidar la salud de la población del valle de México".

Por otra parte, las partículas suspendidas menores a 10 micras (PM₁₀), se consideran el segundo contaminante de preocupación, después del O₃. Estas presentan también, de acuerdo al reporte del GDF ya citado, una disminución considerable en sus niveles, esto después de haber registrado, años atrás -1995-1998-, un número importante de días por arriba de la norma. No debemos olvidar que, si bien existe una asociación importante en la generación de las mismas, por parte de elementos tales como vegetación y suelo erosionado, son los hidrocarburos en su combustión los responsable mayormente de su producción, es decir, resultan también de las actividades antropogénicas, como el caso de la industria que genera SO₂ y NOx; el transporte, CO, HC y NOx y, los servicios, SO₂ y HC.

La explicación a este mejoramiento de la calidad del aire de la ZMCM por parte de las autoridades, señala que obedece fundamentalmente a la instrumentación de diversas medidas y acciones de gestión ambiental del GDF, apoyada por la Comisión Ambiental

Metropolitana, y a que las condiciones meteorológicas, no se modificaron sustancialmente con relación a los registros correspondientes a años anteriores.

En este mismo documento, se reconoce la presencia de un parque vehicular creciente y un elevado consumo de gasolina. Con lo cual, resulta todavía más objetable su afirmación del mejoramiento ambiental, pues es precisamente el consumo de energéticos un indicador que resume los distintos factores socioeconómicos y tecnológicos que actúan como causantes de la contaminación atmosférica de la Ciudad de México (Lezama, 2000). Además de reconocerse como variables que influyen marcadamente a corto y largo plazo en la dinámica de la contaminación atmosférica, pues plantean nuevas interacciones entre los diferentes actores metropolitanos y su entorno, lo cual conlleva a una revisión de la política ambiental (Céspedes, 1998).

Señalado lo anterior, resulta interesante enlistar a manera de referencia, y de acuerdo también al documento, cuales fueron las tareas emprendidas por el GDF es decir, los programas, medidas y acciones que favorecieron la gestión y que de acuerdo a la versión oficial, condujeron a la reducción de los dos mayores contaminantes -O₃ y PM₁₀- que llevaron al mejoramiento del medio ambiente:

- · Prevención de incendios.
- Reforestación rural v urbana.
- · Control y ordenamiento de los asentamientos humanos en suelo de conservación.
- Inspección y vigilancia de los recursos naturales.
- · Conversión a gas natural de establecimientos industriales y de servicios.
- · Conversión a gas natural y gas licuado de petróleo de vehículos automotores.
- · Detención de vehículos ostensiblemente contaminantes.
- · Mayor rigor en la verificación vehicular.
- Asfaltado en horario nocturno.
- Nuevos trabajos de urbanización.
- · Construcción de 6 Km. del bordo Xochiaca.
- Clausura y rehabilitación del tiradero a cielo abierto de Neza1.
- · Continuidad en la instrumentación del PROAIRE.
- Decisiones y acciones conjuntas de la Comisión Ambiental Metropolitana.
- Fortalecimiento institucional y la política metropolitana.

Al respecto, es difícil cuantificar si todas estas acciones se llevaron a cabo, sólo me concretare a realizar algunos señalamientos con relación al cumplimiento de sus expectativas:

- 1. Conversión a gas natural de establecimientos comerciales y de servicios.- Si bien estos son más susceptibles al cambio, surge la duda de cual es su viabilidad, dado que el precio de este combustible se ha venido incrementando sistemáticamente a consecuencia de que está determinado conforme a referencias internacionales, es decir, a cotizaciones de los mercados externos relevantes, a lo cual, cabría agregar la situación económica por la que atraviesa el país; el cierre de algunas empresas principalmente del norte, por no poder absorber en sus costos los aumentos del precio de este combustible.
- 2. Conversión a gas natural y gas licuado de petróleo de vehículos automotores. Está más vinculado a la problemática ambiental. Aunque existen avances importantes en el nivel de autorización y adjudicación a empresas para la distribución del gas natural, falta todavía infraestructura que garantice la accesibilidad de los consumidores a este combustible; hasta el momento sólo existen dos estaciones de distribución. Además, no resulta tan fácil la conversión de vehículos a gas natural por la edad del parque automotor existente, sus características, formas de uso y tecnologías disponibles, que implican un sobrecosto al equipo actual¹. Asimismo, se hace necesario el mantenimiento de un diferencial de precios de combustibles actuales -diesel y gasolina- respecto a combustibles alternos -GN y GLP-, lo cual es mas decisión federal que local. Considerando estos elementos, su avance no es inmediato sino que requiere un período más amplio, quizá por eso, este ha sido mínimo y sólo se ha reducido prácticamente a vehículos oficiales.

Se debe destacar además, que no existen estudios ambientales, toxicológicos y epidemiológicos que prueben con suficiencia que no se va a generar un nuevo contaminante e incluso con mayores efectos negativos, es decir, que si bien disminuye el problema de la contaminación actual se genere un nuevo efecto por las nuevas substancias.

¹ De acuerdo, a estudio del Instituto Mexicano del Petróleo, el costo de conversión de vehículos (transporte mercantil, patrullas, autobuses, jeeps, suburbans y taxis) a gas natural es de \$35,460.00 M.N. en tanto que pick up y microbuses su costo es de \$28,175.00 M.N.

- 3. Detención de vehículos ostensiblemente contaminantes.- Acción que no se ha llevado a cabo porque aún existen camiones que visiblemente descargan grandes cantidades de contaminantes al aire². En este sentido, hacen falta acciones tendientes a la eliminación de grandes emisores viejos y mal mantenidos, decisión no fácil, dado que la población más afectada en caso de aplicación, sería aquella de más bajos recursos, lo cual implicaría un costo político para la autoridad que lleve a cabo esta tarea..
- 4. Decisiones y acciones conjuntas de la Comisión Ambiental Metropolitana.- Esta Comisión, no cuenta con los instrumentos legales con fuerza de ley, ni posee capacidad ejecutiva, sólo funcionan como órganos de consulta, reflexión y propuesta principalmente de programas, un ejemplo es el PROAIRE.
- 5. Fortalecimiento institucional y la política metropolitana.- A este respecto, aún existen elementos que no permiten su funcionamiento, tal es el caso de la falta de una Ley que establezca las coordinaciones mínimas básicas, lo cual lleva a que no se señale claramente las funciones y competencias de las autoridades involucradas en la solución de los problemas. A lo anterior, cabe agregar el desbalance en el desarrollo institucional, las diferencias en aspectos fiscales, tarifarios y en la aplicación de recursos.

Además, las autoridades federales aún mantienen el control de procedimientos de regulación de varios sectores (transporte, recursos hidrológicos y forestales, y regulación ambiental), lo cual, limita la capacidad de gestión de planes y programas a nivel local y estatal. Hay ausencia de homologación de políticas, regulaciones y de coordinación más estrecha en las acciones entre las partes; es necesario que la planeación territorial y el urbanismo se realicen en forma integrada. Además, se deben incorporar mecanismos para establecer corresponsabilidades financieras y política sobre obras y servicios de interés metropolitano.

6. Control y ordenamiento de los asentamientos humanos en suelo de conservación.-Aunque existen esfuerzos de control de asentamientos irregulares mediante barreras de contención y amortiguamiento que protegen la zona de conservación

² Es un hecho que mientras se ha llevado a cabo un control y en consecuencia una disminución de las emisiones de NOx en automóviles, taxis, microbuses, combis-microbuses y otros transportes, este éxito esta muy lejos de evidenciarse en lo correspondiente a camiones de carga que emplean diesel o gasolinas, pues entre 1994 y 1998 estos se incrementaron de 7.8 a 35% para diesel y de 9.3 a 11% para gasolina (Molinero, 2000)

ecológica, aún existen problemas de invasión, ya que sigue siendo una opción de suelo para aquellas familias de escasos recursos. Generalmente, estas invasiones al darse en la periferia motiva necesariamente a la creación de nuevas líneas de transporte público y privado, que conlleva una mayor contaminación por distancias recorridas y por ende mayor consumo de combustibles.

7. Mayor rigor en la verificación vehicular.- Aunque existen controles más estrictos, hay limitantes que se deben, en buena medida, a las diferencias existentes entre el gobierno del Estado de México y el GDF en lo que se refiere a la disponibilidad de recursos financieros, bases tecnológicas, esquemas de control, vigilancia y evaluación del servicio, así como la ausencia de cifras referentes a inventarios y padrón de vehículos del Estado de México.

En lo referente a cuestiones técnicas, resulta imprescindible empezar a verificar los Oxidos de Nitrógeno (Nox) por tres razones: a) por ser precursor del ozono; b) por contar con características tóxicas inherentes a su propia dinámica y comportamiento y c) porque la falta de regulación de los Nox durante la verificación, implica manipular los motores y aprobar la revisión de gases (CESPEDES, 1998).

Asimismo, algunos autores señalan el uso equivocado de mediciones, en lugar de medir partes por millón de contaminantes o porcentaje en volumen, proponen la medición de gramos de contaminantes emitidos por kilómetro recorrido y la introducción de mediciones evaporativas.

Muchas de las medidas puestas en practica para atacar el problema de la contaminación se han dirigido al mejoramiento de las gasolinas cuyo propósito es disminuir o eliminar aquellas substancias sobre las que se tiene certeza de que ocasionan daños a la salud, específicamente referentes al plomo y azufre. Sin embargo existen investigaciones que sostienen la tesis, de que éstas reformulaciones, si bien lograron reducir los contenidos de plomo, crearon las condiciones para la pérdida de control sobre el ozono (Lezama, 2000)

Adicionalmente se debe señalar que, mientras no se renueve el parque vehicular de la ZMCM, la tendencia de emisiones vehiculares continuará en ascenso, pues la mayor calidad de los combustibles refleja sólo beneficios de reducción de emisiones en automóviles con tecnología de punta, en tanto que su efecto es nulo en modelos viejos en mal estado. Finalmente, se debe considerar que para atacar

el problema de la contaminación, es necesario considerar otros factores que afectan el nivel de contaminación como son bajas velocidades, paradas y arranques constantes, vida útil excedida, mantenimiento deficiente, cantidad excedida de vehículos por kilómetro ofertado, carencia en programación de servicios, así como un uso racional y equilibrado de la infraestructura vial y de transporte (Molinero, 2000; Islas, 2000).

VII. Principales Resultados

Marco Institucional

- ➤ La propia estructura de la Planeación Nacional con su carácter netamente sectorial hace que los logros o avances sobre los problemas atmosféricos y la instrumentación de medidas sean sobre una sola línea de atención, sin actuar bajo una lógica integral.
- > Se le asigna poca importancia a los problemas ambientales en comparación con la política económica y monetaria, esto implica restricciones presupuestarias; es decir, una mínima canalización de recursos.

Metodologías

- Las disciplinas que más han avanzado en la cuantificación y determinación de impactos resultados de la contaminación, son las pertenecientes a las ciencias exactas a través del empleo de métodos indirectos (modelos matemáticos y pruebas de laboratorio) por ser menos costosos que los métodos directos (censos, encuestas).
- Se detecta la consideración dentro de la investigación sobre exposición humana hasta este momento, de variables que pueden explicar el impacto diferenciado de la población tales como: el comportamiento de la población, sus características fisiológicas, las condiciones socioeconómicas.
- > Existe poco desarrollo de técnicas o metodologías por parte de las ciencias sociales para abordar el estudio de la exposición humana

Información

Existe carencia de fuentes de información o con características adecuadas, las existentes muestran rezagos en su actualización y más aún desfases en su periodicidad. Un ejemplo de esta situación es la información utilizada en el desarrollo de este trabajo: Encuesta Origen-Destino 1994, Censo de Población y Vivienda 1990 y Datos de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico; ésta última cuenta con una periodicidad más amplia (1993-2001). Lo que imposibilita emplearlo dentro de las investigaciones o plantear análisis comparativos que permitan tener un acercamiento más real sobre el tema de exposición humana.

Comportamiento y/o Infraestructura

> El mayor peso en la cobertura de viajes/persona/día la tienen los vehículos automotores de baja capacidad de transportación de personas (microbuses 56.9%

- y automóviles particulares 26.5%), situación que obedece a un proceso de desinversión en transporte público y a la ineficiente infraestructura vial.
- ➤ La población de la ZMCM viaja principalmente por motivos de trabajo y escuela, encontrándose como los puntos geográficos con mayor densidad de viajes por trabajo a los distritos Zócalo (303.21 viajes/km²) y Zona Rosa (276.60 viajes/km²), a partir de lo cual se observa la fuerte centralidad. Mientras que para escuela existe una mayor distribución entre los distritos destacando Zona Rosa (73.25 viajes/km²), Del Valle (72.51 viajes/km²), Anáhuac (68.51 viajes/km²), entre otros.
- ➤ El uso del suelo en términos de localización física de actividades económicas y de consumo obedece a intereses privados que aprovechan las economías de escala, de aglomeración o competitividad y, principalmente, a una planeación inadecuada; lo que determina y fomenta la movilidad a través de vehículos automotores que generan contaminantes.
- ➤ El mayor movimiento de viajes se realiza principalmente en horario matutino (86.5% por ir al trabajo y 77.2% por ir a la escuela), disminuyendo al mediodía (10.7% por ir al trabajo y 19.3% por ir a la escuela) y más notablemente en el horario vespertino (2.8% y 3.5% respectivamente); es decir, muestra un comportamiento cíclico que responde al marco convencional establecido, en cuanto a las horas de entrada a escuelas y centros de trabajo.

Contaminantes

- Aunque en los horarios señalados se registra la mayor emisión de contaminantes generados por la movilidad de vehículos automotores, los niveles de contaminación que se registran en las estaciones de monitoreo atmosférico fijas, no observan una relación directa con éstos rangos de tiempo, ni en los lugares donde se presentan los mayores índices de contaminación. Esta situación en términos de permanencia, dispersión y transformación se debe al comportamiento físico-químico y dinámica meteorológica, con lo cual se puede sustentar que la acumulación de contaminantes no corresponde a los puntos de emisión.
- ➤ El horario más representativo por sus registros de ozoño es el mediodía, en el cual se rebasa la norma de protección a la salud (0.11 ppm). Entre las estaciones que destacan por los mayores promedios de este contaminante están: Pedregal (0.127 ppm), Benito Juárez (0.125ppm) y Tacuba (0.121ppm). Asimismo, este comportamiento entre las estaciones se mantiene al observar los registros máximos: Pedregal (0.349ppm), Plateros (0.341ppm) y Benito Juárez (0.334ppm)

- y se extiende hasta el horario vespertino. Resulta interesante comparar esta información con el indicador de densidad de viajes atraídos; por ejemplo destacan Zócalo y Zona Rosa, en donde se hace evidente la exposición a la que se ven sometidas las personas que llegan a estas zonas, dados los registros de contaminación por ozono que presenta la estación Benito Juárez.
- Existen otras estaciones que se encuentran señaladas porque rebasan un importante número de horas al año la norma del ozono; entre ellas el Pedregal (1,233 horas), Benito Juárez (1,183 horas), Tacuba (1,156) y Lagunilla (1,000 horas). En general todas las estaciones que miden a este contaminante se caracterizan por sus registros horarios superiores a la norma.
- Respecto a las PM₁₀, y considerando el promedio de 24 horas como lo señala la norma, también se presentan registros por arriba de ésta (150 μg/m³), sobresaliendo los meses de noviembre a enero, en las estaciones de Netzahualcóyotl y Xalostoc, donde se observa una concentración importante de vehículos de carga, suburbanos, industrias y la existencia de partículas de origen natural.
- ➤ En lo que concierne a los niveles máximos observados en los horarios de trabajo, todas las estaciones que monitorean PM₁₀ muestran registros de picos importantes, destaca además la existencia de horas continuas donde se registran picos desde 1 hasta 14 horas continuas, principalmente en las estaciones de Netzahualcóyotl, Xalostoc y Cerro de la Estrella.
- ➤ Las concentraciones de contaminantes varían notablemente en el día, lo que produce diferencias importantes en la calidad del aire en la atmósfera urbana. De acuerdo a la información de las estaciones de monitoreo los distritos ubicados al noreste y sureste presentan problemas de contaminación principalmente de PM₁₀⋅, en tanto los ubicados al noroeste y suroeste sus problemas son más por O₃.
- ➤ Las condiciones que presentan cada uno de los contaminantes en estudio deben considerarse como indicadores importantes de la situación a la que se enfrentan los pobladores de la ZMCM; en particular en aquellas zonas marcadas como críticas históricamente, que permiten ver claramente cuál es la exposición a la que se ven sometidas constantemente las personas que permanecen en esos sitios por diversas causas: ya sea porque ahí habitan o porque en ellas tienen que realizar alguna actividad económica o de consumo.

- ➢ El indicador de toma diaria muestra, que son los menores de 5 años quiénes registran las mayores tomas diarias de contaminantes −O₃ y PM₁₀⁻ tanto en niveles promedio como máximos. Hecho que se comprueba al estimar el coeficiente de riesgo, que si bien en promedios no refleja daño alguno, por el contrario a niveles máximos alcanza un coeficiente superior a la unidad considerándose como un daño a la salud, situación que se presenta en casi todas las estaciones de monitoreo. En el caso de O₃ se registra particularmente hacia el mediodía y para el PM₁₀ en los tres intervalos de tiempo analizados.
- ➤ Existe énfasis especial por parte de las autoridades respectivas, en el sentido de que el problema atmosférico se ha reducido al existir más días dentro de la norma (en 1999, el O₃ tenía 65 días y PM₁₀, 345 días, comparado con 1995, O₃, 41 días y PM₁₀, 273 días), lo cierto es, que si bien se ha avanzado en el cumplimiento de uno de los objetivos del PROAIRE de lograr menores niveles de contaminación, aún existen días en que se rebasan los estándares lo que continúa significando riesgos para la salud humana.

Población

- ➤ Las personas consideradas vulnerables a la contaminación atmosférica son los menores de 5 años, en su mayoría se localizan en distritos conurbados (Xico, Chicoloapan, el Chamizal), caracterizados por calidad de vida baja dada la falta de infraestructura básica y, los mayores de 65 años ubicados en distritos del Distrito Federal (Chapultepec, San Andrés Tepepilco, San Ángel Inn, Bondojito) con mejores condiciones y acceso a equipamiento y servicios pero también el arribo de un importante número de viaieros.
- De acuerdo a la estructura de edades de la población de la ZMCM, se cuenta con un importante número de jóvenes que estará expuesto a los niveles de contaminación atmosférica y que, a la larga presentarán daños fisiológicos acumulados en función de los años de residencia en la zona.
- Se debe considerar el progresivo envejecimiento de la población como un rasgo sobresaliente a futuro, lo cual conllevará a costos econômicos en la medida en que existan personas afectadas (salud, indemnización y muerte) y la necesidad de creación de mayor infraestructura para su atención.

VIII. Conclusiones y Recomendaciones

VIII.1 Conclusiones

- A pesar de existir evidencias científicas de los problemas de generación de contaminantes (O₃ y PM₁₀) y, de quiénes son sus principales generadores (vehículos automotores), aún existen elementos por atender en términos de niveles de impacto, sobre todo en lo referente a la salud humana, situación que conlleva a costos económicos y sociales que no están plenamente evidenciados.
- ➤ El marco institucional existente en la ZMCM, atiende normalmente los efectos de la contaminación, dejando de lado sus causas -estructura urbana y tecnología automotriz-, en adición a lo anterior, las regulaciones se han orientado principalmente hacia las fuentes de emisión y no al sujeto receptor o expuesto.
- No existe un área del conocimiento que defina que se entiende por impactos diferenciados, lo más cercano es el término "exposición", desarrollado principalmente por las ciencias exactas. En este sentido, se ha dejado de lado su análisis bajo una lógica interdisciplinaria, condición necesaria dada la complejidad del tema. Lo anterior, ha llevado a resultados parciales tanto en propuestas de atención como de solución, asimismo, existe un desarrollo mínimo de este tipo de investigaciones en México a diferencia de los países desarrollados.
- Existe en México una carencia importante de fuentes de información, que puedan ser usadas para el desarrollo de investigaciones referentes al tema de impactos diferenciados sobre la población, y aquello que existe, muestra características inadecuadas presentando rezagos o desfases. Esto imposibilita el planteamiento de un nivel de análisis más apegado a las condiciones actuales.
- La ubicación física y temporal de la población perteneciente a la ZMCM, responde en principio, a la localización de actividades económicas y de consumo que están marcadas por una fuerte centralidad, así como a la concentración de equipamiento urbano e infraestructura, un ejemplo de esto son los distritos Zócalo, Zona Rosa, Morelos, Chapultepec, Condesa, Del Valle, Ciudad Universitaria, Anáhuac. Esta situación es acompañada por un marco convencional establecido en términos de horarios de entrada y salida a trabajo y escuela principalmente. Todo esto conlleva a determinar y fomentar su movilidad empleando para ello vehículos automotores en particular aquellos considerados de baja capacidad de transportación automóviles y microbuses-.

- No existe una relación directa, entre los horarios de mayor movilidad de vehículos automotores (matutino 6-9 horas) y, la concentración de altos índices de contaminación, registrados por las estaciones de monitoreo atmosférico fijas (mediodía 12-15 horas, principalmente). No obstante existe cierta coincidencia de los puntos donde se asienta un número importante de personas por motivo de escuela y/o trabajo, así como también de personas de la tercera edad en lugares donde se registran índices considerables de contaminantes (Benito Juárez y Lagunilla), a esto hay que agregar otros elementos como las características físico-químicas de los contaminantes y la dinámica meteorológica, los cuales permiten la permanencia o dispersión de estos compuestos. Lo anterior, hace posible evidenciar la notable variación de concentraciones de contaminantes a lo largo del día, así como también una exposición variable de la población.
- De acuerdo a la pirámide de edades de la población en la ZMCM, se tiene un importante número de niños y jóvenes, que de no cambiar las condiciones ambientales presentes, estarán expuestos a la contaminación atmosférica, situación que a largo tiempo puede representar daños fisiológicos acumulados en función de sus años de residencia en la zona bajo esas condiciones. Así también, debemos considerar el progresivo envejecimiento de la población como un rasgo sobresaliente a futuro. Lo anterior, conllevará a costos económicos importantes en la medida en que existan personas afectadas (salud, indemnización y muerte) y la necesidad de crear mayor infraestructura para su atención.

VIII.2 Recomendaciones

- Se requiere modificar el carácter netamente sectorial de la planeación nacional es decir, actuar bajo una lógica integral para lograr avances sobre los problemas de la contaminación atmosférica, pues en la medida en que se conjuguen las políticas ambiental, urbana, de transporte y energética se obtendrán resultados más viables.
- Se sugiere la formación de grupos interdisciplinarios para el estudio y búsqueda de respuestas a los problemas de la contaminación atmosférica y sobre todo se enfoquen hacia el tema de exposición humana.
- Reorientar los programas y medidas establecidas con relación a la contaminación atmosférica para atender no sólo los efectos de la contaminación sino las causas de esta problemática.

- Es conveniente actualizar la Encuesta Origen-Destino de la ZMCM para obtener el patrón de comportamiento espacial y temporal actual de las personas y establecer una periodicidad más continúa de su levantamiento.
- Es necesario generar indicadores asociados a la exposición y crear mecanismos que permitan un mayor acceso a la información que sobre salud existe, así como avanzar en principio en la determinación del costo que representa la afectación a la salud por la contaminación, para después ahondar en otros elementos que se ven afectados también por este fenómeno llámese naturaleza y edificaciones.
- Se debería realizar investigaciones más amplias que involucren no sólo a grupos de población susceptible, sino también a aquellos que están sujetos constantemente a exposiciones que rebasan los estándares establecidos, en especial a la población de zonas como Pedregal, Benito Juárez, Tacuba, Xalostoc y Netzahualcóyotl.
- Generar o adecuar metodologías para profundizar en el análisis de los impactos de la contaminación atmosférica, tratando de ahondar hasta el nivel de las concentraciones que afectan directamente a los humanos vía sus actividades cotidianas.
- PResponsabilizar a cada agente económico que habita en la ZMCM de la parte que le corresponde de la generación de contaminación atmosférica, mediante la internalización de los costos. Asimismo es necesario frenar el crecimiento del parque vehicular de baja capacidad de transportación de pasajeros; reducir el consumo de combustibles fósiles o emplear combustibles alternos (gas natural o gas LP) que generan menos emisiones; establecer o buscar mecanismos que frenen la expansión urbana, más aún que cualquier toma de decisión con relación a la ZMCM considere al ambiente como un elemento importante, ya que también de él depende el buen funcionamiento de esta ciudad en términos productivos, económicos y sociales.
- Resultaría conveniente implantar medidas que restrinjan el acceso de vehículos automotores de baja capacidad (colectivos y automóviles) hacia las zonas que presentan mayor registro de viajes, a través de su sustitución por vehículos de mayor capacidad o establecer el uso de combustibles menos contaminantes en estos lugares. Asimismo, establecer una política de impuestos o sanciones, para los sujetos que usen u ocupen el espacio de áreas congestionadas, o por el tiempo y distancia viajada.

IX. Referencias Bibliográficas

- Álvarez Sánchez y Perrusquia Máximo, Discusión del Modelo Computacional Mobile 5a.3 para la Determinación de Factores de Emisión de Contaminantes Emitidos por Vehículos Automotores en la ZMCM, Tesis de Ingeniería Química, IPN, México 1998.
- ARMSTRONG, B.K., WHITE, E., SARACCI, R., Principles of Exposure Measurement in Epidemiology, Oxford University Press, New York, N.Y. pp. 351, 1992.
- Azuela Antonio, "El Significado Jurídico de la Planeación Urbana en México" en Garza G. (comp.) Una Década de Planeación Urbano Regional en México 1978-1988 COLMEX México 1989.
- 4. Borja A., Loomis, Bangdiwala, Shy y Rascón, "Ozone, Suspended Particulate, and Daily Mortality in Mexico City", in American Journal of Epidemiology, the Johns Hopkins University School of Hygiene and Public Health, 1997.
- 5. Castillejos M. y Serrano P., Efectos de los Contaminantes Atmosféricos sobre la Salud en las Cuatro Colonias Estudiadas, México 1993.
- Castillejos, M., D. Gold, D.W. Dockery, "Effects of Ambient Ozone on Respiratory Function and Symptoms in Mexico City School Children" Am, Rev. Respire Dis., 145, pp. 276-282, 1992.
- Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable. (CESPEDES), Normatividad Ambiental y Emisiones Vehiculares en México. México, Septiembre de 1998.
- COMETRAVI, "Diagnóstico de las Condiciones del Transporte y sus Implicaciones Sobre la Calidad del Aire en la ZMVM", Estudio Número 1, México 1996.
- Comisión Metropolitana para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en el Valle de México, "Avances sobre la Evaluación y Modernización del Programa Hoy no Circula", México 1994.
- Commoner B. "Dos Enfoques de la Crisis Ambiental", en Comercio Exterior ,
 México, Marzo de 1974.
- CONAPO, Escenarios Demográficos y Urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2010, México 1998.
- 12. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Edición 2001.
- 13. Coulomb, René (coord..) Sánchez Mejorada ¿Todos Propietarios? Vivienda de

- Alquiler y Sectores Populares en la Ciudad de México, CENVI, México, 1991.
- 14. Crabe H., Hamilton R., Machin N., Using GIS and Dispersion Modeling Tools to Assess the Effect of the Environment on Health, Science Middles University, 2000, 235-244.
- 15. Departamento del Distrito Federal, Gobierno del Estado de México, Secretarias del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca, Secretaria de Salud, Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000. México, 1996.
- 16. Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1982, del 11 de mayo de 1995 y del 23 de diciembre de 1994.
- 17. Dietrich Schwola and Oliver Zali, "Urban, Traffic, Pollution, World Health Organization, London and New York, 1999.
- 18. Duan, N. and Ott, W., "Comprehensive Definitions of Exposure and Dose to Environmental Pollution". In: Proceedings of the EPA/A&WMA Specially Conference on Total Exposure Assessment Methodology, November 1989. Las Vegas N.V: Air and Waste Management Association, Pittsburgh, PA., 1990.
- 19. Eighteenth Report," Transport and the Environmental", The Royal Commission en Environmental Pollution Report, Oxford University, 1995.
- 20. Esquivel, María T. "Dinámica Demográfica y Espacial de la Población Metropolitana", en Dinámica Urbana y Procesos Socio-Políticos, Observatorio de la Ciudad de México. México 1997.
- 21. Fernández Bremauntz A... Commuters Exposure to Carbon Monoxide in the Metropolitan Area of México City, Doctoral Dissertation, Centre for Environmental Technology, Imperial College of Science, Technology and Medicine, University of London, London 1993.
- 22. Flores Julio, López Moreno y Albert Lilia. La Contaminación y sus Efectos en la Salud y el Ambiente, Centro de Ecología y Desarrollo. México 1995.
- 23. Gobierno del Distrito Federal, Programa Integral de Transporte y Vialidad 1995-2000, México 1996.
- 24. Gobierno del Distrito Federal, Evolución de la Contaminación Atmosférica en la ZMCM, 1999, México 2000(a).
- 25. Gobierno del Distrito Federal, Compendio Estadístico de la Calidad del Aire 1986-1999, México 2000(b).
- 26. Gobierno del Distrito Federal, ¡El Mejor Año Ambiental de la Década!, Secretaria

- de Medio Ambiente, México 1999.
- 27. Gobierno del Distrito Federal, La Ciudad de México Hoy, Fideicomiso de Estudios Estratégicos, México, 2000(c).
- 28. GDF, Gobierno de Edomex, SS, SEMARNAT, Programa para Mejorar la Calidad del Aire, 2002-2010, México 2002.
- 29. Graizbord E. Boris, "Energía, Contaminación Atmosférica y Crecimiento Urbano: Estudio Comparativo entre las Ciudades de México y Chicago", en GDF, Proyectos del Consejo de Estudios para la Restauración y Valoración Ambiental, Colmex, México, 1999(a).
- 30. Graizbord E., Lyndon B., Nava E., y Lemus R., "Estructura Urbana, Energía y Calidad Ambiental en la ZMCM: Indicadores de Sustentabilidad", en GDF, Proyectos del Consejo de Estudios para la Restauración y Valoración Ambiental, Colmex, México, 1999(b).
- 31. Guidotti TL., Conway JB., Modelo Contemporáneo de las Ciencias de la Salud Ambiental; su aplicación en la obtención de Profesores y en el Desarrollo Académico, Educación Medica Salud, 1985.
- 32. Haydoy E. Jorge, Mitlin Diana and David Satterth Waite, "Environmental Problems in Third World Cities", Earthscan Publications LTD, London, reinprent 1997.
- INEGI, DDF. y Gobierno del Estado de México, Encuesta de Origen y Destino de los Viajes de los Residentes del AMCM, 1994. México 1994.
- 34. INE, página web: http://www.ine.gob.mx.
- Instituto Nacional de Ecología, Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas,
 México, 1994.
- 36. Instituto de Recursos Mundiales, Millones de Niños en las Ciudades más Grandes del Mundo están Expuestos a Niveles de Contaminación que Amenaza sus Vidas, Washington. D.C. Septiembre del 2000.
- Islas Rivera V., "Llegando Tarde al Compromiso; La Crisis del Transporte en la Ciudad de México", Colmex, México 2000.
- 38. JICCA, SEMARNAP, CENICA, Almanaque de Datos y Tendencias de la Calidad del Aire en Ciudades Mexicanas, México, 2000.
- 39. Larios Flores Prisciliano, "Evaluación Económica de Alternativas Técnicas para el Mejoramiento Ambiental en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México", Tesis de Maestría de Administración, Planeación y Economía de los Hidrocarburos, IPN

- México, 1998.
- Leff, E. Ecología y Capital: Hacia una Perspectiva Ambiental de Desarrollo UNAM, México 1986.
- 41. Lezama "El Aire Dividido; Crítica a la Política del Aire en el Valle de México", Colegio de México, México 2000.
- 42. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 1996.
- 43. López Acuña D, "La Salud Ambiental en México", Fundación Universo Veintiuno, AC. México, 1987.
- 44. Melgar Paniagua E, Determinación del factor de Riesgo a la Salud por la Exposición a Emisiones de SO2 Provenientes de un Complejo Industrial, Tesis de Maestría de Ingeniería Ambiental, IPN, México, 1999.
- .45. Mogridge M., Travel in Towns, Londres 1990.
- 46. Mogridge M., The Self-Defeating Nature of Urban Road Capacity Policy", Transport Policy, vol.4, no. 1, pp 5-23, 1997.
- 47. Molinero Molinero A. Reflexiones sobre Transporte y Medio Ambiente. Simposium-Expo Medio Ambiente: Agua, Energía y Transporte. Urbanismo y Sistemas de Transporte S.A. de C: V. Noviembre del 2000.
- 48. Massachussets Institute Tecnology, Programa Integral sobre Contaminación Urbana, Regional y Global: Estudio de Caso de la Ciudad de México. Gestión de la Calidad del Aire en la Ciudad de México: Fundamentos Económicos, Octubre 2000(a).
- 49. Massachussets Institute Tecnology, Programa Integral sobre Contaminación Urbana, Regional y Global: Estudio de Caso de la Ciudad de México. Contaminación Atmosférica y Salud Humana en la Ciudad de México, Septiembre del 2000 (b).
- 50. North Douglass C., Instituciones, Cambio Institucional y Desempeño Económico, México 1993.
- 51. Ortiz R., Guzmán F., Ruiz Ma., Arriaga, Minero, Romero, Uribe, Nava, Cortés, Escalona, Cervantes, Orduñez, Carvajal Herrera, Sánchez, Reyes, Castillo, Limón, Sanchez J., Villaseñor, Serrano, López, Flores y Andrade. Campaña de Monitoreo de Partículas y Algunos Precursores de Ozono, como Indicadores Base para Efectos en la Salud en la Ciudad de México D.F. Informe Final, Gerencia de Ciencias del Ambiente, Instituto Mexicano del Petróleo, México, 1999.

- 52. Ott Wayne, "Total Human Exposure: An Emerging Science Focuses on Humans as Receptors of Environmental Pollution". Environ. Sci. Technol. 19:880-886, 1985.
- 53. Ott Wayne, "Human Exposure Assessment: The Birth of a New Science", in Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, vol. 5, no. 4, 1995.
- 54. Piña Enrique. Problemas de Salud Causados por la Contaminación Ambiental. Expo-Ecología, PEMEX 1984.
- 55. Plan Nacional de Desarrollo, 1995-2000, Poder Ejecutivo Federal, México.
- 56. Programa de Medio Ambiente, 1995-2000, Poder Ejecutivo Federal, México.
- 57. Quadri C. Economía; Sustentabilidad y Política Ambiental ", en Medio Ambiente, Problemas y Soluciones, Colmex, México 1994.
- 58. Romieu I., Meneses F, Sierra, Huerta, Velasco, White, Etzel; Hernández, Avila, "Effects of Urban Air Pollutants on Emergency Visits for Childhood Asthma in Mexico City", in American Journal of Epidemiology, Vol. 141 No. 6. The Johns Hopkins University of Hygiene and Public Health, 1995.
- 59. Santos Burgoa y Rojas Leonora, "Los Efectos de la Contaminación Atmosférica en la Salud", en I. Restrepo, La Contaminación Atmosférica en México: sus causas y efectos en la salud, México, Comisión Nacional de Derechos Humanos, 1992.
- 60. Santos Burgoa y Rojas Leonora, Linker Fenneke /Alatorre Rocío, La Salud Ambiental en México, Instituto Nacional de Salud Pública. México 1993.
- 61. Secretaria de Energía, Demanda de Gas Natural Transporte Vehicular de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, México, 1999(a).
- Secretaria de Energía, "Programa de Desarrollo y Reestructuración del Sector de la Energía, 1995-2000", México, 1996.
- Secretaria de Energía, "Prospectiva del Mercado del Gas Natural 1999-2008",
 México, 1999.
- 64. Secretaria de Energía, "Prospectiva del Mercado del Gas Natural 2001-2010", México, 2001.
- 65. Secretaría de Desarrollo y Vivienda, Programa General de Desarrollo Urbano, DDF, 1996.
- 66. SEDUE, "Criterios y Efectos de los Contaminantes del Aire. Estado del Medio Ambiente en México, 1986.
- 67. Sexton, K. and Ryan, P. "Assessment of Human Exposure to Air Pollution:

- Methods, Measurements and Models In: A Waston et al (Eds) Air Pollution, the Automobile and Public Health", National Academy Press, Washington, D.C., 207-238, 1988.
- 68. Shifter Isaac, "Beneficios Relativos del Uso del Gas Natural y Gas LP", Seminario Internacional de Vehículos Híbridos Eléctricos y No Convencionales, México 2001.
- 69. UNAM, Reporte Final de Cálculos y Mediciones de Hidrocarburos Naturales en el Valle de México, Centro de Ciencias de la Atmósfera, México 1994.
- 70. UNAM, Estudio de Emisión de Partículas Generadas por Fuentes Naturales, Centro de Ciencias de la Atmósfera, México 1990.
- 71. Urquidi L. Víctor, "El Desarrollo Urbano en México y el Medio Ambiente", en revista Mercado de Valores, Nacional Financiera, no. 4, Abril del 2000.
- 72. USEPA, "Risk Assessment for Toxic Air Pollutants: A Citizan's Guide" EPA 450/3-90-024, March, 1991
- 73. Willgoose J. Environmental health commitment for survival Philadelphia; USA: W.B. Saunders Company, 1979.
- 74. Whittemore, A.S. y E.L. Korn "Asthma and Air Pollution in the Los Angeles Area", Am J Public Health 70, pp. 687-696, 1980.
- 75. World Bank, Development Report 1990, Oxford University Press, Oxford 1990.
- 76. World Health Organization, IPCS, Environmental Health Criteria 170, Guidance for Human Exposure Limits, 1994.
- 77. World Health Organization, IPCS, Environmental Health Criteria 214, Human Exposure Assessment 2000.(a).
- 78. World Health Organization, Fact Sheet N° 187 AIR POLLUTION Including WHO's 1999 Guidelines for Air Pollution Control Exposure to Air Pollution is as Old as the Use of Fire By Human Beings Air Pollution, Both Indoors And Outdoors, is A Major Environmental Health, Modified: Monday, October 09, 2000 (10:31) Revised September 2000. url: http://www.who.int/inf-fs/en/fact187.html (b).
- 79. www.rds.org.mx/INEPub/pma/cap3-3.htm.
- 80. www.sma.dt.gob.mx/verificación/calcomanía 5 htm.
- 81. Zartarian Valerie, et. al. "A Quantitative Definition of Exposure and Related Concepts", Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, Vol. 7 no. 4, 1997.

A.1. Total de Viajes Atraidos por Distrito de la ZMCM, Motivo Trabajo, horario Diumo, 1994.

	^	T TE	Automóv		O de la Zivi	Colectivo	rrabajo, nor		rte Público	v Pdvado	Superficie
Distrito	Núm	Matutino			Matutian		Vespertino			Vespertino	
ZOCALO	1	34,637	3,251	1,350			2,431	158,953			
ZONA ROSA	2	.46,187	4,765	3,050			3,075	157,098			567.96
BUENAVISTA	3	11,067	486	1,124			1,268	43,644	6,225		405.26
TLATELOLCO	4	6,541	303	110			716	29,204	2,385	1,367	427.27
MORELOS	5	7,373	1,303	636	33,882	3,584	1,772	51,889	6,299	3,479	342.18
COL. OBRERA	6	13,092	1,581	99			1,234	4 <u>9,3</u> 32	6,716	1,333	428.90
CONDESA	7	12,480	1,219	2,303			1,123	52,053			418.75
CHAPULTEPEC	8_	42,207	3,647	1,874			2,070	109,842	11,245		
LAS LOMAS	9	22,434	1,225		31,980		921	64,322	5,423		
PANTEONES	10	5,562	460	0	11,445		146	20,977	2,742		
ANAHUAC	11	15,213	1,149	951	27,508		742	49,457	6,294		
LA RAZA	12	4,527	268	436	7,983		356	16,120			616.82
CLAVERIA	13	5,890	297	233	14,310		297	25,585	2,629		
TEZOZOMOC EL ROSARIO	14	3,559 7,380	395 287	195 418	6,308 7,751		143 160	13,429 17,276	1,967 1,899		
VALLEJO	16	8,366	548	263	24,810	4,161	642	44,058	7,296		630.69
LINDAVISTA	17	14,635	2,174	699	25,822	4,521	659	51,649	8,692		1,021.79 775.69
POLITECNICO	18	9,155	1,596	531	16,129	3,050	128	32,306	5,746		$\overline{}$
REC. NORTE	19	831	90	- 331	4,033	916	- 120	6,380	1,118		
CUAUTEPEC	20	662	98	140		1,040	314	6,122	1,618		814.03
TEPEYAC	21	2,381	961	207	7,971	1,040 545	- 0	12,231	1,506		798.65
SAN FELIPE DE JESUS	22	4,082	719	286	5,962	·480	- 0	11,913	1,526		611.14
DEPORTIVO LOS GALEANA	23	1,886	285	275	4,464	373	0	7,770	916		612.11
BOSQUES DE ARAGON	24	1,876	503	0	3,490		144	6,299	1,106		698.93
LA MALINCHE	25	2,000	292	52	6,813	355	0	10,288	801		495.33
LA VILLA	26	7,665	775	440	19,642	2,070	666	36,737	3,780		810.94
BONDOJITO	27	4,757	1,209	110	12,127	940	0	21,526	3,133		578.56
EDUARDO MOLINA	28	3,111	577	0	8,006	995	198	14,098	2,262		334.25
ROMERO RUBIO	29	3,919	1,139	399	5,094	843	89	10,437	2,495	578	323.47
MOCTEZUMA	30	6,200	1,113	539	22,144	1,390	322	32,392	2,977	1,083	513.30
AEROPUERTO	31	5,284	423	_ 511	3,358	926	368	10,550	1,923	1,21.	718.75
PANTITLAN	32	6,766	792	646	16,197	2,060	378	26,166	3,688	1,024	622.70
BALBUENA	33	8,063	934	287	27,308	3,170	1,116	42,500	5,316		652.08
ARENAL	34	4,470	. 0	550	13,958	1,600	0	21,334	2,254	782	643.20
UPIICSA	35	3,216	117	154	12,393	856	177	18,787	1,257	331	666.80
PALACIO DE LOS DEPORTES	36	5,638	592	679	20,185	2,198	381	30,501	4,613		463.80
REFORMA IZTACCIHUATL	37	3,282	805 950	182	10,141	876	232	16,979	2,447	414	600.70
VILLA DE CORTES PORTALES	38_ 39	4,617 9,379	1,354	122 421	15,794 22,020	449 2,511	286	24,228 39,782	2,012 5,152	961 1,519	397.37
DEL VALLE	40	19,699	3,075	1,372	28,981	3,735	881 323	64,008	8,321	1,974	597.65 574.21
CIUDAD DE	41	15,429	856	1,343	23,387	2,355	1,210	47,438	4,935	3,123	545.29
VERTIZ NARVARTE	42	10,413	1,445	1,027	15,997	2,539	578	33,512	5,289	1,839	502.23
PLATEROS	43	3,457	371	835	10,915	818	0	17,136	.1,979	835	543.20
SAN ANGEL IIN	44.	23,450	2,308	1,343	35,561	4,342	1,116	72,440	8,529	2,994	1,639.62
OLIVAR	45	1,239	0	0	3,350	762	148	6,852	861	148	1,087.95
SANTA LUCIA	46	675	80	102	1,752		0	3,205	523		941,27
OLIVAR DEL CONDE	47	1,856	75	0	3,299	318	82	5,819	393	180	616.34
SANTA FE	48	5,333	219	1,295	9,087	1,398	86	19,151	2,019	1,381	904.33
SAN ANDRES TEPEPILCO	49	6,375	636	113	_8,926	1,668	192	18,372	_ 2,784	305	720.70
CENTRAL DE ABASTO	50	8,941	340	234	21,187	4,211	848	36,249	5,033	_ 1,466	893.50
UAM	51	3,703	281	167	13,299	1,613	262	19,411	2,530	620	969.20
EJTO. CONSTITUCIONALISTA	52	3,809	726	889	13,019	3,116	650	20,260	4,708	1,718	794.50
STA, MARTHA ACATITLAN	53	1,682	0	163	8,619	348	197	11,928	495	360	774.20
SAN MIGUEL TEOTONGO	54	499	92	0	3,163	180	0	4,942	424	0	773.10
STA. MARIA XALPA	55	502	230	0	2,142	82	0	4,063	407	0	718.08
STA. CRUZ MEYEHUALCO	56	3,212	141	0	7,379	955	0	13,919	1,577	0	1,120.00
JACARANDAS EL MOLINO TEZONCO	57 58	1,750	282	0	4,362	670	0	8,189	1,696	0	948.50
LOMAS ESTRELLA	59	1,726 2,834	440 90	206	5,620	285	0	9,538	725	395	683.50
PUEBLO DE CULHUAÇAN	60	6,027	226	200	10,998 14,647	1,265	98	16,519	1,437	304	1,103.70
CTM CULHUACAN	61	3,937	372	189	8,955	2,131 1,231	` 72	23,630 14,099	2,560 1,977	546 261	756.54 806.70
XOTEPINGO	62	6,757	707	374	13,588	1,394	301	23,372	2,832	812	810.00
PEDREGAL.	63	2,205	105	179	7,251	416	0	10,515	762	179	536.44
CIUDAD UNIVERSITARIA	64	9,472	62	898	14,938	2,282	425	31,466	3,696	2,260	1,294.90
VIVEROS	65	12,204	848	271	25,570	3,262	297	46,520	5,670	1,265	1,083.50
CAMPESTRE C	66	5,847	273	319	8,727	703	192	18,491	2,095	674	712.90
CERRO DEL JUDIO	67	2,383	954	139	4,413	882	186	8,425	2,316	521	792.15
MAGDALENA CONTRERAS	68	1,067	64	91	7,216	282	0	10,514	1,075	91	758.01
CUAJIMALPA	69	3,729	0	0	9,258	1,126	69	15,043	1,368	168	2,181.14
MIXQUIC	70	1,472	279	0	9,602	862	0	13,603	1,524	Ó	1,923.00

A.1. Total de Viajes Atraidos por Distrito de la ZMCM, Motivo Trabajo, horario Diumo, 1994.

	, (1. 	otal de Via			to de la ZM		Trabajo, ho				
D:40:	l		Automóv			Colectivo			rte Público		Superficie
Distrito	Núm.			Vespertino			Vespertino		Mediodia	Vespertino	Urbana
LA TURBA	71	1,390	164	88		1,084					
LA NORIA	72	4,999	569	202		2,563		<u> </u>		551	1,728.9
NATIVITAS	73	2,308	472	0	0,000						
COAPA	74	9,383	765	704		2,762	262	29,361	4,108	966	
SAN PEDRO MARTIR	75	2,002	0	0	7,760	347		11,925	451		2,255.2
PADIERNA	76	3,135	149	394	5,016	834	208	9,959	1,315	602	
VILLA OLIMPICA	77	11,419	1,127	430	20,302	4,289	271	38,441	6,110	701	1,638.1
MILPA ALTA	_ 78	866	115	0	2,653	54	51	3,519	216	51	
HUIXQUILUCAN	79	1,146	122	206	7,433	311	41	11,420	512	247	1,357.7
CAMPO MILITAR No. 1	80	2,540	461	148		101	0				
ALTAMIRA	81	110	111	0	• — —	65					
EL MOLINITO	82	328	O	191		248					
INDUSTRIAL NAUCALPAN	83	8,907	744	0		2,035	0			267	791.5
SAN MATEO	84	3,198	277	Ö		1,007	435		1,284	435	
SATELITE	85	10,587	1,020	200		2,134	592	38,006		918	
ECHEGARAY	86	15,262	952	70		4,732	167	53,484			1,105.4
STA. MONICA	87	4,411	232	- 0		1,059	107				
PUENTE DE VIGAS	88	3,797	914	153		1,095					902.0
CENTRO INDUSTRIAL	89	14,332	1,900	153	30,800		319			472	
STA. CECILIA	90	3,373	150	150	9,000	5,790	110				
JARDINES DEL RECUERDO	91	1,978	315	139		1,570	163				1,171.1
SAN JUAN IXHUATEPEC	92	3,026	400		9,939	436	209				
XALOSTOC				312	5,898	329	107	11,331	981	419	
EL CHAMIZAL	93 94	3,993	363	160		2,463	117	23,962	3,720		1,047.7
		1,469	179	0	-,	569	. 0		748		
SOLIDARIDAD 90	95	1,849	280	145	3,392	692	0			145	
EL MIRADOR	96	403	182	0		0	0		320	122	496.1
CAMPINA DE ARAGON	97	851	212	92	4,793	285	265	7,143		357	638.8
PLAZA ARAGON	98	646	0	151	3,468	<u>1,</u> 150	0	4,798		151	494.92
JAJALPA	99	3,207	790	170	10,153	1,978	149	18,861	3,475	412	1,148.5
CD. AZTECA	100	1,500	367	0		441	0	5,802	933	125	
SAN CRISTOBA	101	3,501	302	0	12,024	1,558	0	18,702	2,606	0	1,229.09
JARDINES DE MORELOS	102	1,905	0	0	1,960	597	0	4,211	597	0	696.5
VENTA DE CARPIO	103	738	158	0	2,018	0	Ō	3,281	301	0	1,002.00
CAMP.GUADALUPANA	104	1,406	203	0	2,304	257	_ 0	3,251	693	0	477.00
ENEP ARAGON	105	918	225	249	4,143	1,117	552	6,150	1,645	801	691.72
EL SOL	106	1,631	139	ō	3,049	77	0	6,229	216	Ō	473.79
VIRGENCITAS	107	1,914	453	0	4,543	756	100	8,204	1,209	100	435.20
PALACIO MUNICIPAL	108	1,108	0	119	4,881	388	82	6,248	457	201	334.25
ESPERANZA	109	1,776	91	0	5,823	848	597	9,381	939	597	417.97
LA REFORMA	110	643	81	0	2,394	234		3,832	613	0	477.38
LA PERLA	111	1,723	131	0	5,054	741	185	8,678	986	185	568.63
EVOLUCION	112	1,360	91	0	4,804	227	85	7,647	318	85	420.29
METROPOLITANA	113	1,757	274	0	5,444	724	244	8,578	1,125	382	453.39
MARAVILLAS	114	1,957	151	0	4,169	245	54	7,294	802	54	369.99
CHIMALHUACAN	115	377	0	0	4,891	347	0	6,772	347		1,189.50
CHICOLOAPAN	116	775	108	0	6,926	534	Ö				
LA PAZ	117	2,936	81	138	11,061	895	0	17,123	1,075	138	
IXTAPALUCA	118	2,575	Ö	0	9,305	339	 ö	12,258	339	130	
VALLE DE CHALCO	119	2,243	472	0	8,664	785	266				- 11402.0
XICO	120	732	85	137	4,960	0	347	13,620	1,749	266	1,514.73
CALACOAYA	121	1,961	264	892	8,786			7,942	85	484	2,088.86
A. LOPEZ MATEOS	122	2,252	172	112		770	0	12,915	1,260	892	1,949.34
MAZA DE JUAREZ	123	2,052			7,953	982	271	10,516	1,260	383	1,422.92
LECHERIA	_		549	79	4,177	708	186	7,801	1,257	265	1,283.79
LA PIEDAD	124	4,756	98	0	5,011	1,494	239	12,214	2,520	492	1,858.03
	125	2,968	0	0	10,932	1,356	311	17,746	1,824	311	1,421.09
INFONAVIT IZCALLI	126	1,859	520	0	5,706	1,259	0	9,264	2,415	0	
CD.LABOR	127	5,870	447	0	9,979	1,093	0	19,221	2,517	0	1,994.82
UNIDAD ALBORADA	128	461	500	0	2,789	<u> </u>	0.	4,462	710	0	816.53
COACALCO	129	3,791	163	0	7,781	1,041		13,265	1,336	232	1,181.93
TEXCOCO	130	3,984	308		10,454	1,282	341	19,284	1,740	341	2,507.91
AREA MC IV	131	301	0	0.	2,183	.0	16	3,061	79	16	0.00
NICOLAS ROMERO	132	945	0	0	9,947	405	0	12,222	662	0	2,502.45
AREA MC I	133	5,522	365	158	8,388	782	182	18,478	1,313	340	1,946.15
AREA MC II	134	2,753	92	0	7,297	550	0	14,921	642	<u></u> 0	2,990.99
AREA MC III	135	1,875	486	<u>_</u>	3,581	244	- 0	9,767	1,412	0	4,026.76
TOTAL		727,822	74,600		1,632,367	199,451		2,898,349	359,797		131,529.33
uente: Elaboración propia con hasa							JJ,UJZ	~,000,049	399,131	53,483	101.025.3

Fuente: Elaboración propia con base en datos del GDF e INEGI, "Encuesta Origen Destino, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de Máxico

A.2. Densidad de Viajes Atraídos por Distrito de la ZMCM, Motivo Trabajo, Horario Diurno, 1994.
(Viajes por Km2)

				(viajes p	l Kilizj					
	1		Automov			Colective			tal de Trans	
Distrito	Núm.	Matutino	Mediodia	Vespenino	Matutino	Mediodía	Vespertino	Matutino	Mediodía	Vespertino
ZOCALO	1	66.07	6.20	2.58	170.38	17.18	4.64	303.21	35.99	9.15
ZONA ROSA	2	81.32	8.39	5.37		17.13	5.41	276.60	38,44	7.93
BUENAVISTA	3	27.31	1.20	2.77	57.93	8.95	3.13	107.69		7.14
	-					4.74	1.68	68.35	5.58	3.20
TLATELOLCO	4	15.31	0.71	0.26						
MORELOS	5_	21.55	3.81	1.86		10.47	5.18	151.64		10.17
COL. OBRERA	6	30.52	3.69	0.23	61.83	8.65	2.88	115.02		3.11
CONDESA	7	29.80	2.91	5.50	63.09	9.87	2.68	124.31	15.36	9.08
CHAPULTEPEC	8	41.32	3.57	1.83	45.38	5.81	2.03	107.54	11.01	5.03
LAS LOMAS	9	10.29		0.25	14.68	1.46	0.42	29.52		0.78
	_					2.09	0.22	31.74		0.22
PANTEONES	10	8.42	0.70	0.00	17.32					
ANAHUAC	11	25.12	1.90	1.57	45.42	5.16	1.23	81.66		3.18
LA RAZA	12	7.34	0.43	0.71	12.94	1.20	0.58	26.13	3.36	2.10
CLAVERIA	13	8.97	0.45	0.35	21.80	3.23	0.45	38.98	4.01	-0.81
TEZOZOMOC	14	5.84	0.65	0.32	10.35	0.96	0.23	22.03	3.23	0.55
EL ROSARIO	15	11.70	0.46	0.66	12.29	0.00	0.25	27.39	3.01	1.11
			0.54	0.26	24.28	4.07	0.63	43.12	7.14	1.39
VALLEJO	16	8.19								
LINDAVISTA	17	18.87	2.80	0.90	33.29	5.83	0.85	66.58	11.21	2.26
POLITECNICO	18	6.95	1.21	0.40	12.25	2.32	0.10	24.54	4.36	0.83
REC. NORTE	19	1.04	0.11	0.00	5.05	1.15	0.00	7.99	1.40	0.15
CUAUTEPEC	20	0.81	0.12	0.17	5.34	1.28	0.39	7.52	1.99	0.56
TEPEYAC	21	2.98	1.20	0.26	9.98	0.68	0.00	15.31	1.89	0.42
	-			0.20	9.76	0.79	0.00	19.49	2.50	0.65
SAN FELIPE DE JESUS	22	6.68	1.18							
DEPORTIVO LOS GALEANA	23	3.08		0.45	7.29	0.61	0.00	12.69	1.50	0.45
BOSQUES DE ARAGON	24	2.68	0.72	0.00	4.99	0.76	0.21	9.01	1.58	0.21
LA MALINCHE	25	4.04	0.59	0.10	13.75	0.72	0.00	20.77	1.62	0.10
LA VILLA	26	9.45	0.96	0.54	24.22	2.55	0.82	45.30	4.66	1.52
BONDOJITO	27	8.22	2.09	0,19	20.96	1.62	0.00	37.21	5.42	0.36
	28	9.31	1.73	0.00	23.95	2.98	0.59	42.18	6.77	0.89
EDUARDO MOLINA	-					_				
ROMERO RUBIO	29	12.12	3.52	1.23	15.75	2.61	0.28	32.27	7.71	1.79
MOCTEZUMA	30	12.08	2.17	1.05	43.14	2.71	0.63	63.11	5.80	2.11
AEROPUERTO	31	7.35	0.59	0.71	4.67	1.29	0.51	14.68	2.68	1.69
PANTITLAN	32	10.87	1.27	1.04	26.01	3.31	0.61	42.02	5.92	1.64
BALBUENA	33	12.37	1.43	0.44	41.88	4.86	1.71	65.18	8.15	2.79
ARENAL	34	6.95	0.00	0.86	21.70	2.49	0.00	33.17	3.50	1,22
UPIICSA	35	4.82	0.18	0.23	18.59	1.28	0.27	28.17	1.89	0.50
PALACIO DE LOS DEPORTES	36	12.16	1.28	1.46	43.52	4.74	0.82	65.76	9.95	2.59
REFORMA IZTACCIHUATL	37_	<u>5.</u> 46	1.34	0.30	16.88	1.46	0.39	28.27	4.07	0.69
VILLA DE CORTES	38	11.62	2.39	0.31	39.75	1.13	0.72	60.97	5.06	2.42
PORTALES	39	15.69	2.27	0.70	36.84	4.20	1.47	66.56	8.62	2.54
DEL VALLE	40	34.31	5.36	2.39	50.47	6.50	0.56	111.47	14.49	3.44
										
CIUDAD DE	41	28.30	1.57	2.46	42.89	4.32	2.22	87.00	9.05	5.73
VERTIZ NARVARTE	42	20.73	2.88	2.04	31.85	5.06	1.15	66.73		3.66
PLATERO\$	43	6.36	0.68	1.54	20.09	1.51	0.00	31.55	3.64	<u>1</u> .54
SAN ANGEL IIN	44	14.30	1.41	0.82	21.69	2.65	0.68	44.18	5.20	1.83
OLIVAR	45	1,14	0.00	0.00	3.08	0.70	0.14	6.30	0.79	0.14
SANTA LUCIA	46	0.72	0.08				0.00			0.11
OLIVAR DEL CONDE	47	3.01	0.12	0.00	5.35	0.52	0.00	9.44	0.64	0.29
	_									
SANTA FE	48	5.90	0.24	1.43	10.05	1.55	0.10	21.18	2.23	1.53
SAN ANDRES TEPEPILCO	49	8.85	0.88	0.16	12.39	2.31	0.27	25.49	3.86	0.42
CENTRAL DE ABASTO	50	10.01	0.38	0.26	23.71	4.71	0.95	40.57	5.63	1.64
UAM	51	3.82	0.29	0.17	13.72	1.66	0.27	20.03	2.61	0.64
EJTO. CONSTITUCIONALISTA	52	4.79	0.91	1.12	16.39	3.92	0.82	25.50	5.93	2.16
STA, MARTHA ACATITLAN	53	2.17		0.21	11.13				0.64	0.46
			0.00			0.45	0.25	15.41		
SAN MIGUEL TEOTONGO	54	0.65	0.12	0.00	4.09	0.23	0.00	6.39	0.55	0.00
STA. MARIA XALPA	55	0.70	0.32	0.00	2.98	0.11	0.00	5.66	0.57	0.00
STA. CRUZ MEYEHUALCO	56	2.87	0.13	0.00	6.59	0.85	0.00	12.43	1.41	0.00
JACARANDAS	57	1.85	0.30	0.00	4.60	0.71	0.00	8.63	1.79	0.00
EL MOLINO TEZONCO	58	2.53	0.64	0.00	8.22	0.42	0.00	13.95	1.06	0.58
LOMAS ESTRELLA	59	2.57	0.08	0.19	9.96	1.15	0.09	14.97	1.30	0.28
	_									
PUEBLO DE CULHUACAN	60	7.97	0.30	0.00	19.36	2.82	0.59	31.23	3.38	0.72
CTM CULHUACAN	61	4.88	0.46	0.23	11.10	1.53	0.09	17.48	2.45	0.32
XOTEPINGO	62	8.34	0.87	0.46	16.78	1.72	0.37	28.85	3.50	1.00
PEDREGAL	63	4.11	0.20	0.33	13.52	0.78	0.00	19.60	1.42	0.33
CIUDAD UNIVERSITARIA	64	7.31	0.05	0.69	11.54	1.76	0.33	24.30	2.85	1.75
VIVEROS	65	11.26	0.78	0.05	23.60	3.01	0.33	42.93	5.23	1.17
` `	_	-								
CAMPESTRE C	66	8.20	0.38	0.45	12.24	0.99	0.27	25.94	2.94	0.95
CERRO DEL JUDIO	67	3.01	1.20	0.18	5.57	1.11	0.23	10.64	2.92	0.66
MAGDALENA CONTRERAS	68	1.41	0.08	0.12	9.52	0.37	0.00	13.87	1.42	0.12
CUAJIMALPA	69	1,71	0.00	0.00	4.24	0.52	0.03	6.90	0.63	0.08
MIXQUIC	70	0.77	0.15	0.00		0.45	0.00	7.07	0.79	0.00
		0.77	U. (V)		₹.ਹਹ	U-4-J	0.00	7.07	0.13	0.00

A.2. Densidad de Viajes Atraídos por Distrito de la ZMCM, Motivo Trabajo, Horario Diumo, 1994.

(Viajes por Km2)

Automóvil Colectivo Total de Transporte Distrito Núm. Matutino Mediodia Vespertino Matutino Mediodia Vespertino Matutino Mediodia Vespertino LA TURSA 71 1.56 0.18 0.10 8.26 1.22 0.0011.37 0.30 LA NORIA 72 2.89 0.33 0.12 7 89 1.48 13.34 2.00 0.130.32 NATIVITAS 73 1.13 0.23 0.00 3.19 0.52 0.00 4.99 0.75 0.10 COAPA 74 10.58 0.88 0.79 18.60 3.11 0.30 33.09 4.63 1.09 SAN PEDRO MARTIR 75 0.89 0.00 0.00 3.44 0.15 0.00 5.29 0.20 0.00 PADIERNA 76 2.25 0.11 0.28 3.61 0.60 0.15 7.16 0.95 0.43VILLA OLIMPICA 77 6.97 0.69 0.26 12.39 2.62 0.17 23.47 3.73 0.43MILPA ALTA 78 1.35 0.18 0.00 4.12 0.08 0.08 5.47 0.34 0.08 HUIXQUILUCAN 79 0.84 0.09 0.15 5.47 0.23 0.03 8 41 0.38 0.18 CAMPO MILITAR No. 1 80 2.14 0.39 0.12 4.73 0.09 0.00 8.45 0.64 0.12 ALTAMIRA 81 0.21 0.21 0.00 2.20 0.13 0.00 2.41 0.83 0.00 EL MOLINITO 82 0.49 0.00 0.29 3.66 0.37 0.00 4.49 0.37 0.60 INDUSTRIAL NAUCALPAN 83 11.25 0.94 0.00 28.34 2 57 0.00 4.36 45.28 0.34 2.96 SAN MATEO 84 0.26 0.004.18 0.93 1.19 0.40 7.49 0.40 SATELITE 85 8.18 0.79 0.15 17.73 1.65 0.46 29.37 2.73 0.71 **ECHEGARAY** 86 13.81 0.86 0.06 29.76 4.28 0.15 48.38 6.37 0.37 STA. MONICA 87 4.49 0.24 0.00 7.32 1.08 0.00 13.22 1.73 0.00 PUENTE DE VIGAS 4 49 88 1.08 0.18 18.05 1.30 0.38 29.34 3.54 0.56 CENTRO INDUSTRIAL 15.97 89 2.12 0.00 34.31 6.45 0.12 55.32 9.65 0.12 STA, CECILIA 90 2.88 0.13 0.13 7.68 1.34 0.14 12.25 1.47 0.44 JARDINES DEL RECUERDO 91 2.29 0.36 0.16 11.49 0.50 0.24 15.33 1.18 0.40 SAN JUAN IXHUATEPEC 92 2.31 0.31 0.24 4.50 0.25 0.08 8.65 0.75 0.32 XALOSTOC 93 3.81 0.35 0.15 12.86 2.35 0.11 22.87 3.55 0.37 EL CHAMIZAL 94 1.59 0.19 0.00 5.72 0.62 0.00 8.06 0.81 0.00 SOLIDARIDAD 90 95 2.45 0.37 0.19 4.49 0.92 0.00 7.94 1.29 0.19 EL MIRADOR 96 0.81 0.37 0.00 3.14 0.00 0.00 6.84 0.65 0.257.50 CAMPIÑA DE ARAGON 97 1.33 0.33 0.14 0.45 0.41 11.18 0.92 0.56 PLAZA ARAGON 98 1.31 0.00 0.31 7.01 2.32 0.00 9.69 2.32 0.31 JAJALPA 99 2.79 0.69 0.15 8.84 1.72 0.13 16.42 3.03 0.36 CD. AZTECA 100 1.68 0.41 0.00 3.90 0.49 0.00 6.47 1.04 0.14 SAN CRISTOBA 101 2.85 9.78 0.250.00 1.27 0.00 15.22 2.12 0.00 JARDINES DE MORELOS 102 2.73 0.00 0.00 2.81 0.86 0.00 6.05 0.86 0.00 VENTA DE CARPIO 103 0.74 0.16 0.00 2.01 0.00 0.00 3.27 0.30 0.00 CAMP.GUADALUPANA 104 2.95 0.43 0.00 4.83 0.54 0.00 6.81 1,45 0.00 **ENEP ARAGON** 105 1.33 0.33 0.36 5.99 1.61 0.80 8.89 2.38 1.16 EL SOL 106 3.44 0.29 0.00 6.44 0.16 0.00 13.15 0.46 0.00 VIRGENCITAS 107 4.40 1.04 0.00 10.44 1.74 0.23 18.85 2.78 0.23 PALACIO MUNICIPAL 108 3.31 0.00 0.36 14.60 1.16 0.25 18.69 1.37 0.60 **ESPERANZA** 4 25 109 0.22 0.00 13.93 2.03 1.43 22.44 2.25 1.43 LA REFORMA 110 1.35 0.17 0.00 5.01 0.49 0.00 8.03 1,28 0.00 LA PERLA 111 3.03 0.23 0.00 8.89 1.30 0.33 15.26 1.73 0.33 **EVOLUCION** 112 3.24 0.22 0.00 11.43 0.54 0.20 18.19 0.76 0.20 METROPOLITANA 3.88 113 0.60 0.00 12.01 1.60 0.54 18.92 2.48 0.84 MARAVILLAS 114 5.29 0.41 0.00 11.27 0.66 0.15 19.71 2.17 0.15 CHIMALHUACAN 115 0.32 0.00 0.00 4.11 0.29 0.00 5.69 0.29 0.00 CHICOLOAPAN 116 0.41 0.06 0.00 3.66 0.28 0.00 5.02 0.40 0.00 LA PAZ 1.91 117 0.05 0.09 7.19 0.58 0.00 11.13 0.70 0.09 IXTAPALUCA 118 1.55 0.00 0.00 5.60 0.20 0.00 7.37 0.20 0.00 VALLE DE CHALCO 119 1.48 0.31 0.00 5.72 0.52 0.18 8.99 1.15 0.18 XICO 120 0.35 0.04 0.07 2.37 0.00 0.17 3.80 0.04 0.23 CALACOAYA 121 1.01 0.14 0.46 4.51 0.40 0.00 6.63 0.65 0.46 A. LOPEZ MATEOS 122 1.58 0.12 0.08 5.59 0.69 0.19 7.39 0.89 0.27 MAZA DE JUAREZ 123 1.60 0.43 3.25 0.06 0.55 0.14 6.08 0.980.21 LECHERIA 124 2.56 0.05 0.00 2.70 0.80 0.13 6.57 1.36 0.26 LA PIEDAD 125 2.09 0.00 0.00 7.69 0.95 0.2212.49 1.28 0.22 INFONAVIT IZCALLI 126 1.46 0.41 0.00 4.48 0.99 0.00 7.27 1.89 0.00 CD.LABOR 127 2.94 0.22 0.00 5.00 0.55 0.00 9.64 1.26 0.00 UNIDAD ALBORADA 128 0.56 0.61 0.00 3.42 0.00 0.00 5.46 0.87 0.00 COACALCO 129 3.21 0.14 0.00 6.58 0.88 0.07 11.22 1.13 0.20 TEXCOCO 1.59 130 0.12 0.00 4.17 0.51 0.14 7.69 0.14 0.69 AREA MC IV 131 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.000.00 0.00 0.00 NICOLAS ROMERO 132 0.38 0.00 0.00 3.97 0.16 0.00 4.88 0.26 0.00 AREA MCI 133 2.84 0.19 0.08 4.31 0.40 0.09 9.49 0.67 0.17 AREA MÇ (I 134 0.920.03 0.00 2.44 0.18 0.00 4.99 0.21 0.00 AREA MC III 135 0.47 0.12 0.00 0.89 0.06 0.00 2.43 0.35 0.00 TOTAL 0.53 0.57 0.29 12.41 22.04 1.52 0.30 2.74 0.71

Fuente: Elaboración propia con base en datos del GDF e INEGI, "Encuesta Origen Destino, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México

A.3. Total de Viajes Atraidos por Distrito de la ZMCM, Motivo Escuela ; hoarlo Diumo, 1994.

	A.S. 1	Clai de Vie	Automóv		CC IG ZIVI	Colective	ESCUEIA , IIO			y Privado	Superficie
Distrito	Núm	Matutino			Materino		Vespertino	Matidino	Mediodía	Vespertino	
Distrito ZOCALO	1	2,257	147	238			524.23				
	2	7,284									
ZONA ROSA		4,987	999	124		982	405.26		5,515		
BUENAVISTA	3	1,915					427.27				
TLATELOLCO	4						342.18		1,726		342.18
MORELOS	5	287							1,424		
COL. OBRERA	6	1,777		230	988	155					
CONDESA	7	9,815		2,489			418.75		2,812		
CHAPULTEPEC	8	6,443		497	3,715	1,012	1,021.43		4,875		
LAS LOMAS	9	6,677		476			2,179.20		2,575		
PANTEONES	10	1,085	0	0	850			7,990	1,197		
ANAHUAC	11	7,854	0	1,691	5,815	2,302	605.62	41,489	7,624	4,598	605.62
LA RAZA	12	1,990	· 0	162	2,143	256	616.82	7,738	2,327	773	616.82
CLAVERIA	13	2,581		74	3,309	485	656.37	13,102	4,407	745	656.37
TEZOZOMOC	14	856		0		138	609.50	16,276	5,331	138	609.50
EL ROSARIO	15	899		ō		1,041	630.69				630.69
VALLEJO	16	1,030		0		231	1,021.79		1,130		1,021.79
	17	9,453		651		1,877	775.69		14,878		775.69
LINDAVISTA						972		37,310	8,462		
POLITECNICO	18	7,467	282	179						•	
REC. NORTE	19	0		0		0		3,765	3,487		
CUAUTEPEC	20	394		0					2,573		
TEPEYAC	21	2,707		0		_	798.65		1,567		798.65
SAN FELIPE DE JESUS	22	2,577	175	0		0			3,756		
DEPORTIVO LOS GALEANA	23	720		0				13,141	3,785		612.11
BOSQUES DE ARAGON	24	2,905	0	0	4,370	349		17,118	5,800		698.93
LA MALINCHE	25	1,109		141	3,497	274	495.33	6,603	4,772	415	495.33
LAVILLA	26	11,067	1,016	0			810.94	31,279	8,430	765	810.94
BONDOJITO	27	4,873		115		0		14,771	3,965	115	578.56
EDUARDO MOLINA	28	1,443		0			334.25	6,372	1,370		334.25
ROMERO RUBIO	29	1,710		0			323.47	2,594	3,066		323.47
	30	2,685		0		0			1,246		513.30
MOCTEZUMA									142		718.75
AEROPUERTO	31	1,680		0					8,207		622.70
PANTITLAN	32	566		0		452	622.70				
BALBUENA	33	5,858		84		702	652.08	22,437	3,565		652.08
ARENAL	34	2,538		0		189	643.20	13,866	6,091		643.20
UPIICSA	35	1,212		0		1,051	666.80	11,234	2,831	1,051	666.80
PALACIO DE LOS DEPORTES	36	1,970		187		1,148			4,056		463.80
REFORMA IZTACCIHUATL	37	4,703	0	、 0		340	600.70	14,944	1,996		600.70
VILLA DE CORTES	38	3,693	416	91	2,098	812	397.37	14,342	2,514	1,322	397.37
PORTALES	39	5,627	216	105	2,005	O	597.65	15,544	2,591	931	597.65
DEL VALLE	40	22,068	2,298	427	1,256	814	574.21	41,636	3,946	1,846	574.21
CIUDAD DE	41	11,028		209	2,889	455	545.29	26,575	4,255	952	545.29
VERTIZ NARVARTE	42	7,522		1,196		1,112	502.23	16,428	1,639	2,626	502.23
PLATEROS	43	2,303		164		112	543.20	11,754	3,281		543.20
SAN ANGEL IIN	44	19,099				396	1,639.62	49.385	10,215		1,639.62
OLIVAR	45	4,521		157		127	1,087.95	9,233	721	284	1.087.95
	46	1,585									941.27
SANTA LUCIA	_								4,099		616.34
OLIVAR DEL CONDE	47	2,121		0		156					
SANTA FE	48	5,782					904.33		2,465		904.33
SAN ANDRES TEPEPILCO	49	1,491		0			720.70		2,606		720.70
CENTRAL DE ABASTO	50	1,073		215		555	893.50		821	770	893.50
UAM	51	588		0			969.20		6,956		969.20
EJTO. CONSTITUCIONALISTA	52	932		0		253	794.50		8,488		794.50
STA. MARTHA ACATITLAN_	53	534				Ö			3,479		774.20
SAN MIGUEL TEOTONGO	54	234	0	. 0	459	137	773.10	1,233	459	399	773.10
STA. MARIA XALPA	55	232		0				409	821	0	718.08
STA CRUZ MEYEHUALCO	56	540		Ö			1,120.00		6,696		1,120.00
JACARANDAS	57	345				421	948.50		1,897	421	948.50
EL MOLINO TEZONCO	58	0		0		101	683.50		1,720		683.50
	59	418		0		0	1,103.70		3,043		1,103.70
LOMAS ESTRELLA	60	1,740		- 0		656	756.54	7,267	2,700		756.54
PUEBLO DE CULHUACAN											806.70
CTM CULHUACAN	61	2,234		0		395			4,359		
XOTEPINGO	62	3,139		163		381	810.00		2,818		810.00
PEDREGAL	63	640		0		292	536.44	6,816	1,241	292	536.44
CIUDAD UNIVERSITARIA	64	12,709		1,769		2,477	1,294.90		21,435		1,294.90
VIVEROS	65	11,323		114		930	1,083.50	37,045	3,550		1,083.50
CAMPESTRE C	66	5,147	443	0	3,805	442	712.90	17,447	5,028		712.90
CERRO DEL JUDIO	67	4,329		Ö		0	_		4,684		792.15
MAGDALENA CONTRERAS	68	3,031		205				14,536	4,444		758.01
CUAJIMALPA	69	5,880		0		364	2,181.14	28,692	6,053		2,181.14
MIXQUIC	70	199					_		7,138		1,923.00
BINGROID	1 10	198			L	302	1,323.00	13,510	1,130	1 302	1,323.00

A.3. Total de Viajes Atraidos por Distrito de la ZMCM, Motivo Escuela ; hoarlo Diumo, 1994.

	1	T Transfer	Automóv	is por Distrito		Colective			rte Público	v Privado	Superficie
Distrito	Núm.	Matutino		Vespertino	Matritino			Maturina	Madiadia	Vocactino	
LA TURBA	71	O	0	vesperuno 0							Urbana
LA NORIA	72	3,549									
	73		0					27,633			
NATIVITAS		2,351						14,630			
COAPA	74	11,773	746	1,314		465		33,694		1,939	
SAN PEDRO MARTIR	75	2,330	260	96				15,594		400	
PADIERNA .	76	1,261	0	0	<u> </u>		.,	12,983		172	1,390.53
VILLA OLIMPICA	77	7,104	207	124	4,938	304	1,638.13	27,625	6,457	552	1,638.13
MILPA ALTA	78	0	0	0	3,700	0	643.45	4,444	3,700	0	643.45
HUIXQUILUCAN	79	4,069	149	677	1,128	0		13,139		677	1,357.73
CAMPO MILITAR No. 1	80	404	410	0		69		6,007	1,534	69	
ALTAMIRA	81	102	0	ō				1,714		0	
EL MOLINITO	82	503	0	Ö				7.044			669.48
INDUSTRIAL NAUCALPAN	83	136	0	160						- 440	
	84	8.030	258					8,126		449	
SAN MATEO				394		191	1,078.72	15,259		585	
SATELITE	85	20,803	131	0				57,894		1,608	
ECHEGARAY	86	6,603	0				1,105.41	17,438		0	1,105.41
STA. MONICA	87	7,269	0	267	1,800	181	982.85	19,751	2,174	448	982.85
PUENTE DE VIGAS	88	3,957	190	240	1,223	656	845.48	12,817	1,576	896	845.48
CENTRO INDUSTRIAL	89	3,837	192	357	5,086	1,121		19,676		1,478	
STA. CECILIA	90	261	228	183		0	1,171.13	4,167		183	
JARDINES DEL RECUERDO	91	1,599	160		1,035	- 0		5,450		103	
SAN JUAN IXHUATEPEC	92	163	0	0	221	ŏ		4,471	2,114	- 0	
XALOSTOC	93	207	- 0	0		_					
EL CHAMIZAL						267	1,047.71	3,017	1,156	267	1,047.71
	94	1,986	0	0		130	924.29	8,818		130	
SOLIDARIDAD 90	95	513	0	0		0		4,702	2,693	0	754.74
EL MIRADOR	96	0	0	0		0	496.11	675	610	0	496.11
CAMPIÑA DE ARAGON	97	0		0	1,194	0	638.81	5,066	1,194	0	638.81
PLAZA ARAGON	98	0	0	0	84	0	494.92	2,965		0	
JAJALPA	99	703	0	0	1,181	293	1,148.53	9,021	1,618	293	1,148.53
CD. AZTECA	100	871	0	0			896.75	9,596	4,619	597	896.75
SAN CRISTOBA	101	1,661	34	0	3,378	365	1,229.09	16,208	4,093	365	
JARDINES DE MORELOS	102	380	Ö	0	2,131	303					
VENTA DE CARPIO	103	417	. 0				696.55	3,137	2,609	0	
					619		1,002.00	5,970	1,253	0	.,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
CAMP.GUADALUPANA	104	1,248	186	73	1,619		477.06	7,564	2,052	206	477.06
ENEP ARAGON	105	2,676	196	0	3,470		691.72	14,132	4,314	971	691.72
EL SOL	106	0	0.	0		142	473.79	1,988	1,565	323	473.79
VIRGENCITAS	107	197	0	0	3,713	0	435.20	6,630	3,859	Ó	435.20
PALACIO MUNICIPAL	108	0	0	0	2,258	0	334.25	4,416	2,414	0	
ESPERANZA	109	280	0	· 0	4.607	0	417.97	10,078	4,607	0	417.97
LA REFORMA	110	0	0	0	1,292	118	477.38	4,308	1,292	118	477.38
LA PERLA	111	0	0	0	623	262	568.63	3,704	772	427	568.63
EVOLUCION	112	1,142		0	1,151	0	420.29	2,731	1,151	0	
METROPOLITANA	113	471	0	0	782						420.29
MARAVILLAS	114	7,0	0	0		0	453.39	2,598	782	0	
					530	0	369.99	3,066		0	369.99
CHIMALHUACAN	115	0	0	0	2,827	0	1,189.50	2,444	2,827	. 0	1,189.50
CHICOLOAPAN	116	0	0	0	1,727		1,890.36	3,557	_	0	
LA PAZ	117	872		0	2,857		1,537.77	7,196	3,349	443	1,537.77
IXTAPALUCA	118	735	0	0	896	0	1,662.54	7,823	1,744	0	1,662.54
VALLE DE CHALCO	119	506	0	0	1,536	0	1,514.73	15,290	2,293	0	
XICO	120	260	0	0	Ö	Ō	2,088.86	4,517	1,989	0	_
CALACOAYA	121	1,351	0	0	1,620	O	1,949.34	13,707	1,886	ŏ	
A. LOPEZ MATEOS	122	1,246	ō	0	3,390		1,422.92	12,015	4,298		
MAZA DE JUAREZ	123	8,185	216	0	383	0	1,283.79		599		
LECHERIA	124	1,834		- 0	1,364			16,895		400	1,283.79
LA PIEDAD	125	5,303				321	1,858.03	12,721	1,473	408	1,858.03
				0	1,848	924	1,421.09	17,846	3,225	924	1,421.09
INFONAVIT IZCALLI	126	1,594	0	0	2,839	159	1,274.52	12,294	4,271	326	1,274.52
CD.LABOR	127	0	0	0	2,215	226	1,994.82	13,535	3,867	226	1,994.82
UNIDAD ALBORADA	128	0	0	0	2,286	0	816.53	2,634	2,286	0	816.53
COACALCO	129	5,978	0	0	3,768	589	1,181.93	23,952	3,907	589	1,181.93
TEXCOCO	130	4,184	0	0.	3,413	300	2,507.91	19,464	4,274	300	2,507.91
AREA MC IV	131	Ö	Ö	0	1,003	0	0.00	4,439	1,408	0	0.00
NICOLAS ROMERO	132	1,232	0	Ŏ	5,643	Ö	2,502.45	16,223			
AREA MC I	133	839	0	- 0					6,700	130	2,502.45
AREA MC II	134	176	- 0		3,269	320	1,946.15	13,564	3,490	579	1,946.15
		. 1/6/	- UI	0	2,055	0	2,990.99	10,246	2,463	O!	2,990.99
	_							$\overline{}$			
AREA MC III	135	2,047 400,969	0 19,254	0	525 360,246	232	4,026.76 131,529.33	10,823	2,156	232	4,026.76 131,529.33

Fuente: Elaboración propia con base en datos del GDF e INEGI, "Encuesta Origen Destino, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de Máxico

A.4 Densidad de Viajes Atraídos por Distrito de la ZMCM, Motivo Escuela, Horario Diurno, 1994. (Viajes por Km2) Transporte Público y Privado Colectivo Automóvii Matutino Mediodía Vespertino Matutino Mediodía Vespertino Matutino Mediodía Vespertino Núm. Distrito 54.79 3.59 17 27 8.39 4.31 0.28 0.45 31.94 12.83 ZOCALO 12.82 0.43 1.22 38.19 4.88 4.61 73.35 8.29 9.13 ZONA ROSA 2 13.61 2.47 0.31 23.48 8.45 2.42 48.39 4.49 3 12.31 BUENAVISTA 4.48 0.55 0.00 14 43 2.98 0.49 26.84 5.68 0.49 4 TLATELOLCO 0.00 3.56 1.43 26.28 5.04 1.97 5 0.84 0.68 14.59 MORELOS 0.36 3.32 0.90 0.54 13.13 2.30 25.54 6 4.14 0.45COL, OBRERA 4.13 1.21 61.40 6.72 9.72 7 23.44 1.71 5.94 19.32 CONDESA 0.00 3.64 0.99 8 6.31 0.49 15.81 29.13 4.77 1.84 CHAPULTEPEC 0.93 0.16 8.74 1.18 0.44 9 3.06 0.00 0.22 4.61 LAS LOMAS 8.78 0.00 1.29 0.00 12.09 1.81 10 1.64 0.00 0.00 **PANTEONES** 68.51 12.59 7,59 11 12.97 0.00 2.79 39.31 9.60 3.80 ANAHUAC 1.25 5.70 12.54 3.77 LA RAZA 12 3.23 0.00 0.26 3 47 0.42 0.74 1,14 3.93 0.10 0.11 10.93 5.04 19.96 6.71 13 CLAVERIA 26.70 8.75 0.23 0.23 TEZOZOMOC 14 1.40 0.00 0.00 19.50 8.11 1.43 0.00 26.56 5.68 1.65 37.04 6.99 3.70 15 0.21 EL ROSARIO VALLEJO 16 1.01 0.00 0.00 5.60 0.68 0.23 8.52 1.11 0.48 1.22 0.84 30.31 12.72 2.42 59.96 19.18 4.02 17 12.19 LINDAVISTA 5.67 0.21 0.14 16.75 4.28 0.74 28.34 6.43 1.07 POLITECNICO 18 19 0.00 0.00 3.09 0.00 4.71 4.36 0.00 0.18 3.13 REC. NORTE 20 0.48 0.00 0.00 6.80 2.97 0.00 9.05 3.16 0.00 CUAUTEPEC 0.00 4.80 1.51 0.34 9.57 1.96 0.34 3.39 0.00 TEPEYAC 21 3.71 0.00 6.15 0.00 22 4.22 0.29 0.00 9.93 15.20 SAN FELIPE DE JESUS 4.62 0.00 21.47 6.18 0.00 23 1.18 0.00 0.00 14.45 DEPORTIVO LOS GALEANA 24 4.16 0.00 Ö.00 14.75 6.25 0.50 24.49 8.30 0.50 BOSQUES DE ARAGON 0.55 13.33 9.63 0.84 LA MALINCHE 25 2.24 0.00 0.28 7.20 7.06 0.94 13.65 1.25 0.00 19.68 4.74 0.74 38.57 10.40 LA VILLA 26 0.20 27 8.42 0.00 0.20 12.02 5.67 0.00 25.53 6.85 BONDOJITO 28 4.32 0.00 0.00 5.45 4.10 0.79 19.06 4.10 0.79 **EDUARDO MOLINA** 29 0.00 3.35 0.00 6.46 5.73 0.47 8.02 9.48 0.47 ROMERO RUBIO 5.23 0.00 10.97 1.39 0.00 16.20 2.43 0.00 30 0.58 MOCTEZUMA **AEROPUERTO** 31 2.34 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 2.34 0.20 0.00 0.91 0.00 17.06 9.35 0.73 25.84 13,18 0.73 32 0.00 PANTITLAN BALBUENA 33 8.98 0.00 0.13 17.55 4.39 1.08 34,41 5.47 1.70 8.33 0.29 21.56 9.47 0.29 34 3.95 0.37 0.00 15.15 ARENAL 35 1.82 0.00 13.17 1.58 16.85 4.25 1.58 **UPIICSA** 0.43 3.61 36 26.16 2.48 34.80 8 75 2.88 PALACIO DE LOS DEPORTES 4.25 0.00 0.40 4.85 0.00 0.95 REFORMA IZTACCIHUATL 37 7.83 0.00 13.80 1.99 0.57 24.88 3.32

0.23

0.18

0.74

0.38

2.38

0.30

0.41

0.14

0.00

0.00

0.33

18.56

12.45

13.65

18.47

14.10

14.74

13.14

3.14

2.90

11.92

7.71

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

VILLA DE CORTES

VERTIZ NARVARTE

OLIVAR DEL CONDE SANTA FE

SAN ANDRES TEPEPILCO

STA. MARTHA ACATITLAN

SAN MIGUEL TEOTONGO

STA, MARIA XALPA STA. CRUZ MEYEHUALCO

EL MOLINO TEZONCO

CIUDAD UNIVERSITARIA

MAGDALENA CONTRERAS

LOMAS ESTRELLA **PUEBLO DE CULHUACAN**

CTM CULHUAÇAN

XOTEPINGO

CAMPESTRE C

CUAJIMALPA

MIXQUIC

CERRO DEL JUDIO

PEDREGAL

VIVEROS

JACARANDAS

CENTRAL DE ABASTO

PORTALES

DEL VALLE

CIUDAD DE

PLATEROS SAN ANGEL IIN

OLIVAR SANTA LUCIA

UAM

9.29

9.42

38.43

20.22

14.98

4.24

11.65

4.16

1.68

3.44

6.39

1.05 0.36

4.00

1.29

0.00

0.00

0.53

0.37

0.14

0.00

0.13

5.28

3.35

2.19

5.30

1.24

4.40

4.05

0.11

1.24

6.25

1.45

2.04

0.00

1.42

0.83

2.21

0.21

0.24

0.12

0.00

0.25

0.20

36.09

26.01

72.51

48.74

32.71

21.64

30.12

8.49

4.80

15.82

16.39

6.33

4.34

6.87

7.80

3.26

6.04

6.23

0.66

1.38

6.65

2.73

3.33

1.56

3.21

1.75

5.23

0.51

0.83

0.26

0.00

0.25

0.53

A.4 Densidad de Viajes Atraidos por Distrito de la ZMCM, Motivo Escuela, Horario Diurno, 1994.

(Viajes por Km2)

					(viujeo poi it	···~/								
1				Automóv	il		Colective	0	Transpo	orte Público	y Privado			
	<u>Distrito</u>	Núm.	Matutino	Mediodía	Vespertino	Matutino	Mediodía	Vespertino	Matutino	Mediodía	Vespertino			
	A.4 Densidad de Viajes Atraídos por Distrito de la ZMCM, Motivo Escuela, Horario Diurno, 1994.													
					(Viajes por K	m2)								

			Automóv	(Viajes por K	mz) I	Colective		Tonnon	ada Pública	y Privado
Distrito	Núm.	Matutino	Mediodía	Vespertino	Matutino		Vespertino	Matution	Modiodia	Vesperting
LA TURBA	71	0.00	0.00	0.00	6.96					
LA NORIA	72	2.05	0.00	0.00	12.23			15.98		0.3
NATIVITAS	73	1.15	0.00	0.00	5.39			7.18		
COAPA	74	13.27	0.84	1.48	21.48	2.97	0.52	37.98		
SAN PEDRO MARTIR	75	1.03	0.12	0.04	4.50		0.13	6.91	0.97	0.1
PADIERNA	76	0.91	0.00	0.00	7.17	1.28	0.12	9.34		0.1
VILLA OLIMPICA	77	4.34	0.13	0.08	10.89		0.19	16.86		
MILPA ALTA	78	0.00	0.00	0.00	6.21	5.75	0.00	6.91		
HUIXQUILUCAN	79	3.00	0.11	0.50	3.94		0.00	9.68		
CAMPO MILITAR No. 1	80	0.34	0.35	0.00	4.05		0.06	5.06		
ALTAMIRA	81	0.20	0.00	0.00	3.11	2.82	0.00	3.30		
EL MOLINITO	82	0.75	0.00	0.00	8,59		0.00	10.52		
INDUSTRIAL NAUCALPAN	83	0.17	0.00	0.20	9.13		0.37	10.27	4.24	0.5
SAN MATEO	84	7.44	0.24	0.37	5.45		0.18	14.15		
SATELITE	85	16.08	0.10	0.00	24.66	5.27	1.07	44.74		1.2
ECHEGARAY	86	5.97	0.00	0.00	6.47	2.20	0.00	15.78	2.20	0.0
STA. MONICA	87	7.40	0.00	0.27	11.43	1.83	0.18	20.10	2.21	0.4
PUENTE DE VIGAS	88	4.68	0.22	0.28	9.83	1.45	0.78	15.16	1.86	
CENTRO INDUSTRIAL	89	4.27	0.21	0.40	14.37	5.67	1.25	21.92	6.70	1.6
STA CECILIA	90	0.22	0.19	0.16	2.61	2.73	0.00	3.56	3.11	0.1
JARDINES DEL RECUERDO	91	1.85	0.18	0.00	3.75	1.20	0.00	6.30	2.44	0.0
SAN JUAN IXHUATEPEC	92	0.12	0.00	0.00	3.04	0.17	0.00	3.41	0.17	0.0
XALOSTOC	93	0.20	0.00	0.00	1.58	0.28	0.25	2.88	1.10	0.2
EL CHAMIZAL	94	2.15	0.00	0.00	7.39	1.41	0.14	9.54	1.84	0.1
SOLIDARIDAD 90	95	0.68	0.00	0.00	4.51	2.82	0.00	6.23	3.57	0.0
EL MIRADOR	96	0.00	0.00	0.00	0.41		0.00	1.36	1.23	0.0
CAMPIÑA DE ARAGON	97	0.00	0.00	0.00	6.98		0.00	7.93	1.87	0.0
PLAZA ARAGON	98	0.00	0.00	0.00	5.67	0.17	0.00	5.99	0.45	0.0
JAJALPA	99	0.61	0.00	0.00	6.41	1.03	0.26	7.85	1.41	0.2
CD. AZTECA	100	0.97	0.00	0.00	9.44	5.15	0.67	10.70	5.15	0.6
SAN CRISTOBA	101	1.35	0.03	0.00	10.44	2.75	0.30	13.19	3.33	0.3
JARDINES DE MORELOS	102	0.55	0.00	0.00	3.52	3.06	0.00	4.50	3.75	0.0
VENTA DE CARPIO	103 104	0.42	0.00	0.00	3.02	0.62	0.00	5.96	1.25	0.0
CAMP.GUADALUPANA ENEP ARAGON	105	2.62 3.87	0.39 0.28	0.11	12.17	3.39	0.28	15.86	4.30	0.4
EL SOL	106	0.00	0.20	0.00	16.07	5.02	0.63	20.43	6.24	1.4
VIRGENCITAS	107	0.45	0.00	0.00	3.08 14.09	2.43	0.30	4.20	3.30	0.6
PALACIO MUNICIPAL	108	0.00	0.00	0.00	12.61	8.53	0.00	15.23	8.87	0.00
ESPERANZA	109	0.67	0.00	0.00	21.88	6.76 11.02	0.00	13.21 24.11	7,22 11.02	0.0
LA REFORMA	110	0.00	0.00	0.00	8.37	2.71	0.00	9.02	2.71	0.2
LA PERLA	111	0.00	0.00	0.00	5.59	1.10	0.25	6.51	1.36	0.7
EVOLUCION	112	2.72	0.00	0.00	3.78	2.74	0.00	6.50	2.74	
METROPOLITANA	113	1.04	0.00	0.00	4.37	1.72	0.00	5.73	1.72	0.00
MARAVILLAS	114	0.00	0.00	0.00	6.80	1.43	0.00	8.29	1.72	0.00
CHIMALHUACAN	115	0.00	0.00	0.00	2.05	2.38	0.00	2.05	2.38	0.00
CHICOLOAPAN	116	0.00	0.00	0.00	1.78	0.91	0.00	1.88	1.00	
LA PAZ	117	0.57	0.00	0.00	3.78	1.86	0.29	4.68	2.18	0.29
IXTAPALUCA	118	0.44	0.00	0.00	3.95	0.54	0.00	4.71	1.05	0.00
VALLE DE CHALCO	119	0.33	0.00	0.00	7.03	1.01	0.00	10.09	1.51	0.00
XICO	120	0.12	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00	2.16	0.95	0.00
CALACOAYA	121	0.69	0.00	0.00	5.85	0.83	0.00	7.03	0.97	0.00
A. LOPEZ MATEOS	122	0.88	0.00	0.00	6.16	2.38	0.00	8.44	3.02	0.00
MAZA DE JUAREZ	123	6.38	0.17	0.00	4.83	0.30	0.00	13.16	0.47	0.00
LECHERIA	124	0.99	0.00	0.00	5.16	0.73	0.17	6.85	0.79	0.22
LA PIEDAD	125	3.73	0.00	0.00	6.25	1.30	0.65	12.56	2.27	0.65
INFONAVIT IZCALLI	126	1.25	0.00	0.00	5.68	2.23	0.12	9.65	3.35	0.26
CD.LABOR	127	0.00	0.00	0.00	4.08	1:11	0.11	6.79	1.94	0.11
UNIDAD ALBORADA	128	0.00	0.00	0.00	2.29	2.80	0.00	3.23	2.80	0.00
COACALCO	129	5.06	0.00	0.00	13.41	3.19	0.50	20.27	3.31	0.50
TEXCOCO	130	1.67	0.00	0.00	4.99	1.36	0.12	7.76	1.70	0.12
AREA MC IV	131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NICOLAS ROMERO	132	0.49	0.00	0.00	4.87	2.25	0.00	6.48	2.68	0.05
AREA MCI	133	0.43	0.00	0.00	4.74	1.68	0.16	6.97	1.79	0.30
		0.00	0.00							
AREA MC II	134	0.06	0.00	0.00	2.49	0.69	0.00	3,431	0.821	11).U
AREA MC II AREA MC III	134	0.08	0.00	0.00	1.15	0.69	0.00	2.69	0.8 <u>2</u> 0.54	0.00

Fuente: Elaboración propia con base en datos del GDF e INEGI, "Encuesta Origen Destino, 1994 y del Observatorio de la Ciudad de México

B.1. Red Automatica de Monitoreo Atmósferico de la ZMCM

		,	B.1. Red Automatica de Monitoreo Atmósferico			
$\overline{}$	ESTACION		DIRECCION	CONTAMINANTE	METEOROLOGICOS	MEDICION
1	LVI	LA VILLA	Estacion de Bomberos "Jose Saavedra del Razo" Cafles Henry Ford entre Martha y Otilia Col. Guadalupe Tepeyac, Del. Gustavo A Madero	SO2, PM10	N/H	9
2	MER	MERCED	Centro de salud "Luis E. Ruiz" Av. Congreso de la Union 148 Col. Merced Balbuena Del/Mun. Venustiano Carranza	CO, SO2, PM10, O3, NO, NOx, H2S, HCNM	DV, VV, TEMP, HR	6.2
3	PEO	PEDREGAL	Esc, Primaria "John F, Kennedy" Canada #370 y Av, Crater. Col. Pedregal de Sn, Angel Del/Mun, Alvaro Obregon	SO2, CO, PM10, O3, NO, NOx, H2S, HCNM	DV, VV, TEMP, HR	3.7
4	CES	CERRO DE LA ESTRELLA	Ptanta de Tratamiento de Aguas Negras "Cerro de la Estrelia" D.D.F. Av. Sn. Lorenzo S/N Col. Pareje Sn. Juan Del/Muri. Iztapalapa	SO2, CO, PM10, O3, NO, NOx, HCNM	DV, VV, TEMP, HR	3.7
5	TAH	TLAHUAC	Esc. Primaria "Acatonalli" Calle Escudo nacional S/N Col. Nativitas	O3, SO2,PM10		
6	TLA	TLALNEPANTLA	Giorieta Atlacomulco, Fracc. Tiamex, Del/Mun. Tialnepantia Edo, de México	SO2, CO, O3, NO, NOx, H2S, PM10	DV, VV, TEMP, HR	6.2
7	XAL	XALOSTOC	Distribuidora Volkswagen "Sta. Clara" Carr. Pachuca KM. 13.5 y calle del Hierro, Xatostoc Det/Mun. Ecatepec, Edo. De Mexico	03, CO, SO2, H2S, NO, NOx, PM10	DV, VV, TEMP, HR	3.5
8	NET	NETZAHUALCOYOTL	Centro de salud "Virgencitas" Bordo de Xochlaca y Av. Netzahualcoyoti	CO, PM10, SO2	N/H	6.2
9	TLI	TULTITLAN	Col Virgenoltas Det/Mun.Cd. Netzahuatooyoti, Edo. De Mexico Av. Boulevard Lomas de Cartagena S/N Jardin de ninos "Fco. Luna	CO, SO2, PM10, O3, NO, NOx, HCNM		
			Arroyo" Tultitlan, Edo. De Mexico		<u>,</u>	
10	VIF	COACALCO EDO. DE MEXICO	Esc. Primaria "Lic. Benito Juarez Garcia" Primaveras y Calle Cristi Villa de las Flores, Coacalco. Edo. De Mexico	CO, SO2, NO, NOx, PM10, HCNM		
11	LAG	LAGUNILLA	Centro de salud *Dr. Domingo O* Esquina Comonfort y Libertad Col. Peralvillo Del. Cuahutemoc	CO, O3	Ninguno	6.5
12	TAC	TACUBA	Centro de satud "Lago Cardiel" Lago Cardiel #61 Col Argentina	03, CO, SO2, H2S, NO2, NOx	WSP, WDR, TMP, RH	9
13	EAC	ENEP-ACATLAN	Antigua. Del/Mun. Miguel Hidalgo Esc. De Odonkologia ENEP-ACATLAN Av. Jardines de Sn. Mateo	SO2, O3, CO, NO, NOx	WDR, WSP, TMP, RH	12
14	SAG	SAN AGUSTIN	Del/Mun. Naucatpan Edc. De Mexico Centro de salud comunitario "Sn. Agustin" Av. Sta. Rita y Sur 90	SO2, O3, NO, NOx	DV, VV, TEMP, HR	6.2
15	AZC	AZCAPOTZALCO	Col. Nvo. Paseo de Sn. Agustin. Det/Mun. Ecatepec de M., Edo Mexico Centro de salud Commitario "Tezozornoc" Rafael Bulena entre	SO2, O3	N/H	6.2
16	PLA	PLATEROS	Musgos y Tlahulcas Col. Nva. Tezozomoc Del/Mun. Azcapotzako Esc. De Satud Publica "Fco. De P. Miranda" Calle Fco. P. Miranda	03, C0	DV M TTID UD	<u> </u>
	PDA	PERIEROS	#177 Col. Lornas de Plateros. Del/Mun, Alvaro Obregon		DV, VV, TEMP, HR	3.7
17	HAN	HANGARES	Boulevard Hangares #235 Col. Federal C.I.A.A.C. Del. Venustiano Carranza	SO2, O3, HCNM, CO, NO, NOx	DV, VV, TEMP, HR	3.7
18	UIZ	UAM-IZTAPALAPA	Esc. "Cd. Vicentina" Sur 21 y Sur 10 Col. Le Purisima Del. Iztapatapa	CO, O3	N/H	3.7
19	BJU	BENITO JUAREZ	Delegacion Benito Juarez, Av. Division del Norte y Municipio Libre Col. Sta. Cruz Atoyac Del/Mun. Benito Juarez	CO, O3, NO, NOx	N/H	3.7
20	TAX	TAXQUENA	Esc. Primaria "Candido Jaramillo" Av. Taxquena 1811 Col. Fco. Culhuacan Del/Mun. Coyoacan	CO, O3		3.7
21	CUA	CUAJIMALPA	Esc. Primaria "Belizario Dominguez" Celle Monte Encino S/N y Av. Jesus del Monte	O3 .		<u> </u>
22	TPN	TLALPAN	Esc. Primaria Federal "Everardo Cruz Salmeron" Calle Sierra de	03	 .	
23	СНА	CHAPINGO	Sn. Juan S/N Col. Mirador del Valle de Mexico, D.F. Colegio de Posgraduados Carretera Mexico-Texcoco Km. 36.5	03	 	<u></u>
24	ATI	ATIZAPAN	Montecillo, Edo. De Mexico Telesecundaria Federal 1sDTV #0208 Col. Lomas Lindas.	CO, SO2, NO, NOx	N/H	[
25	MIN	GLORIETA METRO	Del/Mun. Atizapan de Zaragoza, Edo. De Mexico			
25	MIN	INSURGENTES	Glorieta metro Insurgentes, Av. Insurgentes y Av. Chapultepec Col. Roma Del/Mun. Cuauhternoc	co	N/H	8.5
26	CUI	CUITLAHUAC	Clinica Cuittahuac ISSSTE, Av. Cuittahuac #548 Col. Pantaco Del/Mun. Azcapotzaico	co	N/H	3.7
27	I.M.P.	INST. MEX. PETROLEO	Av. Lazaro Cardenas ≢152 Col. Sn. Bartolo Atepehuacan Del/Mun. Gustavo A. Madero	со	N/H	3.7
28	ARA	ARAGON	Centro Social "Monte de Piedad" Esq. Con Calle 483 y calle 461	CO, SO2	N/H	3.7
30	LLA	LAURELES	Telesecundaria "Los Laureles" Av. Rio Piedras S/N Col. Laureles	§ 32	N/H	9
31	ĻPR	LA PRESA	Del/Mun. Ecatepec de Morelos, Edo. De Mexico Centro de Salud "Lazero Cardenas" Asoc. De Excursionistas del	SO2	N/H	4.5
32	VAL	VAŁLEJO	D.D.F., Col. Sn. Lazaro, Tialnepantia, Edo. De Mexico Centro familiar DIF "Dr. Jose Luis Mora" Ferrocarril Monte Alto	SO2	N/H	6.2
32		1	#39. Col. Sn. Jose de la Escalera Del, Gustavo A. Madero	ľ	I	1
33	SUR	SANTA URSULA	Centro de salud "Dr. Gustavo A. Rovirosa P" Esq. Sn. Alberto y	SO2	N/H	6.2

Fuente: Gobierno del Distrito Federal.

									B.2. N	liveles	Prome	dio de	24 Ho	ras de	PM10	por Es	tación d	le Mor	nitoreo	y Día i	1995									
ESTACION		2	3		5	١	_		ا ہا		_, [[[\neg	
Enero		2	3	4	<u> </u>	6		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 31
LVI	182	120	140	1423	100	001	446	64	400	or!	4041		00					-221			1									
XAL	34	40	98		109 54	82 44	112 61	91 51	108	<u>85</u>	101	94	68	94		115	68	82	90		86	65	81	73	90		85	72	55	79 40
MER	193	97	120			72			78	55	77	63	48	53		52	49	58	47	33	44	30	45	37	41	68	69	44	41	49 16
TLA	210	123	163		93 95	90	83 102	80	119	68	98	89	65	64	78	98	84	121	87	99	78	70	92	71	79		88	69	55	64 15
NET	63	190	190		135	74	114	69 125	64	115	65	73	80	73	55	80	92	81	89	110	87	73	77	72	110	80	93	93	84	91 39
CES	201	113	159		37	34	51	53	136 108	112	176 137	138	110 153	158	169	126	99	162	173	125	105	107	156	94	193	175	90	142	131	87 45
PED	149	68	97	116	63	30	51	53	52	51	64	127 50		125		116	120	101	132	128	125	79	104	. 79	86	103	70	116	84	70 16
TLI	176	82	106		91	80	82	81	94	69	101	109	35 82	54 81	46	52	91	75	72	65	58	47	76	72	62	56	55	50	31	55 25
VIF	209	84	172		102	100	84	82	84	59	110	117	79	91	77 84	142	88	99	120	118	103	67	98	80	81	83	68	72	72	69 21
TAH	244	155	182		91	81	79	83	87	99	109	88	74	82	76	126 117	98 64	110 97	135	116	101	71	82	71	69		57	65	66	67 21
Febrero	277	.001	102	1401	711	0:1	, 91	00]	0/1	38	109]	- 60		- 02	70[117	04]	9/	136	78	70	75	95	82	92	100	105	70	56	79 23
LVI	66	78	78	51	56	53	78	68	63	68	41	48	64	81	63	61	57	55	501	201	47	601	251	751	041	001	201			
XAL	46	68	43	24	39	42	59	46	41	45	39	29	38	52	43	44	35	19	50 28	30 17	47 25	60 49	65 37	75	81	66	62	74		
MER	50	66	81	49	40	42	57	70	55	44	35	34	44	59	45	31	140	117	127	78	110	122		38	27	19	33	37		
TLA	56	63	45	41	52	55	69	58	103	101	62	69	57	80	91	67	83	79	54	43	60	77	155 60	154 72	180 97	146	138	156		
NET	77	187	170	79	92	68	118	113	93	87	102	149	94	113	99	90	142	107	145	77	95	106	134	102	136	83 129	55 118	168		
CES	54	77	71	64	54	49	83	58	17	22	29	66	45	49	113	71	87	80	53	31	46	69	53	42	53	36	44	119	 -	
PED	61	46	46	44	51	37	42	59	50	39	18	26	29	74	73	48	48	76	47	31	58	62	63	68	79	68	62	47		
TLI	77	85	65	29	47	77	70	49	72	74	46	53	51	76	84	64	76	51	70	54	59	66	48	66	62	49	60	46 52	-+	 -
VIF	43	59	66	26	32	35	69	49	42	50	49	53	55	80	89	91	64	40	50	31	40	60	49	51	54	36	36	45		
TAH	53	50	52	60	67	28	45	75	43	31	32	50	54	76	101	58	72	52	29	30	58	65	74	70	70	68	68	59	\rightarrow	
Marzo									,								, <u>- ,</u>	<u> </u>		- 551	- 501	001	, -,	701	70]	100	00]	38		
LVI	63	68	51	47	48	41	26	52	83	69	66	56	46	76	61	74	68	64	55	54	58	65	105	99	77	77	78	64	58	63 54
XAL	34	37	30	29	30	25	33	27	33	32	32	28	32	37	47	40	33	28	16	24	26	30	46	33	34	28	31	44	67	58 51
MER	156	126	62	77	59	36	47	84	97	94	90	60	60	89	79	88	81	92	87	78	80	93	133	122	130	122	121	87	81	81 67
TLA	70	77	53	55	52	47	47	71	82	73	73	63	45	70	66	84	69	60	64	76	66	74	96	72	57	62	68	92	105	148 47
NET	88	108	120	107	74	66	49	50	78	111	112	68	60	109	73	96	85	71	79	67	77	77	148	131	93	104	88	121	106	85 80
CES	61	42	43	53	38	43	119	120	144	141	129	110	113	125	85	41	102	104	102	111	113	116	105	133	133	125	126	106	104	100 95
PED	56	64	50	47	43	26	30	70	72	67	53	33	47	53	54	52	71	59	40	50	53	61	83	83	80	83	82	68	61	65 52
TLI	55	40	45	55	36	39	40	41	73	77	54	49	53	66	65	77	76	53	52	59	75	99	118	109	95	78	78	82	83	91 67
VIF	44	30	29	44	37	27	38	32	54	59	58	38	46	48	41	49	52	44	43	57	70	73	70	74	74	63	57	53	47	47 54
TAH	69	51	49	60	45	39	66	65	86	75	57	61	53	64	67	62	66	59	55	66	64	93	94	118	87	82	87	85	69	94 79
Abril		•					•										1				<u> </u>			,	0,	- 021	<u> </u>			34 78
LVI	61	57	42	59	31	52	66	76	68	73	67	67	71	55	62	43	63	58	48	35	68	68	88	81	66	64	59	49	54	39
XAL	41	63	63	88	58	69	89	79	83	88	81	95	80	66	62	58	77	63	54	55	63	69	84	102	78	92	65	85	59	48
MER	89	77	73	91	53	71	99	122	85	76	72	123	105	83	78	66	79	61	61	51	89	70	79	118	84	99	76	85	66	53
TLA	72	66	64	67	105	85	53	73	58	47	40	72	68	45	41	50	45	41	48	43	70	70	77	85	56	74	76	134	40	50
NET	85	82	72	84	63	83	112	87	125	100	96	137	125	78	71	62	86	84	60	89	101	104	122	130	122	148	69	70	74	61
CES	108	96	96	130	116	121	118	123	116	153	127	109	105	81	76	78	108	115	143	107	147	116	138	164	125	113	96	105	72	66
PED	62	45	47	57	43	52	58	62	59	56	57	73	74	65	55	46	601	46	44	31	54	67	72	119	75	74	49	52	49	48
TLI	84	55	58	100	65	82	77	80	62	96	98	94	72	89	58	74	75	102	53	90	144	110	105	148	142	60	50	106	67	54
VIF	56	52	56	65	42	44	56	57	74	70	51	60	64	58	45	43	46	46	41	48	57	62	59	57	52	55	56	72	58	55
TAH	80	68	71	91	73	98	88	84	79	78	61	70	74	67	67	50	62	66	74	40	64	61	72	104	103	73	48	65	69	62
Mayo		-371		L			.,,,,	- :\						1	7.1				1	10						. 51	70]	_ 55]	00	<u> </u>
ILVI T	46	69	82	57	57	64	84	79	80	79	82	84	76	67	70	63	68	69	74	70	61	49	70	41	60	53	56	33	30	46 31
XAL	43	64	87	76	64	64	77	90	86	87	84	85	72	72	85	73	86	74	88	77	57	79	68	64	82	53	56	51	46	46 31 57 49
MER	71	87	112	67	54	60	56	49	57	58	55	73	83	81	73	43	50	50	56	46	37	51	46	30	45	23			17	
TLA	44	58	52	64	49	54	75	60	73	103	84	69	68	61	53	66	91	95	122	82	94	99	76	54	46	40	27	23		25 29
	77	50]	V2	٠	70		,,,	00	73	100]	ابن	Ų0	00	- 21	55	00	911	30	144	02	74	99[/0	54[40	4∪	47	25	35	34 59

									B.2. N	liveles	Prome	dio de	24 Hor	as de	PM10 p	or Est	ación d	le Mon	itoreo	y Dia 1995									
			_					_ [_ 1										Ī										
ESTACION	1 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	_13	14	15	16	17	18	19	20 21		23	24	25	26	27	28	29	30 31
NET	105	72	95	90	95	101	105	115	133	119	121	84	81	105	103	79	82	92	90		0 12		85	92	42	87	51	66	45 67
CES	101	124	144	90	105	110	143	129	149	150	131	160	109	119	113	107	151	117	163		2 9			120	79	75	58	68	86 81
PED	47	65	73	59	63	67	79	73	73	94	98	95	68	81	74	75	91	79	93		1 5		40	56	32	40	26	31	57 57
TLI	59	82	108	85	60	67	78	79	93	103	104	90	74	73	82	76	97	98	113		5 8			67	46	104	45	32	38 45
VIF	61	68	94	70	69	70	84	65	91	85	72	77	75	76	79	77	72	61	73		1 8			81	52	71	44	55	46 52
TAH	69	76	120	94	80	75	88	79	116	118	105	109	85	88	98	87	113	89	126	81	5 9	85	51	122	30	44	33	19	46 46
Junio	50	40	471	£41	001	641	001	001	-001		441	- 041	001	00	661		451	0.41											
LVI	59 68	40 61	47 52	54 60	62 70	51 58	62 71	62 65	69 69	<u>59</u>	41 51	24 41	26 49	36	38	57	17	24	23		8 3			26	28	20	28	14	16
MER .			38	37		37		50						52	61	84	45	48	37		8 8			63	101	86	70	67	56
	29 77	30 44	38	36	48 51	57	44 54	39	53 52	46 55	34 33	21 28	33	28	30	44	19	20	20		7 2			23	24		18	20	17
TLA	79	111	87	115	92	65	60	83						42	70 70	95	56	50	54		8 4		46	41	44	52	50	49	50
NET	108	115	86	97		115	115	114	94 148	53 86	88 64	63 51	56 72	62		86	37	92	<u>46</u>		4 6			74	73		47	31	30
CES PED		31		40	120			51						78	79	99	49	46	66		0 4			50		32	21	35	29
TLI	55 76	64	36 66	62	49 54	53 81	62 69	140	50 49	57	35	25 76	32	50 49	37	63	24	20	26		4 3			28	37	39	20	31	24
VIF	73		59	58	67	65	72	59	72	56 63	45 50	50	36 51	55	48	91	35	29	22		6 2			47	46		27	32	24
TAH	47		61	53	66	89	73	71	82	69	52	34	58	31	61 37	81 73	41 37	43 22	39		3 5			50			48	46	38
Julio	7,		011	- 33	00]	091	- (3)		02	- 09	. JZ	34	36	31	3/	/3]	3/1	22	27		1 3	62	39	40	33	38	15	23	31
LVI	31	42	53	53	24	27	23	20	17	20	16	22	20	32	55	33	26	36	27	35	21 4) E4	271	761	04	- 04			- 22
XAL	54	53	99	106	80	88	47	36	49	29	24	32	42	58	71	50	67	100	95	99 1	7 4		37	19	24 81	34	29	25	33 47
MER	20		26	24	16	20	18	15	16	16	16	21	15	19	30	20	17	23	24		9 3	31		63				85	58 95
TLA	40		71	62	45	37	35	33	22	31	37	37	30	55	56	42	42	52	36		7 5			20			21	24	25 24
NET	55		80	40	51	60	51	71	92	56	31	45	30	34	57	59	56	77	69		2 8			30 33		49	36	38	47 49
CES	26		54	46	36	50	38	23	22	31	19	27	22	28	46	25	23	31	36		9 4			25	60 25		73	70	54 90
PED	29		39	33	25	26	16	17	18	16	18	24	19	21	31	24	24	41	43		2 3			22	18		36	35 28	33 43
TLI	21	20	44	49	41	26	33	19	18	17	15	21	14	24	42	28	26	33	- 26		3 4		35	31	38		21 41		32 38
VIF	35		71	65	53	55	42	31	34	31	23	34	31	38	52	38	46	66	51		8 6							46	52 52
TAH	20		32	30	19	43	32	26	35	29	19	16	18	21	38	28	28	23	27		7 3		31	40 15			76	55	52 77
Agosto		.01	UL			,,,,							- 10,			201	201			20 .	71 3	. 31	31	10	24		18	32	27 18
LVI	45	42	35	37	21	19	22	32	24	50	48	36	40	27	21	30	29	52	24	15 :	4 4	42	45	40	ဧဂျိ	22	201	401	001 10
XAL	105		105	117	47	39	48	61	67	85	82	49	41	64	91	89	62	100	58		1 8	82	111	48 93	52 82	32 53	29 79	18	26 42
MER	28	24	29	25	15	11	20	44	35	37	20	15	18	19	21	26	16	25	16		1 6		27		27			95	107 101
TLA	29	24	25	35	35	25	33	31	39	44	50	54	37	43	43	46	46	58	28		8 6		48	24		17	19	20	22 21
NET	52	65	76	65	45	45	37	38	26	57	50	37	35	42	57	38	37	65	45		6 7			61	52	35	28	34	49 62
CES	37	40	40	39	25	16	21	26	28	26	37	23	22	23	31	33	21	44	22		1 2		76	59	76	37	36	36	46 52
PED	28	38	40	38	20	19	23	21	18	21	32	26	19	22	23	30	22	34	14		6 2		40 36	38	39	26	23	20	31 36
TLI	47	45	41	48	37	31	33	41	39	47	53	46	31	38	45	50	39	64	30		7 6			36	37	27	21	15	25 33
VIF	58		63	64	37	31	39	48	42	60	52	41	30	44	51	51	41	72	35		0 7			54	49	28	33	34	40 32
TAH	30		22	23	17	16	17	33	14	23	18	25	17	13	22	19	14	36	17					30	21	20	17	28	21 22
Septiembre		21	22	20]	17]	10]	171	33]			.10	20]	17]	13		19	14	30]		111 4	2 1	14	22	19	25	26	23	18	30 44
LVI	28	34	26	16	17	22	36	43	47	41	31	41	47	43	39	37	24	asT	221	22 (ol e	1 44	201		201	FAI			
XAL	48		32	39	39	46	111	160	113	84	131	115	141	119	95	54	24 40	25 121	32 120		9 6			52	38	53	39	36	45
MER	12		14	18	15	16	23	29	30	27	20	83	23	27	23	22	20							113	84	115		. 99	118
TLA	40		31	37	44	39	60	47	69	57	43		56	39	48			21	25				21	34	19	24	24	23	28
	25		29	55					92	92	4 3	40 76	56			38	35	45	35		9 5			54	54	48	34	20	24
NET	_	36		19	45	55 21	89 36	88	_	$\overline{}$	31			61 32	84	49	62	68	51		5 8		92	45	81	71	55	78	95
CES	17	20	16		22			42 32	45	35		43	35		33	28	24	30	28		2 2		15	33	32	31	29	38	37
PED	19		18	19	22	20	31		36	33	32	36	22	18	23	28	23	26	36		2 40		26	50	32	31	24	27	29
TLI	26	31	24	21	25	19	50	32	47	39	35	32	31	23	48	41	37	55	41	46 4	1 49	34	24	36	31	321	25	38	52

B.2. Niveles Promedio de 24 Horas de PM10 por Estación de Monitoreo y Día 199:	B.2. Niveles	Promedio de 24 Ho	ras de PM10 por	r Estación de Monit	oreo y Día 1995
--	--------------	-------------------	-----------------	---------------------	-----------------

					_							010 00	27 110	03 00	LINITO	POI CSI		n a mini	IIIOI EO	ו פוט ע	880									
ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30 31
VIF	21	24	23		27	19	47	76	72	58	59	99	70	56	68	43	38	67	67	62	44	80	51	47	80	59	62	57	38	36
TAH	13	16	18	24	31	26	44	38	28	19	28	24	21	33	15	22	23	37	29	22	23	39	20	25	40	19	27	30	25	35
Octubre						_																			,,,,			. 001	201	
LVI	36	27	46		57	22	28	_ 40	39	54	41	36	39	20	20	25	46	52	38	16	35	50	47	29	33	43	52	50	371	45 55
XAL	109	97	160	137	144	128	122	99	144	141	119	127	127	55	48		158	146	91	68	70	96	196	123	84	112	107	75	85	121 153
MER	25	22	31	45	45	_ 35	21	28	35	41	49	60	27	11	23	24	34	41	28	14	20	24	33	22	22	27	27	27	20	21 25
TLA	23	27	40		60	45	35	47	47	48	51	48	42	16	21	35	50	50	47	21	41	23	33	35	35	49	57	57	45	51 49
NET	93	70	90	79	78	74	57	53	62	76	70	61	62	37	32	53	62	65	44	30	44	44	73	59	43	54	54	54	42	61 68
CES	39	92	145		55	35	28	36	35	52	58	46	40	15	25	33	45	43	37	16	28	35	44	34	35	37	36	45	25	39 47
PED	26	31	32		44	30	27	32	37	33	30	34	36	16	19	27	44	42	43	21	30	38	30	44	27	31	30	33	34	33 35
TLI	40	32	53		61	48	41	46	52	64	59	57	41	19	28	59	42	38	19	14	45	19	24	48	32	47	54	34	39	48 58
VIF	33	19	39		45	45	46	36	35	71	46	61	41	25	32	56	67	61	49	31	49	29	40	21	20	34	33	27	27	31 37
TAH	30	39	45	48	51	41	26	50	39	42	69	_56	39	19	25	37	46	47	45	16	25	35	38	39	32	22	25	28	38	33 24
Noviembre						"											•												- 501	
LVI	71	49	52		36	35	56	25	53	55	61	27	46	42	57	68	76	66	47	46	26	58	60	31	37	59	75	79	87	88
XAL	147	136	194	66	75	122	204	154	211	203	224	71	190	176	175	197	167	103	68	69	93	84	116	118	94	102	190	192	201	171
MER	29	24	32	22	28	19	33	22	34	36	51	22	31	38	67	80	70	55	42	37	31	58	44	36	45	57	76	71	79	96
TLA	57	37	51	34	41	54	54	36	66	86	64	30	46	42	79	93	85	68	44	43	29	57	57	33	44	59	82	89	59	68
NET	69	64	102	_ 58	61	49	97	50	55	84	171	114	127	98	91	90	85	90	67	64	41	61	86	49	64	96	137	88	107	153
CES	48	35	43	26	36	34	47	27	44	24	29	17	22	22	40	62	51	50	40	33	24	39	42	23	34	55	81	70	76	82
PED	40	33	54	28	31	25	41	31	39	55	71	27	34	32	54	85	63	62	44	49	23	55	35	25	30	41	59	70	74	66
TLI	56	36	43	25	50	51	56	39	61	82	110	42	47	42	79	95	77	77	53	58	34	58	54	39	52	59	80	88	58	57
VIF	46	27	41	20	34	31	89	32	54	85	75	34	62	48	46	62	78	78	45	40	19	28	40	29	43	52	82	90	76	85
TAH	32	32	39	21	28	21	47	39	40	59	61	31	52	73	132	143	87	71	48	73	40	43	49	35	51	59	80	80	67	58
Diclembre	-																	<u> </u>					701		3.1	- 00	001	001	9/1	
LVI	81	102	93	64	81	59	75	89	101	29	50	66	75	84	87	69	25	31	44	48	28	41	38	45	75	30	53	48	51	28 16
XAL	240	206	158	186	233	194	234	220	208	68	180	155	169	209	196	140	93	139	161	180	122	140	75	98	90	34	78	91	123	55 32
MER	84	104	89	63	72	62	80	84	103	41	56	68	74	83	80	59	42	27	38	50	36	47	39	41	60	24	34	36	38	27 24
TLA	98	110	72	51	61	59	64	102	111	42	78	48	61	86	89	56	25	26	42	45	21	61	49	35	86	29	61	49	47	29 25
NET	124	182	155	156	185	138	169	121	98	77	110	139	142	141	124	158	79	57	80	107	46	49	54	89	76	35	60	52	68	38 30
CES	71	89	66	56	65	78	83	85	80	34	51	58	63	81	93	125	143	43	53	65	54	43	45	52	62	15	46	43	-	
PED	73	87	64	49	50	50	44	63	85	42	55	45	58	61	61	46	22	27	37	33	21	39	37	42	69	22	30	30	49	
TLI	96	90	72		77	48	52	79	108	44	65	42	60	87	88	<u> </u>	64	29	44	48	24	62	39	58	61	24	54	_	19	
VIF	100	89	66		105	96	82	88	98	30	57	52	81	99	112	92	66	58	63	78	52	48	40	59	64	30	61	49	44	30 26
TAH	79	47	58	71	60	71	70	73	83	34	53	73	72	58	56	75	56	24	61	70	31	29	30	47				56	37	32 21
Fuente: Ela																	- 70	24	01	701	31	_28	30	4/	48	18	25	18	18	18 15

Fuente: Elaboración propia con base en datos del IMP, Programa de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad.

Cuadro B.3. Datos Horarios de PM₁₀ por Estación de Monitoreo que Muestran Niveles Altos Constantes, 1995

Estación																s por									-,						
/mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
LVI	11	8	10	11	4	-	4	-	4	4	2	2	-	1	-	6	-	-	-	4	-	-	-	1		3	3	一		一	
CES	11	7	12	-	-	-	-	-	7	5	5	6	9	9	5	5	10	2	9	6	8	-	3	4		3	3	6			
MER	11	8	8	9	3	-	-	•	4	-	-	2	-	-	-	1	1	4	2	3	-	-	-	2		2	2	1			7
NET	-	9	12	11	6	-	4	3	5	4	5	7	5	9	10	5	2	9	11	5	4	3	11	1	7	6	2	4	5	1	
PED	9	4	5	10	-	-	-	-	-	- 1	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	•	-	1	1					一	
TAH	15	9	11	8	4	-	-	-	•	-	4	1	-	-	-	4	-	3	5	3	-	-	4			3	6	T		2	
TLA	9	9	13	9	-	-	•	•	•	-	•	-	1	-	-	-	1	-	•	1	-	-	-	-	4	4	3	2	2	4	
TLI	7	4	6	8	-	~	1	3	5	-	5	5	1	2	-	4	1	4	5	4	-	-	2	2		2					
VIF	8	6	9	6	-	1	-	1	•		3	5			-	2	•	3	4	5	-	-	-	1		2				7	
XAL	-	-	4	8	-	-	2	-	5		3	-	-	-	-	,	- 1	-	-	- "	-	-	-	-	-	1	1				
Enero	81	64	90	80	17	1	11	7	30	13	27	28	16	21	15	27	15	27	38	31	12	3	20	12	12	26	20	13	7	7	0
LVI	1	2	3		-		2	-	-	-	-	-	1	2			-	-	-	-	-	-	3							\Box	
CES	•	2	3		•	•	1	•	•	-	•	1	,	•	6		-	-		-	-	1		1				T			
MER	•		3	-	-		-	-	-	•		-	-	•	,	•	5	5	_ 6		3	5	7	7	11	10	9	7			
NET	,	9	9		3	1	4	6	2	1	4	7	2	6	4	4	5	1	10			3	5	4	9	8	5	6			
PED	2	-			•	١.	-	•	•	-	-	-	1	3	2	-									2						
TAH	-		1		•	į	-	-	-	-	•	-	• •	•	2		2						1	1				i		T	
TLA					-	-			5	3		1		1	4	2						1			2	1					
TLI						3	2		3						2		_]		2			3		1			[
VIF			3														1														
XAL		2	-				2																								
Febrero	3	15	22	0	3	4	11	6	10	4	4	9	3	12	20	6	13	6	18	0	3	13	16	14	24	19	14	13	0	0	Ö
LVI			l	•						1													4	3	1						
CES	1					1	7	7	10	6	6	3	4	7	2		5	2	4	4	3	7	1	6	5	1	9	4	4	1	2
MER	9	5						2	2	3	3	2							1		1	2	6	4	7.	3		\neg	2		
NET	2	2	5	5	1			2			4		2	4	2	1	3	1			1	4	9	_5	5	4	3	4	2	1	1
PED								2	, 1												1		2								
TAH									2						1	1						3	1	3				3		2	
TLA	1															1				1			4				\neg		11	1	2
TLI									1	2				1		2	2			\neg	1	4	4	7	4			2	1	2	
VIF			\neg														1									i	一十			\neg	
Marzo	13	7	5	5	1	1	7	13	16	12	13	5	6	12	. 5	5	11	3	5	5	7	20	31	28	22	8	12	13	10	7	5
LVI											1						1														
CES	4	4	3	5	4	3	6	6	5	7	6	4	2		1	2	2	6	8	3	8	3	3	11	5	9	4	5	2	1	
MER	• 2		2	3			4	6	2			6	5	1	2		2		1				<u> </u>							$\overline{}$	
NET	1	2		3		2	5	3	5	3	3	4	4	1	1		4		\neg	3	6	3	3	6	6	7	1				
																											-1				

Cuadro B.3. Datos Horarios de PM₁₀ por Estación de Monitoreo que Muestran Niveles Altos Constantes, 1995

Estación	T								103 0		10 1					s poi		,,,,,,,					00110	, carrie	J. J.						_
/mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
PED																								5		1	1				
TAH	1			4	1	3	4	2	3						1				2		 			1	_	2					
TLA			1		4			1										1				1		1			3	7	-		
TLI	2			3		1	2	2		2				3		1		2		4	5	8	3		1				-		
VIF									1						-		_					Ť	Ť	- -				1		_	
XAL				1					1		1						1											1		-	
Abril	11	8	9	23	14	15	28	28	26	22	22	≟ 6	24	19	20	19	27	26	30	30	40	37	32	53	37	45	36	42	31	31	31
LVI			_ 1																												Ť
CES	2	7	6	4	4	4	6	6	6	8	8	7	3	4	3	4	7	4	8	1	1	3.	5	5	5	2	3	1		4	3
MER			2									1						1	1			2			Ť		1		_	$\overline{}$	⊣
NET	5		5	4	3	2	4	4	11	2	3	2	1	2	5	3	1	4	2		1	8	3		1				1	- 	1
PED		1		1	1.	1		1		2	2	3	1			1	3	2		1		1							- 		一
TAH	1	1	2		2		3		_ 2	1		3	1	1	1		4	1	3	1	1	1			5			一			
TLA										2	2					1		5	7		1	3	2				1				
TLi		2	3	1				2			2							3	3		1		T	7			4				$\neg \neg$
VIF		[i						1								\dashv
XAL															\neg			1	2											\dashv	
Mayo	8	11	19	10	10	7	13	13	19	15	17	16	6	7	9	9	15	21	28	3	- 5	18	10	12	11	2	7	1	1	4	5
CES	6	9	1	4	4	6	4	7	8	3		1	3	2	1	5			1	3	2						$\overline{}$		\rightarrow		一一
MER					1																									\dashv	
NET		5	2	3							1	3	\neg			1		4		Î	1		1			1	1				$\neg \neg$
PED															Ì					Ì				一十	\neg			_			
TAH						5	2	1	2	1			2			2															\neg
TLA		5											Ī		2					1						一					一
TLI	1	2				1		1				2			T	3										\neg			$\neg \uparrow$		
XAL																Ť				Ì		5	4	1		2	2	1	1	~	
Junio	7	21	3	7	5	12	6	9	10	4	1	6	5	2	3	11	0	4	1	4	3	5	5	1	0	3	2	1	1	0	ᅥ
CES						1	1					Î	T					\neg								一十		- 1	$\overline{}$		∸
NET							4																	_					\neg		\dashv
TLA	Ì		2							$\neg \uparrow$							T				一十						t			\dashv	\dashv
VIF																					- 1			1	\neg		- 	- 	\neg	_	\dashv
XAL	\Box		3	4	1	4		\neg	$\overline{}$	<u> </u>				,	1		1	6	2	3	10	3	7		1		7	9	2	1	5
Julio	ol	o	5	4	1	5	5	0	o	0	ol	0	0	ol	1	- 1	- +	6	2	3	11	3	7	2	1	1	7	9	2	1	-5
NET			Ť				7	_ - -	 +		+		╼╪	┰┼		- 			- 	┪		2	1	- 1		2		~†		' 	괵
TLA			1		$\overline{}$	\dashv			+				<u>`</u>		-	_	_			- 		3		-'				- 	 -		\dashv
XAL	5	7	5	4				1		1	1	_		╗	-1	2	 	5		\rightarrow	3	2	1	2	-2	4	3	5	4	\dashv	—
- 4			<u>~_</u>					- '1						<u>''</u> L	'1	- 4	1	5					1_			4]	၂	ગ	4		

Cuadro B.3. Datos Horarios de PM₁₀ por Estación de Monitoreo que Muestran Niveles Altos Constantes, 1995

Agesto 5 7 5 4 0 0 0 0 1 0 1 0 1 1 0 0 1 1 2 0 5 1 0 3 7 2 3 2 6 3 5 4 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 2 0 5 1 1 0 3 7 2 3 2 6 6 3 5 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 7 8 4 4 1 1 0 4 8 9 6 3 0 0 1 0 9 1 1 4 1 0 2 4 9 6 6 7 4 8 6 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 7 8 4 4 4 1 2 9 6 8 0 0 0 1 0 9 1 1 4 1 0 2 4 9 6 6 7 8 6 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Estación									- 			· -			Hora					I IAIAC											
Agestic 5 7 5 5 4 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 2 0 5 1 1 0 3 7 2 3 2 6 3 5 4 0 0 1 1 1 2 0 5 1 1 0 3 7 2 3 2 6 3 5 4 0 0 1 1 1 2 0 5 1 1 1 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	/mes [1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Decidence Color Color	Agosto	5	7	5	4	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	2	0	5	1	_		7				_	_				0
NET LA	CES		Ĭ																											1		
TLA I	MER												1																			
VAL	NET		ì					5	4	1	3		1			1			1		5	4	1		4		3			3	2	
CAL Septembre 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 10 17 8 4 4 12 9 6 5 0 0 10 9 11 4 10 2 4 9 5 6 7 8 6 TES SES SI SE SES SI SE SE SE SI SE SE SI SE SE SE SE SI SE	TLA									1																						
Septiembre 0 0 0 0 0 0 0 0 10 17 8 4 4 12 9 6 5 0 0 10 9 11 4 10 2 4 9 5 6 7 8 6	VIF												2			1																
TES 1 1 2 3	XAL					·		5	13	6	1	4	8	9	6	3			9	9	6		9	2		9	2	6	7	4	4	
NET 5 1 1 3 3	Septiembre	0	0	0	0	0	0	10	17	8	4	4	12	9	6	5	0	0	10	9	11	4	10	2	4	9	5	6	7	8	6	0
PED TLA LA LA LA LA LA LA LA LA L	CES		1	2	3							2								1												
TLA (AL 3 3 12 10 9 6 10 4 11 7 7 10 7	NET	5		1		3																					\Box					
CAL 3 3 3 12 10 9 6 10 4 11 7 7 10 7 10 7 10 11 9 5 1 1 1 3 15 9 1 6 4 2 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	PED																								2				·			
Octubre 8 4 15 13 14 6 10 4 11 7 9 10 7 0 0 10 11 9 6 1 1 3 15 11 1 6 4 4 10 10 -VI -VI -VI -VET	TLA					2																							2			
MER	XAL	3	3	12	10	9	6	10	4	11	7	7	10	7			10	11	9	5	1	1	3	15	9	1	6	4	2	10	10	
MER NET SED	Octubre	8	4	15	13	14	6	10	4	11	7	9	10	7	0	0	_10	11	9	6	1	1	3	15	11	1	6	4	4	10	10	0
NET	LVI																	3						1					2	3		
PED 1	MER						•											3											2	2		-
FAH FILA FILA FILA FILA FILA FILA FILA FILA	NET			3				1			4	7	3	8	3	1			2					4				5	4	4	7	
TLA TLI	PED											1					2	2	1				1			_						
TLI VIF VIF VIF VIF VIF VIF VIF VIF VIF VI	TAH													2	2	4	6	3			2							1	1			
VIF	TLA															2	1	4	2					1				2				
KAL 8 5 13 9 14 12 14 13 11 1 14 12 12 13 11 4 5 4 6 7 2 3 9 12 12 7 Noviembre 19 12 43 23 23 21 36 20 36 33 38 24 38 17 19 43 51 27 11 4 7 11 42 27 4 15 28 28 41 37 LVI 2 1 2 4 2 3 6 2 11 4 7 11 42 27 4 15 28 28 41 37 MER 1 3 2 1 2 4 4 2 3 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 </td <td>TLI</td> <td>Ī</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1,</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td></td>	TLI	Ī										3						1,										1	1		1	
Noviembre 19 12 43 23 23 21 36 20 36 33 38 24 38 17 19 43 51 27 11 4 7 11 42 27 4 15 28 28 41 37 24 27 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	VIF							1			2						1	2										2			2	
CES 1 1 2 2 4 1 1 3 1 1 1 1 3 1 1 1 1 3 1 1 1 1 3 1 1 1 1 1 3 1 1 1 1 1 1 1 3 1	XAL	8	5	13	,		9	14	12	14	13	11	1	14	12	12	13	11	4			5	4	6	7	2	3	9	12	12	7	
MER 1 3 1 1 1 1 3 1 2 4 1 1 3 1 1 3 1 3 1 3 1 3 1 3 1 3 1 3 1	Noviembre	19	12	43	23	23	21	36	20	36	33	38	24	38	17	19	43	51	27	11	4	7	11	42	27	4	15	28	28			0
MER 1 3 2 1 2 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	LVI		2		1	2			2	4																						
NET 6 12 9 7 10 3 7 7 3 5 7 7 6 6 6 4 2 3 6 4 4 5 5 5 7 7 7 6 6 6 6 4 2 3 6 5 7 7 7 6 6 6 6 6 4 2 3 6 6 6 6 4 2 3 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6	CES		1			1	. 1	1	3	1						2	8	6			2	1										
PED 1 1 1 2 1 3 3 3 1 3 3 1 3 3 1 5 3 1 1 2 1 1 2 1 4 1 1 2 1 4 3 1 4 4 3 3 1 1 1 3 13 12 2 12 10 10 12 10 6 1 8 10 10 5 8 4 1 4 4 3	MER	1	3				2	1	2	4					1												-				$\neg \neg$	
TAH 2 1 2 1 3 3 1 1 3 1 3 1 1 3 1 1 1 3 1 3	NET	6	12	9	7	10	3	7	7	3		5	7	7	6	6	6	4	2	3	6				4						$\neg \neg$	
TAH 2 1 2 1 3 3 1 1 3 1 3 1 1 3 1 1 1 3 1 3	PED	1	1							1				1																	\dashv	
TLA 4 5	TAH	2					1		2	1								3													\neg	
TLI 3 4 1 2 5 2 5 2 3 2 3 2 3 3 3 1 5 3 2 1 1 2 4 3 3 3 1 5 3 2 1 1 1 2 4 3 3 3 1 5 3 3 1 4 4 3 3 4 1 4 4 3 4 4 3	TLA	4	5							4		1	\Box		2	1				_			1				<u> </u>		1	3	$\overline{}$	
VIF 2 4 1 2 3 3 1 5 3 1 1 2 4 1 2 3 3 1 4 3 1 3 1 3 1 2 2 1 2 1 0 1 0 1 2 1 0 6 1 8 1 0 1 0 5 8 4 1 4 4 3	TLI	3		1												2	3												- i		\dashv	
KAL 14 12 8 14 13 11 13 13 12 2 12 10 10 10 12 10 6 1 8 10 10 5 8 4 1 4 3	VIF		4	<u> </u>		3	3	1						1				4														
────────────────────────────────────	XAL		12	8				_			2	12	10	10	12		6	i l	8	10	10	5	8		4	1			4	4	3	
	Diciembre	33	43	19	24		21		38	38	2	18	17	19	21	23	23	18	10			6	9		8	1	0	Ó	5	 	3	0

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por el IMP, Programa de Investigación del Medio Ambiente y Seguridad.