

01178
4



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

SECCIÓN ENERGÉTICA

TESIS

**ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE EXTERNALIDADES
AMBIENTALES EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO
PARA LOS SECTORES TRANSPORTE E INDUSTRIAL**

PRESENTA

ING. JUAN JOSÉ MENDOZA SALGADO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN INGENIERÍA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MÉXICO, D.F.

JUNIO 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

SECCIÓN ENERGÉTICA

TESIS:

**ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE EXTERNALIDADES
AMBIENTALES EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO PARA LOS
SECTOR TRANSPORTE E INDUSTRIAL**

SINODALES:

**DRA. CLAUDIA SHEINBAUM PARDO
DR. GERARDO SERRATO ANGELES
DR. VÍCTOR RODRÍGUEZ PADILLA
DR. JOSÉ ANTONIO ROJAS NIETO
DR. CARLOS GAY GARCÍA**

SUSTENTANTE:

ING. JUAN JOSÉ MENDOZA SALGADO

MÉXICO, D.F.

JUNIO, 2002

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

RECONOCIMIENTO

A mi familia por su apoyo para la realización del citado trabajo como es: Luz María García, Oscar Rodrigo Mendoza, Carlos Mendoza, Gudelia Salgado, Lourdes Mendoza, Cynthia Rojas y Antonio García.

A cada uno de los sinodales por su tiempo y participación así como el aportar observaciones, comentarios y sugerencias enriqueciendo y dando estructura, al contenido de la presente investigación.

Al personal de la Subgerencia de Evaluación de Emisiones perteneciente a la Gerencia de Protección Ambiental de la Comisión Federal de Electricidad por las facilidades otorgadas en cuanto al tiempo de realización durante la realización del presente trabajo.

A todos aquellos que dedican su tiempo a la investigación con el fin de encontrar soluciones a los problemas ambientales existentes a nivel mundial, así como aquellos que están comprometidos en proponer alternativas para la creación de nuevos programas y proyectos, y de quienes aproveche sus conocimientos para realizar este trabajo.

**ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE EXTERNALIDADES
AMBIENTALES EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO
PARA LOS SECTORES TRANSPORTE E INDUSTRIAL**

CONTENIDO	Página
1 PRESENTACIÓN	1
2 RESUMEN	2
I INTRODUCCIÓN	3
II DESCRIPCIÓN ENERGÉTICA DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO (ZMCM)	4
II.1 VOLUMEN Y TIPO DE COMBUSTIBLES UTILIZADOS POR EL SECTOR INDUSTRIAL Y EL SECTOR TRANSPORTE EN LA ZMCM DURANTE 1994, 1996 Y 1998	4
1996	5
1998	6
RESUMEN DE CAPITULO	10
III OFERTA Y CONSUMO DE ENERGÍA EN LA ZMCM	11
III.1 OFERTA DE ENERGÍA	11
III.2 CONSUMO DE ENERGÍA POR EL SECTOR TRANSPORTE E INDUSTRIAL	14
SECTOR TRANSPORTE	15
SECTOR INDUSTRIAL	15
III.3 CONSUMO POR ENERGÉTICO	16
GAS NATURAL	16
GAS LICUADO, GASOLINAS	17
COMBUSTIBLES INDUSTRIALES, DIESEL INDUSTRIAL	18
RESUMEN DE CAPITULO	19

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

IV INVENTARIO DE EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA DE LA ZMCM	20
IV.1 VOLUMEN DE EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA EN LA ZMCM, 1994	20
INDUSTRIA	26
TRANSPORTE	27
IV.2 VOLUMEN DE EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA EN LA ZMCM, 1996	30
INDUSTRIA	33
TRANSPORTE	37
RESUMEN DE CAPITULO	39
V DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES GEOGRÁFICAS, DEMOGRÁFICAS, SALUD Y ECONÓMICAS EN LA ZMCM	40
V.1 GENERALIDADES DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO	40
V.2 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA, DEMOGRÁFICA Y SALUD	42
UBICACIÓN GEOGRÁFICA, DEMOGRAFÍA Y TENDENCIAS DE CRECIMIENTO	42
SALUD Y VIVIENDA	44
V.3 DESCRIPCIÓN ECONÓMICA	45
CONDICIONES GENERALES	45
PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)	46
INGRESO PER CÁPITA Y DESEMPLEO	47
RESUMEN DE CAPITULO	49
VI METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL CALCULO DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES	50
VI.1 ANTECEDENTES, CONCEPTO Y MARCO TEÓRICO DE EXTERNALIDADES	50
ANTECEDENTES	50
CONCEPTO DE EXTERNALIDADES	52
MARCO TEÓRICO DE EXTERNALIDADES	53

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

VI.2 ECONOMÍA AMBIENTAL Y LA INTERNALIZACIÓN DE EXTERNALIDADES	54
VI.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MÉTODOS ESTABLECIDOS PARA ESTIMAR EXTERNALIDADES	56
MÉTODOS INDIRECTOS	57
MÉTODOS DIRECTOS	59
MÉTODOS SOBRE PRECIOS DEL MERCADO	62
VI.4 EXTERNALIDADES AMBIENTALES CONSIDERANDO EL SECTOR INDUSTRIAL	63
VI.5 EXTERNALIDADES AMBIENTALES CONSIDERANDO EL SECTOR TRANSPORTE	65
RESUMEN DE CAPITULO	68
VII METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL CALCULO DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES POR LOS SECTORES TRANSPORTE E INDUSTRIAL PARA LA ZMCM	69
VII.1 PRINCIPALES CONTAMINANTES EMITIDOS POR EL TRANSPORTE Y POR LA INDUSTRIA	69
VII.2 CALCULO DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES POR EL SECTOR TRANSPORTE	71
VII.3 CALCULO DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES POR EL SECTOR INDUSTRIAL	78
RESUMEN DEL CAPITULO	83
VIII CONCLUSIONES Y COMENTARIOS	84
IX BIBLIOGRAFÍA	87

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO PARA LOS SECTORES TRANSPORTE E INDUSTRIAL

1 PRESENTACIÓN

La presente investigación se desarrolla a partir de analizar e identificar el consumo de combustibles fósiles utilizados en el sector industrial, como en el sector transporte, el determinar estos datos, permitirá correlacionar la actividad económica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) con las emisiones contaminantes a la atmósfera identificando así, los costos ambientales originados por el consumo de combustibles fósiles y la problemática ambiental que existe en la región antes mencionada; no obstante, debido a que estos costos no se encuentran en un sistema de precios, instrumentos fiscales, ó instrumentos económicos, entre otros; la presente investigación pretende establecer una metodología que permita estimar los costos ambientales derivados de los volúmenes consumidos de combustibles fósiles en diferentes actividades productivas. Cabe indicar se contempla exclusivamente a la ZMCM sin embargo, como se consideró el periodo de 1994 a 1998 al principio de este período, las autoridades en materia de protección y control ambiental del entonces Departamento de Distrito Federal demarcan a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) con 16 delegaciones políticas que integran el Distrito Federal y los 18 municipios conurbados a este, por ello para los periodos de 1994, 1996 y 1998 se mencionara ZMVM dado la disponibilidad de datos, sin embargo, el actual Gobierno del Distrito Federal al mencionar ZMCM, solo considera a las 16 delegaciones políticas que lo conforman, sin tomar en cuenta a los municipios que colindan con este.

No obstante, esta investigación pretende estimar y argumentar la necesidad de establecer esfuerzos referentes al mejoramiento de la calidad del aire, para lograrlo depende de un trabajo coordinado y constante entre todas las instituciones tanto académicas, públicas y privadas que estén involucradas en este problema, para ello es necesario contar con un sistema de información nacional confiable y de fácil acceso, el establecer este sistema, permitirá obtener información de datos técnicos, económicos, sociales, de salud y ambientales referidos, no solo de la ZMCM sino en regiones donde la calidad del aire y otros problemas de contaminación sean graves, poniendo principal atención hacia el sector transporte e industrial.

Lo anterior abre un amplio espacio de combinaciones de instrumentos para el diseño de políticas, líneas de acción y programas regionales, debiéndose escoger aquella o aquellas que ofrezcan los mejores niveles de eficiencia económica y equidad social, así como los menores costos de transacción posibles.

Finalmente, cualquier retraso en abordar y atacar la contaminación del aire puede orillar a la necesidad de aplicar acciones más drásticas en el futuro, o a poner en un mayor riesgo la salud y la economía de los habitantes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

2 RESUMEN

La presente investigación identifica el consumo de combustibles fósiles utilizados en el sector transporte y en el sector industrial, con la finalidad de correlacionar la actividad económica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) con las emisiones contaminantes a la atmósfera; a partir de estos aspectos, se estableció una metodología cuyo propósito fue el estimar los costos ambientales originados por la actividad propia de estos sectores; a partir de los volúmenes utilizados de combustible, así como el estimar costos sociales, hacia la población.

Cabe indicar que esta investigación considero solo el periodo 1994 –1996, y no toma en cuenta datos de los años posteriores (1997 –2000), lo anterior debido a la carencia de datos confiables así como a la falta de publicación de los inventarios de emisiones a la atmósfera en la ZMCM por las autoridades ambientales, ello originó que no se plantearan escenarios del comportamiento y volumen de emisiones emitidas a la atmósfera en los diferentes inventarios; Asimismo, en los inventarios de emisiones del 94 y 96, estos se realizaron bajo metodologías diferentes lo cual impide la comparación entre ellos.

Por lo anterior, se estableció una redefinición de la política de precios internos de los diferentes combustibles fósiles bajo criterios ambientales; sin embargo, este cálculo resulto muy complejo debido a tres factores: la imposibilidad de asignar probabilidades a diferentes eventos que involucren aspectos económicos y ambientales; la dificultad de valorar en términos monetarios procesos y elementos que no están definidos ni incorporados en un sistema de mercado y la falta de un sistema de información confiable e integral en una institución académica o dependencia gubernamental.

No obstante, con el propósito de establecer o estimar costos ambientales en la ZMCM derivado del consumo de combustible fósil, la forma en la que se estructuro este trabajo es bajo el siguiente orden: i) Descripción energética (oferta y consumo); ii) Inventarios de emisiones a la atmósfera; iii) Aspectos sociales y económicos, iv) Definición del concepto de externalidad desde su marco teórico y v) Proponer una metodología que permita estimar externalidades ambientales bajo las características y condiciones propias de la ZMCM; el orden anterior permitió establecer un indicador ambiental (kilogramo de contaminante/habitante) representativo de la región que nos ocupa.

Los resultados obtenidos respecto a los costos ambientales originados por los sectores transporte e industrial, indican la necesidad de realizar mejoras de fondo referente a la actividad de cada uno de ellos. Para el caso del sector transporte, este sector contribuye a una emisión de SO₂, CO y NOx per capita correspondiente al año de 1996 de 1.43 kg./hab., 276.79 kg./hab., y 10.81 kg./hab. respectivamente, para disminuir este índice, se requiere de realiza acciones tales como: mejorar las condiciones de transito y vialidad así como un suministro de combustible de mejor calidad entre otras, por solo ejecutar estas acciones, las emisiones a la atmósfera se reducen hasta en un 30%. En lo que respecta al sector industrial éste contribuye a una emisión per capita de contaminantes de SO₂, CO y NOX correspondiente al año de 1996 de 3.06 kg./hab., 1.02 kg./hab., y 3.71 kg./hab. respectivamente. Finalmente, las acciones que contribuirán a la reducción de emisiones son: Incrementar la eficiencia de los procesos industriales y vehiculares, considerar el ciclo de vida de los productos y el ciclo de vida del combustible, implementar en el sector industrial sistemas de administración ambiental y el someterse a auditorias ambientales, estas acciones permiten identificar problemas así como el evaluar mecanismos para su solución.

I INTRODUCCIÓN

La atmósfera es un bien público arquetípico al igual que su capacidad de carga para asimilar contaminantes; puede asumirse también como un recurso común ambiental. Esta característica de bien público global, así como el que preste servicios ambientales a una región geográfica en particular, indistintamente de quien contribuya a su cuidado, implica que el ambiente no está definido por un sistema de regulación de acceso de uso. Aunado a que no hay posibilidades de exclusión, y a que el incremento de las concentraciones de emisiones contaminantes en la atmósfera puede interpretarse como resultado, de la actividad económica que tiene una región en particular dentro de un contexto institucional de libre acceso.

En el caso de la ZMCM, el carácter de bien público de la atmósfera y las diversas externalidades asociadas, requieren por parte de la autoridad ambiental un interés particular, por ello los costos ambientales asociados al incremento de gases contaminantes en la atmósfera, son el resultado del consumo de combustible fósil principalmente por los sectores industrial y transporte. Estos costos son transferidos a la población y se repercuten en daños a los ecosistemas naturales, disminución de la calidad de vida, e incremento de enfermedades respiratorias entre otras, debido a la exposición de niveles de gases de combustión por arriba de los límites máximos permisibles, según la normativa ambiental.

Al respecto, se requiere que diversas instituciones de carácter federal participen en el desarrollo de metodologías que consideren los costos ambientales principalmente en la ZMCM, y con ello llevar a cabo la internalización de dichos costos a través de los mecanismos más convenientes. Así, el sector energético, y la autoridad ambiental, tendrá que realizar esfuerzos dirigidos, por un lado, hacia la producción y transformación de la energía, a través del insumo de mejores combustibles y la promoción de fuentes no convencionales de generación de energía, y por otro lado, la inducción de patrones de consumo de energía de manera más eficiente entre los diferentes sectores de la economía, destacando para nuestro interés, y para los fines de esta investigación, el sector industria y el transporte, de tal manera que los costos ambientales sean mínimos en su consumo de energía. Lo anterior, permitirá a la autoridad ambiental conocer el costo que tiene que considerar de su presupuesto para mantener la salud de la población derivado del consumo de combustible fósil y su relación con la contaminación atmosférica.

Con base en lo anterior, la presente investigación tiene como *objetivo, establecer una metodología que permita valorar los costos ambientales en materia de emisiones a la atmósfera y calidad del aire, en de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, derivado de los volúmenes de combustible fósil consumidos por el sector transporte e industrial.*

Para alcanzar el objetivo antes mencionado, la presente investigación desarrollo en primer término una descripción energética de la ZMVM, lo anterior permitió dar un diagnóstico en esta materia, posteriormente se hace mención a la oferta y consumo de energía, indicando el consumo energético que cada sector representa y los combustibles más utilizados en forma cuantitativa; posteriormente se señala el inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera, en ellos, se observa la aportación de contaminantes por sector en forma cualitativa y cuantitativa; subsecuentemente se da una descripción geográfica, demográfica, económica y social de la zona que nos ocupa indicando producto interno bruto así como condiciones de salud y vivienda entre otros aspectos; subsecuentemente se hace referencia al marco teórico y concepto de externalidad ambiental y finalmente se propone una metodología que permita estimar externalidades ambientales considerando las características muy particulares de la ZMCM.

II DESCRIPCIÓN ENERGÉTICA DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

II.1 VOLUMEN Y TIPO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO POR LOS SECTORES INDUSTRIAL Y TRANSPORTE EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO DURANTE 1994, 1996 Y 1998

La calidad ambiental de la cuenca atmosférica, se manifiesta por la calidad y el nivel de consumo energético total, específicamente en términos de combustibles fósiles, este concepto es fundamental para desarrollar y establecer estrategias en materia de calidad del aire y emisiones a la atmósfera; la forma es que son demandados estos combustibles se ve reflejado en la calidad del aire de la ZMCM. En este contexto, un indicador de la calidad del aire lo constituye el consumo energético empleado en los sectores productivos, siendo el transporte su principal protagonista. Por ello, el contenido de este capítulo tiene como objetivo describir los diferentes combustibles fósiles consumidos por el sector transporte e industrial, a partir de 1994 hasta 1998, lo anterior permite observar las variaciones sobre el volumen de combustible consumido durante ese periodo, mismos datos que serán utilizado en el capítulo VII al momento de aplicar una metodología para estimar los costos ambientales. Cabe señalar que la obtención de estos datos en instituciones gubernamentales es demasiado complicada y resulta mejor recurrir a trabajos publicados por investigadores en esta materia.

1994

La calidad ambiental de la cuenca atmosférica, se manifiesta por la calidad y el nivel de consumo energético total, específicamente en términos de combustibles fósiles que se consumen; este concepto es fundamental para desarrollar y establecer estrategias en materia de calidad del aire y emisiones a la atmósfera. Asimismo, la actividad económica de la Ciudad de México y otras ciudades importantes de la República Mexicana, se expresan a través de la demanda de energía; en este ámbito existen diversos estudios que consignan una correlación significativa entre el producto interno bruto (PIB) de una economía y la demanda de energía. La forma en que esta demanda impactará la calidad del aire dependerá en buena medida de un balance energético adecuado y equilibrado; así la tabla II.1-1, resume el balance energético de la zona metropolitana, considerando los distintos sectores económicos así como combustibles.

Tabla II.1-1 Consumo Energético por Sectores de la ZMVM
(% respecto del consumo total)

Combustibles	Transporte	Generación Eléctrica	Industria y Servicios	Otros	Total
Gasolina	41				41
Diesel	12		N.S.		12
Combustóleo			N.S.		N.S.
Gasoleo			2		2
Gas L.P.	3		7	10	20
Gas Natural		9	15	1	25
Total	56	9	25	11	100

Fuente: SEDESOL, INE (1994) Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
N.S.: No Significativo

Como se observa en la tabla anterior, el consumo de combustible fósil por el sector transporte representa el 56% del consumo total en toda la ZMVM, sobresaliendo en este sector la gasolina y el diesel como combustibles con mayor demanda, lo que conlleva a una mayor aportación de gases de combustión así como partículas a la atmósfera.

Según reportes de la entonces Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL) El Consumo Anual de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) asciende al equivalente de 16.191 millones de metros cúbicos de gasolina nova (1993). Por ello, dado que la gasolina en usos vehiculares involucra, a la vez, la mayor demanda energética y el porcentaje más significativo de emisiones, es importante prever tendencias más adecuadas de sobrecarga en la cuenca atmosférica a través de la evolución del consumo de gasolina. Este puede ser explicativo por la demanda de kilómetros recorridos en vehículo particular; el número de vehículos en circulación, el congestionamiento vehicular, la superficie del área metropolitana ocupada por vialidades y el tipo de eficiencia energética de los vehículos, así como por la calidad de los combustibles que se consumen aunado a la accesibilidad de las tecnologías de control de emisiones a la atmósfera en los vehículos.

No obstante, cabe mencionar que el consumo de gasolinas durante 1989 a 1994 mantuvo una tendencia creciente histórica, que pasa de 16 millones de l/día en 1989 a casi 20 millones de l/día en 1994; aunque sujeta desde luego a fluctuaciones cíclicas como resultado de cambios en variables económicas.

1996

Las actividades que continuamente se realizan en la ZMVM, inherentes a su crecimiento urbano y demográfico, han propiciado incremento en el establecimiento de industrias, comercios y en el número de vehículos. Los costos, en términos de la degradación de la calidad del aire, se han convertido en una realidad que tenemos que pagar los que vivimos en esta región y que, al mismo tiempo, somos usuarios de esta cuenca atmosférica.

En este contexto, un indicador de la calidad del aire lo constituye el consumo de energéticos empleados en los sectores productivos y el transporte principalmente, ya que en su mayor parte, los contaminantes emitidos a la atmósfera son el resultado de la combustión de diferentes tipos de combustibles fósiles. El balance del consumo de combustibles proporciona información, no solamente de la actividad económica de la zona, si no también sobre la forma en que se modifica la calidad del aire. En 1994, en la ZMVM se consumieron aproximadamente 170 mil barriles diarios de combustibles (*DDF, Gob. Edo. Mex. SS, SEMARNAP 1996; Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000*); para 1996 el consumo aumentó a 186 mil barriles diarios, lo que representa un incremento del 9% en los dos años (*PEMEX Gas y Petroquímica Básica. Ventas 1996.*)

Los procesos de combustión en las fuentes puntuales, de área y móviles representan el principal aporte de contaminantes a la atmósfera de la ZMVM, así como los cambios en la población y el consumo de combustibles son aspectos de gran relevancia para la integración y realización de un inventario de emisiones confiable. Por ello, en la tabla II.1-2, se observa que el sector industrial disminuyó el consumo de diesel y se incremento el de los combustibles gaseosos (gas natural y gas L.P.).

Las centrales de generación eléctrica aumentaron su consumo de gas natural. Asimismo, el sector transporte registro una disminución en la utilización de la gasolina nova, la cual fue sustituida por la gasolina magna, premium y el gas L.P., lo que indica que el sector transporte se encuentra evolucionando hacia el uso de combustibles más limpios.

Tabla II.1-2 Consumo de Combustibles por Sector 1994-1996
(millones de m³/año)

Combustibles	Generación Eléctrica		Industria		Transporte		Residencial	
	1994	1996	1994	1996	1994	1996	1994	1996
Gas Natural	1.39	1.50	2.00	2.20	0.10	0.10	0.10	0.10
Gas L.P.		1.00	1.10	0.60	0.70	1.60	1.70	
Gasolina Nova					4.10	3.00		
Gasolina Magna					2.60	3.10		
Gasolina Premium						0.05		
Diesel de Carburación					1.20	1.20		
Diesel Especial			0.40	0.20				
Gasóleo		0.40	0.40					
Total	1.39	2.90	3.90	3.00	8.70	9.05	1.80	0.10

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Comisión Ambiental Metropolitana, Secretaría del Medio Ambiente; (1996) Inventario de Emisiones a la Atmósfera en la ZMVM.

De la tabla anterior, se observa que en 1996, el sector transporte representa el mayor volumen de consumo de combustible fósil en la ZMVM, asimismo, el sector antes mencionado, reporta un consumo de gasolinas nova y magna de 6.10 millones de m³/año, cuyos consumos representan un 67.4% del total de m³ de todos los combustibles consumidos durante 1996, por otra parte, en 1994, del total de combustible que utilizó este sector fue de 6.7 millones de m³/año, de este volumen un 77% corresponde al consumo de gasolina magna y nova. De lo anterior podemos decir que durante el periodo de 1994 a 1996, el sector transporte consumió, 4.26 millones de m³/año, cifra que en total representa un consumo de 12.8 millones de m³ de gasolinas, durante ese periodo, el sector transporte consumió, un volumen superior al volumen total de combustible utilizado por los sectores industrial, residencial y generación de energía eléctrica de, siendo este volumen de 11.69 millones de m³.

1998

La calidad y volumen de los combustibles juega un papel importante en el volumen de emisiones contaminantes a la atmósfera, siendo este campo en el que más se deben de realizar esfuerzos para reducir los niveles de contaminación en la ZMCM. Así en el marco de la normatividad, se eliminó el combustóleo para uso industrial con alto contenido de azufre y se sustituyó por gasóleo; se introdujo ampliamente el gas natural para la actividad manufacturera, se abatió a niveles bajos el contenido de azufre del diesel automotriz (*del 1.5% a menos del 0.05% en peso, además de un mayor índice de cetano y un contenido de aromáticos limitado al 30%; Willars, 1998*), reduciendo significativamente los niveles de bióxido de azufre.

En lo que respecta al gas L.P., se incremento la producción de propano y se redujo la de olefinas, favoreciendo una menor incidencia en la formación de ozono (O₃); en la tabla II.1-3, se indica la reformulación del gas L.P. para 1998.

Tabla II.1-3 Calidad del Gas L.P. en la ZMCM (% mol)

Componentes	Anterior a 1998	Actual (1998)
Metano	0.1	0.0
Etano	1.5	1.5
Propano	57.4	66.4
Butano	36.1	31.0
Pentanos	1.8	0.0
Olefinas	3.1	1.1

Fuente: PEMEX Gas y Petroquímica Básica

Según se observa en la tabla anterior, se obtuvo una reducción de olefinas de un 35.4% y un incremento de propano en un 15.5%, estos cambios representan un avance satisfactorio en cuanto a su composición del gas L.P. Sin embargo, dadas las condiciones geográficas de la ciudad de México, será necesario realizar pruebas con diferentes formulaciones con el objeto de evaluar a detalle su comportamiento en relación al O₃, con esta nueva formulación, (mezcla 90/10 sin olefinas) es 30% menos reactiva que la mezcla comercial (60/40 con olefinas), lo anterior pretende establecer una tendencia a la reducción de los máximos de O₃.

Con base en lo anterior, los vehículos que utilizan como combustible el gas natural, presentan ciertas ventajas ambientales y económicas sobre vehículos a gasolina y diesel, las primeras se tienen al reducir las emisiones de CO, HC y NOx en un 60%, 80% y 30% respectivamente en comparación con vehículos a gasolina, en lo que respecta a vehículos diesel, la reducción de emisiones de HC y NOx están por debajo de un 33% y 80% respectivamente; la tabla II.1-4, muestra los consumos de diferentes combustibles por tipo y uso de vehículos así como el ahorro que presentan estos.

Tabla II.1-4 Consumo de Distintos Combustibles

Tipo de Vehículo	Consumo Diario (litros)	Gasto Diario por Combustible (pesos)		Ahorro (%)	Tiempo de Amortización de la Inversión (Meses)
		Gasolina	Gas Natural		
Microbus	70	220	141	79	21
Taxi	50	157	100	57	19
Patrulla	30	94	60	34	36

Fuente: Departamento del Distrito Federal

Como se observa en la tabla anterior, el microbus al cambiar de combustible, se tiene un ahorro del 79% y el periodo de recuperación de la inversión se tiene en un plazo de 21 meses, aún cuando el consumo de combustible es mayor con respecto a los otros vehículos, aunado a la reducción del gasto por combustible.

En materia de gasolinas, se ha eliminado el plomo a través de un proceso gradual que arrancó a mediados de los ochentas, esto permitió el uso de convertidores catalíticos en todos los autos nuevos a partir de 1992. Las mejoras han continuado reduciendo las olefinas a 10%, los aromáticos a 25% y el benceno a 1%, al mismo tiempo que se ha abatido la presión de vapor 7.8 psi como máximo, lo que limita las emisiones evaporativas de hidrocarburos. La comparación de la gasolina sin plomo mexicana con estándares internacionales a finales de 1997, arrojaron los siguientes resultados: aromáticos 22% (vol. max.), olefinas 8,3% (vol. max.), benceno 0.8% (vol. max.) PVP 7.5 psi, azufre 390 ppm max. Y oxígeno 1.4% (peso max.); en la mayoría de estos parámetros se tiene una gran calidad a nivel internacional (*Willars, op cit*).

El consumo de gasolina en la ZMVM, ha presentado un crecimiento constante influido por los factores que se desarrollan en el sector transporte, como son: el crecimiento vehicular, la sustitución por otros energéticos como el gas natural y el gas licuado, el uso de diesel en los transportes de carga, así como las limitaciones en la circulación de vehículos, entre otros.

De 1996 a 1998, el consumo de gasolina en la ZMVM pasó de 87 a 111.5 millones de barriles día (MBD), registrando una tasa media de crecimiento anual de 1.9%. En el periodo 1986-1996, el consumo presentó un crecimiento mayor al 2%, sin embargo, de 1996 a 1998, el consumo de gasolina descendió al registrarse una tasa anual del 0.3%. Este comportamiento se explica por los incrementos en el precio del combustible y por la sustitución por gas licuado.

En lo que respecta al consumo de *gasolina magna*, el consumo de esta gasolina ha sido constante; en el periodo 1986 a 1998, el consumo pasó de 0.3 a 104.5 (MBD) presentando una tasa de crecimiento anual del 56.9%, aumentando su participación del 0.3% en 1996 a más del 90% del consumo de gasolinas en 1998.

La gasolina premium al igual que la gasolina magna, ha registrado un aumento constante; su consumo comenzó en 1996 con 0.9 MBD, aumentando a 3.3 MBD en 1997 y a 7 MBD en 1998, lo que permitió registrar una tasa anual del 98.1%; la perspectiva en el consumo de gasolina premium es a la alza en la medida que el diferencial en el precio con la gasolina magna se vea reducido; lo anterior, se indica en forma sintetizada en la tabla II.1-5, muestra el consumo de gasolinas en la ZMVM

Tabla II.1-5 Consumo de Gasolinas Tipo en la ZMVM
(Miles de Barriles por Día)

Año	Consumo Total	Tipo		
		Magna	Nova	Premium
1986	87.0	0.3	86.7	0.0
1989	95.0	2.4	92.6	0.0
1994	115.1	44.6	70.5	0.0
1996	108.4	55.1	52.4	0.9
1997	110.2	92.8	14.1	3.3
1998	11.5	104.5	0.0	7.0

Fuente: Balance de Energía de la ZMVM, Bazán Gerardo, Haddad Gabriel, 1999

En el sector industrial el consumo de combustibles en la ZMVM disminuyó radicalmente, debido a que se eliminó el consumo de combustóleo, el cual registro en 1989 34 MBD y en 1994 fue de 12 MBD, lo que representa una baja del 65% promedio, durante 1998, el gasóleo participó con el 60% en el consumo de combustibles líquidos en la región, mientras que el restante 40% fue de diesel industrial; la tabla II.1-6 presenta el consumo de combustibles industriales en los últimos años;

Tabla II.1-6 Consumo de Combustibles Industriales en la ZMVM
(Miles de barriles por día)

Año	Consumo Total	Combustible		
		Diesel	Gasóleo	Combustóleo
1986	34	6.1	N.R.D.	27.9
1989	34	5.8	N.R.D.	28.2
1994	12	6.0	6.0	N.R.D.
1996	11	5.5	5.5	N.R.D.
1997	10	4.5	5.5	N.R.D.
1998	11	4.4	6.6	N.R.D.

Fuente: Balance de Energía de la ZMVM, Bazán Gerardo, Haddad Gabriel, 1999
N.R.D: No se registran datos

Finalmente, dada la importancia que existe el conocer con precisión y detalle el consumo de combustibles en la ZMVM ya que de ello, depende el formular estrategias, líneas de acción así como políticas en materia de energía, economía y protección ambiental, la tabla II.1-7 presenta un panorama general del consumo de combustible fósiles del periodo 1989-1999

Tabla II.1-7 Consumo de Combustibles en la ZMVM
(metros cúbicos)

Año	Tipo de Combustibles							
	Diafano	Diesel Industrial Bajo en Azufre	Gas LP.	Gas Natural	Gasóleo Industrial	Gasolina Magna	Gasolina Nova	Gasolina Premium
1989	102 200		2 719 521					
1990	63 875		2 754 490	4 316 580				
1991	52 925		2 828 550	4 285 070				
1992	46 335		3 226 750	3 651 160				
1993	37 960		3 122 650	3 481 440				
1994	32 801		3 355 100	3 579 360				
1995	24 890		3 604 742	3 535 567				
1996	23 700	283 147	3 707 205	4 129 230	315 821	3 092 618	2 884 201	5 020
1997	7 505	277 465	3 625 899	4 181 430	319 853	5 387 100	817 734	192 368
1998	3 080	247 130	3 536 827	22 220 917	379 520	6 066 650		405 110
1999	1 530	318 133	3 820 977	22 712 309	238 638	5 990 402		453 767

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, Subdirección de Inventario de Emisiones y Contingencias, 2000

RESUMEN CAPITULO II

Del contenido del presente capítulo podemos destacar lo siguiente:

Para el caso del transporte, la gasolina ha eliminado el plomo a través de un proceso gradual que arrancó a mediados de los ochentas, esto permitió el uso de convertidores catalíticos en todos los autos nuevos a partir de 1992. Las mejoras han continuado reduciendo las olefinas a 10%, los aromáticos a 25% y el benceno a 1%, al mismo tiempo que se ha abatido la presión de vapor 7.8 psi como máximo, lo que limita las emisiones evaporativas de hidrocarburos. Así, el consumo de gasolina en la ZMVM, ha presentado un crecimiento constante influido por los factores que se desarrollan en el sector transporte, como son: el crecimiento vehicular, la sustitución por otros energéticos como el gas natural y el gas licuado, el uso de diesel en los transportes de carga, así como las limitaciones en la circulación de vehículos, entre otros.

De 1996 a 1998, el consumo de gasolina en la ZMVM pasó de 87 a 111.5 millones de barriles día (MBD), registrando una tasa media de crecimiento anual de 1.9%. En el periodo 1986-1996, el consumo presentó un crecimiento mayor al 2%, sin embargo, de 1996 a 1998, el consumo de gasolina descendió al registrarse una tasa anual del 0.3%. Este comportamiento se explica por los incrementos en el precio del combustible y por la sustitución por gas licuado.

En el sector industrial el consumo de combustibles en la ZMVM disminuyó radicalmente, debido a que se eliminó el consumo de combustóleo, el cual registró en 1989 34 MBD y en 1994 fue de 12 MBD, lo que representa una baja del 65% promedio, durante 1998, el gasóleo participó con el 60% en el consumo de combustibles líquidos en la región, mientras que el restante 40% fue de diesel industrial.

Por lo antes indicado, es importante el conocer con precisión y detalle el volumen de combustibles fósiles consumidos en la ZMVM ya que de ello depende el formular estrategias, líneas de acción así como políticas en materia de energía, economía y protección ambiental.

Finalmente una vez conocidos los diferentes combustibles y sus volúmenes de cada uno de ellos por los sectores transporte e industrial, nos permite establecer un panorama energético en cuanto su consumo en la ZMVM, estableciendo así un diagnóstico en cuanto al crecimiento de los sectores antes mencionados, considerando el periodo 1994 – 1998, posteriormente en el capítulo siguiente se indica la oferta y consumo de energía considerando el mismo periodo, sin embargo dado que en algunos casos se tiene una disponibilidad de datos se consideró hasta el año de 1999.

III OFERTA Y CONSUMO DE ENERGÍA DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Considerando que el capítulo anterior hace mención sobre el consumo de combustibles, y por consiguiente presenta un panorama general sobre el comportamiento en cuanto a su consumo se refiere a partir de 1994 hasta 1998. El presente capítulo menciona la oferta y demanda que los sectores industrial y transporte sobre cada uno de los diferentes combustibles desde cualitativamente como cuantitativamente; tal es el caso para el gas natural, gasolina (nova, magna sin y premium), diesel y gas licuado entre otros, para este caso se tomo en cuenta el periodo 1996 – 1999, lo anterior debido a que no fue posible obtener información oficial referente al comportamiento de los mencionados combustible en años anteriores a 1996, por ello se tuvo la necesidad de recurrir a artículos publicados por investigadores en esta materia, con ello de pasa de in diagnostico energético general a un análisis cuidadosos sobre la oferta y consumo de energía en la ZMVM; esta información se utilizará para la estimación de externalidades en capítulos posteriores.

III.1 OFERTA DE ENERGÍA

En 1996, la oferta interna de energía en la ZMVM se ubicó en 295 mil barriles diarios de petróleo equivalente (MBDPE), estando constituida por una producción de 17 MBDPE, por energía proveniente de otras regiones de 287 MBDPE y por energía enviada a otras regiones de 9 MBDPE.

En 1998, la oferta interna de energía en la ZMVM aumentó a 305 MBD de petróleo equivalente, lo que se traduce en un crecimiento del 3.4% de la oferta respecto a 1996.

En 1996, la oferta de gas natural se situó en 3 869 millones de metros cúbicos (MMm³), de los cuales 1,496 MMm³ se enviaron a la transformación de electricidad, 2 280 MMm³ al consumo industrial y 93 MMm³ al consumo residencial, comercial y público. Cabe mencionar, que el total de la oferta de gas natural provino de otras regiones. Considerando ese mismo combustible, en 1998, la oferta de gas natural en la región fue de 4 181 MMm³.

La hidroelectricidad junto con los combustibles sólidos fueron los únicos energéticos primarios producidos en la ZMVM. La hidroelectricidad registró una oferta de 7 990 MWh, destinándose 4 795 MWh al uso industrial, 3 182 al uso residencial, comercial y público y 13 MWh al agropecuario. Asimismo para 1998 la oferta hidroeléctrica en 1998 fue de 7 710 MWh.

Los combustibles sólidos tuvieron una oferta de 1 337 352 kilogramos, los cuales se consumieron en el sector residencial, comercial y público; y en 1998, la oferta de combustibles sólidos fue de 1 390 652 kilogramos.

El gas licuado registró una oferta de 67.5 miles de barriles diarios (MBD), de los cuales consumió 3 MBD la industria, 7 MBD el transporte, 57 MBD el sector residencial, comercial y público y 194 barriles diarios el agropecuario. Considerando ese mismo combustible para 1998, la oferta de gas licuado en fue de 79 MBD.

En 1996, la oferta de gasolinas en la zona fue de 108.4 MBD, teniendo una participación del 51% de gasolina magna, 44% de nova y 5% de premium. Es conveniente indicar que todas las gasolinas fueron consumidas por el sector transporte.

En 1998, la oferta de gasolinas fue de 111.5 MBD, mientras que la oferta de combustible diesel sin en 1996 fue de 20.3 MBD, destinándose al sector transporte.

En 1998, la oferta de diesel sin fue de 23.4 MBD. La oferta de otros productos intermedios fue de 6.5 MBD y estuvo constituida por 95% de turbosina y 5% de kerosinas. Asimismo, esta oferta se integró por 16.3 MBD de productos provenientes de otras regiones y por 9.8 MBD de productos enviados a otras regiones, mientras que para ese mismo año, la oferta de otros productos intermedios fue de 6.8 MBD.

En 1996, los combustibles industriales registraron una oferta de 11 MBD, destinándose en su totalidad al sector industrial, no obstante, la oferta de combustibles industriales en 1998 fue también de 11 MBD.

En lo que respecta a la oferta de electricidad en 1996 se integró por 4 897 866 MWh generados en la ZMVM y por 14 897 866 MWh provenientes de otras regiones, sumando 19 470 366 MWh, mientras que en 1998, la oferta de electricidad fue de 21 547 449 MWh y se integró por 5 413 000 MWh generados en la zona y 16 094 449 MWh provenientes de otras regiones.

Finalmente en lo que respecta a 1999, la oferta interna en la ZMVM se ubicó en 301 782 BEP diarios, integrándose por 18 799 BEP diarios de la producción, 296 957 BEP diarios de energía proveniente de otras regiones y 13 974 BEP diarios de energía enviada a otras regiones. La oferta de energía de 1999 bajo 1.3% respecto a la registrada en 1998, esto se explica por la reducción en la oferta de hidroelectricidad, gas licuado, gasolina magna y otros combustibles intermedios. La figura IV.1 muestra la oferta de energía en la ZMVM durante 1999.

La hidroelectricidad junto con los combustibles sólidos fueron los únicos energéticos producidos en la ZMVM. La hidroelectricidad registró una oferta de 29 BEP diarios, destinándose 18 BEP diarios al uso industrial, 11 BEP diarios al uso residencial, comercial y público y una cifra poco significativa al uso agropecuario. Respecto a 1998, la oferta de hidroelectricidad se contrajo 24.3%.

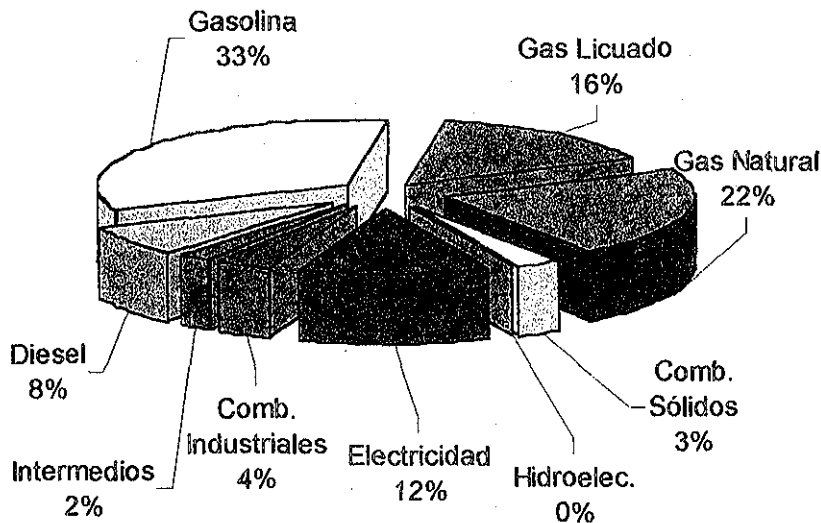
Los combustibles sólidos tuvieron una oferta de 9 812 BEP diarios, los cuales se consumieron en su totalidad en el sector residencial, comercial y público, cabe indicar que de 1998 a 1999, la oferta de combustibles sólidos se incremento 7.4%

Por su parte, la oferta de gas natural se situó en 66 478 BEP diarios, de los cuales 26 668 BEP diarios se utilizaron para la generación de electricidad, 38 276 BEP diarios los consumió la industria, 1 503 BEP diarios los consumió el sector residencial, comercial y público y 31 BEP diarios los consumió el sector transporte. Cabe mencionar, que el total de la oferta de gas natural provino de otras regiones, can base a datos anteriores, en 1998, la oferta de gas natural en la región fue de 64 116 BEP diarios, cifra 0.5% inferior a la de 1999.

El gas licuado registró una oferta de 47 235 BEP diarios, de los cuales 40 288 BEP diarios consumió el sector residencial, comercial y público, 4 903 BEP diarios el sector transporte, 1 925 BEP la industria y 119 BEP diarios el sector agropecuario.

En 1999, la oferta de gasolina en la zona fue de 101 120.8 BEP diarios, teniendo una participación del 92.3% de gasolina magna y 7.7% de gasolina premium, toda la gasolina fue consumida por el sector transporte. Respecto a 1998, la oferta de gasolina apenas aumento 0.3%, registrándose una baja del 1.2% en la oferta de gasolina magna, la baja se atribuye a la reducción del margen en el precio entre la gasolina magna y la premium y a la política de incrementos mensuales en los precios, lo que significa que por vez primera la demanda de gasolina deja de ser inelastica respecto al precio.

El diesel sin, presentó una oferta del 23 302 BEP diarios, destinándose su totalidad al sector transporte. En 1998, la oferta de diesel sin fue 1% inferior a la de 1999 La oferta de otros productos intermedios fue de 6 279 BEP diarios y estuvo constituida por 95% de turbosina y 5% de kerosinas. Asimismo, esta oferta se integró por 20 253 BEP diarios de productos provenientes de otras regiones y por 13 974 BEP diarios de productos enviados a otras regiones. En 1998, la oferta de otros productos intermedios fue de 6 722 BEP diarios, nivel 6.6% superior al de 1999. La gráfica III.1 muestra la oferta de energía durante 1999 en la ZMVM



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Gráfica III.1 Oferta de Energía en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1999, Energía y Contaminación del Aire en la ZMVM, Bazán Navarrete

Podemos concluir que de 1996 a 1999, la oferta de energía en la ZMVM registro una tasa media de crecimiento anual del 0.7%. Destacando los siguientes crecimientos anuales: Gasolina Premium del 0.7%; Gasolina Magna 23.2%; Diesel Sin 5.2%; Electricidad 3.6%; Combustibles Sólidos 2.5%; Otros Intermedios 0.4% y Combustibles Industriales 0.2%. La oferta de hidroeléctricidad, Gas Natural y Gas Licuado presentó decrementos.

III.2 CONSUMO DE ENERGÍA POR EL SECTOR TRANSPORTE E INDUSTRIAL

En 1999, el consumo sectorial de energía de la ZMVM fue de 275 115 BEP diarios. El sector transporte fue el que registro el mayor consumo de energía, seguido de los sectores industrial, residencial, comercial y público y del agropecuario. En 1998, el consumo sectorial de energía de la ZMVM representó el 15.6% del consumo sectorial de todo el país.

De 1996 a 1999, el consumo de energía de la ZMVM registró una tasa media de crecimiento anual del 0.8% mientras que de 1998 a 1999 se presentó una reducción en el consumo del 1.4%; lo anterior se indica en forma detallada en las tablas III.2-1 y III.2-2.

Asimismo, para 1999, el consumo de gasolina magna continuó teniendo la mayor participación (34%) seguida del gas licuado (17.2%), gas natural (14.3%), electricidad (13.3%), diesel sin (8.5%), combustibles industriales (4%), combustibles sólidos (3.6%), gasolina premium (2.8%), otros combustibles (2.3%) y la hidroelectricidad que tuvo una participación poco significativa.

Tabla III.2-1 Consumo de Energía por Sector en la ZMVM, 1996 - 1999
(Barriles Diarios Equivalentes de Petróleo)

SECTORES	1996	Part. %	1998	Part. %	1999	Part. %
Transporte	129 757	48.4	137 587	49.3	136 967	49.8
Industrial	71 667	26.8	68 544	24.6	70 343	25.5
Res. Comer. y Public.	65 929	24.6	72 425	26.0	67 358	24.5
Agropecuario	472	0.2	487	0.2	447	0.2
Total	267 825	100	279 042	100	275 115	100

Fuente: Energía y Contaminación del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, Bazán Navarrete., Haddad Cela, México, 2000

Tabla III.2-2 Consumo de Energía por Tipo en la ZMVM, 1996 - 1999
(Barriles Diarios Equivalentes de Petróleo)

ENERGÉTICO	1996	Part. %	1998	Part. %	1999	Part %
Hidroelectricidad	39	0.0	37	0.0	29	0.0
Combustibles Sólidos	9 109	3.4	9 134	3.3	9 812	3.6
Gas Natural	43 089	16.1	37 464	13.4	39 810	14.5
Gas Licuado	48 185	18.0	54 325	19.5	47 235	17.1
Gasolina Magna	49 898	18.6	94 502	33.9	93 353	33.9
Gasolina Nova	47 437	17.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Gasolina Premium	78	0.0	6 331	2.3	7 768	2.8
Diesel Sin	19 993	7.5	23 078	8.3	23 302	8.5
Otros Intermedios	6 208	2.3	6 722	2.4	6 279	2.3
Combustibles. Industriales	10 834	4.0	10 878	3.9	0,910	4.0
Electricidad	32 957	12.3	36 573	13.1	36 617	13.3
Total	267 825	100	279 042	100.0	275 115	100

Fuente: Energía y Contaminación del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, Bazán Navarrete., Haddad Cela, México, 2000

De 1996 a 1999, el gas natural bajo su participación 1.6% y el gas licuado 0.9%, los combustibles industriales y otros intermedios mantuvieron su participación y los demás energéticos la aumentaron. La hidroelectricidad también disminuyó su participación aunque ésta es poco significativa.

Sector Transporte

El sector transporte consumió 136 967 BEP diarios en 1999, esta cifra representa el 49.8% del consumo de energía de la ZMVM. Las gasolinas continúan teniendo la mayor participación en el consumo (73.8%), le siguen el diesel sin (17%), la turbosina (4.4%), el gas licuado (3.6%) y la electricidad (1.2%). En 1999, se registró un pequeño consumo de gas natural, como inicio de la diversificación y uso de combustibles más limpios; la tabla III.2-3 indica la participación del consumo energético por el sector transporte en 1999.

Tabla III.2-3 Consumo de energía del Sector Transporte en la ZMVM, 1996-1999
(Barriles Diarios Equivalentes de Petróleo)

ENERGETICO	1996	Part. %	1998	Part. %	1999	Part %
Gas Natural	0	0.0	0	0.0	31	0.0
Gas Licuado	4 977	3.8	5 639	4.1	4 903	3.6
Gasolina Magna	49 898	38.5	94 502	68.7	93 353	68.1
Gasolina Nova	47 437	36.6	0	0.0	0	0.0
Gasolina Premium	78	0.1	6 331	4.6	7 768	5.7
Diesel Sin	19 993	15.4	23 078	16.8	23 302	17.0
Otros Intermedios	5 898	4.5	6 397	4.6	5 967	4.4
Electricidad	1 477	1.1	1 642	1.2	1 643	1.2
Total	129 758	100	137 587	100	136 967	100

Fuente: Energía y Contaminación del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, Bazán Navarrete., Haddad Cela, México, 2000

En 1998, el consumo del sector transporte de la ZMVM representó el 19.2% del consumo de energía del sector transporte de todo el país. En el periodo 1996 - 1999, el consumo de energía del este sector registró un crecimiento anual del 1.8%, destacando el aumento del consumo de gasolina magna, gasolina premium, diesel sin, turbosina y electricidad. También resalta la desaparición del consumo de gasolina nova y la incursión del gas natural, debido a las políticas ambientales, y la baja en el consumo de gas licuado.

Sector Industrial

El sector industrial es el segundo consumidor de energía de la ZMVM, al presentar una cifra en 1999 de 70 343 BEP diarios en 1999. Esta cifra representó el 25.7% del consumo total.

En 1999, el gas natural continuó teniendo la mayor participación en el consumo de energía del sector industrial al ser ésta del 54.4%, le siguió la electricidad con el 27.4%, los combustibles industriales con el 15.5%, el gas licuado con el 2.7% y la hidroelectricidad con una participación marginal; la tabla III.2-4 indica la participación del consumo energético por el sector industrial en 1999.

Tabla III.2-4 Consumo de energía del Sector Industrial en la ZMVM, 1996-1999
(Barriles Diarios Equivalentes de Petróleo)

ENERGETICO	1996	Part. %	1998	Part. %	1999	Part %
Hidoelectricidad	23	00.0	23	00.0	18	00.0
Gas Natural	41 400	57.0	36 038	52.6	38 276	54.4
Gas Licuado	2 111	2.9	2 407	3.5	1 925	2.7
Combustibles Industriales	10 834	15.1	10 878	15.9	10 910	15.5
Electricidad	17 300	24.1	19 197	28.0	19 214	27.4
Total	71 667	100.0	68 544	100.0	70 343	100.0

Fuente: Energía y Contaminación del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, Bazán Navarrete., Haddad Cela, México, 2000

Como se puede observar en la tabla anterior, de 1996 a 1999, el consumo de energía del sector industrial de la región creció 2.6% de 1998 a 1999. Este comportamiento aleatorio durante el periodo considerado se explica por el cambio en patrones de consumo de combustibles industriales y por la baja en el uso de gas en el sector eléctrico. En 1999, el consumo del sector industrial de la ZMVM represento el 11% del consumo de energía del sector industrial de todo el país.

III.3 CONSUMO POR ENERGÉTICO

Gas Natural

Sector Industrial

En el periodo 1986-1996, el consumo de gas natural del sector industrial aumentó de 164.1 a 220 millones de pies cúbicos diarios (MMPCD), registrando una tasa media de crecimiento anual del 5.3%. De 1986 a 1999, el consumo de dicho energético se incrementó 78.4 MMPCD, alcanzando su nivel máximo en 1999 (241.5 MMPCD), la tasa media de crecimiento anual fue del 3%.

En los últimos años, se ha registrado un crecimiento poco dinámico del consumo de gas del sector industrial. Esta baja en la dinámica del crecimiento se registró de 1996 a 1998, cuando el consumo sólo creció 10 MMPCD, presentando una tasa de crecimiento anual del 2.2%.

De 1998 a 1999, el consumo de gas en el sector industrial recuperó su tendencia creciente al aumentar 5%, recuperando 11.5 MMPCD. Cabe mencionar, que éste sector complementa sus necesidades energéticas con diesel, gasóleo y electricidad.

Gas Licuado

Sector Transporte

Dentro de la ZMVM el uso del gas licuado en el sector transporte ha tenido un incremento limitado, a pesar de que en los últimos años se ha tratado de incentivar su uso. Una de las principales desventajas que esto origina, sobre el uso de este energético son las pocas estaciones de servicio que existen en la zona, el bajo nivel de producción y el costo para la sustitución de los sistemas de gasolina por equipos de carburación a gas.

De 1986 a 1999, el consumo de gas licuado para transporte bajó de 7.2 a 7.1 Miles de barriles diarios (MBD), llegando a una tasa de crecimiento anual de apenas del -0.1%. De 1986 a 1996, el descenso en el consumo presentó una tasa media de crecimiento anual de -0.3%. En el periodo 1996 - 1999, el incremento en el consumo volvió a hacerse presente al aumentar de 7 a 7.1 MBD, registrándose una tasa media de crecimiento anual del 0.5%. De 1998 a 1999, la reducción en el consumo de gas licuado fue del 13.4%

Sector Industrial

En el sector industrial, el uso del gas licuado es limitado y se identifica en su mayor parte en el área de servicios generales para calentar agua y la acción de alimentación hacia los trabajadores. De 1986 a 1999, el consumo de gas licuado pasó de 2.4 a 2.8 MBD, presentando una tasa de crecimiento anual del 1.2%. De 1986 a 1996, la dinámica en el consumo fue mayor al tener una tasa media de crecimiento anual del 1.9%. En el periodo 1996 - 1999 el consumo de gas licuado pasó de 2.9 a 2.8 MBD, registrando un decremento anual del 1.1%

Gasolinas

Sector Transporte

De 1986 a 1999, el consumo de gasolinas en la ZMVM pasó de 87 a 119.3 MBD, registrando una tasa media de crecimiento anual del 2.5%. En el periodo 1986 - 1996, el consumo presentó un menor crecimiento al situarse la tasa anual en 2.2%. Sin embargo, de 1996 a 1999 la dinámica en el crecimiento del consumo de gasolina aumentó al registrarse una tasa anual del 3.2%. Este comportamiento se explica por lo inelástico que es el consumo respecto al aumento de precios, a pasar de dos fuertes incrementos en el precio del combustible y por el fracaso en la sustitución por gas licuado.

Gasolina Magna

El crecimiento en el consumo de la gasolina magna ha sido constante, registrando fuertes altas en el crecimiento anual. Durante el periodo 1986 - 1999, el consumo pasó de 0.3 a 110.1 MBD presentando una tasa de crecimiento anual del 5.5%, aumentando su participación del 0.3% en 1986 a más del 90% del consumo de gasolinas en 1999. Por otra parte, considerando el periodo de 1986 a 1996, el consumo de gasolina aumentó más de 55 MBD lo que le permitió registrar una tasa media de crecimiento anual del 68.4%. En el periodo 1996 - 1999, el consumo casi se duplicó al pasar de 55.1 a 110.1 MBD presentando una baja natural en la dinámica del crecimiento al tener una tasa anual del 26%. De 1998 a 1999, el consumo de magna aumentó 5.6 MBD (5.4%)

Gasolina Premium

La gasolina premium se ha visto favorecida por la política ambiental y de calidad en los combustibles, aunado al desarrollo tecnológico en la industria automotriz. Su consumo comienza en 1996 con 0.9 MBD, aumentando a 3.3 MBD en 1997, a 7 MBD en 1998 a 9.2 MBD en 1999, lo que le permitió registrar una tasa anual del 98.1% y registrar un incremento del 17% de 1998 a 1999. Las perspectivas en el consumo de premium son a la alza en la medida que el diferencial en el precio con la gasolina magna se vea reducido.

Combustibles Industriales

Los combustibles industriales, que en este caso son combustibles líquidos, en la ZMVM han sido de los principales energéticos que han tenido una respuesta más condicionada a la política ambiental en su consumo.

Su consumo disminuyó radicalmente, ya que de presentar una cifra de 34MBD en 1999, en 1994 esta fue de 12 MBD, lo que representó una baja del 65%. Cabe mencionar que dicha baja se debió a que se eliminó el consumo de combustóleo en la ZMVM y a una mayor utilización del gas natural. Durante 1999, el gasóleo participó con el 59% en el consumo de combustibles líquidos en la región, mientras que el restante 41% fue de diesel industrial.

La tendencia en el consumo de combustibles industriales en la ZMVM ha sido a la baja. De 34 MBD que se consumían en 1986, en 1999 sólo se consumieron 11 MBD, lo que significó un decremento anual del 8.3%. En el periodo 1986 – 1999, la baja en el consumo fue de 23 MBD, con una tasa anual decreciente del 10.6%. En los últimos tres años, prácticamente permaneció estático el consumo.

Diesel Industrial

En la gama de combustibles industriales líquidos, sólo el diesel industrial a tenido continuidad en su consumo, conteniendo las especificaciones adecuadas impuestas por las necesidades ambientales. De 1986 a 1999, la tasa anual del consumo decreció 2.3%, al pasar entre 6.1 a 4.5 MBD. De 1986 a 1996, el consumo bajo a 0.6 MBD, presentando uan tasa anual del -1%. En el periodo 1996 – 1999, el consumo de diesel se redujo significativamente al pasar de 5.5 a 4.5 MBD, registrándose una tasa anual del -6.5%. Sin embargo, de 1998 a 1999, el consumo volvió a presentar una tasa positiva del 2.3%.

Las perspectivas para el consumo de diesel industrial señalan que éste combustible irá bajando su participación en la medida que otros energéticos, como el gas natural y el gasóleo, aumenten la suya.

RESUMEN CAPITULO III

En 1998 la oferta interna de energía en la ZMVM aumentó a 305 MBD de petróleo equivalente, lo que se traduce en un crecimiento del 3.4% de la oferta respecto a 1996, para ese mismo año, la oferta de gasolinas fue de 111.5 MBD, mientras que la oferta de combustible diesel fue de 23.4 MBD. La oferta de otros productos intermedios fue de 6.5 MBD y estuvo constituida por 95% de turbosina y 5% de kerosinas. Asimismo, esta oferta se integró por 16.3 MBD de productos provenientes de otras regiones y por 9.8 MBD de productos enviados a otras regiones, mientras que para ese mismo año, la oferta de otros productos intermedios fue de 6.8 MBD.

En 1999, la oferta de gasolina en la zona fue de 101 120.8 BEP diarios, teniendo una participación del 92.3% de gasolina magna y 7.7% de gasolina premium, toda la gasolina fue consumida por el sector transporte. Respecto a 1998, la oferta de gasolina apenas aumento 0.3%, registrándose una baja del 1.2% en la oferta de gasolina magna, la baja se atribuye a la reducción del margen en el precio entre la gasolina magna y la premium y a la política de incrementos mensuales en los precios, lo que significa que por vez primera la demanda de gasolina deja de ser inelastica respecto al precio. En lo que respecta al diesel, presentó una oferta del 23 302 BEP diarios, destinándose su totalidad al sector transporte.

De los datos anteriores podemos concluir lo siguiente: De 1996 a 1999, la oferta de energía en la ZMVM registro una tasa media de crecimiento anual del 0.7%. Destacando los siguientes crecimientos anuales: Gasolina Premium del 0.7%; Gasolina Magna 23.2%; Diesel Sin 5.2%; Electricidad 3.6%; Combustibles Sólidos 2.5%; Otros Intermedios 0.4% y Combustibles Industriales 0.2%. La oferta de hidroelectricidad, Gas Natural y Gas Licuado presentó decrementos. En lo que respecta al consumo de energía, de 1996 a 1999, se registró una tasa media de crecimiento anual del 0.8% mientras que de 1998 a 1999 se presentó una reducción en el consumo del 1.4%; para ese mismo periodo el gas natural natural bajo su participación 1.6% y el gas licuado 0.9%, los combustibles industriales y otros intermedios mantuvieron su participación y los demás energéticos la aumentaron.

El sector transporte, en el periodo 1996 - 1999, el consumo de energía del este sector registró un crecimiento anual del 1.8%, destacando el aumento del consumo de gasolina magna, gasolina premium, diesel sin, turbosina y electricidad; para este mismo periodo, el sector industrial registro un crecimiento del consumo de energía del 2.6% de 1998 a 1999. Este comportamiento aleatorio durante el periodo se explica por el cambio en patrones de consumo de combustibles industriales y por la baja en el uso de gas en el sector eléctrico.

El presente capítulo así como el anterior, presenta un análisis energético de la ZMVM, lo anterior es parte de la metodología para estimar externalidades ambientales en la región que nos ocupa, por ello una vez conociendo el aspecto energético, se procederá a conocer el estado que guarda la ZMVM en materia de emisiones a la atmósfera ambos conceptos están relacionados estrechamente, así la relación energía-ambiente guarda una importancia relevante en la presente investigación, por ello en el capítulo posterior se presenta un panorama del volumen de emisiones a la atmósfera emitido por los sectores industria y transporte, lo anterior permitirá aplicar una metodología propuesta para el caso de la ZMVM.

IV INVENTARIO DE EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

El balance energético mantiene una asociación estrecha con el inventario de emisiones, lo cual refleja la relación de las emisiones respecto del uso de la energía; así el consumo de gasolina y diesel en el sector transporte representa simultáneamente, el mayor gasto relativo de energía y la mayor aportación de contaminantes con respecto al volumen total de Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NOx) e Hidrocarburos (HC); aunque la emisión de partículas (PST) y Bióxido de Azufre (SO₂) puede ser también significativa en algunas zonas; con base en lo anterior, el presente capítulo tiene el propósito de indicar el volumen de emisiones contaminantes a la atmósfera por los sectores industrial y transporte, estos datos están representados en los inventarios de emisiones correspondientes a los años 1994 y 1996, desafortunadamente no fue posible tomar en cuenta el inventario de emisiones de 1998 debido a que durante la realización de la presente investigación, las autoridades ambientales en la materia, no han publicado el inventario correspondiente a 1998. Asimismo, cabe señalar que aún cuando se cuentan con datos de 1994 y 1996, el cálculo de estos fue realizada por metodologías diferentes, por ello no resulta posible hacer una comparación completa entre 1994 y 1996, por los argumentos antes expuestos solo se presenta el inventario de emisiones de 1994 y 1996; estos datos se utilizaran en el capítulo que corresponde a la estimación de externalidades ambientales.

IV.1 VOLUMEN DE EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO 1994

El inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos es un instrumento estratégico para el manejo de la cuenca atmosférica y refleja la aportación de los diferentes usuarios así como de la capacidad de carga de la atmósfera. El desarrollo de un inventario de emisiones desagregado, preciso y actualizado es una tarea compleja que demanda la integración sistemática de información, en un marco de concurrencia institucional entre el gobierno local y la autoridad federal.

En 1989 se realizó un esfuerzo por elaborar un inventario de emisiones para la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), según el cual las fuentes industriales y de servicios participaban con sus emisiones en un 23%, y los vehículos con un 77%. En 1995 se elaboró otro inventario de emisiones con información disponible hasta 1994, que desafortunadamente no puede ser comparado con el inventario anterior por no aplicar los mismo supuestos y metodologías de cálculo. En base al nuevo inventario, (ver tabla IV.1-1, y IV.1-2; así como gráfica IV.1) el total de emisiones es de 4'009,629 t/año, de las cuales 12.9% corresponden a la industria y servicios, y un 75% al sector transporte. La contribución de las fuentes industriales es de 50.3% de SO₂ y 25% de NOx, mientras que los vehículos automotores emiten el 71% de los NOx, el 99% de CO, el 54% de HC y el 27% de SO₂. La contribución vehicular en partículas es menor al 5% del total, sin embargo, cabe señalar que su grado de toxicidad y la exposición de las personas asociadas a este sector es mucho más elevado que las partículas de fuentes naturales, las cuales representan el 94% del total estimado.

Tabla IV.1-1 Inventario de Emisiones 1994

Sector	Toneladas/año						
	PST	SO ₂	CO	NOx	HC	Total	%
Industria (1)	6,358	26,051	8,696	31,520	33,099	105,724	3
Servicios (2)	1,077	7,217	948	5,339	398,433	413,014	10
Transporte (3)	18,842	12,200	2,348,497	91,787	555,319	3,026,645	75
Vegetación y Suelos (4)	425,337	---	---	---	38,909	464,246	12
Total	451,614	45,468	2,358,141	128,646	1,025,760	4,009,629	100.0

(1) Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas, 1994.

(2) Fuente: Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Ecología, 1994.

(3) Fuente: Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Proyectos Ambientales, 1994.

(4) Fuente: UNAM, Centro de Ciencia de la Atmósfera, Reporte final de cálculos y mediciones de hidrocarburos naturales en el valle de México, 1994.

Tabla IV.1-2 Inventario de emisiones 1994

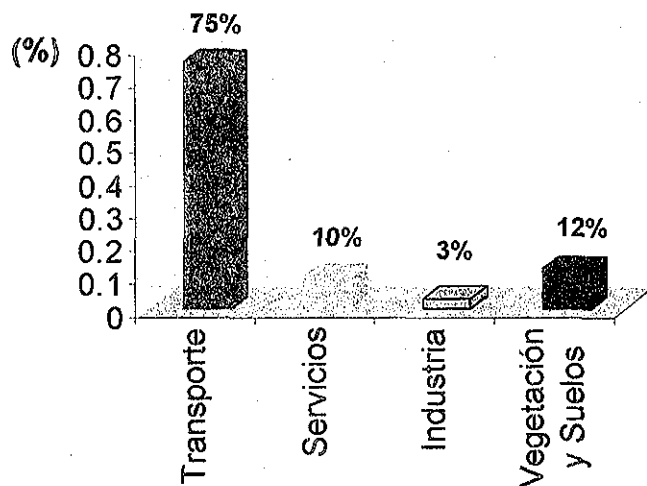
Sector	Porcentaje en peso por contaminante (%)				
	PST	SO ₂	CO	NOx	HC
Industria (1)	1.4	57.3	0.4	24.5	3.2
Servicios (2)	0.2	15.9	0.1	4.2	38.9
Transporte (3)	4.2	26.8	99.5	71.3	54.1
Vegetación y Suelos (4)	94.2	0.0	0.0	0.0	3.8
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

(1) Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas, 1994.

(2) Fuente: Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Ecología, 1994.

(3) Fuente: Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Proyectos Ambientales, 1994.

(4) Fuente: UNAM, Centro de Ciencia de la Atmósfera, Reporte final de cálculos y mediciones de hidrocarburos naturales en el valle de México, 1994.



Gráfica IV.1 Inventario de emisiones de la ZMVM. 1994

La contribución a las emisiones totales por sector se presenta a continuación, en las tablas IV.1-3 y IV.1-4, las cuales indican el inventario de emisiones desagregado en (ton/año)

Tabla IV.1-3 Inventario de emisiones 1994 (ton/año)

Tipo de Fuente	PST	SO ₂	CO	NO _x	HC	Total
Industria (1)						
Generación de Energía Eléctrica	162.72	19.32	1 291.08	97.32	97.32	19 425.36
Refinación de petróleo	6.84	84.96	4.68	157.56	157.56	282.48
Industria Química	973.68	3 442.92	2 600.64	7 198.37	7 198.37	16 692.29
Minerales Metálicos	549.84	621.84	1 458.36	461.04	461.04	3 644.52
Minerales no Metálicos	1 675.32	11 710.56	323.28	3 167.64	3 167.64	21 810.36
Productos Vegetales y Animales	111.36	841.80	40.08	238.68	238.68	1 492.08
Madera y Derivados	348.36	3 912.24	463.32	1 442.40	1 442.40	8 024.28
Productos de Consumo Alimenticio	799.32	2 110.56	405.96	397.08	397.08	4 782.36
Industria del Vestido	459.96	2 404.80	733.92	605.04	605.04	5 294.88
Productos de Consumo	66.60	108.72	74.16	303.84	303.84	1 231.68
Productos de Impresión	775.92	19.44	15.00	5 015.04	5 015.04	5 839.08
Productos Metálicos	196.92	559.08	653.40	1 547.64	1 547.64	3 424.92
Productos de Consumo de Vida M.	98.88	37.80	100.68	599.40	599.40	906.72
Productos de Consumo de Vida L.	93.36	172.20	523.80	2 958.60	2 958.60	3 944.16
Artes Gráficas (2)	0.00	0.0	0.0	8 787.80	8 787.80	8 787.80
Otro	2.62	5.16	7.68	121.32	121.32	140.88
Total	6 321.7	26 051.4	8 696.4	33 098.7	33 098.7	105 723.7

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Continuación

Tipo de Fuente Industria (4)	PST	SO ₂	CO	NOx	HC	Total
Auto Particular	10 321.00	6 061.50	1 044 008.0	31 913.0	253 865.7	1 346 169
Pick-Up	1 049.00	353.80	73 419.4	2 675.3	19 373.64	98 871.14
Microbús	397.00	827.40	224 077.6	9 395.7	66 472.89	301 170.59
Combi	42.00	650.40	134 954.0	4 918.0	35 108.70	175 673.1
Taxi	612.63	3 072.70	529 530.0	15 982.0	126 574.8	675 772.13
Autobus (R-100)	1 900.00	366.00	5 655.0	6 751.3	2 337.2	17 009.50
Foráneo, Suburbanos	120.00	102.20	57 322.7	2 485.6	2 055.1	62 095.60
De Carga	360.00	37.00	271 321.1	5 867.6	46 099.68	323 685.38
De carga (más de dos ejes)	1 902.00	266.00	4 735.80	7 204.0	2 079.5	16 187.30
Autobus Municipal	2 075.00	400.00	1 777.70	2 591.4	781.60	7 625.70
Locomotoras	38.52	26.28	50.52	414.0	16.84	546.16
Locomotoras de Patio	24.91	36.50	52.12	293.96	29.59	437.08
Aeropuerto	0.00	0.00	1 583.23	1 294.89	523.43	3 401.56
Total	18 864.06	12 199.7	2 348 487	91 786.7	558 318.6	3 026 644.2

Referencias

- (1) Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Sistema de Información de Fuentes Fijas, 1994
- (2) Fuente: Departamento del Distrito Federal, Subdirección General de Ecología, Dirección de Estudios y Proyectos Ambientales, 1994
- (3) Fuente: UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera, Reporte final de cálculos y mediciones de hidrocarburos naturales en el Valle de México, 1994
- (4) Fuente: UNAM, Manual de Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera, Estudio de Emisiones de Partículas Generadas por Fuentes Naturales, 1990

Tabla IV.1-4 Inventario de Emisiones 1994
Porcentaje en peso por contaminante

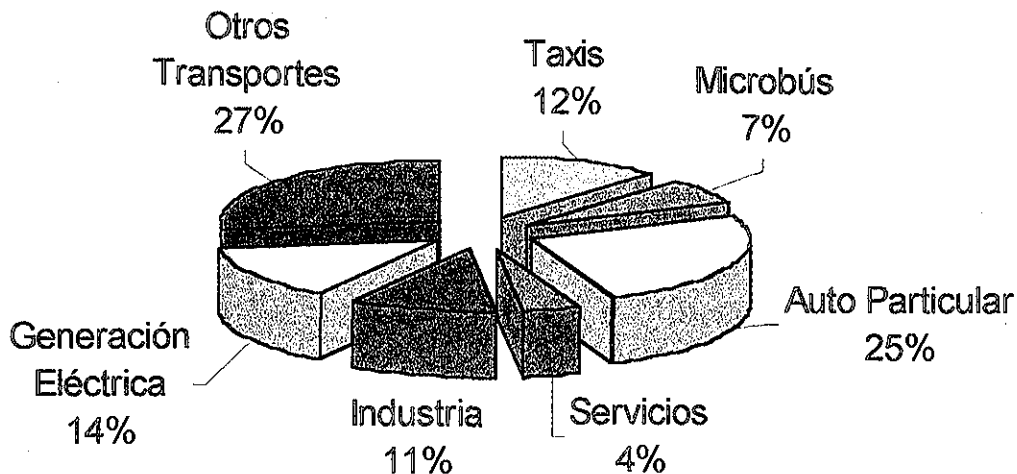
Tipo de Fuente Industria (1)	PST	SO ₂	CO	NOx	HC
Generación de Energía Eléctrica	0.04	0.04	0.05	13.88	0.01
Refinación de petróleo	0.00	0.19	0.00	0.02	0.02
Industria Química	0.22	7.57	0.11	1.93	0.70
Minerales Metálicos	0.12	1.37	0.06	0.43	0.04
Minerales no Metálicos	0.37	25.76	0.01	3.84	0.31
Productos Vegetales y Animales	0.02	1.85	0.00	0.20	0.02
Madera y Derivados	0.09	8.60	0.02	1.42	0.14
Productos de Consumo Alimenticio	0.18	4.64	0.02	0.83	0.04
Industria del Vestido	0.10	5.29	0.03	0.85	0.06
Productos de Consumo	0.01	0.24	0.00	0.53	0.03
Productos de Impresión	0.17	0.04	0.00	0.01	0.49
Productos Metálicos	0.04	1.23	0.03	0.36	0.15
Productos de Consumo de Vida M.	0.02	0.08	0.00	0.05	0.06
Productos de Consumo de Vida L.	0.02	0.38	0.02	0.15	0.29
Artes Gráficas (2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86
Total	1.4	57.28	0.35	24.5	3.22

Tipo de Fuente Transporte (4)	PST	SO ₂	CO	NOx	HC
Auto Particular	2.29	13.33	44.28	24.82	24.75
Pick-Up	0.23	0.78	3.11	2.08	1.89
Microbús	0.09	1.82	9.50	7.30	6.48
Combi	0.01	1.43	5.72	3.82	3.42
Taxi	0.14	6.76	22.74	12.42	12.34
Autobus (R-100)	0.42	0.80	0.24	5.25	0.23
Foráneo, Suburbanos	0.03	0.22	2.43	1.93	0.20
De Carga	0.08	0.08	11.51	4.56	4.49
De carga (más de dos ejes)	0.42	0.59	0.20	5.60	0.20
Autobus Municipal	0.46	0.88	0.08	2.01	0.08
Locomotoras	0.01	0.06	0.00	0.32	0.00
Locomotoras de Patio	0.01	0.08	0.00	0.23	0.00
Aeropuerto	0.00	0.00	0.07	1.01	0.05
Total	4.19	26.83	99.88	71.35	54.13

Referencias:

- (5) Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Sistema de Información de Fuentes Fijas, 1994
- (6) Fuente: Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Ecología, Subdirección de Inventario de Emisiones y Atención a Contingencias, 1994
- (7) Fuente: Evaluación Realizada por la Subdirección de Inventario de Emisiones, D.D.F. Dirección. General de Ecología, 1994
- (8) Fuente: Departamento del Distrito Federal, Subdirección General de Ecología, Dirección de Estudios y Proyectos Ambientales, 1994
- (9) Fuente: UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera, Reporte final de cálculos y mediciones de hidrocarburos naturales en el Valle de México, 1994
- (10) Fuente: UNAM, Manuel de Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera, Estudio de Emisiones de Partículas Generadas por Fuentes Naturales, 1990

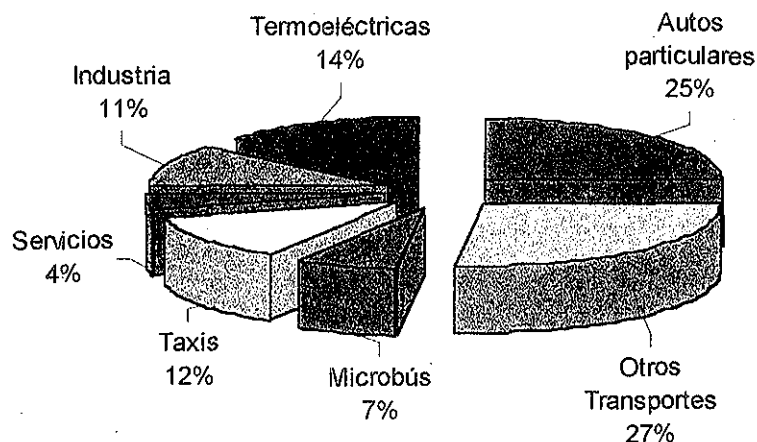
De la tabla anterior, se puede establecer, que la contribución de los autos particulares al total de las emisiones de NOx, HC y CO, es la más relevante, con 24.8%, 24.7% y 44.2% respectivamente. En lo que respecta a la contribución de HC por este mismo sector, en su conjunto es el más importante asimismo, sobresale el uso de taxi como segunda fuente de emisiones de HC en importancia, lo anterior se puede observar de manera clara en la siguiente gráfica.



Gráfica IV.2 Inventario de emisiones de la ZMVM, 1994
contribución anual en hidrocarburos por tipo de fuente

En lo que respecta a la industria, se observa que es el sector más trascendente en cuanto a las emisiones de SO_2 y se mantiene como un importante aportador de NO_x . Sin embargo, en cuanto a las emisiones de partículas se estima una menor contribución de la industria, quedando como responsable al menos del 2% de éstas; asimismo, la estimación de HC representa una contribución industrial del 3%. Un análisis más detallado de los sectores transporte e industrial, se presenta a continuación, en la siguiente gráfica.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Gráfica IV.3 Inventario de emisiones de la ZMVM, 1994
contribución anual en óxidos de nitrógeno por tipo de fuente

Industria

El inventario de emisiones de 1994, muestra que los establecimientos industriales en la ZMVM incluyen 4,623 empresas; la ordenación de estas empresas de acuerdo a la magnitud de las emisiones contaminantes a la atmósfera, se presentan en la tabla IV.1-5

Tabla IV.1-5 Ordenación de empresas de la ZMVM según volumen de emisiones de HC y NOx

Grupo	Estratos de Emisiones (Ton/año)	No. De empresas	% de empresas respecto al total	Emisión (ton/año)			% de emisión respecto al total del sector
				HC	NOx	HC+NOx	
A	Mayor a 6	466	10.08	23,194	30,342	53,536	96
B	Mayor a 12	289	6.25	22,476	29,473	51,949	93
C	Mayor a 18	228	4.93	21,936	29,045	50,981	91
D	Mayor a 60	94	2.03	19,595	26,546	46,141	83
E	Mayor a 90	74	1.60	19,064	25,768	44,832	80
F	Mayor a 120	56	1.21	17,721	24,954	42,675	76

Fuente: Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000; Departamento del Distrito Federal, Gobierno del Estado de México, SEMARNAP y SS, 1996

Número total de empresas de la base de datos	4,623
Emisión total (HC+NOx): (Ton/año)	55,831
Emisiones totales HC (Ton/año)	24,311
Emisiones totales NOx (Ton/año)	31,520

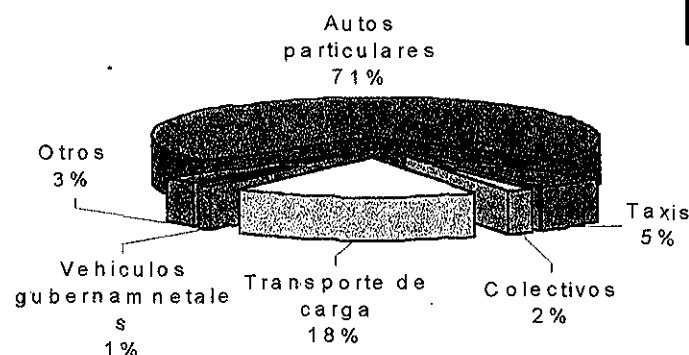
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

De la tabla anterior, se puede observar que se presentan seis estratos de empresas de acuerdo al nivel de emisiones indicado en la segunda columna. El estrato A, que incluye a todos los demás, está constituido por las 466 empresas cuyos niveles individuales de emisiones son mayores a 6 toneladas anuales, representando un 93% del volumen de emisiones respecto al total; el estrato B, que incluye a los subsecuentes, está formado por 289 establecimientos con emisiones mayores a 12 ton/año, y para este estrato, se tiene un porcentaje de 93% del volumen de emisiones; así sucesivamente hasta el estrato F, el cual contiene 56 establecimientos cuyo volumen de emisiones es mayor a 120 ton/año representando un 76% del volumen de emisiones; finalmente, en lo que respecta al total de industrias consideradas por las autoridades, se tienen contabilizadas 4 157 establecimientos, correspondientes a 1994.

Esta forma de organizar la información contenida en la tabla antes presentada, permite observar que las 466 empresas del estrato A, representan un volumen de 53,536 ton/año de precursores de ozono (O₃), es decir, el 96% de las emisiones totales del sector industrial. Asimismo, y siguiendo con el mismo razonamiento, se puede observar que basta con incluir a las 94 empresas más contaminantes para abarcar el 83% de las emisiones totales de estos compuestos producidos por la industria en su conjunto.

Transporte

El inmenso consumo de combustibles por parte de los vehículos automotores constituye, aunado a todas sus implicaciones y factores tanto internos, como es la falta de renovación del parque vehicular (aproximadamente 45% de los vehículos tenían más de 10 años de uso) y factores externos, como es la mala calidad de los combustibles, siendo la principal fuente de emisiones contaminantes en el Valle de México. El parque vehicular de la zona metropolitana ha crecido de manera persistente durante los últimos años, a tasas cercanas al 10% anual, estimando que en 1994, se tenían en circulación entre 2.5 y 3 millones de automotores; circunstancias que complican la búsqueda de soluciones al problema de la contaminación; así en 1994, la distribución del parque vehicular en la ciudad de México, se presenta en la siguiente gráfica.



Gráfica IV.4 Distribución del parque vehicular en la ciudad de México, 1994

Por lo anterior, dentro del sector transporte, la variabilidad de las contribuciones contaminantes por pasajero kilómetro es muy alta, como se puede constatar en la siguiente tabla.

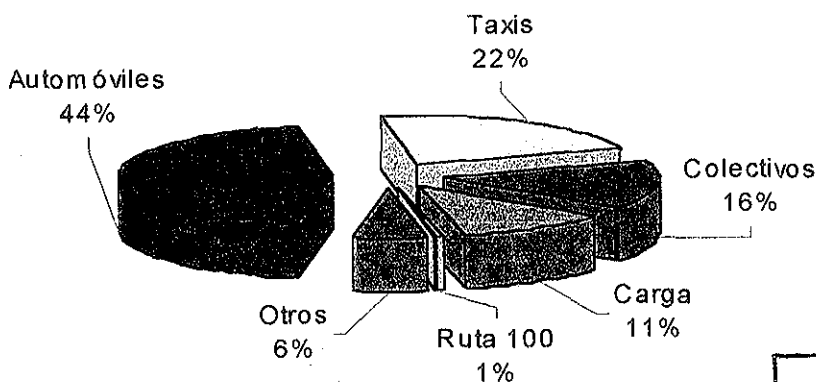
Tabla IV.1-6 Emisiones contaminantes por pasajero transportado
(g/pasajero-kilómetro)

Tipo de vehículo	Contaminante		
	NOx	HC	CO
Vehículos privados sin convertidor catalítico	1.00	4.47	45.20
Vehículos privados con convertidor catalítico de tres vías	0.40	0.47	4.70
Taxi sin convertidor catalítico	2.14	9.57	96.85
Taxi con convertidor catalítico de tres vías	0.86	1.00	10.0
Combi sin convertidor catalítico	0.20	1.30	13.40
Combi con convertidor catalítico de tres vías	0.08	0.144	1.11
Microbús de gasolina	0.16	0.09	0.79
Microbús con convertidor catalítico de tres vías	0.06	0.018	0.0348
Microbús de Gas LP sin convertidor catalítico	0.0725	0.06	0.907
Microbús de Gas LP con convertidor catalítico de tres vías	0.029	0.011	0.11
Autobuses Urbanos	0.60	0.20	0.70

Fuente: Departamento del Distrito Federal, 1993

A pesar de la recesión económica por la que el país pasó en ese momento, es previsible que la actividad económica se reactivó en el mediano plazo. Esto reinstaló las tendencias de crecimiento del parque vehicular, de un mayor congestionamiento y, como resultado de estos dos factores, se dio un aumento en el consumo de combustibles, emitiendo más emisiones a la atmósfera.

El inventario de emisiones de 1994 indica que el sector transporte emite anualmente 3 026 645 toneladas de contaminantes de los cuales 2 348 497 toneladas corresponden a CO, 555 319 toneladas a HC y 91 787 toneladas a NOx; la siguiente gráfica indica la contribución porcentual de las emisiones totales del sector por tipo de transporte.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica IV.5 Distribución anual a las emisiones del sector transporte por tipo de vehículos, 1994

La gran incertidumbre que existe en la estimación de las emisiones de HC en los vehículos de gasolina ha sido un tema de discusión recurrente en los últimos años a nivel internacional, por la dificultad que implica el tomar en cuenta las emisiones evaporativas. Las que aquí se presentan para el inventario de 1994 partieron de la aplicación de un modelo que considera las emisiones por el escape de los vehículos. Sin embargo, diversos estudios de reconciliación de inventarios con datos de calidad del aire y de simulación urbana han demostrado que existe una subestimación en las emisiones de HC, que se calculan en un factor de 2 o más (Calvrt et al 1993. *Science*, Vol. 261, p. 37.)

Por otra parte, un estudio comparativo de emisiones evaporativas con 20 vehículos (DDF-IMP, 1994 Nov. *Estudio para la determinación de factores de emisiones evaporativas en vehículos automotores representativos de la ZMCM*), arroja resultados en donde la relación promedio de éstas con respecto a las emisiones del escape está en el intervalo de 0.47 a 0.57, siendo sólo para dos de los vehículos superior a uno.

Finalmente, y con base en lo anterior, al considerar la alta relación de HC/NOx en la atmósfera de la zona metropolitana, las emisiones aquí reportadas para este inventario resultaron de tomar las proporcionadas por el modelo y ajustarlas de acuerdo con los resultados de diferentes participantes privados (Riveros H. Et al.; 1995 Ago. *Hidrocarburos and Carbon Monoxide in the Atmosphere of México City*) junto con autoridades ambientales en esta materia.

IV.2 VOLUMEN DE EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO 1996

La identificación de las fuentes que emiten contaminantes a la atmósfera se vuelve una actividad importante y a la vez compleja, que demanda la instrumentación y aplicación de métodos bien definidos que permitan estimar el tipo y la cantidad de contaminantes que se incorporan a la atmósfera. Un instrumento que realiza esta tarea lo constituye el inventario de emisiones a la atmósfera, mediante el cual es posible identificar tanto a las fuentes emisoras, como al tipo y cantidad de contaminantes generados como resultado de la realización de procesos industriales, actividades específicas y la circulación de vehículos.

De esta forma, se sabe que en la ZMVM, la mayor parte de las emisiones de CO, NOx e HC se generan por el consumo de gasolina y diesel en el sector transporte, mientras que las emisiones de SO₂ se generan por el consumo de combustibles industriales líquidos, generalmente utilizados en la industria y en los establecimientos de servicios. Las emisiones de las partículas menores a 10 micrómetros (PM 10) son generadas por distintas fuentes, destacándose la circulación de vehículos en caminos no pavimentados y el uso de ciertos combustibles como el diesel.

La experiencia que ha tenido México y otros países, con relación a la integración y manejo de inventarios de emisiones confiables, ha permitido ubicar a este instrumento como una herramienta útil para: la toma de decisiones encaminadas a la aplicación de planes y programas de prevención y control de la contaminación del aire, evaluación y cumplimiento de la normativa ambiental establecida y el análisis de tecnologías disponibles.

En 1994 se elaboró un segundo inventario de emisiones de la ZMVM, que cubrió las 16 demarcaciones del Distrito Federal y los 18 municipios conurbados del Estado de México, empleándose también el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995 – 2000 (PROAIRE). Es importante señalar que el inventario de emisiones de 1996, no es completamente comparable con el elaborado en 1994, dado que en ambos se contó con información de diferente grado de detalle y desagregación, asimismo, se aplicaron metodologías diferentes; lo anterior trae como consecuencia que no se pueda establecer con claridad la evolución que ha tenido la ZMCM en materia de calidad del aire, es decir si este ha mejorado, empeorado o se ha mantenido constante, asimismo, no se puede valorar, la efectividad de los programas en las distintas administraciones, no obstante en el inventario de 1996 se obtuvo los siguientes resultados: 75% de las emisiones totales se le atribuyeron al sector transporte, el 3% a la industria, el 10% a los servicios y el 12% a los suelos y vegetación; los resultados obtenidos del inventario de 1996, se presentan en las tablas IV.2-1 y IV.2-2.

Tabla IV.2-1 Inventario de Emisiones 1996

Fuente	Toneladas/año				
	PM10	SO ₂	CO	NOx	HC
Puntuales (1)	5,701	15,632	9,503	28,667	16,280
Área (2)	352	7,204	3,595	9,581	234,967
Vehiculares (3)	(a) 8,033	5,762	1,934,669	134,493	186,774
Naturales	(b) 17,216	NE	NE	1,279	(c) 31,077
Total	31,302	28,598	1,947,767	174,020	569,098

Fuente: (1), (a) y (b) Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Gestión e Información Ambiental, 1996
 (2) y (3) Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, Subdirección de Inventario de Emisiones. Secretaría de Ecología, Dirección General de Planeación Ambiental, 1996.
 (c) Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Dirección Gral. de Proyectos Ambientales, 1996
 NE No estimado

Tabla IV.2-2 Inventario de emisiones 1996

Fuente	Porcentaje en peso por contaminante (%)				
	PM10	SO ₂	CO	NOx	HC
Puntuales (1)	18	55	0.5	16	3
Área (2)	1	25	0.2	6	41
Vehiculares (3)	(a) 26	20	9.9	77	33
Naturales	(b) 55	NE	NE	(c) 1	(c) 23
Total	100.0	100	100	100	200

Fuente: (1), (a) y (b) Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Gestión e Información Ambiental, 1996
 (2) y (3) Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, Subdirección de Inventario de Emisiones. Secretaría de Ecología, Dirección General de Planeación Ambiental, 1996.
 (c) Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Dirección Gral. de Proyectos Ambientales, 1996
 NE No estimado

Según se observa en la tabla IV.2-1, en lo que corresponde al volumen total de gases de combustión, el parque vehicular reporta cifras muy significativas en cuanto a la aportación de dichos gases; debido a que el 77.2%, el 99.3%, el 32.8% y el 20.14% de las emisiones corresponden a NOx, CO, HC y SO₂ respectivamente; en lo que corresponde a la emisión de PM10, este mismo sector representa un 25.6%, lo anterior trae como consecuencia que este sector representa una alta importancia en cuanto a realizar acciones que implique racionalizar el consumo de combustible fósil y al mismo tiempo que este consumo se lleve a cabo de manera más eficiente; asimismo, este sector es un factor determinante para controlar y reducir los niveles de contaminación en la cuenca atmosférica de la ciudad de México en materia de calidad del aire y emisiones a la atmósfera.

Con el objeto de desglosar el inventario de emisiones de 1996 considerando los sectores industrial y transporte, las tablas IV.2-3 y IV.2-4 muestran el inventario de emisiones por tipo de fuente para cada caso.

Tabla IV.2-3 Inventario de Emisiones del Sector Industrial Desagregado en la ZMVM 1996
(Ton/año por contaminante)

Giro Industrial	No. de Industrias	PT		PM		SO2		CO		NOx		HC	
		Ton/año	%	Ton/año	%	Ton/año	%	Ton/año	%	Ton/año	%	Ton/año	%
Gen. E. Eléctrica	5	294	4.4	294	5.2	103	0.7	797	8.4	12 507	43.6	41	0.3
Petroquímica	19	2	<0.1	1	<0.1	5	<0.1	2	<0.1	3	<0.1	7	<0.1
Ind. Química	1 045	936	14	743	13	2 488	15.9	2 033	21.4	2 212	7.7	4 323	26.6
Mineral metálica	228	567	8.5	513	9	691	4.4	1 589	16.7	770	2.7	278	1.7
Mineral no metálica	279	2 383	35.6	1 923	33.7	2 340	15.0	1 103	11.6	4 379	15.3	706	4.3
Prod. Vegetales y anim.	63	48	0.7	44	0.8	248	1.6	34	0.4	103	0.4	14	0.1
Madera y derivados	268	435	6.5	377	6.6	4 924	31.5	379	4.0	1 833	6.4	641	3.9
Ind. del Vestido	482	435	6.5	381	6.7	2 129	13.6	462	4.9	1 338	4.7	268	1.6
Ind. Consumo alimenticio	397	583	8.7	558	9.8	1 366	8.7	829	8.7	1 408	4.9	605	3.7
Prod. De consumo varios	260	75	2.1	70	1.2	110	0.7	71	0.7	91	0.3	808	5.0
Prod. De impresión	462	45	0.7	37	0.6	18	0.1	22	0.2	53	0.2	3 214	19.7
Prod. Metálicos	904	278	4.2	251	4.4	749	4.8	1 155	12.2	2 717	9.5	2194	13.5
Prod. De vida media	336	163	2.4	149	2.6	73	0.5	196	2.1	564	2.0	747	4.6
Prod. De vida larga	316	396	5.9	309	5.4	277	1.8	809	8.5	611	2.1	2 346	14.4
Otros	191	53	0.8	51	0.0	111	0.7	22	0.2	78	0.3	88	0.5
Total	5 255	6 693	100	5 701	100	15 632	100	9 503	100	28 667	100	16 280	100

Fuente: Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas Instituto Nacional de Ecología, 1996

De la tabla anterior, se observa que la industria mineral no metálica, mineral metálica e industria química, son las que mayor aportan en PT, PM₁₀, SO₂ y CO, es decir que para el caso de PT, la industria no metálica, la industria química y la industria no metálica aportan el 35.6%, 14.0% y el 8.4% respectivamente, lo que significa que por solo tres giros industriales se tiene una aportación de PT del 58.09%, de la misma manera, para el caso de PM₁₀ y CO, los tres giros industriales aportan el 55.6% y 49.69% de emisiones a la atmósfera respectivamente. En lo que respecta a la emisión de SO₂, la industria química, la industria mineral no metálica y la industria de madera y derivados, aportan en conjunto 62.36%, finalmente en lo que respecta a la aportación de NO_x, sobresalen la industria eléctrica, mineral no metálica y productos metálicos, cuyo volumen corresponde a un 68.36%; cabe señalar que en esta caso, la industria eléctrica tiene una aportación del 43.62%, esta cifra es muy superior y es debido al alto volumen de combustible fósil que se utiliza, y el cual es quemado a altas temperaturas.

No obstante, para el caso de fuentes móviles, se presenta a continuación en la tabla IV.2-4, el inventario de emisiones desagregado; en la cual se observa que los autos particulares representan una aportación considerable de emisiones de HCT, CO y SO₂, estos contaminantes representan un 37.16%, 42.50% y 37.40% respectivamente, asimismo, para el caso de NO_x y PM-10, los camiones de carga con más de dos ejes aportan un volumen en porcentaje de 45.55% y 78.52% respectivamente, esta última cifra es muy relevante y de gran importancia en lo que se refiere a la calidad del aire, en materia de emisiones a la atmósfera por fuentes móviles.

Tabla IV.2-4 Inventario de Emisiones de Contaminantes de Origen Vehicular en la ZMVM en 1996 (Ton/año)

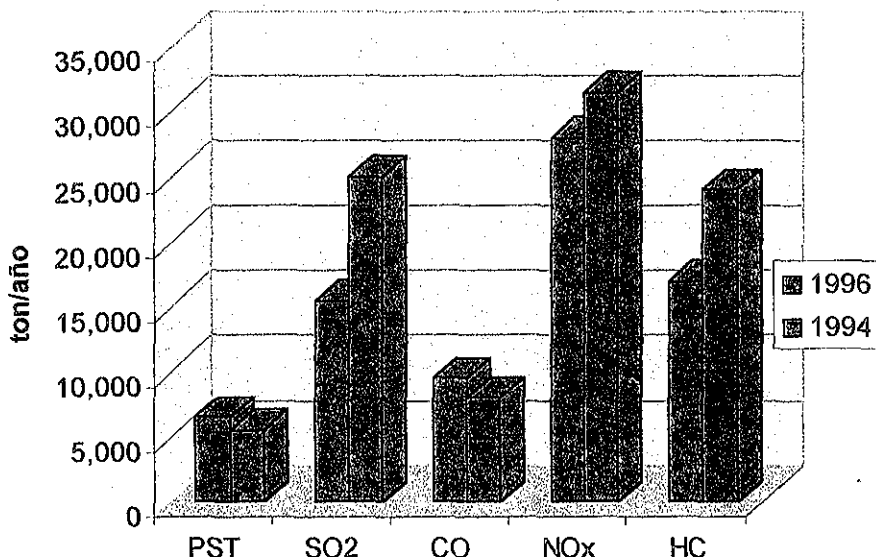
Clasificación Vehicular	Contaminantes				
	HCT	CO	NO _x	PM-10	SO ₂
Autos Particulares	69 413	822 498	32 805	689	2 155
Taxis	16 774	198 759	7 927	167	521
Combis y Micros	19 052	208 492	6 489	71	282
Pick-Up	2 806	33 068	1 221	18	73
Camiones de carga	56 491	618 202	19 242	211	1 501
RUTA-100	636	1 535	1 911	197	29
Autobuses	1 206	2 910	3 623	373	79
Carga de más de dos ejes	20 397	49 205	61 275	6 308	1 124
Total	186 774	1 934 669	134 493	8 033	5 762

Fuente: Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas Instituto Nacional de Ecología, 1996

Industria

El inventario de emisiones del sector industrial de la ZMVM, se integró con información proporcionada por el Instituto Nacional de Ecología (INE), a través de la Cédula de Operación; la información se analizó y se incorporó al Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas, contándose con información de 5 255 establecimientos industriales asentados en la ZMVM, las cuales fueron agrupadas en 15 giros industriales, de los cuales resaltan los giros de la industria química y de productos metálicos esta afirmación resulta a partir de la comparación de los inventarios de 1994 y 1996.

En los que se observa una reducción del 9%, 40% y 33% en las emisiones totales anuales de NO_x, SO₂ e HC respectivamente, posiblemente por el mejoramiento de la calidad y sustitución de los combustibles empleados en el sector, en otro aspecto, las PST como el CO incrementaron ligeramente sus emisiones anuales para 1996, en un 5% y 9% respectivamente, lo anterior se visualiza de manera más rápida en la gráfica IV.6.



Gráfica IV.6 Comparación de las emisiones de los inventarios de fuentes puntuales 1994-1996

Analizando los giros que tiene un mayor aporte de cada contaminante, se encontró que con relación a las partículas, el giro de la industria mineral no metálica presenta la mayor contribución de este contaminante, siendo en 1996 una aportación del 36% de las emisiones del sector, es decir 2 383 ton/año; este giro también contribuye mayoritariamente a las emisiones de PM-10 con casi un 34%.

Para el caso del SO₂, en 1996 la industria con mayor contribución fue la de la madera y derivados, que participó con el 31% del total de las emisiones de este contaminante, lo que significa una aportación de 4 924 ton/año. En lo que respecta a los HC, existe una reducción notable de las emisiones del sector en 1996, de 8 030 toneladas anuales (casi 30% de las emisiones de HC), con respecto a 1994. Los giros que redujeron en forma importante sus emisiones de este contaminante fueron la industria química, la mineral no metálica y los productos de impresión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para el CO, la industria química disminuyó su porcentaje de contribución del 21% en 1996; sin embargo, hubo giros industriales que incrementaron sus emisiones anuales, tales como: la industria mineral no metálica, la industria mineral metálica, la industria de consumo alimenticio, los productos metálicos y los productos de vida media y larga.

Finalmente, con respecto a las emisiones de NOx, en 1996 se tuvo una reducción de 9%, en comparación con 1994; los giros que contribuyen de manera importante en la emisión de este contaminante son : la generación de energía eléctrica, la industria mineral no metálica y los productos metálicos; cabe señalar que la generación de energía eléctrica es le principal aportador de NOx, aún cuando disminuyó su participación porcentual de 57% en 1994, a 44% en 1996, lo que significa 12 507 ton/año.

En otro aspecto, con el fin de clasificar a las empresas de acuerdo a la magnitud de sus emisiones de NOx e HC, compuestos precursores de los contaminantes fotoquímicos, se presenta la tabla IV.2-5, en la cual se incluyen a 5 255 empresas consideradas en este inventario.

Tabla IV.2-5 Empresas en la ZMVM Según Volumen de Emisiones de NOx y HC

Grupo	Estratos de emisión (ton/año)	No. de empresas	% de empresas respecto al total	Emisión (ton/año)		Total (NOx + HC)	% de emisión respecto al total del sector
				NOx	HC		
A	>1	883	17	26 391	14 809	41 200	92
B	>3	564	11	26 109	14 722	40 831	91
C	>5	469	9	25 594	14 572	40 166	89
D	>10	305	6	24 645	14 298	38 943	87
E	>20	201	4	23 621	13 880	37 501	83
F	>30	148	3	22 877	13 330	36 207	81
G	>60	88	2	21 633	12 068	33 701	75
H	>90	71	1	21 402	11 030	32 432	72
I	>120	55	1	20 806	10 003	30 809	69
J	>150	47	1	20 806	8 821	29 626	66

Fuente: Inventario de Emisiones a la Atmósfera en la Zona Metropolitana del Valle de México, 1996

Número total de empresas de la base de datos, 5 255

Emisión total (NOx + HC) (ton/año) 44 945

Emisiones totales NOx (ton/año) 28 667

Emisiones totales HC (ton/año) 16 279

La tabla IV.2-5 presenta 10 estratos (grupos) de empresas de acuerdo al nivel de emisiones indicando en la segunda columna. El grupo A, está constituido por 883 empresas cuyos niveles individuales de emisión son mayores a 1 tonelada anual; el grupo B, incluye empresas subsecuentes y esta integrado por 564 establecimientos con emisiones mayores a 3 toneladas/año; y así sucesivamente.

Esta forma de organizar la información contenida en la tabla V.2-5, permite observar que las 883 empresas del grupo A representan un volumen de 41, 200 toneladas/año de precursores de ozono (O_3), es decir el 92% de las emisiones totales del sector industrial. Asimismo, y siguiendo con este razonamiento, se puede observar que basta con incluir a las 201 empresas más contaminantes para incluir cerca del 83% de las emisiones totales de NO_x e HC producidos por la industria en su conjunto. Otro tipo de análisis, indica que el punto A representa el 17% de las empresas que generan el 92% de los precursores de O_3 en el sector industrial. El 8% restante, corresponde a las emisiones producidas por el otro 83% de las empresas.

Efectuando el mismo tipo de análisis a las emisiones de PM-10, se observa que las 572 empresas del grupo A, representan un volumen de 4 472 toneladas/año de PM-10, es decir el 78% de las emisiones de PM-10 que emite la industria. Asimismo, y siguiendo con este razonamiento, se observa que basta con incluir a las 122 empresas más contaminantes para abarcar cerca del 65% de las emisiones totales de partículas producidas por la industria en su conjunto.

Finalmente se puede mencionar que 4 683 establecimientos generan el 22% de las emisiones de PM-10, mostrando con ello el sesgo en la contribución de las emisiones del sector. En comparación con la distribución de las emisiones de NO_x + HC, la distribución de PM-10 es menos sesgada, debido a que existe un mayor número de empresas que contribuyen en menor medida a las emisiones de este contaminante; lo anterior se observa en forma general y sintetizada en la tabla IV.2-6

Tabla IV 2-6 Ordenación de Empresas de la ZMVM Según Volumen de Emisiones de PM-10

Grupo	Estratos de emisión (ton/año)	No. de empresas	% de empresas respecto al total	Emisión (ton/año)	% de emisión respecto al total del sector
A	>0.5	572	10.9	4 472	78
B	>1	440	8.3	4 375	77
C	>1.5	347	6.6	4 265	75
D	>2	300	5.7	4 185	73
D	>3	219	4.1	3 989	70
F	>4	185	3.5	3 876	68
G	>5	122	2.3	3 563	63

Fuente: Inventario de Emisiones a la Atmósfera en la Zona Metropolitana del Valle de México, 1996
 Número total de empresas de la base de datos 5 255
 Emisión total (PM-10) (toneladas/año) 5 700

Transporte

La contaminación a la atmósfera originada por la circulación de los vehículos automotores en la ciudad, es hoy un problema complejo, en donde intervienen en su generación aspectos tales como:

- El proceso de combustión, según la tecnología de los vehículos
- El número de vehículos en circulación
- La cantidad y tipo de combustibles utilizados
- La velocidad de circulación
- Las distancias de recorrido al día
- El estado mecánico de los vehículos
- Los tipos de vehículos que integran la flota vehicular
- Los modos de circulación en la ciudad
- La tasa de renovación de la flota vehicular

Otros factores que intervienen en el régimen de las emisiones vehiculares son los económicos, que pueden acelerar o disminuir la renovación del parque, los factores urbanos que permiten una mayor o menor fluidez vial, así como los costos relacionados como la reparación y mantenimiento de los vehículos.

Por ello, los principales contaminantes emitidos por los vehículos automotores en circulación son: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos totales (HCT), óxidos de nitrógeno (NOx), bióxido de azufre (SO₂) y partículas menores a 10 micrómetros (PM-10), los cuales son resultado de los procesos de combustión interna incompleta realizados en los motores, así como de los procesos de evaporación del combustible utilizado. Así, el transporte en la ZMVM está íntimamente ligado al crecimiento urbano, favoreciendo con ello, el incremento del consumo de los diferentes tipos de combustible; en la tabla IV.2-7 se muestra la evolución del consumo de los combustibles vehiculares.

Tabla IV.2-7 Venta Anual de Combustibles Vehiculares en la ZMVM

Combustible Tipo	1994 (m ³)	1995 (m ³)	1996 (m ³)
Gasolina Nova	4 060 513	3 573 819	3 043 770
Gasolina Magna-Sin	2 616 817	2 817 117	3 198 190
Gasolina Premium	0	0	5 020
Diesel-Sin	1 179 543	1 132 529	1 203 900

Fuente: Pemex-Refinación

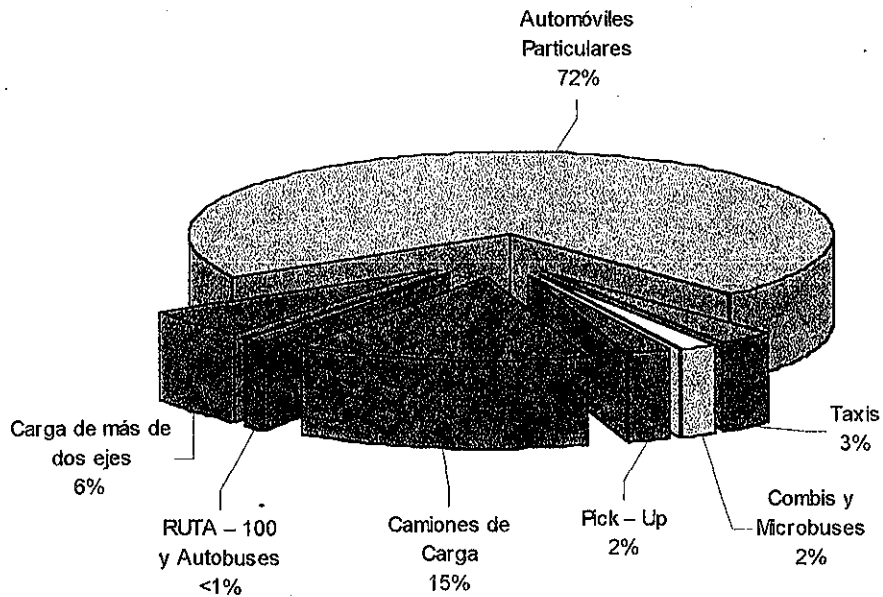
Inventario de Emisiones a la Atmósfera en la Zona Metropolitana del Valle de México, 1996

El número de vehículos considerado en el presente inventario es de 3 157 874 unidades, esta información fue proporcionada por la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI), con el objeto de indicar la distribución por categoría así como el porcentaje de distribución de esta flota vehicular, se presenta la tabla IV.2-8, la cual muestra como esta conformado el número de unidades antes mencionado, así como la gráfica IV.7

Tabla IV.2-8 Distribución del Parque Vehicular en Circulación en 1996

Tipo de Vehículo	Número de Unidades	%
Automóviles Particulares	2 301 445	72
Taxis	91 765	3
Combis y Microbuses	52 158	2
Pick - Up	48 507	2
Camiones de Carga	463 962	15
RUTA - 100	2 794	<1
Autobuses	5 297	<1
Carga de más de dos ejes	191 946	6
Total	3 157 874	100

Fuente: Inventario de Emisiones a la Atmósfera en la Zona Metropolitana del Valle de México, 1996
Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI)



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Gráfica IV.7 Distribución porcentual del parque vehicular en circulación en 1996

RESUMEN CAPITULO IV

En 1989 se realizó un esfuerzo por elaborar un inventario de emisiones para la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), según el cual las fuentes industriales y de servicios participaban con sus emisiones en un 23%, y los vehículos con un 77%. No obstante, a partir de los datos y del contenido de presente capítulo, podemos concluir lo siguiente: En 1995 se elaboró otro inventario de emisiones con información disponible hasta 1994, que desafortunadamente no puede ser comparado con el inventario anterior por no aplicar los mismo supuestos y metodologías de cálculo; con base en el nuevo inventario, el total de emisiones que se estimó fue de 4 009 629 t/año, de las cuales 12.9% corresponden a la industria y servicios, y un 75% al sector transporte.

A partir de estos inventarios se determinó que en la ZMVM, la mayor parte de las emisiones de CO, NOx e HC se generan por el consumo de gasolina y diesel en el sector transporte, mientras que las emisiones de SO₂ se generan por el consumo de combustibles industriales líquidos, generalmente utilizados en la industria y en los establecimientos de servicios. Las emisiones de las partículas menores a 10 micrómetros (PM 10) son generadas por distintas fuentes, destacándose la circulación de vehículos en caminos no pavimentados y el uso de ciertos combustibles como el diesel.

No obstante aún cuando en 1994 se elaboró el segundo inventario de emisiones de la ZMVM, que contempló las 16 demarcaciones del Distrito Federal y los 18 municipios conurbados del Estado de México, contemplándose como parte del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995 – 2000 (PROAIRE); al comparar el inventario de 1994 con respecto al de 1996, observamos que no es posible realizar una comparación entre ambos, debido a que durante la elaboración del inventario de 1994, no se contó con el mismo criterio y la información contiene diferente grado de detalle y desagregación con respecto al de 1996, asimismo, se aplicaron metodologías diferentes; lo anterior trae como consecuencia que no poder establecer con claridad la evolución que ha tenido la ZMVM en materia de calidad del aire, es decir si este ha mejorado, empeorado o se ha mantenido constante, asimismo, no se puede valorar la efectividad de los programas en las distintas administraciones, por ello en el inventario de 1996 se obtuvo los siguientes resultados: 75% de las emisiones totales se le atribuyeron al sector transporte, el 3% a la industria, el 10% a los servicios y el 12% a los suelos y vegetación.

Es importante señalar que a pesar de que son incompatibles los inventarios de 1994 y 1996, se tomaron los datos correspondientes a emisiones a la atmósfera por los sectores industrial y transporte, lo anterior tiene en propósito de relacionar estos datos junto con los datos de consumo de combustibles fósiles para los mismo años y así incorporarlos a la metodología propuesta para el caso de las condiciones de la ZMVM desde el punto de vista energético, ambiental y de confiabilidad de la información disponible. Es decir aún teniendo poca información podemos estimar una externalidad ambiental, lo más apropiado es el contar con información confiable y compatible ello proporcionaría mejores resultados respecto a la estimación y cálculo de externalidades ambientales.

V DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES GEOGRÁFICAS, DEMOGRÁFICAS, SALUD Y ECONÓMICAS EN LA ZMCM

Con el objeto de aplicar una metodología de acuerdo a las condiciones ambientales, energéticas y económicas de la ZMVM que permita estimar los costos ambientales de manera más representativa de la citada zona, el presente capítulo contiene información referente a condiciones demográficas, salud y económicas, lo anterior es con el propósito de integrar en una metodología propuesta, condiciones económicas con condiciones energéticas y así establecer desde el punto de vista económico los costos ambientales hacia la población originados por la contaminación atmosférica. Cabe señalar que los capítulos anteriores se presenta información energética y ambiental, sin embargo para aplicar adecuadamente la metodología propuesta, se requiere información económica. Una vez contando con toda la información en sus tres aspectos, se procederá a describir y estimar, los costos ambientales.

V.1 GENERALIDADES DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

El Distrito Federal se localiza en la parte centro sur de la República Mexicana, fisiográficamente se conoce como el altiplano de México. La superficie total de la entidad es de 1 547 km², y representa el 0,1% de la superficie del país (INEGI Anuario Estadístico de la Ciudad de México, 1999). La división político-administrativa del D.F., lo divide en 16 delegaciones, las cuales son: Azcapotzalco, Coyoacan, Cuajimalpa de Morelos, Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Álvaro Obregón, Tláhuac, Tlalpan, Xochimilco, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, y Venustiano Carranza; la figura V.1, indica la división política de la Ciudad de México, así como sus municipios conurbados.

En lo que corresponde al uso del suelo y vegetación en el D.F. se tiene que el 13.20% de la superficie esta destinada a la agricultura, el 5% a pastizal, 19.01% a bosque y el 62.39 a otros.

El clima en el D.F. presenta de cuatro variaciones o subtipos las cuales abarcan diferentes porcentajes de la superficie los cuales: 57 % es de Templado subhúmedo con lluvias en verano, 23% es Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano, 10% presenta un clima Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano y el 10% restante es Semiseco Templado. Las temperaturas medias anual presentes en la zona oscilan entre 10°C a 18°C con precipitaciones pluvial anuales de 600 a 1200 mm.

El Distrito Federal cuenta con cuatro accesos principales vía terrestre, siendo: por el Oeste (Edo. México), a través de las carreteras Naucalpan - Cuajimalpa de Morelos, Toluca - Cuajimalpa, y Toluca - Cto. Ajusco. Por el Sur (Edo de Morelos), por la carretera Cuernavaca - Topilejo y carretera Oaxtepec - Milpa Alta. Al Este (Edo. México) por la carretera Chalco - Tláhuac, C. Ermita Iztapalapa e Ignacio Zaragoza y Texcoco a Oceanía. Por el norte de Pachuca a Insurgentes y Periférico.

ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MEXICO

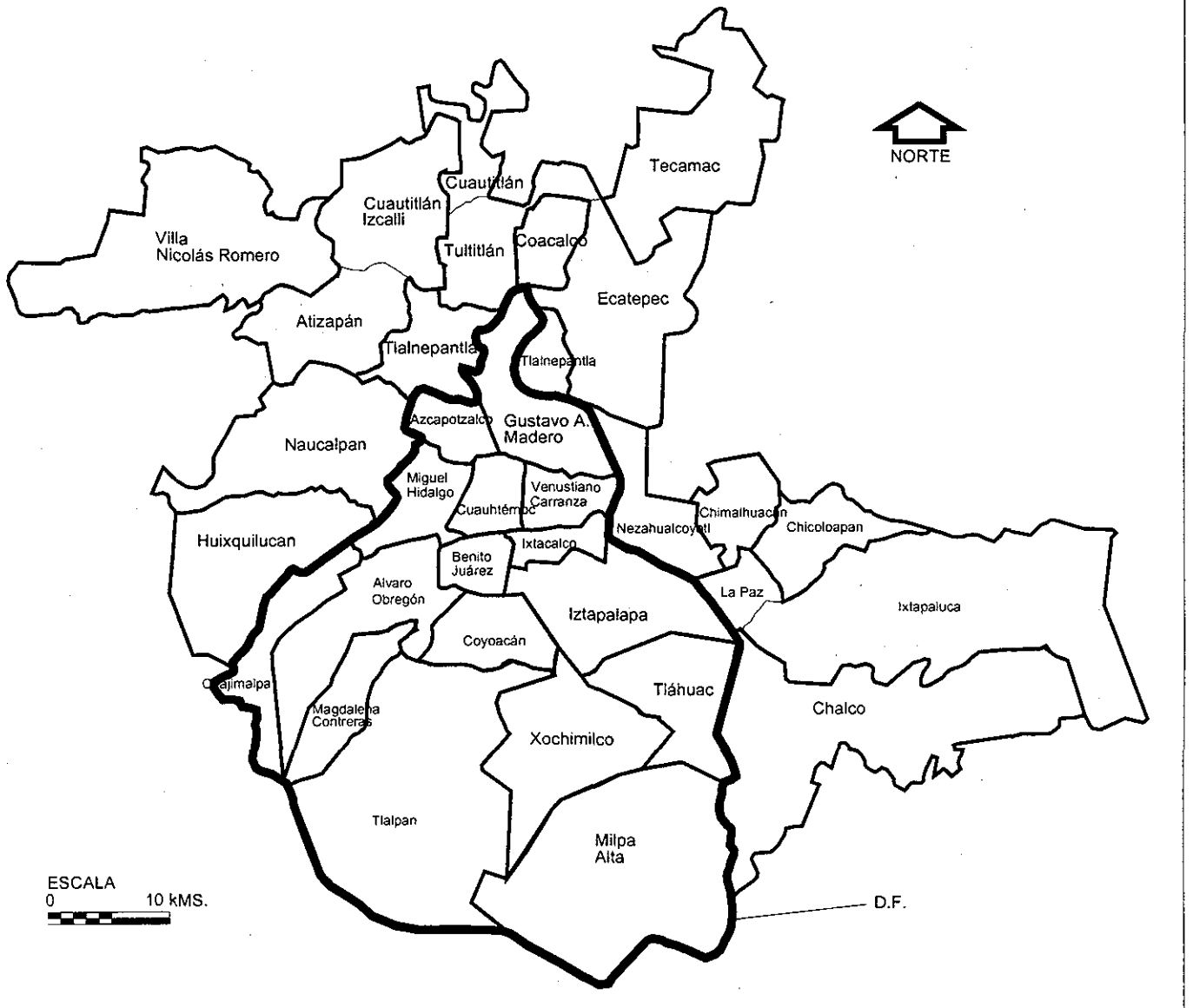


Figura V.1 División Política de la Ciudad de México y sus Municipios Conurbados

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

V.2 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA, DEMOGRÁFICA Y SALUD

Ubicación geográfica.

El D.F. geográficamente se encuentra entre los paralelos 19° 26' 33" de latitud norte y 19° 03' de latitud sur 00" los meridianos 98° 57' de longitud este y 99°22' de longitud oeste, colindando al norte este y oeste con el Estado de México; y al sur con el estado de Morelos; se encuentra rodeado por una cadena montañosa entre las que destacan la Sierra de Pachuca y Chichucuatlán (Sierra Madre Oriental), la Sierra Nevada, el Ajusto las Sierras de Monte Alto y Monte Bajo y la Sierra de Toitaluca. Dentro del valle de México existen nueve zonas con elevaciones principales de las cuales la de mayor latitud es el Cerro La Cruz del Marqués, (Ajusco) con 3930 metros sobre nivel del mar (msnm) y la de menor latitud les El cerro de Chapultepec con 2280 mnsn.

Por lo antes descrito, la ZMCM es un valle limitado por montañas lo que hace que la región sea sensible a la contaminación atmosférica, los cuales no le permiten una fluida dispersión de los contaminantes, aunado a las condiciones de urbanidad, y a la alta densidad demográfica que existe en la región.

Asimismo, la ZMCM es afectada la mayor parte del año por sistemas anticiclónicos tropicales, lo que provoca estabilidad atmosférica y consecuentemente repercute en la calidad del aire. En temporada de estiaje, el problema en la calidad del aire se agudiza con la presencia de sistemas de alta presión a nivel de la superficie que desplazan el aire frío ocasionando la formación de inversiones térmicas. Esta situación y considerando la altitud de valle de México de 2240 msnm, propician que los procesos de combustión interna sean deficientes generándose una mayor cantidad de contaminantes; asimismo, su latitud a 19° 26' norte ocasiona que la radiación solar sea intensa todo el año activando la formación de smog fotoquímico.

Demografía y Tendencias de Crecimiento

De acuerdo al censo de INEGI en 1995, la población total en el Distrito Federal es de 8 489 007 habitantes indicando que la densidad de población es de 5 487 hab/km². Los ciudadanos que componen el D.F. se dividen en 4 075 902 corresponden a hombres y 4 413 105 a mujeres.

De las 16 delegaciones en las que se divide el D.F., la de mayor población es la de Iztapala con un total de 1 696 609 habitantes lo cual representa un 20 % de la población total del D.F. y la de menor población es la de Miipa Alta con 81 102 habitantes lo cual representa 4% de la población total del D.F.

La tasa de crecimiento por un periodo de cinco, es de 3%. El crecimiento de la población para el año 2005 se estima será de 263 810 habitantes lo cual representara un total de 8 954 487 habitantes, la tabla V.2-1 muestra el crecimiento poblacional que se han registrado en la ZMCM con relación a la superficie que este representa durante 5 años.

Tabla V.2-1 Indicadores Poblacionales y Territoriales en la ZMCM, 1990-1995

Delegación	Población				Superficie		Densidad Poblacional (hab/Km ²)	
	1990 (Hab.)	1990 (%)	1995 (Hab.)	1995 (%)	Km ²	%	1990	1995
Alvaro Obregón	642 753	7.8	676 930	8.0	77.2	5.2	8 326	8769
Azcapotzalco	474 688	5.8	455 131	5.4	33.3	2.2	14 255	13 668
Benito Juárez	407 811	5.0	369 956	4.4	26.6	1.8	15 331	13 908
Coyoacán	640 066	7.8	653 489	7.7	53.9	3.6	11 875	12 124
Cuajimalpa de M.	119 669	1.5	136 873	1.6	80.9	5.4	1 479	1 692
Cuauhtemoc	595 960	7.2	540 382	6.4	32.4	2.2	18 394	16 678
Gustavo A. Madero	1 268 068	15.4	1 256 913	14.8	86.6	5.8	14 643	14 514
Iztacalco	448 322	5.4	418 982	4.9	22.9	1.5	19 577	18 296
Iztapalapa	1 490 499	18.1	1 696 609	20.0	115.1	7.7	12 950	14 740
M. Contreras	195 041	2.4	211 898	2.5	75.4	5.1	2 587	2 810
Miguel Hidalgo	406 868	4.9	364 398	4.3	46.4	3.1	8 769	7 853
Milpa Alta	63 654	0.8	81 102	1.0	283.7	19.0	224	286
Tlahuac	206 700	2.5	255 891	3.0	91.8	6.2	2 252	2 787
Tlalpan	484 866	5.9	552 516	6.5	305.0	20.5	1 590	1 812
Venustiano C.	519 628	6.3	485 623	5.7	33.4	2.2	15 558	14 540
Xichimilco	271 151	3.3	332 314	3.9	125.2	8.4	2 166	2 654
Total	8 235 744	56.5	8 489 007	52.8	1 489.8	42	5 528	5 698

Fuente: INEGI, XI Censo General de Población y Vivienda 1990, México 1991, Censo de Población y Vivienda 1995, México, 1996

Finalmente, en lo que respecta al total de población global que existe en la ZMCM considerando los últimos 5 años, se presenta en la tabla V.2-2

Tabla V.2-2 Población en la ZMCM, volumen y composición

Año	Mujeres	Hombres	Total
1970	3 555 127	3 319 038	6 874 165
1990	4 295 833	3 939 911	8 235 744
1992	4 401 343	3 875 002	8 276 345
1995	4 413 105	4 075 902	8 489 007
1996	4 419 914	4 080 003	8 499 917
1998	4 444 004	4 093 776	8 537 780

Fuente: Consejo Nacional de Población Situación Demográfica del Distrito Federal, 1996
 Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística IX Censo General de Población, 1970, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica, 1992. Censo de Población y Vivienda, 1995 XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.

Salud y vivienda

Los perfiles epidemiológicos y demográficos del D.F. presentados por la Secretaría de Salud (SS), el D.F y presentados en la tabla V.2-3 indican la existencia de dos escenarios que se presentan simultáneamente con mayor o menor intensidad, magnitud y frecuencia, dependiendo del nivel socioeconómico de la población y grado de urbanización de cada delegación: uno caracterizado por las enfermedades infecciosas propias de la pobreza (diarréicas, respiratorias) y el otro dominado por los padecimientos crónico-degenerativos (enfermedades del corazón, tumores malignos, diabetes mellitus,) asociados con la industrialización y el deterioro ambiental y social.

Tabla V.2-3 Principales Casos de Enfermedades en el Distrito Federal 1997-2000

Enfermedades	Casos 1997		Casos 1998		Casos 1999	
	Total	Tasa ⁽¹⁾	Total	Tasa ⁽¹⁾	Total	Tasa ⁽¹⁾
Infecciones respiratorias agudas	2 147 505	24 686.1	2 906 790	33 285.7	1 780 710	20 315.5
Infecciones intestinales	357 826	4 113.3	591 478	6 773.0	332 205	3 790.0
Otras helmintiasis	52 484	603.3	75 927	869.4	36 364	414.9
Amibiasis	48 486	557.4	71 155	814.8	41 601	474.6
Hipertención arterial	41 730	479.7	60 076	687.9	38 827	443.0
Varicela	32 243	370.6	38 687	443.0	19 328	220.5
Otitis media aguda	32 706	376.0	44 323	507.5	33 572	383.0
Infecciones intestinales por protozoarios	42 630	490.0	28 315	324.2	12 073	137.7
Diabetes mellitus	27 824	319.8	40 102	459.2	27 780	316.9
Asma	14 148	162.6	21 439	245.5	15 057	171.8
Neumonias y bronco neumonias	11 411	131.2	15 201	174.1	8 273	94.4

Fuente: Secretaría de Salud (SS), Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, Boletín No. 52, 2000

(1) tasa por 1 000 habitantes.

Envejecimiento de la población, como consecuencia de la disminución de las tasas de crecimiento de la población, de natalidad y de mortalidad y el incremento de la esperanza de vida, que genera demanda de servicios más especializados y costosos. Incremento de lesiones por accidentes y violencias que en 1996 provocaron más del 10 % de las muertes ocurridas en el D.F. Incremento de la incidencia de enfermedades emergentes y re-emergentes. Abuso del alcohol y la adicción a las drogas. Asentamientos irregulares en la periferia de la Ciudad de México que trae como resultado la falta parcial o total de servicios públicos, multiplicando el impacto de los factores que inciden en la salud.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En lo que corresponde a las condiciones de vivienda de los habitantes de la Ciudad de México en la tabla V.2-4 muestra que de las 16 demarcaciones políticas que integra la Ciudad de México, todas presentan un índice mayor al 96% promedio en lo que corresponde a servicio de agua entubada asimismo se observa que del total de viviendas, el 97.5% cuenta con servicio de energía eléctrica, sin embargo existen delegaciones políticas como son Milpa Alta y Tlalpan que presentan rezagos en lo que corresponde a disponibilidad de agua entubada.

Tabla V.2-4 Indicadores Básicos de Vivienda en la ZMCM, 1995

Delegación	Servicio de Agua Entubada (%)	Servicio de Energía Eléctrica (%)
Alvaro Obregón	98.8	98.7
Azcapotzalco	99.4	99.1
Benito Juárez	99.4	99.2
Coyoacán	99.5	99.2
Cuajimalpa de M.	96.9	97.3
Cuauhtemoc	99.2	98.8
Gustavo A. Madero	98.9	98.8
Iztacalco	99.7	99.1
Iztapalapa	97.3	95.7
M. Contreras	97.0	98.0
Miguel Hidalgo	99.4	98.6
Milpa Alta	87.6	90.0
Tlahuac	97.3	94.6
Tlalpan	87.8	94.6
Venustiano C.	99.6	99.1
Xichimilco	91.0	87.5
Total promedio	97.6	97.5

Fuente: INEGI, Censo Nacional de Vivienda, 1995

V.3 DESCRIPCIÓN ECONÓMICA

Condiciones Generales

En los últimos años, poco más del 50% de la fuerza laboral se concentraba principalmente en actividades primarias. Al finalizar el siglo, la estructura se invirtió y más de la mitad de la fuerza laboral se concentró en actividades terciarias.

Actualmente, la actividad económica del país, se concentra en las tres grandes metrópolis más pobladas; La Ciudad de México (47% de las unidades económicas y 49% del personal ocupado), Guadalajara (8.6% de unidades y 8.7% de personal ocupado) y la Ciudad de Monterrey. (7.5% y 10% respectivamente)

En estas tres metrópolis se concentra el 60% de los establecimientos manufactureros y en las correspondientes entidades federativas se generó durante 1996, el 46.1% del Producto Interno Bruto Total.

Producto Interno Bruto (PIB)

En 1996, la ZMVM produjo 398.4 millones de pesos a precios de 1993, de los cuales, el 68.7% correspondió al DF y el 31.3% correspondió a los 18 municipios conurbados. Cabe señalar que para el caso del DF no se dispone de cifras correspondientes a cada delegación, por ello, la tabla V.3-1 muestra el PIB generado por el DF y hace una referencia con el PIB nacional.

Tabla V.3-1 Producto Interno Bruto y su Tasa de Crecimiento: Nacional, del Distrito Federal y del Estado de México 1993-1998

Producto Interno Bruto (Millones de pesos de 1993)	Nacional	Distrito Federal	Estado de México
1993	1 155 132	276 462	119 494
1994	1 206 135	286 463	124 417
1995	1 131 753	261 890	114 127
1996	1 190 076	273 422	123 556
1997	1 270 744	292 322	134 479
1998	1 333 637	300 980	141 507
Tasa de crecimiento (%)			
1994/1993	4.4	3.6	4.1
1995/1994	(-6.2)	(-8.6)	(-8.3)
1996/1995	5.2	4.4	8.3
1997/1996	6.8	6.9	8.8
1998/1997	4.9	3.0	5.2

Fuente: Tercer Informe de Gobierno del Distrito Federal, 2000

Elaborado con base en datos de INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México, Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 1993-1998

Con el objeto de poder identificar cuales son los sectores más productivos dentro del D.F, se presenta la tabla V.3-2, la cual muestra el PIB por sector participante y hace una comparación de la participación de cada una de los sectores considerados con respecto a su participación a nivel nacional.

Tabla V.3-2 Distrito Federal: Producto Interno Bruto por Gran División 1993 - 1998

	Millones de pesos de 1993		Participación por gran división con respecto al PIB del DF		Participación por gran división con respecto al PIB Nacional	
	1993	1998	1993	1998	1993	1998
Agricultura, silvicultura y pesca	387	429	0.1	0.1	0.5	0.5
Minería	342	220	0.1	0.1	2.1	1.2
Industria manufacturera	47 651	58 444	17.2	19.4	21.7	20.5
Construcción	14 807	11 201	5.4	3.7	26.7	19.5
Electricidad	1 460	1 368	0.5	0.5	8.0	6.2
Comercio y restaurantes y hoteles	61 859	65 260	22.4	21.7	24.6	23.5
Transporte y comunicaciones	28 573	35 245	10.3	11.7	26.6	25.1
Servicios financieros, Seguros Bienes Inmuebles	48 648	56 709	17.6	18.8	26.6	27.0
Servicios comunales, sociales personales	89 255	92 726	32.3	30.8	33.8	33.1
Servicios bancarios imputados ⁽¹⁾	-16 521	-20 623	-6.0	-6.9	49.0	55.7
Total	276 462	300 980	100.0	100.0	23.9	22.6

Fuente: Tercer Informe de Gobierno del Distrito Federal, 2000.

Elaborado con base en datos de INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México, Producto Interno Bruto por Entidad Federativa 1993-1998

Como se observa en la tabla anterior, el sector transporte y el sector industrial en 1998 contribuyeron al PIB del DF en un 11.7% y 19.4% respectivamente, lo que hace que en conjunto representen un 31.1%, con respecto al total, esto implica que se tiene una generación de bienes y servicios en la Ciudad de México de gran importancia por estos dos sectores.

Ingreso Per Cápita y Desempleo

Un análisis del ingreso per cápita a nivel agregado indica que en la ZMCM, se percibió en 1995 un total de 30.8 mil pesos por habitante, y para 1998, la el ingresó per cápita registro 35.2 miles de pesos por habitante.

Finalmente en lo que respecta a indicadores sobre empleo y desempleo en la ZMCM, la tabla V.3-3 se muestra el comportamiento que ha tenido este aspecto en los últimos 3 años; de ello, se puede deducir que durante el primer trimestre de 1997 al primer trimestre de 1999, la tasa de desempleo paso de 4.8% a 3.7%, y para fines de 1999, este índice se ubico en 2.8%

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla V.3-3 Indicadores trimestrales en el Distrito Federal de empleo y desempleo 1997-2000 (porcentajes)

	1997				1998				1999			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Población de 12 años y más ⁽¹⁾	77.2	76.7	77.2	77.2	77.3	77.2	77.7	77.8	78.3	78.1	78.3	78.1
Población económicamente activa ⁽²⁾	54.5	55.2	55.5	55.6	55.6	56.1	56.5	55.2	54.6	54.6	55.0	56.0
Tasa de desempleo abierto ⁽³⁾	4.8	5.0	4.5	4.4	4.4	4.1	3.8	3.7	3.7	3.3	2.9	2.8

Fuente: Tercer Informe de Gobierno del Distrito Federal, 2000

Elaborado con base en datos de INEGI, Indicadores de Empleo y Desempleo; junio 2000

(1) Porcentaje con respecto a la población total

(2) Porcentajes con respecto a la población de 12 años y más

(3) SE define como el cociente entre la población desempleada y la población económicamente activa por 100

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESUMEN CAPITULO V

El Distrito Federal se localiza en la parte centro sur de la República Mexicana, la superficie total de la entidad es de 1 547 km², y representa el 0,1% de la superficie del país; la división político-administrativa del D.F., lo divide en 16 delegaciones, así como sus 16 municipios conurbados. En lo que corresponde al uso del suelo y vegetación en el D.F. se tiene que el 13.20% de la superficie esta destinada a la agricultura, el 5% a pastizal, 19.01% a bosque y el 62.39% a otros. Dentro del valle de México existen nueve zonas con elevaciones principales de las cuales la de mayor latitud es el Cerro La Cruz del Marquez, (Ajusco) con 3930 msnm y la de menor latitud es El cerro de Chapultepec con 2280 msnm. Por ello, la ZMCM es un valle limitado por montañas lo que hace que la región sea sensible a la contaminación atmosférica, los cuales no permite una fluida dispersión de los contaminantes, aunado a las condiciones de urbanidad, y a la alta densidad demográfica que existe en la región.

De acuerdo al censo de INEGI en 1995, la población total en el Distrito Federal es de 8 489 007 habitantes indicando que la densidad de población es de 5 487 hab/km². De las 16 delegaciones en las que se divide el D.F., la de mayor población es la de Iztapala con un total de 1 696 609 habitantes lo cual representa un 20 % de la población total del D.F. y la de menor población es la de Milpa Alta con 81 102 habitantes lo cual representa 4% de la población total del D.F; la tasa de crecimiento por un periodo de cinco, es de 3%. El crecimiento de la población para el año 2005 se estima será de 263 810 habitantes lo cual representara un total de 8 954 487 habitantes.

Los perfiles epidemiológicos y demográficos del D.F. presentados por la Secretaría de Salud (SS), indican la existencia de dos escenarios que se presentan simultáneamente con mayor o menor intensidad, magnitud y frecuencia, dependiendo del nivel socioeconómico de la población y grado de urbanización de cada delegación: uno caracterizado por las enfermedades infecciosas propias de la pobreza (diarréicas, respiratorias) y el otro dominado por los padecimientos crónico-degenerativos (enfermedades del corazón, tumores malignos, diabetes mellitus,) asociados con la industrialización y el deterioro ambiental y social.

La Ciudad de México contiene 47% de las unidades económicas y 49% del personal ocupado. En 1996, la ZMVM produjo 396 978 millones de pesos a precios de 1993, de los cuales, el 68.7% correspondió al DF y el 31.3% correspondió a los 18 municipios conurbados. Para 1998, la ZMVM produjo 442 487 millones de pesos a precios de 1993, de los cuales 68.0% corresponde al D.F. y el 32% restante a los municipios conurbados.

Los datos económicos, demográficos y sociales antes mencionados corresponden a los años 1996 – 1998, este periodo es considerado dado que los datos tanto energéticos como ambientales corresponden a esos años, lo anterior permitirá estimar costos ambientales a partir de la metodología propuesta para el calculo de Externalidades ambientales, así la finalidad del presente capitulo es conocer aspectos económicos y sociales de la ZMCM. Una vez contando con datos energéticos, ambientales y económicos, se procederá a conocer cuales son los métodos más recomendables para estimar Externalidades asimismo el diferenciar ventajas y ventajas de cada uno de ellos. Por lo tanto , el siguiente capitulo describe el concepto y marco teórico de externalidades así como los datos que se requieren para realizar un estimado delas mismas.

VI DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL CALCULO DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES

El contenido del presente capítulo, indica la evolución del concepto de externalidad considerando aspectos ambientales y económicos, posteriormente se hace mención a las bases teóricas desde el punto de vista económico y así establecer la relación entre economía y ambiente, lo anterior permite indicar los diferentes métodos que existen para estimar externalidades ambientales. No obstante, los métodos que se presentan para calcular externalidades ambientales, parten del hecho que se cuenta con bases de datos con información suficiente desde el punto de vista energético, ambiental y económico en los procesos o sectores productivos como son el transporte y el industrial, lo anterior conlleva a que los citados métodos sean adaptados en el siguiente capítulo para las condiciones económicas, ambientales y principalmente de la información disponible sobre la ZMVM; y así alcanzar los fines que pretende la presente investigación. Cabe señalar que aún cuando el concepto de externalidad se ha establecido a principios de los años 70's, para esta investigación se define a la externalidad como *Todos los costos o beneficios que recaen sobre la sociedad y el ambiente como consecuencia de una actividad económica que no están introducidas en la estructura del precio del producto que los ocasiona.*

VI.1 ANTECEDENTES, CONCEPTO Y MARCO TEÓRICO DE EXTERNALIDADES

Antecedentes

Cuando se intenta valorar bienes que se compran y venden en mercados competitivos, los economistas tiene una forma rápida y sencilla de calcular su valor; El precio de los bienes sirve como indicador de su valor, ejemplo de ellos es: si una persona, presenta una restricción económica a la que debe de hacer frente y, decide no adquirir un determinado bien o servicio a un precio "x" dado, ello refleja implícitamente que no valora en ese momento el bien en tal cantidad; Es decir, está indicando que prefiere dedicar una cantidad determinada "x" a otros bienes diferentes y por lo tanto está, indicando sus prioridades. Si por el contrario decide adquirir ese bien, está considerando que el valor que esa persona da a ese bien es como mínimo a su precio. El valor que excede al precio del bien se conoce como el excedente del consumidor. Ahora bien, la situación es más complicada cuando se intenta valorar bienes que no tienen mercado. Por ejemplo, la calidad del aire que se respira es una zona. En este caso no es posible observar ningún precio que permita determinar la diferencia en el valor entre un aire limpio y otro en presencia de contaminantes. Lo mismo sucede con la valoración que puede tener una reserva ecológica, reserva de la biosfera, o en el caso que nos ocupa, la contaminación atmosférica en la ZMCM, lo anterior nos conduce a estimar el valor económico por reducir un volumen significativo de emisiones contaminantes a la atmósfera.

Al carecer de un mercado asociado a estos bienes, existen problemas para determinar directamente su valor, sin embargo para entender los orígenes de esta teoría y antes de establecer, definiciones, criterios, y métodos, es conveniente mencionar los aspectos históricos de este concepto.

El mercado de precios sobre los recursos naturales, no es un valor que comúnmente es conocido y manejado adecuadamente por los economistas, en algunos casos, el precio es solo una aproximación de los costos sociales; para el caso de recursos naturales como son el petróleo, el gas natural, el carbón, los minerales entre otros, los precios del mercado generalmente no reflejan el valor total cuando existe escasez de estos recursos, esto sucede, cuando se presenta una discrepancia o ineficiencia entre el costo privado/beneficio y el costo social/beneficio.

Por ello, las externalidades generalmente están relacionadas con impactos ambientales e impacto socio-económicos, derivados de los procesos de combustión por combustibles fósiles y de los procesos de generación de energía eléctrica, así las externalidades son costos reales, siendo estos de gran importancia dentro de un proceso productivo.

El concepto de externalidad fue establecido dentro de la teoría del bienestar económico a mediados del siglo XVIII, Adam Smith (1776) mencionó que no es necesario la intervención del estado en la economía en especial en ciertas áreas, recomendó la política de "laissez faire" (dejar hacer, dejar pasar), establece que el trabajo es la medida real del valor de cambio de toda clase de bienes o mercancías, es decir, el valor de cambio de una mercancía será igual a la cantidad de trabajo que con ella se puede comprar.

Pigou, en 1946 propone otra razón para la no intervención del Estado en la economía, indica que una externalidad existe cuando la acción de un agente económico influye sobre la utilidad o bien sobre la producción de otro y no existen mecanismos de compensación; es conveniente indicar, que los problemas asociados con las externalidades, se deben a que las externalidades generadas incorporar sus propios costos y beneficios en estimaciones y no consideran los costos o beneficios incidentales por otros, por lo tanto, el gobierno al intervenir, trata de corregir esta situación económica y mediante la imposición de impuestos o subsidios puede inducir a generar una externalidad limitando así el crecimiento de un actividad en particular.

Posteriormente, Coase, en 1960, considera que la existencia de la externalidad, es suficiente para que el Estado no intervenga en aspectos económicos que originan una externalidad en particular. Lo anterior, da origen a la teoría sobre Economía Ambiental, la cual indica que las actividades económicas que generan costos ambientales, deben de estar considerados por el generador. Por lo tanto, si el mecanismo de precios no es corregido por la existencia de externalidades, el mercado no estará en condiciones de proporcionar un trabajo óptimo y por ende los recursos no reflejarán adecuadamente los precios.

Actualmente, (Stewart and Ghani, en 1992) menciona que dadas las condiciones económicas y comerciales que existen a nivel mundial, las externalidades pueden tener repercusiones locales, nacionales o regionales, esto se presenta cuando la función de consumo de un consumidor o la función productiva de un producto se ve afectada no sólo por sus actividades económicas, sino también por las de otros agentes, de ahí que existan múltiples combinaciones entre productores y consumidores.

Finalmente, la dinámica de las externalidades obliga a constantes ajustes, esto conlleva a la participación del Estado, así su intervención se vuelve necesaria cuando el mercado no funciona adecuadamente, es decir, cuando las fallas del mercado que están ocultas quedan al descubierto, adquiriendo importancia y afectan al ambiente. Por tal razón, el rol del Estado consiste en adoptar medidas o políticas complementarias para reducir los efectos negativos hacia la sociedad y al ambiente.

Concepto de Externalidades

Externalidad es un termino general que aplica sobre una gran variedad de costos y beneficios, los cuales no están incluidos en los precios, por ello, el concepto de externalidad puede ser considerado dentro de las primeras teorías económicas, no obstante el análisis de externalidades se inicia con Sidgwick (1901), Marshall (1922) y en especial Pigou (1946).

James Meade (1973) establece la siguiente definición sobre externalidades:

“Una externalidad económica, es un evento el cual confiere a un beneficio o costo apreciable sobre algunas personas, quienes no tienen control sobre las decisiones que condujeron directamente o indirectamente sobre el evento en cuestión.”

Baumol y Oates (1988) incursionaron sobre política ambiental y establecieron el siguiente concepto:

“Una externalidad se presenta cuando en algunos individuos, las relaciones entre producción y utilidad incluye variables reales, cuyos valores son determinados por otros, sin atender el efecto particular sobre el bienestar”.

A partir de las definiciones antes mencionadas, para el alcance y objetivo de esta investigación, consideraremos el siguiente concepto de externalidad:

“Se entiende por externalidad a todos los costos o beneficios que recaen sobre la sociedad y el ambiente como consecuencia de una actividad económica que no están introducidas en la estructura del precio del producto que los ocasiona”.

Así, los costos externos o externalidades, son los costos que no repercuten en los costos y/o beneficios de una industria, teniendo en cuenta solamente el costo de producción, costo de mantenimiento, costo por operación entre otros, pero si suponen un costo para la sociedad, estos efectos se concentran hacia el ambiente y hacia aspectos socio-económicos.

Por lo anterior, podemos considerar que las externalidades son un subconjunto de fenómenos que ocasionan cambios en el costo, esto origina que existan externalidades negativas y positivas. Una externalidad negativa se presenta, durante la producción o consumo de energía, los servicios de esta energía, originan perdidas sobre el bienestar de terceros, o bien cuando las perdida no son compensadas por el mercado. Finalmente, una externalidad es positiva cuando las partes que se encuentran involucradas de manera indirecta obtienen un bienestar y el costo por este bienestar no es adquirido por el generador, es decir el generador considera este costo como parte de sus operaciones.

Cuando se presentan externalidades, la asignación de los recursos desde el punto de vista económico generalmente es ineficiente, por ello, la economía no requiere de ser calificada como eficiente al eliminar las externalidades, el objetivo del concepto de eficiencia requiere en primera instancia de corroborar los daños derivados de la producción de bienes y el identificar el máximo beneficio o bienestar hacia la sociedad o al medio.

Marco Teórico de las Externalidades

El marco teórico sobre externalidades, se da a partir de dos perspectivas:

- A) Quienes generan la externalidad (contaminación al ambiente)
- B) Quienes son afectados por sus efectos (sociedad);

Con el objeto de entender este concepto se tiene que tomar en cuenta que por un lado los productores incrementan al máximo sus beneficios, que es la diferencia entre sus rentas (precio-cantidad) y sus costos (cantidad producida – contaminación emitida), lo anterior se presenta en la siguiente formula:

$$\text{Precio Máximo (p) x Q – C x (Q, P}_0\text{),}$$

Donde:

- P: Precio del bien
- Q: Cantidad de bienes producidos
- C: Costos de producción
- Po: Volumen de contaminantes

Para la optimización del problema se requiere de establecer dos condiciones

$$P = \frac{\partial C(Q, P_0)}{\partial Q} \quad 0 = \frac{\partial C(Q, P_0)}{\partial P_0}$$

Lo anterior, indica que los productores incrementan al máximo sus beneficios igualandolos con los costos marginales de sustitución del precio, y la segunda condición establece la igualdad de los costos marginales por emisión de contaminantes es igual a cero, asimismo, el costo de producción es independiente de los niveles de contaminación, por lo tanto, se tiene que:

$$\left(\frac{P = \partial C(Q, P_0)}{\partial Q} \right) \quad \left(\frac{0 = \partial C(Q, P)}{\partial P_0} \right)$$

En otro aspecto, los consumidores aumentan al máximo su función utilidad dependiendo de la canasta básica (X_n) y del nivel de contaminantes emitidos, lo anterior se puede presentar en la siguiente expresión:

$$\text{Max. Uc (X}_1\text{, X}_2\text{,P}_0\text{)}$$

$$\Sigma X_i \times P_i \leq B$$

Donde la primera condición del problema indica que:

$$U_c^i = \left(\frac{\partial U_c(X_1, X_2, \dots, P_0)}{\partial X_1} \right) = \mu * P_i$$

Donde:

U_c : Es la función utilidad por unidad

X_i : Son los bienes económicos

B : Es el presupuesto por unidad

μ : Es el coeficiente de Lagrange

La anterior ecuación indica que el consumo es igual a la relación marginal de sustitución entre un par de bienes y la relación que existe entre ellos, asimismo, estos bienes son afectados negativamente por el nivel de contaminación, lo que conlleva que al estar presente la variable de contaminación, los productores no podrán incrementar su utilidad.

VI. 2 ECONOMÍA AMBIENTAL Y LA INTERNALIZACIÓN DE EXTERNALIDADES

Como se ha indicado anteriormente, el realizar un análisis sobre la internalización monetaria de las externalidades, representa considerar variables económicas y ambientales sobre la producción de un bien o la generación de un servicio, por ello, con el propósito de explicar esta relación se presenta el siguiente ejemplo:

Una empresa eléctrica tiene costos marginales que suponemos crecientes, esto es el incremento de los costos totales es cada vez más alto (al aumentar la producción se debe pagar horas extra a los trabajadores); si representamos esta situación en forma gráfica, está estaría conformada sobre el eje de las abscisas la producción de Kw-h así como la emisión de contaminantes a la atmósfera (CO, NOx, u otros); y sobre el eje de las ordenadas se indica el precio y los costos marginales; véase figura VI.2-1. Bajo estas circunstancias, la cantidad de producción que reporta la máxima ganancia (sin contar los costos ambientales o sociales), es aquella en la que se cruzan el costo marginal y el ingreso marginal (es decir, el incrementos de ingreso total al vender una unidad más de producción, esto es, el precio del Kw-h). Traduciendo este resultado en la figura VI.2-2, se tiene una línea de ganancias marginales que se hace igual a cero en el punto de máxima ganancia, OA. Ahora bien, esta empresa produce también emisiones de CO y NOx, es decir, produce "externalidades" que se traducen como impacto ambiental no medidos en el mercado, lo anterior se complementa si se observa a la figura VII.2-2, en la cual se tiene una línea que representa el costo externo marginal, es decir representa en unidades monetarias el deterioro ambiental actual y futuro causado por el CO y NOx. Este deterioro es valorado en dinero, con valores actualizados en el caso que los daños se extiendan a varias generaciones.

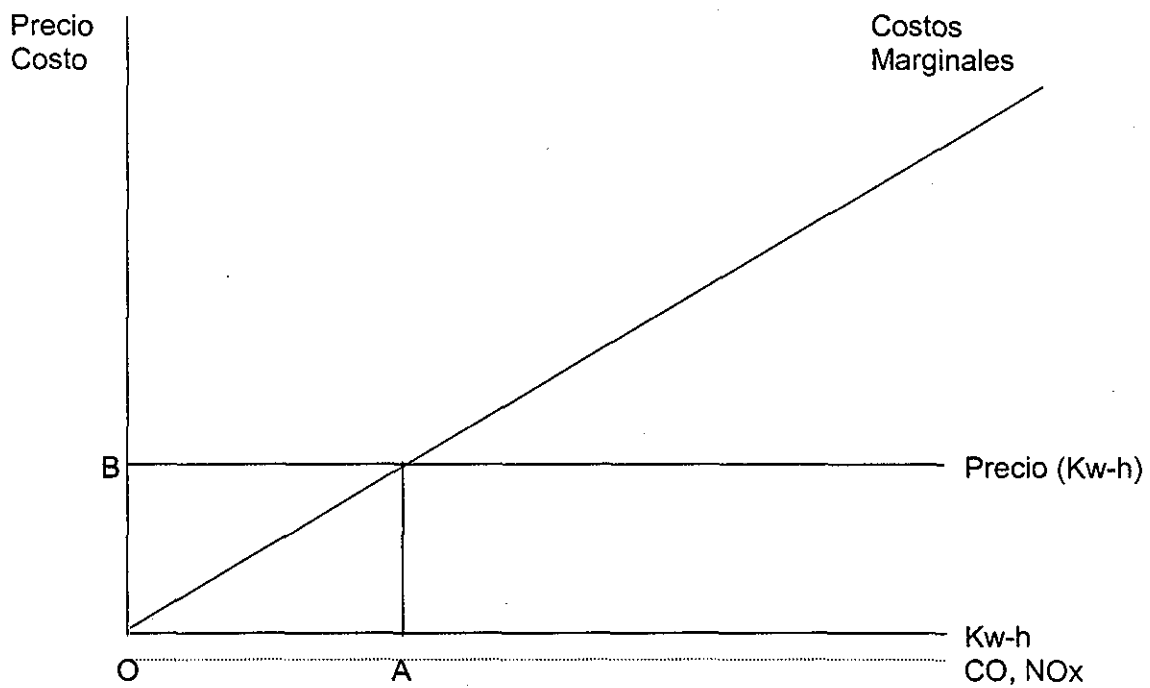


Figura VI.2-1 Generación de Kw-h y emisiones de CO, NOx, y precio del Kw-h

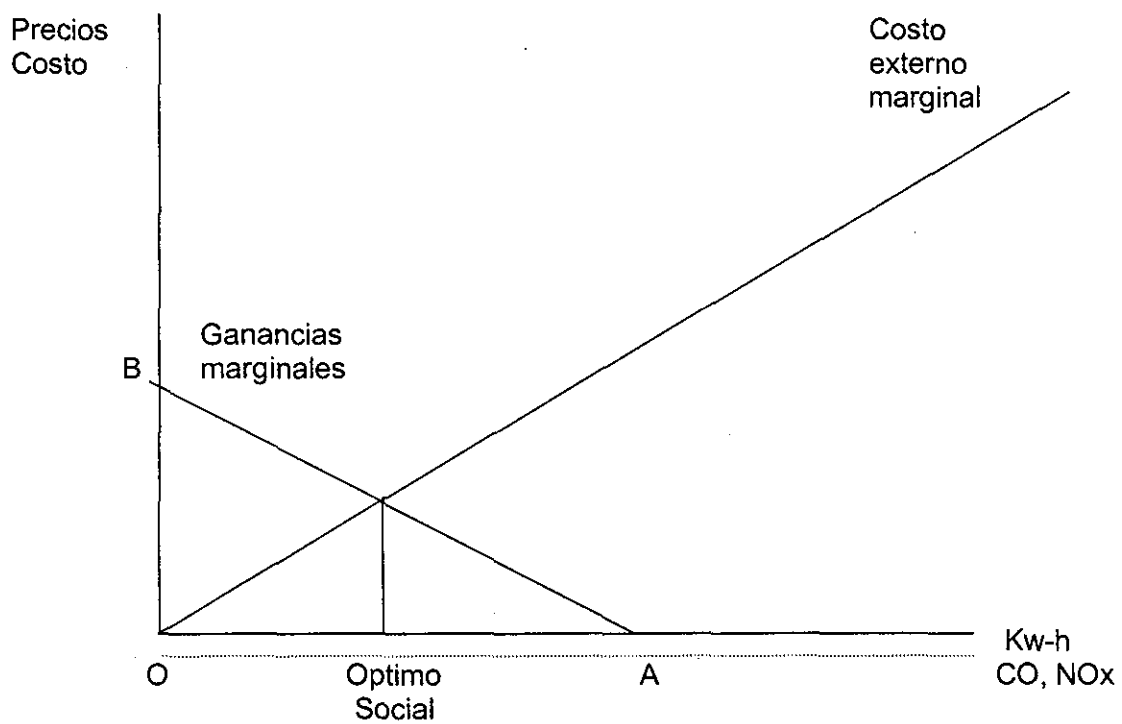


Figura VI.2-2 Optimo social y KW-h generado con relación al precio del Kw-h

A partir de conceptos económicos, existe un análisis en dos aspectos, al llegar a este punto. El primero, consiste en dar valores monetarios a estos costos ambientales, y poder traducir el CO, el NOx u otro contaminante en dinero. Para ello, intervienen métodos como son "valoración de contingencias" (cuestionando a los afectados sobre la disposición de pagar, "costos evitados o inducidos" (funciones dosis - respuesta) u otros métodos, que ninguno de ellos establece con precisión y satisfactoriamente lo referente a la actualización de los daños futuros. El segundo, es la política económica, es decir, los instrumentos para llegar al "óptimo social", lo que sugiere el determinar, aquella producción donde se iguala la ganancia marginal privada y el costo externo marginal, así, en el ámbito de los instrumentos, será conveniente analizar sobre la teoría de una negociación coasiana (una vez establecidos "derechos de propiedad" sobre el ambiente), por vía impuestos, normas ambientales estrictas o en su defecto multas muy altas.

VI. 3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MÉTODOS ESTABLECIDOS PARA ESTIMAR EXTERNALIDADES

Al carecer de un mercado que nos permita estimar el valor de una externalidad, o bien la no existencia de un mercado asociado a los bienes naturales, existen problemas para determinar directamente su valor, por ello, para estimar un valor en este contexto existen diferentes métodos. Estos métodos se dividen en tres grupos, métodos por aproximación directa, métodos por aproximación indirecta y métodos basados en función de los precios del mercado; con el propósito de dar una representación gráfica de estos métodos, se presenta a continuación la figura VI.3-1 y posteriormente se da una descripción de los mismos indicando las principales características de cada uno de ellos.

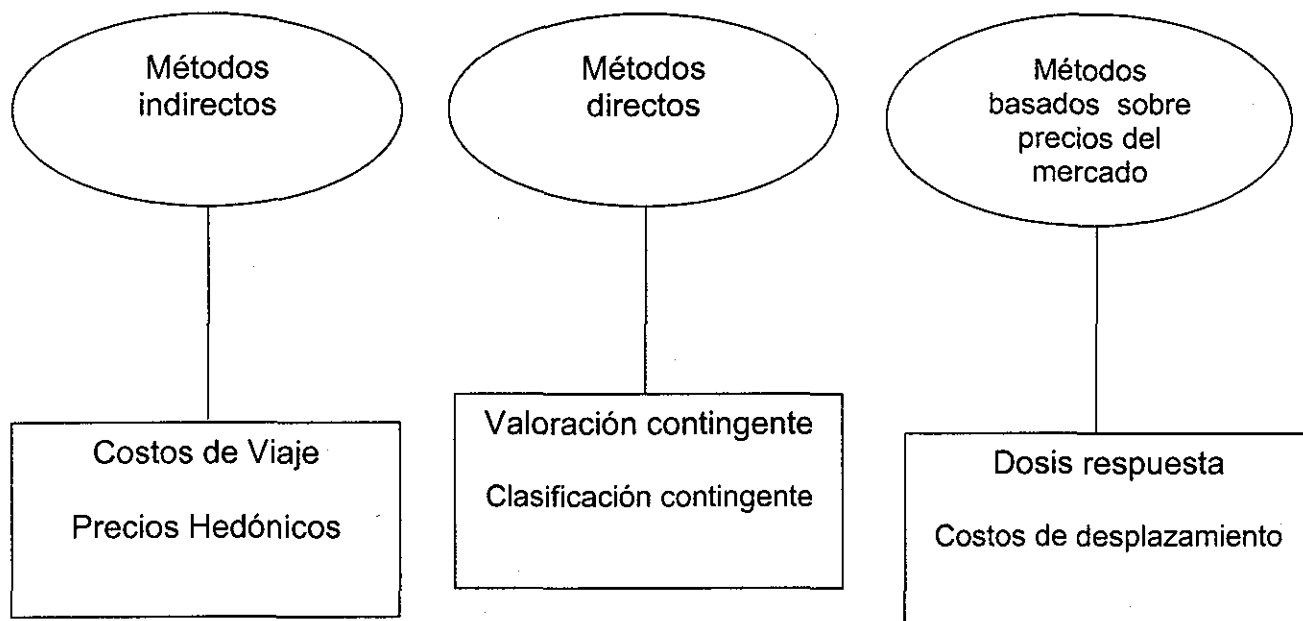


Figura VI.3-1 Métodos principales para evaluar Externalidades

Métodos Indirectos

Costos de Viaje

El método de costos de viaje (TCM) nos permite obtener una estimación de las externalidades a lugares recreativos, es decir obtener el valor monetario de espacios naturales, cuya conservación implica costos monetarios a cargo de las autoridades así como costos de oportunidad (lo que se deja de ganar en la explotación maderera, minera, petrolífera o turística de masas) al dejar estos espacios como reservas ecológicas. El TCM nos ayuda a valorar los beneficios comerciales hipotéticos que puedan obtenerse de una zona natural en cuestión, así el método analiza la disposición de pagar por parte de los visitantes al entrar a una zona o reserva ecológica, suponiendo así que esa disposición de pagar es una medida de los beneficios sociales que la zona ecológica proporciona.

Un aspecto a considerar de este método, es la posibilidad de que la autoridad ambiental junto con los intereses comerciales se cuestionen de que un espacio natural implica costos y no da beneficios, así este método nos permite estimar que existen beneficios, e incluso considerar el caso (como ejemplo) que la entrada hacia un zona ecológica o un parque natural sea gratuita, en el sentido en que no hay que pagar boleto en la entrada.

El método TCM considera que las personas o los visitantes, responderán a los costos monetarios que implica el trasladarse hacia una zona ecológica dada, de allí el nombre de este método; por ello los costos de viaje más importantes a considerar son: el costo de la gasolina y la amortización del vehículo según la distancia recorrida o, si usan transporte público, el precio del viaje. Además, el tiempo gastado en el viaje implica también un costo, que podemos establecer según los ingresos que se dejan de ganar en ese período. Todos estos costos están implícitos en el precio para visitar el sitio ecológico o parque nacional de interés, por ello se determinan como los visitantes responden por los diferentes costos de viaje que pudieran influir y como ellos mitigan estos cambios. Una función matemática definida por este método se conoce como "función de viaje", y se compone de las siguientes variables:

$$V = f(C,X)$$

Donde:

V: No de visitantes al sitio

C: Costos del viaje

X: Variables socioeconómicas asociadas a una variable V

Dentro del concepto teórico, la variable X puede considerar dos variantes sobre este modelo de acuerdo a las definiciones particulares de la variable V; una de ellas se refiere a un "costo de viaje por individuo", simplemente define la variable independiente como el número de sitios visitados por cada visitante considerando un período específico; y la otra se refiere al "costo de viaje por zona"; esta variante realiza la división de una área total, en subáreas pequeñas, la cual considera al número de visitantes que se encuentran en cada subárea, esto permite definir la variable dependiente como la cantidad de visitantes al área total. Lo anterior, conlleva a que la "función de viaje" considere ciertas variables adicionales.

$$\frac{V_{hj}}{N_h} = f(C_h, X_h)$$

Donde:

V_{hj} : Numero de visitantes de la zona "h" al sitio "J"

N_h : Población de la zona "h"

C_h : Costos de los visitantes de la zona "h" al sitio "j"

La relación V_{hj}/N_h se debe de calcular tomando en cuenta el número de vistas por 1 000 habitantes de la zona "h"

Aún cuando el TCM para valorar espacios naturales o zonas ecológicas, presenta ciertos inconvenientes, también puede presentar ciertas ventajas, por ejemplo, tiene un carácter más objetivo que la valoración basada en encuestas sobre la disposición de pagar, sin embargo, puede dar lugar a paradójicos resultados; puede ocurrir que los espacios naturales estén tan bien preservados y en lugares tan remotos, que no haya visitantes. Por ello, el principal problema que presenta este método, es referente a estimar la curva de demanda (incorporar los costos por tiempo y otros costos adicionales), con la tipología de los visitantes y esto correlacionarlos con los problemas económicos de una región dada; lo anterior se observa en la figura VI.3-1.

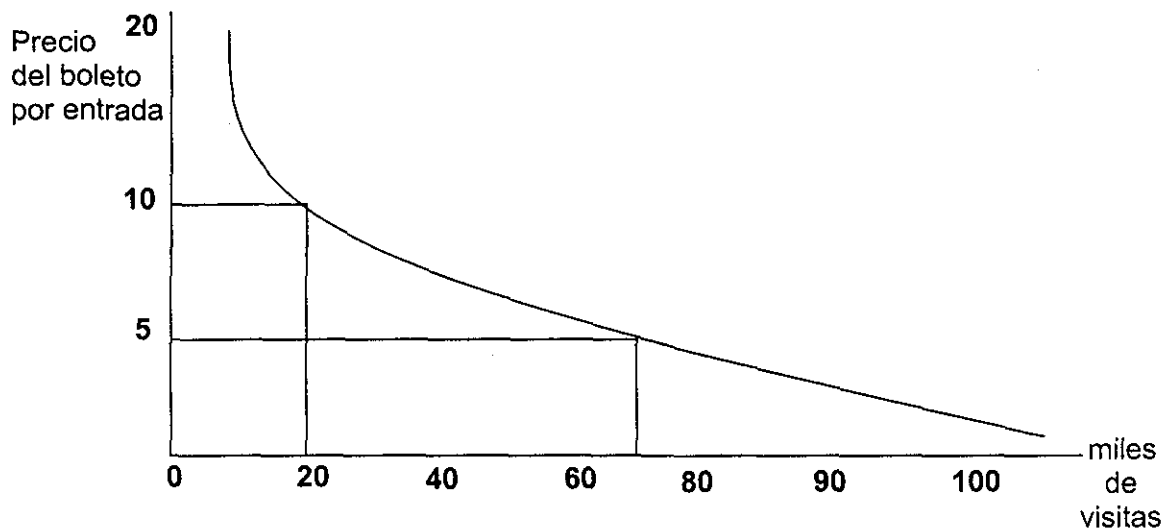


Fig. VI.3-1 Curva de demanda considerando número de visitas

El área bajo la curva nos indica en términos económicos el beneficio obtenido por la sociedad (o más concretamente por los visitantes), que efectivamente pagan un precio cero por el boleto de ingreso.

Precios Hedónicos

Éste es un método indirecto basado en técnicas de regresión. Generalmente se utiliza en el mercado inmobiliario y parte de la base de que el precio de una vivienda viene determinado por características asociadas a ella como son: el número de habitaciones, los metros cuadrados de la propia vivienda, metros de área verde, entre otras. Pero estas también vendrán determinados por variables medioambientales como la calidad del aire en la zona o el nivel de ruido en los alrededores. De esta forma, una externalidad negativa, (la calidad del aire de la zona) se aptaría por la disminución del precio de la vivienda.

La técnica consiste en regresionar el precio de la vivienda respecto al conjunto de variables que lo determinan, y poder diferenciar de esta forma la influencia que tiene cada uno sobre la utilidad del individuo. La diferencia en el precio debida a un impacto ambiental negativo reflejaría la disminución de la utilidad que ese impacto provoca. Sin embargo, para obtener resultados confiables, se debe cumplir con una serie de requisitos: una adecuada identificación de todas las variables relevantes, así como una correcta medición de estas variables, también es necesario que no existe correlación entre ellas y finalmente la forma funcional apropiada.

Finalmente, para obtener una solución más adecuada de un problema dado, este método se basa en una dependencia línea sobre un conjunto de variables, es decir, se debe de contar con muchas variables las cuales están relacionadas unas con otras pero que estas sean independientes entre sí, lo anterior nos conduce a contar con un número de caminos que nos permita identificar una dependencia lineal de todas la variables y así poder separar los efectos de manera puntual por medio de técnicas estadísticas o la formulación de datos referentes sobre los niveles de contaminación medidos.

Métodos Directos

Valoración Contingente (CV)

Al contrario de los dos métodos anteriores la Valoración Contingente (CVM) es una técnica directa; en los dos casos anteriores se parte del supuesto de que las actividades y las elecciones de los individuos vienen en parte determinadas por la externalidad ambiental, y por tanto es posible inferir las valoraciones monetarias que los individuos otorgan a esta externalidad en concreto observando las elecciones que adopten. No obstante, en este caso la solución a la no existencia de mercado para las externalidades ambientales no pasa tanto por observar mercados alternativos sino por simular uno. Esta simulación se realiza a través de una encuesta; la oferta estaría representada por las preguntas y el diseño del cuestionario, mientras que la demanda vendría determinada por las respuestas que proporcionan las personas entrevistadas.

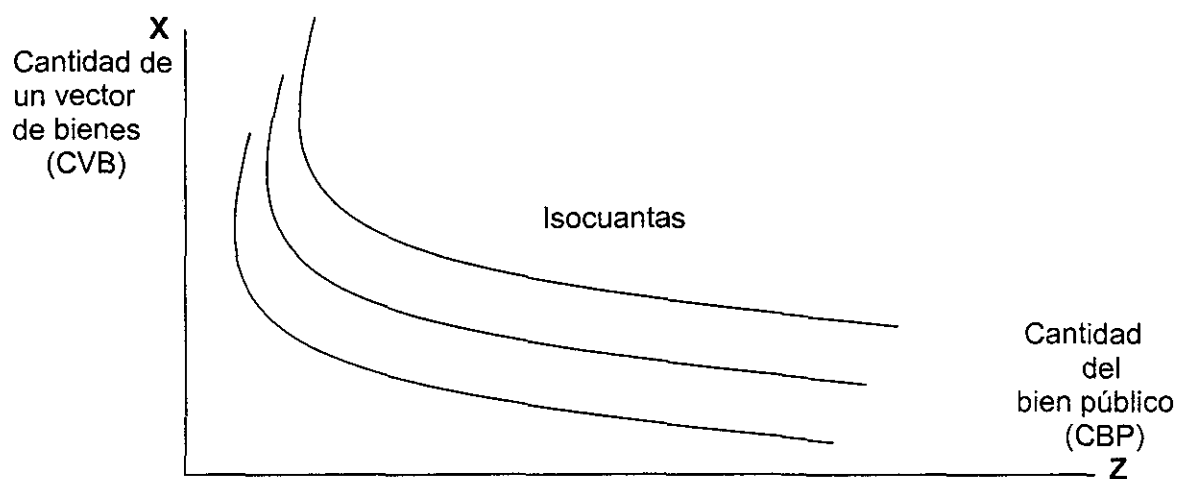
La intención del cuestionario es encontrar la disposición a pagar (Willingness to pay o WTP) o la disposición a aceptar (Willingness to accept payment WTA) que tiene un individuo ante un determinado cambio ambiental, en este caso una disminución en los niveles de emisiones a la atmósfera, ruido u otra alteración ambiental. Es decir, se trata de recoger la variación de bienestar que supone el cambio de las condiciones medioambientales. Ahora bien, la ventaja que tiene este método respecto a los anteriores es que la CV es capaz de recoger

además del valor de uso de un bien público, el valor de no uso. Para explicar el significado del valor de no uso de un bien, se expone el siguiente ejemplo: Sí se pretende valorar un parque natural de una región determinada, debe contabilizarse un valor por todas las actividades que se pueden ejercer en él, incluida su simple contemplación, pero las personas también valoran el solo hecho de la existencia de dicho parque.

De esta forma, una persona que sabe que nunca visitará el parque y que sabe por tanto que nunca disfrutará de él puede valorarlo positivamente a pesar de todo, y puede ver reducida su utilidad si sabe que el parque en cuestión se convertirá en un conjunto de urbanizaciones de lujo. El hecho de que no disfrute directamente del parque no implica que no esté valorando su existencia. La suma del valor que cada persona concede al parque por este concepto es su valor de no uso.

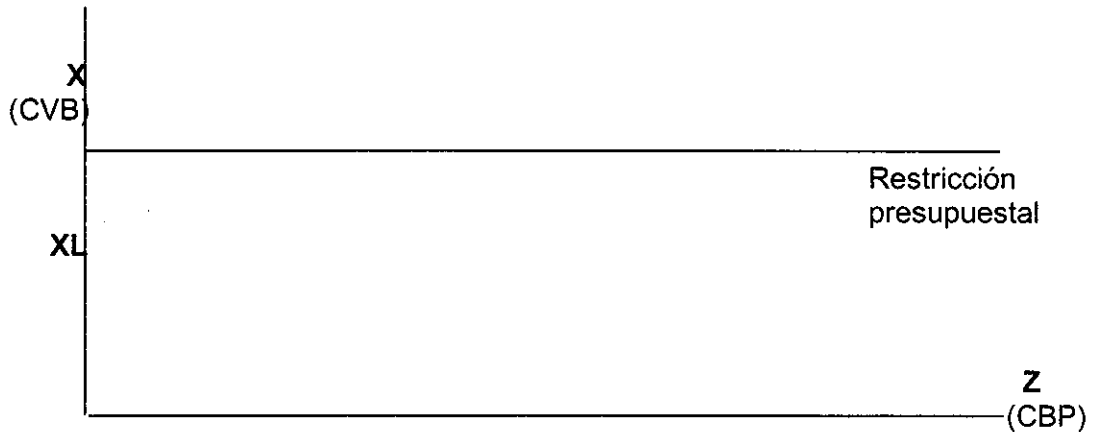
Teóricamente, si se supone que se pasa de una situación peor a otra mejor (de una reducción de emisiones a la atmósfera), la WTP se puede entender como aquella cantidad monetaria que en un individuo estaría dispuesto a pagar como máximo para que su nivel de utilidad permaneciese igual que antes del cambio. Es decir, la cantidad que pagaría el individuo para encontrarse indiferente entre una situación como la existente hasta ese momento y otra donde el individuo soportaría un nivel de emisiones menor pero donde también tendría una menor cantidad de dinero. Esa diferencia monetaria en la renta del individuo sería la WTP.

La gráfica VI.3-2, indica las preferencias de un individuo en relación a "Z" y "X". Siendo "Z" la cantidad del bien público que se pretende valorar, aunque también se puede aplicar a la valoración de externalidades, como es nuestro caso. Mientras que "X" es la cantidad de un vector de bienes que representa al resto de la economía. En nuestro caso en particular, tal como están dibujadas las curvas de indiferencia, se debe entender "Z" como el bien "silencio" o "ausencia de ruido". Así, cuando mayor sea el consumo de éste mayor será la utilidad del individuo.



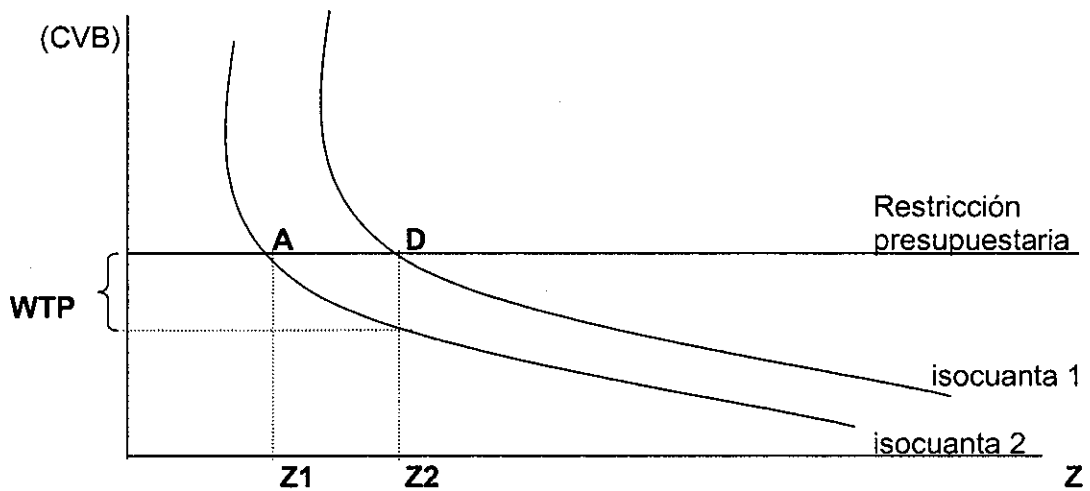
Gráfica VI.3-2 Relación entre cantidad del bien público y la cantidad de un vector de bienes

Asimismo, la gráfica VI.3-3, representa la restricción presupuestaria a la que ha de hacer frente el individuo. Como el precio de la externalidad o del bien público que se está estudiando es cero, se puede consumir cualquier cantidad de él. De esta forma, dado el presupuesto disponible, el individuo no puede consumir más de "XL" unidades del vector de bienes "X", pero no existe ningún impedimento para que pueda consumir cualquier cantidad del bien público que se ofrezca.



Gráfica VI.3-3 Relación Entre la Cantidad del Bien Público y Vector de Bines

De la gráfica anterior, podemos comentar que combinando las preferencias del individuo con su restricción presupuestaria se obtiene la gráfica VI.3-4, la cual indica el concepto teórico de la WTP.



Gráfica VI.3-4 concepto teórico de la WTP.

Se supone que inicialmente el individuo se encuentra en el punto "A", donde consume la cantidad "Z1" del bien público "Z". Entonces, se presenta la oportunidad de mejorar la situación actual hasta el punto "D" (el individuo se situaría sobre una curva de indiferencia superior), donde consumiría la cantidad Z2. La WTP será aquella cantidad que el individuo pagaría como máximo para encontrarse en el mismo nivel de la utilidad que tenía en "A". Por lo tanto, estando en "D", si pagase una cantidad mayor que la WTP se situaría en una curva de indiferencia inferior a la de su situación inicial. Como ya se ha señalado, en este caso el bien "Z" se puede entender como la disminución de emisiones a la atmósfera.

El objetivo del análisis de la (CV) es encontrar cuál es la WTP para el bien que no tiene mercado. La ventaja de este método es que permite recoger el valor de uso del bien, pero también el valor de no uso como ya se ha explicado anteriormente. De esta forma, un individuo puede darle un valor a la existencia de la gran barrera de coral en Australia a pesar de saber que nunca irá allí a disfrutar de ella. Por otro lado, el problema más conocido es que puede existir un comportamiento estratégico por parte del encuestado cuando responde a las preguntas. Es decir, puede mostrar una disposición a pagar menor de la real si cree que de esta forma su contribución a la financiación de una mejora ambiental será menor. Ésta y otras dificultades, como la correcta caracterización del mercado que se pretende estudiar, hacen que sea fácil obtener valores sesgado si no se tiene especial cuidado en el proceso de diseño del cuestionario.

Clasificación Contingente

Este método su base teórica es la misma a la del método de valoración contingente, la única diferencia es que se basa en inferir valores sobre los bienes a partir de diferentes alternativas, y estas alternativas son consideradas a partir de las características propias de los bienes y de los precios que pudiera existir; la aplicación y desarrollo de éste método se basa en la metodología que el método CV.

Métodos Sobre Precios del Mercado

Dosis Respuesta

Este método se basa como una aproximación sobre el nivel de contaminación o emisiones asociados con los cambios en los sistemas de producción y trata de establecer una relación entre los daños ambientales y las causas de esos daños.

Esta técnica es utilizada cuando se conoce la relación dosis respuesta, es decir considera los efectos que origina la contaminación ambiental sobre la salud, la degradación o erosión física de los materiales, monumentos o edificios así como los efectos que tiene la contaminación sobre la agricultura. El método considera los impactos que puede tener los precios del mercado por los cambios ambientales; Así, se establece una función dosis – respuesta y es multiplicada por el precio de la unidad considerando que esta tiene un daño físico y en función del precio que esta unidad tiene en el mercado sin deterioro alguno, estableciendo así una función monetaria de daños. Si los precios para producir una unidad no son los esperados debido a las fluctuaciones por la oferta de los recursos ambientales, entonces el valor de los recursos debe ser medido como la diferencia entre el beneficio antes y después de las fluctuaciones, lo anterior conlleva a generar errores al momento de establecer la relación dosis respuesta.

Costos de Desplazamiento

Esté método, tal como su propio nombre lo indica, se basa en el costo que soporta un individuo cuando visita un lugar, generalmente una zona ecológica, arqueológica o protegida. Así, aunque no existe un mercado que pueda indicarnos a través de precios explícitos cuál es el valor de un parque natural, sin embargo el individuo que quiere llegar hasta él sí tiene que hacer frente a un costo. Y cuanto mayor sea la distancia que le espera de la zona de interés, mayor será el costo en que incurrirá. De esta forma, dividiendo el territorio en círculos concéntricos alrededor de la zona se pueden delimitar diferentes zonas más o menos homogéneas, de cada una de las cuales se desplazará un número diferente de visitantes. Previsiblemente se trasladará un número mayor de personas de la zona más cercana mientras que cuanto mayor sea la distancia de una región a la zona de interés, menor será el número de vistas de las personas que residen en ella. De esta manera es posible construir una curva de demanda hacia una zona ecológica o protegida en función del precio (costo de desplazamiento). Y a partir de la función de demanda ya es posible encontrar el "valor" de esa zona ecológica.

No obstante, para obtener resultados confiables utilizando este método se debe de cumplir con estas dos condiciones:

- Las preferencias han de ser equiparables entre zonas (esta exigencia se puede asumir en la mayoría de casos)
- La gente debe responder de la misma forma al incremento en el costo de desplazamiento que a un supuesto incremento en el precio del bien

VI. 4 EXTERNALIDADES AMBIENTALES CONSIDERANDO EL SECTOR INDUSTRIAL

En lo que respecta al sector industrial, un importante parámetro sobre la estimación de externalidades se basa en estudios referente a la generación, transmisión, distribución y consumo de energía, sin embargo estos estudios solo consideran impactos locales o regionales, y no consideran problemas de índole global, como es la emisión de gases de efecto invernadero.

Entre los criterios que se han desarrollado en este rubro, se tienen: corriente abajo "Top-down" y corriente arriba "Bottom-up", las características y alcances de los criterios antes mencionados se indica a continuación.

Criterio "Top-down"

El criterio "top-down" fue desarrollado por el economista Hohmeyer (1988) y perfeccionado por Ottinger (1991), este criterio estima externalidades a nivel regional o local, los pasos para la aplicación de este criterio son:

- Estima el total de daños relacionados con los impactos ambientales a partir de estudios realizados en la zona o región.
- Calcula la fracción de los impactos ambientales atribuibles solamente al uso del combustible fósil.
- Estima la contribución de los combustibles fósiles hacia el total de daños identificados
- Finalmente a partir de los daños identificados tanto por el combustible como por operaciones propias para la generación de energía, se procede a realizar una cuantificación de los mismos, estimando así una evaluación económica

Este criterio o metodología es muy utilizada, debido a que es relativamente simple para estimar los daños originados a partir del ciclo del combustible; así como permite dar un estimado del total de daños; sin embargo no es posible aplicarlo para sitios específicos debido a que este método no considera los impactos marginales, solo considera costos promedios.

Criterio "Bottom-up"

El método "bottom-up" fue aplicado en un estudio realizado por Pace (1990), este método se basa a partir de la estimación de emisiones contaminantes a la atmósfera, su dispersión, la densidad demográfica y la población expuesta a estas emisiones, obteniendo así los costos producidos, hacia la población como hacia el ambiente; el inconveniente de este estudio es que solo se han aplicado bajo condiciones muy particulares.

No obstante, este método se desarrollo de maneja conjunta con el estudio denominado "Proyecto ExterE", dicho estudio fue realizado por la Comunidad Europea (1995), para ello, el estudio se basa a partir de calcular la demanda de energía considerando su aprovechamiento, lo anterior a partir de una serie de pasos lógicos los cuales consideran los impactos al ambiente a partir de las diferentes actividades industriales o bien a partir de las distintas etapas para la generación de energía eléctrica; por lo tanto este método analiza e identifica los costos marginales asociados a los diferentes impactos.

En lo que respecta a la metodología para el calculo de externalidades, por el sector industrial, esta se basa en los métodos descritos en la sección VII.3, sin embargo las diferencias que se tienen para el desarrollo de estos métodos, tanto para el sector transporte y el industrial radica básicamente en su aplicación, para el caso de estimar externalidades por el sector industrial, se consideran los siguientes aspectos:

- Modelos de dispersión: Estiman la concentración de las emisiones a la atmósfera sobre la calidad del aire
- Función dosis – respuesta: Utilizada para calcular los efectos a la salud resultado de las concentraciones de emisión estimadas así como los impactos hacia el ambiente

A partir de la concentración de las emisiones y la función dosis – respuesta, se procede a calcular por medio de una función los costos ambientales, principalmente aquellos que a partir de estudios de impacto ambiental representan un costo de mitigación alto. Por lo tanto, con el objeto de indicar cuales son los aspectos que se requieren para estimar externalidades ambientales, aún cuando se apliquen métodos diferentes, se requiere de lo siguiente:

Modelos matemáticos de dispersión de contaminantes a la atmósfera

Función dosis – respuesta

Identificación de daños

Evaluación de impactos ambientales (locales, regionales o globales)

Evaluación de costos ambientales (determinación de externalidades)

El estimar una externalidad procedente de la industria, requiere de contar con información suficiente que permita identificar de manera clara los procesos para la generación de un bien o servicio así como la energía que se utilizo para producir ese bien o servicio dado, por ello al comparar externalidades calculadas por diferentes métodos, los resultados obtenidos pueden variar en función de la manera en que se estableció la función dosis respuesta, esta dependerá de la profundidad de análisis sobre el ciclo de vida del combustible o combustible utilizados, por ello aún cuando se apliquen metodologías diferentes, los resultados serán aproximados.

VI.5 EXTERNALIDADES AMBIENTALES CONSIDERANDO EL SECTOR TRANSPORTE

A partir de las herramientas y los conceptos referente al calculo de externalidades ambientales ocasionadas por el sector transporte así como el conocer el impacto ambiental que origina, estos impactos se les asignaran un valor económico dentro de sus actividades; no obstante, es importante indicar que también dentro del calculo de externalidades, se debe de considerar los beneficios económicos y sociales por la operación misma del sector.

Por ello, los principales contaminantes atmosféricos producidos por el sector transporte, se tienen: Oxidos de Nitrógeno (NOx), Monóxido de Carbono, (CO), Bióxido de Azufre (SO₂) y Partículas Suspendidas Totales (PS) Una vez identificado los principales contaminantes originados por el sector transporte, se presenta a continuación la metodología más apropiada para el calculo de Externalidades.

Tabla VII.4.1-2 descripción de métodos utilizados para estimar externalidades

Características	Métodos		
	Top-down	Bottom-up	ExterE Project
Datos requeridos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inventario de emisiones ➤ Inventario de impactos ambientales significativos de la región de estudio, considerando datos de los receptores en función de la relación dosis respuesta ➤ Función dosis respuesta por contaminante emitido 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Datos específicos de emisiones y en condiciones locales ➤ Utiliza datos de dispersión a partir de modelos matemáticos ➤ Requiere datos de los receptores en función de la relación dosis-respuesta 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Utiliza datos a partir de modelos de dispersión de emisiones (ISC) ➤ Cuantificación de energía utilizada por el sector transporte, (fabricación, operación y desecho del vehículo) ➤ Programa de mantenimiento de vehículos y tipo de infraestructura para ello.
Alcance y limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estima costos por contaminante ➤ Estima costo promedio total ➤ No considera costos marginales ➤ La determinación de los impactos es en función de la localización o área de estudio ➤ La cuantificación de los impactos es válida por un período dado (dos años) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Determina el impacto ambiental a partir del incremento de las emisiones ➤ Si no se tienen los datos requeridos, los resultados no son muy confiables ➤ Se requiere utilizar modelos de dispersión que consideren aspectos meteorológicos y climatológicos (ISC) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Considera el tipo de tecnología en vehículos, número de vehículos a considerar, tipo de combustible, volumen de emisiones a la atmósfera, tiempo de usos del vehículo, programas de mantenimiento y características físicas y meteorológicas del área a evaluar.
Descripción y/o resultados	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Por medio de estudios ambientales estima los daños totales atribuidos a la contaminación ambiental ➤ A partir del volumen de combustibles fósiles se determina la fracción de las emisiones totales ➤ Se relacionan los costos a la salud atribuidos a la contaminación ambiental ➤ El resultado es un estimado de los costos a la población por efectos a la salud atribuibles a la contaminación ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A partir de la cantidad de receptores y la función dosis-respuesta, se determina la dosis de contaminantes expuesta por cada receptor ➤ Se determina el impacto ambiental dado la concentración de emisiones ➤ Los impactos son calculados por diferentes técnicas de carácter económico ➤ Los resultados varían en función de la tecnología utilizada, de la zona de estudio, de la condiciones ambientales y de la precisión de datos sobre salud 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A partir de los modelos de dispersión, estima un valor a los impactos ambientales y realiza una cuantificación económica de ello. ➤ Por medio de la cuantificación de energía identifica la cadena de combustibles y sus impactos ➤ Los resultados determina las externalidades ambientales a partir de una cuantificación de energía utilizada por el transporte ➤ Cuantifica los costos externos a partir de los procesos de energía.

Fuente: Galán A., González R. y Varela M.

A methodology proposal to calculate the externalities of liquid biofuels; Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, 1999

De la tabla anterior, se observa que, para aplicar los criterios antes descritos, se requiere de información tal como es: función dosis – respuesta, inventario de impactos ambientales, datos estadísticos de programas de mantenimiento de vehículos, datos sobre energía utilizada durante la fabricación, operación y desecho de los vehículos automotores, entre otros. Asimismo, cabe señalar que estos estudios se realizaron bajo condiciones de manejo distintas a las que frecuentemente se opera en la ZMCM, aunado a que los modelos a los cuales se sometieron fue por tipo de marca, es decir se considero un lote para una marca en particular (Dodge, General Motors, Mercedes Benz) y modelos posteriores a 1998. En otro aspecto, es conveniente indicar que al realizarse estos estudios tanto en Europa como en Estados Unidos de Norteamérica, la calidad del combustible presenta grandes diferencias con respecto al combustible que se utiliza en la ZMCM

Considerando las circunstancias por las cuales se ejecutaron estos estudios así como la metodología empleada, podemos indicar que al tratar de aplicar esta metodología en las condiciones actuales de la ZMCM, resulta demasiado compleja y estaría llena de suposiciones, razón por la cual esta investigación solo considera alguna parte de la metodología que se tiene en la literatura y propone una metodología que sea capaz de adecuar las condiciones de operación y energéticas de la región de interés con la información disponible, para ello el siguiente capítulo se presenta una metodología propuesta para estimar Externalidades por el sector transporte e industrial respectivamente.

RESUMEN CAPITULO VI

Externalidad es un termino general que aplica sobre una gran variedad de costos y beneficios, los cuales no están incluidos en los precios, por ello, el concepto de externalidad puede ser considerado dentro de las primeras teorías económicas. Para los fines de esta investigación se *entiende por externalidad a todos los costos o beneficios que recaen sobre la sociedad y el ambiente como consecuencia de una actividad económica que no están introducidas en la estructura del precio del producto que los ocasiona*".

Así, los costos externos o externalidades, son los costos que no repercuten en los costos y/o beneficios de una industria, teniendo en cuenta solamente el costo de producción, costo de mantenimiento, costo por operación entre otros, pero si suponen un costo para la sociedad, estos efectos se concentran hacia el ambiente y hacia aspectos socio-económicos

Haciendo referencia a los diferentes métodos mencionados anteriormente para estimar externalidades ambientales, se observa que no es posible aplicarlos como se describen. Para el caso del sector industrial, no se puede establecer una función dosis respuesta a partir de los datos que se tienen, estos datos estarían en posibilidades de establecerlos bajo una serie de supuestos, y ello no es conveniente, asimismo cabe señalar que los métodos y criterios antes mencionados solo han sido desarrollados a la industria eléctrica principalmente y en regiones geográficas como es el caso de Europa y Norte América; aunado a que no han sido aplicados en diferentes giros industriales, por estas razones el aplicar esta metodología al pie de la letra para el caso de la industria que se encuentra en la ZMCM, no será representativo dado que no se cuenta con los instrumentos necesarios para ejecutarla.

Para el caso de Externalidades por el sector transporte, se tiene un problema semejante a la industria, actualmente no se cuenta con información como es: función dosis – respuesta, inventario de impacto ambientales, datos estadísticos de programas de mantenimiento de vehículos, datos sobre energía utilizada durante la fabricación, operación y desecho de los vehículos automotores, entre otros.

Por lo antes mencionado, se realizo una adecuación de los citados métodos, con el objeto de integrar datos en materia de emisiones a la atmósfera, volumen de combustible fósiles utilizado, número de vehículos, así como aspectos económicos y sociales particulares para la ZMCM, esto es con el objeto de determinar de la manera más confiable y representativa la externalidad ambiental por el sector transporte.

VII METODOLOGÍA PROPUESTA PARA EL CALCULO DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES POR LOS SECTORES TRANSPORTE E INDUSTRIAL PARA LA ZMCM

Muchos receptores naturales pueden ser afectados por diferentes actividades que conllevan al ciclo de uno o varios combustible fósil, por lo tanto, se requiere de considerar diferentes técnicas o metodologías que permitan estimar los costos ambientales hacia la población, ocasionados por la contaminación atmosférica generada por los sectores transporte e industrial, por ello, el presente capítulo tiene como objetivo proponer una metodología para el cálculo de externalidades ambientales considerando las condiciones económicas, energéticas y ambientales de la ZMVM, lo anterior debido a que los métodos indicados en el capítulo anterior, no es posible aplicarlos tal como se mencionan, principalmente por la carencia de información para ambos sectores, por lo tanto, la metodología propuesta, es con base en las metodologías expuestas con anterioridad, obteniendo así costos ambientales representativos de la región que es de nuestro interés.

VII.1 PRINCIPALES CONTAMINANTES EMITIDOS POR EL TRANSPORTE Y POR LA INDUSTRIA

La economía tradicional no considera el concepto de externalidades ambientales ni las políticas de mercado que se tienen en materia de protección ambiental, por ello es necesario introducir dentro de la legislación ambiental métodos que permitan cuantificar los daños que originan las emisiones originadas por el consumo de combustibles fósiles en el sector transporte e industrial; lo anterior ha originado un interés para adaptar mecanismos económicos a la variable ambiental y así cuantificar los impactos a la salud y al ambiente por el consumo energético; para ello, es importante considerar dos aspectos:

- El cambio tecnológico en los procesos industriales sin importar su actividad
- El uso de combustibles ambientalmente menos contaminantes
- Integrar aspectos ambientales en el ciclo de vida de cualquier combustible fósil.
- Evaluar los costos y beneficios con base en estándares ambientales

Con base en lo anterior, es necesario antes de establecer políticas de mercado en materia de protección ambiental, conocer cuales son los principales contaminantes y sus efectos, para ello, se presenta la tabla VII. 1-1

Tabla VII.1-1 Relación entre los principales contaminantes emitidos por vehículos y sus impactos al ambiente

Contaminante	Tipo de Impacto					Fuente de emisión	Efectos a la salud por contaminante	
	Local		Regional		Global			
	Alta concentración	Acidificación	Oxidantes fotoquímicos	GEI* indirectos	GEI** directos			
PST	▲		▲			Combustión incompleta de combustibles fósiles, así como desgaste de neumáticos, tolveneras y erupciones volcánicas	Irritación en mucosa, origina la silicosis y la asbestosis, agravan el asma y enfermedades cardiovasculares	
CO	▲					Combustión incompleta de combustibles fósiles con alto contenido de carbón	Afinidad para combinarse con la hemoglobina y como consecuencia disminuye la cantidad de entrega de oxígeno a los tejidos.	
NO _x	▲	▲	▲	▲		Por la combustión de combustible fósil a altas temperaturas, considere que el NO _x es la suma del NO y NO ₂	Agrafa enfermedades respiratorias y cardiovasculares.	
CO ₂					▲	Combustión incompleta de combustibles fósiles con alto contenido de carbón		
N ₂ O	▲				▲	Combustión de combustible fósil así como la biomasa		
VOC			▲	▲		Combustión de productos del petróleo, evaporación de combustibles fósiles sin utilizar	Irritación en mucosa y ojos, puede producir intoxicación y puede originar cáncer.	
SO ₂	▲	▲				Combustión del carbón, diesel, y gasolina, con altos contenidos de azufre.	Irritación en ojos y tracto respiratorio, reduce las funciones pulmonares y agrava enfermedades respiratorias.	
CH ₄				▲	▲	Durante el proceso de producción, transporte, almacenamiento y utilización del gas natural principalmente		
O ₃	▲	▲	▲	▲	▲	Producto de la reacción fotoquímica entre el NO _x , HC y VOC en presencia de radiación solar	Irritación en ojos y tracto respiratorio, agrava las enfermedades respiratorias y cardiovasculares	

Fuente: Galán A., González R. y Varela M.A methodology proposal to calculate the externalities of liquid biofuels; Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, 1999 *Creación propia con base en información y estudios conocidos.*

Como se observa en la tabla anterior, el sector transporte origina efectos ambientales, los cuales se dividen en globales, regionales y locales; la descripción de estos efectos es la siguiente:

➤ Efectos Globales

Los contaminantes principales que se consideran para este tipo de efecto son: el metano (CH₄) y el bióxido de carbono (CO₂), este último es producido por el metabolismo de animales y del hombre, las plantas intervienen como mecanismos de su captura durante la fotosíntesis, sin embargo, el incremento en la atmósfera esta relacionado principalmente por uso de combustibles fósiles, el crecimiento industrial así como el incremento de vehículos a nivel mundial, la presencia de CO₂ en la atmósfera origina el fenómeno climatológico cocido como efecto invernadero.

➤ Efectos Regionales

El uso de combustibles fósiles es el principal generador de este tipo de efecto, siendo en regiones definidas geográficamente o por características climatológicas delimitadas, los principales contaminantes son el O₃, COV, NOx y SOx, este último su efecto es la presencia de lluvia ácida, siendo las emisiones vehiculares su principal generador de estos contaminantes.

➤ Efectos Locales

Los efectos característicos de este tipo, son similares a las características que presenta el efecto regional, pero los efectos son más intensos y generalmente más notables, como es el caso de las emisiones de CO, PST y PM₁₀

Una vez identificado los principales contaminantes originados por el sector transporte, así como los efectos que originan, se presenta a continuación la metodología propuesta para el calculo de externalidades

VII.2 CALCULO DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES POR EL SECTOR TRANSPORTE

A partir de las herramientas y los conceptos referente al calculo de externalidades ambientales por el sector transporte así como el conocer el impacto ambiental, los cuales se le asignaran un valor económico dentro de las actividades de dicho sector; se deben de considerar los beneficios económicos y sociales por la operación del mismo.

Con base en lo anterior, es preciso indicar que los principales contaminantes emitidos por los vehículos, son el CO, SOx, PST, NOx y diversos contaminantes con alto contenido de carbono, como son los HC y los COV's. El nivel de emisiones así como sus concentraciones de estos contaminantes, es más evidente cuando se presentan factores tales como:

- 1) Áreas con una alta densidad demográfica
- 2) Parque vehicular de 10 años de uso promedio
- 3) Mala sincronización de los semáforos en calles principales
- 4) Velocidad promedio de viaje de 30 Km/h
- 5) Combustibles con alto contenido de azufre

Considerando los factores antes indicados y haciendo referencia a los métodos indicados con anterioridad para estimar externalidades ambientales, se observa que no es posible aplicarlos como se describen, debido a que no se cuenta con la suficiente información como es: función dosis – respuesta, inventario de impacto ambientales, datos estadísticos de programas de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, datos sobre energía utilizada durante la fabricación, operación y desecho de los vehículos automotores, entre otros.

Por lo tanto, se deduce que el sistema de información nacional no cuenta con los datos requeridos para la correcta aplicación de los métodos antes referidos, por ello, se procede a realizar una adecuación de estos métodos, con el objeto de permitir integrar datos en materia de emisiones a la atmósfera, volumen de combustible utilizado, número de vehículos, así como aspectos económicos y sociales particulares para la ZMCM, esto es con el objeto de determinar de la manera más confiable y representativa la externalidad ambiental por el sector transporte.

Para ello, se presenta en la tabla, VII.2-1 la metodología así como los datos necesarios que se consideran para estimar el cálculo de externalidades ambientales en la ZMCM.

Tabla VII.2-1 Descripción de la metodología utilizada para estimar externalidades en la ZMCM por el sector transporte

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO PARA ESTIMAR EXTERNALIDADES AMBIENTALES EN LA ZMCM
Datos requeridos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consumo de combustibles y tipo ➤ Inventario de emisiones a la atmósfera ➤ Densidad demográfica de la ZMCM ➤ PIB generado por la ZMCM ➤ Costo nacional de salud per capita
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los consumos y tipo de combustibles, así como el inventario de emisiones se consideran dentro de los periodos de 1994 y 1996. ➤ Aun cuando en ambos inventarios considera a la ZMCM con las 16 delegaciones y sus municipios conurbados, los costos de externalidades no consideran a los municipios conurbados. ➤ El costo nacional de salud per capita es a nivel nacional, sin embargo para referirlo solo a la ZMCM, este costo se adecua a las condiciones económicas y PIB generado por la ZMCM
Alcance y limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los costos de externalidades para la ZMCM son estimados con base en los precios del combustibles referidos al año 2001. ➤ Se estima la externalidad ambiental para los años 1994 y 1996, debido a que no se tienen datos oficiales respecto al inventario de emisiones correspondiente a 1998
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se considera el consumo de combustible (gasolina y diesel) por el parque vehicular ➤ Se toma en cuenta el número de vehículos totales en circulación en la ZMCM, para los años 1994 y 1996 respectivamente. ➤ A partir del inventario de emisiones se consideran el volumen de emisiones a la atmósfera de SO₂, CO, NO_x ➤ Con los datos anteriores, se calcula el consumo de combustible por vehículo - anual. ➤ Se supone que un vehículo realiza un recorrido de 50 Km. diarios promedio. ➤ Se calcula el rendimiento del vehiculo a partir de los datos anteriores, así como el tiempo de recorrido para esa distancia estimada (50 Km.). ➤ Considerando los precios actuales del combustible (gasolina y diesel) se realiza un promedio de los mismos, esto es debido a que se considera el parque vehicular en su totalidad, es decir no hay clasificación vehicular.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A partir del precio promedio del combustible, el rendimiento vehicular, el volumen de combustible consumido y la velocidad de viaje; se calcula el costo total por combustible consumido así como el comportamiento de las emisiones a la atmósfera ➤ Se compara este costo total por consumo de combustible con el PIB generado por la ZMCM y se determina así la externalidad ambiental por el sector transporte para los años 1994 y 1996

Fuente: Creación propia con base en datos disponibles

A partir de la metodología descrita anteriormente, se indican los costos por externalidad ambiental para la ZMCM, para ello se presenta la tabla VII.2-2 como base para estimar la externalidad y posteriormente se muestra la tabla VII.2-3 indicando el ahorro económico respecto al PIB a partir del grado de la externalidad; ambos casos se consideran para los años 1994 y 1996 respectivamente.

Tabla VII.2-2 Indicadores del Sector Transporte, 1994

Consumo de combustible (m ³ /año)	Número de vehículos	Emisiones contaminantes vehiculares (t/año)			Consumo de combustible por vehículo (m ³ /año)	Precio de los combustibles fósiles ^(a) (\$/l)		
		SO ₂	CO	Nox		Gasolina nova	Gasolina magna	Diesel de carburación
7 900 000	2 746 279	12 200	2 348 497	91 789	2.87	4.0	5.5	3.5

Fuente: Creación propia, con base a datos obtenidos

(a) Precios de los combustibles estimados y referidos al segundo semestre del 2001

Los datos mostrados en la tabla VII.2-2, son la base para estimar el calculo de externalidad por el sector transporte, sin embargo es conveniente mencionar que para el caso de los precios de los combustibles, se considero el precio de cada uno de ellos y se obtuvo un promedio, siendo de 4.33 \$/l, lo anterior se realizo, debido a que el parque vehicular que se tomo en cuenta fue en su totalidad, lo que significa que incluye a todas sus modalidades tanto en autos particulares, servicios públicos y vehículos de carga. Asimismo, se supone que un vehículo recorre una distancia promedio de 50 km. a una velocidad de 30 km./h, este último parámetro teóricamente se incrementa 40 km/h, lo que a partir de ello, se estima el calculo por externalidad. La tabla VII.2-3 muestra los costos originados por el sector transporte considerando aspectos ambientales, demográficos y económicos.

Tabla VII.2-3 Indicadores del sector transporte considerando consumos de combustible, emisiones a la atmósfera, población y costos ambientales, 1994

Parámetros	Condiciones actuales			Condiciones teóricas		
Recorrido por vehículo día (km.)	50			50		
Velocidad promedio (km/h)	30			40		
Tiempo de viaje promedio	1 h 40 m			1 h 15 m		
Rendimiento del vehículo (km/l)	6.36			8.48		
Consumo de combustible por vehículo (l/día)	7.86			5.89		
Consumo de combustible por vehículo (m ³ /año)	7 900 000			5 919 974		
Costo por consumo de combustible (millones de pesos \$)	34 207			25 633.48		
Emisiones a la atmósfera considerando todo el parque vehicular (t/año)	SO ₂ 12 200	CO 2 348 497	NOx 91 787	SO ₂ 9 142.23	CO 1 759 878.6	NOx 68 781.8
Emisiones a la atmósfera per capita (kg. Contaminantes/habitante)	SO ₂ 1.43	CO 276.79	NOx 10.81	SO ₂ 0.92	CO 207.41	NOx 8.10
Diferencia del PIB con respecto al costo por consumo de combustible (millones de pesos)	252 256			260 829.52		

Fuente: Creación propia, con base en los datos obtenidos anteriormente

Para estimar la externalidad para el año de 1996, se aplica la misma metodología antes mencionada, para ello se consideran los datos necesarios correspondientes a ese año, las tablas VII.2-4 y VII.2-5, indican la estimación de la externalidad.

Tabla VII.2-4 Indicadores del Sector Transporte, 1996

Consumo de combustible (m ³ /año)	Número de vehículos	Emisiones contaminantes vehiculares (t/año)			Consumo de combustible por vehículo (m ³ /año)	Precio de los combustibles fósiles ^(a) (\$/l)		
		SO ₂	CO	NOx		Gasolina magna	Gasolina premium	Diesel sin
5 981 839	3 157 874	5 762	1 934 669	134 493	1.89	5.5	6.17	4.56

Fuente: Creación propia, con base a datos obtenidos

(a) Precios de los combustibles referidos al segundo semestre del 2001

Los datos mostrados en la tabla VII.2-4, son la base para estimar el cálculo de externalidad por el sector transporte, para el año 1996, sin embargo es conveniente mencionar que para el caso de los precios de los combustibles, se considero bajo el mismo criterio para el cual se realizaron las tablas anteriores; (VII.4.1-3 y VII.4.1-4), por lo tanto el promedio del precio de los combustibles para este caso es de 5.41 \$/l, Asimismo, se supone que un vehículo recorre una distancia promedio de 50 km. a una velocidad de 30 km./h, este último parámetro teóricamente se incrementa 40 km/h, lo que a partir de ello, se estima el cálculo por externalidad. La tabla VII.4.1-6 muestra los costos originados por el sector transporte considerando aspectos ambientales, demográficos y económicos.

Tabla VII.2-5 Indicadores del sector transporte considerando consumos de combustible, emisiones a la atmósfera, población y costos ambientales, 1996

Parámetros	Condiciones actuales			Condiciones teóricas		
Recorrido por vehículo al día (km.)	50			50		
Velocidad promedio (km/h)	30			40		
Tiempo de viaje promedio	1 h 40 m			1 h. 15 m		
Rendimiento del vehículo (km/l)	9.67			12.89		
Consumo de combustible por vehículo (l/día)	5.17			3.87		
Consumo de combustible por vehículo (m ³ /año)	5 981 839			4 462 642		
Costo por consumo de combustible (millones de pesos \$)	32 361.74			24 142. 89		
Emisiones a la atmósfera considerando todo el parque vehicular (t/año)	SO ₂	CO	NOx	SO ₂	CO	NOx
	5 762	1 934 669	134 493	4 298	1 443 324	100 336
Emisiones a la atmósfera per capita (kg. Contaminantes/habitante)	SO ₂	CO	NOx	SO ₂	CO	NOx
	0.67	227.61	15.82	0.50	169.8	11.80
Diferencia del PIB con respecto al costo por consumo de combustible (millones de pesos)	241 060.26			249 279.11		

Fuente: Creación propia, con base a datos obtenidos

De las tablas anteriores podemos indicar la necesidad de vincular a los sectores de la economía con el consumo de energía; las bases para tal vinculación se dan con el uso final del energético y el indicador económico de mayor influencia en el sector.

Por los resultados obtenidos, es conveniente indicar que el efecto de un congestionamiento o bien el contar con velocidades promedio de viaje bajas, son factores de gran magnitud desde el punto de vista de contaminación ambiental así como uno de los principales factores para determinar el estado que guarda la calidad del aire en la ZMCM; lo anterior trate como consecuencia aspectos considerables, tales como:

- Mayor tiempo de viaje
- Desgaste prematuro de los motores
- Mayor consumo de combustible
- Incremento en las emisiones contaminantes a la atmósfera
- Altera la productividad de la gente desde el punto de vista laboral y educativo

En otro aspecto, con el objeto de obtener un beneficio económico por medio de la reducción de emisiones contaminantes a través de la solución de los problemas de congestionamiento, se puede afirmar que las emisiones tiende a reducir en la medida que se incrementa la velocidad de circulación; prueba de ello se observa en los resultados obtenidos en las tablas VII.4.1-4 y VII.4.1-6, en las cuales se presentan dos escenarios, el primero al considerar una velocidad promedio de 30 km/h y el segundo al suponer una velocidad promedio de 40 km/h, en ambos casos las condiciones en cuanto el consumo de combustibles se observa un ahorro de 1 980 026 m³/año para el año 1994 y 1 519 197 m³/año para el año 1996. En lo que respecta a la reducción de emisiones a la atmósfera por el solo incremento de la velocidad de viaje, se tiene que para 1994 se reduce 3 058 t/año de SO₂, 588 619 t/año de CO y 23 006 t/año de NO_x; para 1996 la disminución de contaminantes fue de 1 464 t/año de SO₂, 491 354 t/año de CO, 34 157 t/año de NO_x; lo que significa que si se incrementa la velocidad de circulación y se suministra un combustible de mejor calidad, el volumen de emisiones atmosféricas disminuiría significativamente.

En el caso del sector transporte, el costo social difiere del privado básicamente por dos factores: La emisión de contaminantes asociada a la circulación de vehículos automotores y el tiempo perdido debido a los congestionamientos así como la baja velocidad de viaje. En éste último caso, el costo privado del transporte sería igual al costo social. La diferencia surge cuando al incorporarse un individuo adicional al flujo vehicular, la circulación del resto de los vehículos se torna más lenta. El costos social de éste último viaje no está dado sólo por los costos privados directos (combustible, desgaste del vehículo) también hay que adicionar el costo impuesto a los demás en términos de mayor tiempo de viaje, mayor consumo de combustible, mayores emisiones contaminantes, entre otros factores.

En otro aspecto, considerando que la distancia promedio de viaje en la ZMCM es de 50 kilómetros por día y la velocidad promedio de circulación es de 30 km/h, se deduce que cada habitante de la ZMCM destina en promedio 3 horas con 20 minutos solo para transportarse, esto es debido tanto por las condiciones de trafico o congestinamiento, accidentes o vehiculos descompuestos, bloqueos o manifestaciones político - sociales en las principales calles así como la mala planeación que se tiene en cuanto a los desplazamientos que realiza cada habitante para llegar a un centro de trabajo o a un centro educativo.

Si se mejoraran las condiciones de tránsito y vialidad en la ZMCM y la velocidad vehicular aumenta a 40 km/h, el tiempo promedio de recorrido se reduciría a 2 horas con 30 minutos, lo que significa un ahorro de 50 minutos por día.

En el aspecto económico, bajo condiciones normales de manejo (30 km/h), se tiene un costo de 252 256 millones de pesos para el año de 1994 y 32 261.76 millones de pesos para el año 1996 por concepto de consumo de combustible respecto al PIB; si consideramos un incremento en la velocidad de viaje y comparamos esta cifra respecto al PIB generado por el Distrito Federal, se tiene un ahorro de 8 573. 52 millones de pesos y 8 218.85 millones de pesos para el año 1994 y 1996 respectivamente.

Finalmente, en el caso del aumento de contaminantes, el usuario de un vehículo no incorpora en su evaluación individual, el costo que le impone al resto de la sociedad por las emisiones a la atmósfera que produce y que inciden directamente sobre la calidad de vida de la población, manifestándose en los índices de morbilidad y la mortalidad, por ello según estudios realizados por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en el año 2000, el Gobierno Federal registro un gasto nacional promedio en salud per capita de USD\$ 160, si consideramos la población en la ZMCM para los años 1994 y 1996, así como el porcentaje de casos registrados por el sector salud referente a enfermedades cardíacas y asma, siendo estas últimas debidas a aspectos ambientales, se tiene que para el año de 1994 el gasto por parte del Gobierno Federal considerando la variable ambiental fue de USD\$ 152.91 millones y para el año 1996 el gasto fue de USD\$ 115.99 millones, que corresponden al concepto de contaminación ambiental, por ello, el gobierno debe destinar 268.5 millones de USD\$ para satisfacer la demanda de servicios médicos considerando el factor ambiental en la ZMCM, lo que indica que al mejorar las condiciones ambientales de la ZMCM el Gobierno Federal podría ahorrarse ese monto y lo destinaría a otros servicios, como es seguridad, vivienda, educación entre otros.

VII.3 CALCULO DE EXTERNALIDADES AMBIENTALES POR EL SECTOR INDUSTRIAL

Para estimar la externalidad por la industria, existen diversos métodos así como estudios prácticos que han realizado esta tarea, sin embargo este ejercicio solo se ha realizado considerando un solo giro industrial, dando mayor énfasis a la industria eléctrica exclusivamente; a partir de estos resultados, se conoce la externalidad originada por este sector exclusivamente; ejemplo de ello son lo siguientes estudios

- ExterE National Implementation
- The New York Electricity Externality Study
- External costs in the Swiss Energy Sector
- Environmental costs of coal – based thermal power generation in India
- US –EC fuel cycle study

Para los fines que persigue la presente investigación, el calcular una externalidad considerando a todos los giros industriales en una sola, esta tarea no se ha realizado y los estudios antes indicados no consideran esta opción, por ello dada que la industria que se encuentra establecida en la ZMVM presenta diversa heterogeneidad, y se carece de información confiable desde el punto de vista energético considerando la entrada de materia prima hasta la salida de producto terminado, por ello, no es posible aplicar un método en particular, y con base en lo anterior, se ha desarrollado uno que considera solo la información que se conoce para la ZMCM, así la tabla VII.3-1 indica la metodología propuesta para el sector industrial a partir de la disponibilidad de información con que se cuenta.

Tabla VII.3-1 Descripción de la metodología utilizada para estimar externalidades en la ZMCM por el sector industrial

Características	Método para estimar externalidades ambientales en la ZMCM
Datos requeridos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consumo de combustibles ➤ Inventario de emisiones a la atmósfera ➤ Densidad demográfica de la ZMCM ➤ PIB generado por la ZMCM ➤ Costo nacional de salud per capita
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los consumos y tipo de combustibles, así como el inventario de emisiones se consideran dentro de los periodos de 1994 y 1996. ➤ Aun cuando en ambos inventarios consideran a la ZMCM con las 16 delegaciones y sus municipios conurbados, los costos de externalidades están referidos exclusivamente para la ZMCM. ➤ El costo nacional de salud per capita a es a nivel nacional, sin embargo para referirlo solo a la ZMCM, este costo se adecua a las condiciones económicas y PIB generado por la ZMCM ➤ Se considera a la industria como una sola desde el punto de vista de consumo de combustible
Alcance y limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los costos de externalidades para la ZMCM son estimados con base en los precios del combustibles referidos al segundo semestre del año 2001. ➤ Se estima la externalidad ambiental para los años 1994 y 1996, debido a que no se tienen datos oficiales respecto al inventario de emisiones de 1998 ➤ Debido a que no se cuenta con información oficial que indique a que eficiencia opera la industria en la ZMCM, con base en datos obtenidos por los propios industriales, se estima un escenario donde se considera que la industria trabaja a un 55% de eficiencia y otro escenario donde se supone que la industria opera a una eficiencia al 65%, esto se realiza para los años de 1994 y 1996 respectivamente.
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se considera el consumo de combustible (Gas L.P., gas natural y diesel industrial) total por la industria que opera en la ZMCM. ➤ Se toma en cuenta el número de industrias totales en la ZMCM, para los años 1994 y 1996 respectivamente. ➤ A partir del inventario de emisiones se consideran el volumen de emisiones a la atmósfera de SO₂, CO, NO_x ➤ Con los datos anteriores, se calcula el consumo de combustible total - anual promedio. ➤ Se supone que una industria opera por lo menos dos turnos diarios promedio. ➤ Considerando los precios actuales del combustible (Gas L.P., Combustible industrial y Diesel Industrial) se realiza un promedio de los mismos, esto es debido a que se considera al parque industrial en su totalidad, es decir no hay dato respecto al consumo de combustible que cada industria consumo.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A partir del precio promedio del combustible, y el volumen de combustible consumido; se calcula el costo total por combustible consumido así como el comportamiento de las emisiones a la atmósfera ➤ Se compara este costo total por consumo de combustible con el PIB generado por la ZMCM y se determina así la externalidad ambiental por el sector transporte para los años 1994 y 1996

Fuente: Creación propia con base en datos disponibles

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

A partir de la metodología descrita anteriormente, se indican los costos por externalidad ambiental para la ZMCM, para ello se presenta la tabla VII.3.-2 y VII.3-3 las cuales estima la externalidad así como indican el ahorro económico respecto al PIB a partir del grado de la externalidad; ambos casos se consideran para los años 1994 y 1996 respectivamente.

Tabla VII.3-2 Indicadores del sector industrial considerando consumos de combustible, emisiones a la atmósfera, población y costos ambientales, 1994

Parámetros	Condiciones actuales			Condiciones teóricas		
Eficiencia de operación promedio del parque industrial (%)	55			65		
Consumo de combustible considerando todo el parque industrial (m ³ /año)	6 967 261			6 270 534		
Consumo de combustible por industria (m ³ /día)	4.59			4.13		
Numero de industrias operando	4 157			4157		
Emisiones a la atmósfera considerando todo el parque industrial (t/año)	SO ₂	CO	NOx	SO ₂	CO	NOx
	36 051	8 696	31 520	23 445	7 826	28 367
Precios de los combustibles (\$/m ³) ^(a)	Combustible Industrial	Diesel Industrial		Gas L.P.	Gas Natural	
	4 150	4 560		8.75	1.80	
Costo total por consumo de combustible (millones de pesos \$)	15 189.534			13 670.579		
Emisiones a la atmósfera per capita (kg. Contaminantes/habitante)	SO ₂	CO	NOx	SO ₂	CO	NOx
	3.06	1.02	3.71	2.76	0.85	3.34
Diferencia del PIB con respecto al costo por consumo de combustible (millones de pesos)	271 273. 466			272 792.421		

Fuente: Creación propia, con base a datos obtenidos

(a) Precios de los combustibles referidos al segundo semestre del 2001

Tabla VII.3-3 Indicadores del sector industrial considerando consumos de combustible, emisiones a la atmósfera, población y costos ambientales, 1996

Parámetros	Condiciones actuales			Condiciones teóricas		
Eficiencia de operación promedio del parque industrial (%)	55			65		
Consumo de combustible considerando todo el parque industrial (m ³ /año)	8 459 103			7 613 192.7		
Consumo de combustible por industria (m ³ /día)	4.41			3.96		
Numero de industrias operando	5 255			5 255		
Emisiones a la atmósfera considerando todo el parque industrial (t/año)	SO ₂	CO	NOx	SO ₂	CO	NOx
	15 632	9 503	28 667	14 068	8 552	25 800
Precios de los combustibles (\$/m ³) ^(a)	Combustible Industrial	Diesel Industrial		Gas L.P.	Gas Natural	
	4 150	4 560		8.75	1.80	
Costo total por consumo de combustible (millones de pesos \$)	18 441.944			16 597.749		
Emisiones a la atmósfera per capita (kg. Contaminantes/habitante)	SO ₂	CO	NOx	SO ₂	CO	NOx
	1.83	1.11	3.37	1.65	1.0	3.03
Diferencia del PIB con respecto al costo por consumo de combustible (millones de pesos)	254 980.056			256 824.251		

Fuente: Creación propia, con base a datos obtenidos

(a) Precios de los combustibles referidos al segundo semestre del 2001

Es necesario indicar que en el lo que respecta a los precios de los combustibles, se considero el precios de cada uno de ellos y se obtuvo un promedio de 2 180.13 \$/m³, lo anterior fue debido a que se tomo en cuenta el parque industrial en su totalidad.

Por los resultados obtenidos, se observa que el incrementar la eficiencia en los procesos industriales por lo menos en un 10%, es un factor importante a considerar desde el punto de vista energético como desde el punto de vista de protección ambiental, ayudando así a mejorar la calidad del aire en la ZMCM.

En otro aspecto, con el objeto de obtener un beneficio económico por medio de la reducción de emisiones contaminantes a través de incrementar la eficiencia energética del parque industrial, se puede afirmar que las emisiones tiende a reducir en la medida que se incrementa dicha eficiencia; lo anterior se observa en los resultados obtenidos en las tablas VII.3-2 y VII.3-3, en las cuales se presentan dos escenarios, el primero al considerar una eficiencia de operación promedio de 55% y el segundo al suponer una eficiencia de operación promedio de 65%, en ambos casos las condiciones en cuanto el consumo de combustibles son las mismas, así por el solo hecho de incrementar un 10% dicha eficiencia se observa un ahorro de 1 518.995 millones de pesos para el año 1994 y 1 844.195 millones de pesos para el año 1996.

En lo que respecta a la reducción de emisiones a la atmósfera por el incremento de la eficiencia, se tiene que para 1994 se reduce 2 606 t/año de SO₂, 870 t/año de CO y 3 153 t/año de NOx; para 1996 la disminución de contaminantes fue de 1 564 t/año de SO₂, 950.3 t/año de CO, 2 867 t/año de NOx. Lo que significa que si se incrementa la eficiencia y se suministra un combustible de mejor calidad, el volumen de emisiones atmosféricas disminuiría significativamente.

En el aspecto económico, suponiendo una eficiencia del 55% promedio, se tienen costos de 15 189.534 millones de pesos para el año de 1994 y 18 441.944 millones de pesos para el año 1996 por consumo de combustible en ambos casos; si consideramos un incremento en la eficiencia de operación del 10% y comparamos esta cifra respecto al PIB generado por el Distrito Federal, se tiene un ahorro de 1 518.955 millones de pesos correspondiente al año de 1994 y 1 844.195 millones de pesos correspondiente a 1996. Dicho ahorro podría destinarse a la modernización del parque industrial, al mejoramiento de sus procesos haciéndolos más eficientes, realizar mantenimientos preventivos y correctivos constantemente y en su defecto a el Gobierno del Distrito Federal podría destinar dicho ahorro al mejoramiento de servicios de salud, seguridad, vivienda, educación entre otros.

RESUMEN CAPITULO VII

Con base en lo indicado en el presente capítulo, se realizó una adecuación de los métodos antes mencionados, con el objeto de integrar datos en materia de emisiones a la atmósfera, volumen de combustible, número de vehículos, número de establecimientos industriales, esto es con el objeto de determinar de la manera más confiable y representativa la externalidad ambiental por el sector transporte e industrial respectivamente.

Para el caso del sector transporte, la externalidad que se estimó considera la variable económica, a condiciones de manejo promedio de 30 km/h, ello representa un costo de 252 256 millones de pesos para el año de 1994 y 32 261.76 millones de pesos para el año 1996 por concepto de consumo de combustible respecto al PIB; si consideramos un incremento en la velocidad de viaje a 40 km/h y comparamos esta cifra respecto al PIB generado por el Distrito Federal, se tiene un ahorro de 8 573.52 millones de pesos y 8 218.85 millones de pesos para el año 1994 y 1996 respectivamente.

Para el caso del sector industrial, la externalidad estimada, desde el punto de vista económico, supone una eficiencia del 55% promedio, y por ello se tienen costos de 15 189.534 millones de pesos para el año de 1994 y 18 441.944 millones de pesos para el año 1996 por consumo de combustible en ambos casos respectivamente; si consideramos un incremento en la eficiencia de operación del 10% y comparamos esta cifra respecto al PIB generado por el Distrito Federal, se tiene un ahorro de 1 518.955 millones de pesos correspondiente al año de 1994 y 1 844.195 millones de pesos correspondiente a 1996. Dicho ahorro podría destinarse a la modernización del parque industrial, al mejoramiento de sus procesos haciéndolos más eficientes, realizar mantenimientos preventivos y correctivos constantemente y en su defecto al Gobierno del Distrito Federal podría destinar dicho ahorro al mejoramiento de servicios de salud, seguridad, vivienda, educación entre otros.

Cabe señalar que el calcular una externalidad a partir de todos los procesos industriales, o bien tomando en cuenta todos los modelos y tipos de vehículos que circulan en la ZMCM, este tipo de ejercicio no se ha realizado en la práctica en forma general, sino se han desarrollado criterios aplicados principalmente para la industria eléctrica, o bien para una determinada marca de vehículos.

Con base en lo anterior, la presente investigación, propone un método para el cálculo de externalidades tanto para el sector industrial como para el sector transporte, y se desarrolló considerando algunas de las características propias de la ZMCM.

Los resultados obtenidos y el sistematizar la información, permitió observar patrones de operación para ambos sectores, los cuales pudieran ser mejorados o en su defecto modificados para su mejor rendimiento desde el punto de vista ambiental y económico, lo que conlleva a establecer en el siguiente capítulo las conclusiones y recomendaciones finales de esta investigación.

VIII CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

El sector transporte tiene un papel importante en la vida económica de la ZMCM, genera empleos y ofrece un servicio vital para el desarrollo económico. Sin embargo, sus actividades tienen efectos negativos sobre la calidad del aire por consumo de combustible de mala calidad, la mala vialidad y tránsito que existe en la zona; aunado a un parque vehicular con diez años promedio de uso, son factores relevantes que originan un problema ambiental y económico de gran magnitud para la ZMCM. Por ello el aumentar la velocidad promedio de viaje a 40 km/h., permitirá una reducción de las emisiones a la atmósfera y un ahorro de combustible; estos factores reducirán 50 minutos promedio de viaje, considerando una distancia de 50 km., esta reducción de tiempo significa un ahorro de 8 573.52 millones de pesos y 8 218.85 millones de pesos para el año 1994 y 1996 respectivamente, estas cifras representan el 2,8 % y el 3,0% respecto al PIB generado en la ZMCM para esos años.

Con el objeto de mejorar la calidad del aire y con ello preservar la calidad de vida de los habitantes de la ZMCM, es necesario realizar en el sector transporte las siguientes acciones: Operación coordinada y eficiente de semáforos así como el eliminar las construcciones físicas en las vialidades como topes y baches, Aumentar la tasa de renovación de las flotas de camiones, taxis, colectivos, y automóviles privados, Diseñar un sistema de transporte metropolitano, que incluya el mejoramiento y coordinación de todos los modos de transporte actuales, Establecer nuevas especificaciones con límites más estrictos de contenido de azufre en la gasolina y diesel, que hagan posible la introducción de las futuras tecnologías automotrices, para lo cual será necesario considerar inversiones en el corto plazo, Introducir al gas natural como combustible para el transporte, especialmente para autobuses urbanos y camiones intra-urbanos, Desarrollo de infraestructura vial para minimizar el tránsito del transporte pesado de carga en la ZMCM, Evitar o de ser posible regular los bloqueos, manifestaciones y marchas político - sociales en las principales calles y avenidas de la ZMCM; Fortalecer la coordinación entre las instituciones locales y federales responsables de la gestión del transporte en la ZMCM, así como el vincular y planear el transporte a nivel metropolitano entre el Distrito Federal y el Estado de México.

LA industria mexicana presenta un rezago tecnológico y como consecuencia una eficiencia energética deficiente, esto significa que al incrementar en un 10% la eficiencia energética de las industrias, se tiene un ahorro de combustible de 696 727 m³ y 845 911 m³ para los años 1994 y 1996; dicho ahorro al llevarlo a unidades monetarias, representa 1 518.95 millones de pesos y 1844.19 millones de pesos respectivamente, lo que equivale a un porcentaje de 0.53% y 0.67% con respecto al PIB generado por esos años en la ZMCM.

Por ello es necesario que la componente de apoyo crediticio debe ser dinámico, ya que el alto costo del financiamiento ha inhibido que las empresas recurran a estos fondos para su reconversión tecnológica; por ello es necesario buscar nuevos arreglos financieros que ofrezcan términos y condiciones viables para la industria, e incluir en los mismos a la micro y pequeña empresa, las cuales son también generadoras de un volumen importante de emisiones contaminantes, no reguladas y con escasas opciones de transferencia y modernización tecnológica. Lo anterior conlleva a la búsqueda de incentivos fiscales y arancelarios otorgados en términos de depreciación acelerada y extensión arancelaria, los cuales han sido poco difundidos.

Otro aspecto que hay que considerar de la industria en la ZMCM, es la diversificación que tiene en cuanto al consumo de combustible para su operación, por ello es necesario crear infraestructura referente al suministro de combustible menos contaminante con el objeto de que por lo menos el 95% de los establecimientos industriales puedan consumir gas natural, lo anterior trae como consecuencia beneficios ambientales, por la disminución de contaminantes a la atmósfera y beneficios económicos a la empresa debido a que el precio del gas natural comparado con diesel desulfurado u otro combustible, es más barato, lo que implica el tener un ahorro de un 39%, hacia la empresa solo por el cambio de combustible; no obstante, el suministrar y garantizar gas natural a la industria, depende de una política energética que considere la expansión del parque industrial desde el punto de vista energético y alta eficiencia, sin embargo con el objeto de garantizar el incremento de la eficiencia en los procesos productivos, es necesario realizar en el sector industrial la ejecución de auditorías energéticas, ello permitirá identificar problemas así como fortalecer una las políticas que se implanten en esta materia por las autoridades federales competentes, una vez garantizando la alta eficiencia energética se estaría en condiciones de suministrar combustibles fósiles ambientalmente limpios.

En consecuencia es necesario establecer medidas que garanticen el cumplimiento por parte de los establecimientos industriales en lo que respecta a la normatividad ambiental vigente, siendo éstas: La autorregulación así como la aplicación de auditorías ambientales e Implantación de sistemas de administración ambiental, estos instrumentos pueden asegurar un buen desempeño ambiental de la industria, por ello es conveniente que se refuercen e intensifiquen estos mecanismos, ampliando su aplicación no solo a industria grandes o transnacionales sino a la micro y pequeña empresa.

EN lo que respecta a costos a la salud considerando la variable ambiental, en 1994 el gasto por parte del Gobierno Federal fue de USD\$ 152.91 millones y USD\$ 115.99 millones para el año de 1996, con base en estas cifras el Gobierno debe destinar USD\$ 268.5 millones para satisfacer la demanda de servicios médicos considerando el factor ambiental en la ZMCM, lo que indica que el mejorar las condiciones ambientales, el Gobierno Federal puede ahorrarse ese monto y destinarlo a otro servicios, como es la seguridad, vivienda, educación entre otros.

EL éxito de los esfuerzos de mejoramiento de calidad del aire depende del trabajo coordinado y constante entre todas las instituciones tanto académicas, públicas y privadas que estén involucradas en este problema, para ello es necesario contar con un sistema de información nacional confiable y de fácil acceso, el establecer este sistema, permitirá obtener información de datos técnicos, económicos, sociales, salud y ambientales referidos no solo de la ZMCM, sino en regiones donde la calidad del aire y otros problemas de contaminación sean graves, poniendo principal atención hacia el sector transporte e industrial; asimismo, el contar con información veraz, se podrán realizar estudios o investigaciones cuyos resultados sean semejantes y estén acordes con las condiciones tanto técnicas, económicas y ambientales de la ZMCM.

Por lo antes mencionado, Es necesario realizar esfuerzos para mejorar la precisión y confiabilidad de los inventarios de emisiones, así como el desarrollar una metodología que sea sistemática y representativa de las condiciones geográficas, económicas y ambientales en la ZMCM; por ello la confiabilidad es esencial para obtener información sobre el estado que operan las fuentes de contaminación, y ello permite formular estrategias de control, efectivas para mejorar la calidad del aire. Además los inventarios de emisiones son una herramienta indispensable para evaluar si las medidas o políticas aplicadas han producido los resultados esperados.

La Secretaría de Salud debe de ser más participativa en la problemática ambiental, e involucrar a instituciones publicas y privadas a realizar estudios referente a los efectos que tiene la población al exponerse a niveles de contaminación altos, principalmente en enfermedades referidas al aparato respiratorio; por ello es indispensable contar cuanto antes con información que considere aspectos ambientales, demográficos y de salud; y esta información sea procesada en esta materia.

El problema ambiental no se tiene que ver como responsable a una institución en particular, sino a instituciones o dependencias federales que estén involucradas en aspectos económicos, ambientales y energéticos; con el fin de desarrollar una cultura ambiental de racionalidad económica, que favorezca una reflexión pública seria sobre costos, beneficios y efectos distributivos de diferentes políticas para el desarrollo sustentable, lo anterior permitiría abrir espacios formales en el proceso de discusión sobre una reforma fiscal ecológica integral, donde se consideren de manera seria las posibilidades de aplicación de instrumentos correctivos ambientales.

Finalmente, es claro el enorme grado de complejidad conceptual y práctico que caracteriza a los temas referente a la evaluación de los costos ambientales, por ello el éxito y sustentabilidad de las políticas ambientales, no solo dependen de la ejecución de políticas, líneas de acción, estrategias, reformas o programas eficaces y reales; sino en gran medida de un alto nivel de conciencia ciudadana y de una participación social activa e informada. Para lograr este objetivo, es necesario desarrollar una cultura ambiental y elevar la educación en todos los niveles y con esto lograr un cambio permanente de actitudes y conductas. Asimismo, es indispensable el mejoramiento continuo de la capacidad de los recursos humanos responsables del diagnostico de la problemática ambiental, así como de la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de las políticas y programas dirigidos a la reducción de la contaminación atmosférica, tanto a nivel gubernamental, académico y privado. No obstante, cualquier retraso en abordar y atacar la contaminación del aire puede orillar a la necesidad de aplicar acciones más drásticas en el futuro, o a poner en un mayor riesgo la salud y la economía de los habitantes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

IX BIBLIOGRAFÍA

A. Galan, R. González; A Methodology Proposal to Calculate the Externalities of Liquid Biofuels, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Madrid 1999

Bazán Navarrete Gerardo, Haddad Cela Gabriel, Energía y Contaminación del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México, Contexto Culturales Editores, México 2000

Camarero Orive Alberto, Guerrero García María J., Las Externalidades en la Evaluación de Proyectos de Transporte, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), Economía, Instituciones y Cambio Climático, México, 2000

Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), Cambio Climático Global, El Reto del Sector Privado en América Latina, México, 1998

Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA), Evaluación del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 1995 - 2000, México 1998

Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), Retos y Oportunidades para una Reforma Fiscal Ecológica, México, 1998

Halsneas K., Callaway J.M. Economics of Greenhouse Gas Limitations, Methodological Guidelines, Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark June 1999

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), Estadísticas del Medio Ambiente Tomos I y II, México 1999

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), Anuario Estadístico del Distrito Federal, Ediciones 1997, 1998 y 1999, México

Larach María Angelica, Comercio y Medio Ambiente en la Organización Mundial del Comercio, Unidad de Comercio Internacional de la División de Comercio Internacional, Transporte y Financiamiento, CEPAL., Chile 1998

Lotte Schleisner, Differences in Methodologies used for Externality Assessment; Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark June 1999

Lotte Schleisner, Review of Externality Valuation, Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark November, 1998

Molina J. Mario, Proyecto para el Diseño de una Estrategia Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de México 2001- 2010, Comisión Ambiental Metropolitana, Instituto Tecnológico de Massachusetts, México 2000

Richard L. Ottinger and David R. Wooley, Environmental Cost of Electricity; Pace University Center For Environmental Legal Studies; United States Department of Energy, 1991

Riera Pere, Macian Marga, Análisis Coste-Beneficio de la Ampliación del Aeropuerto de Barcelona con Externalidades Ambientales, Ruido, Polución Atmosférica y Ocupación de Humedales, Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Robles B. Rosario, Gobierno del Distrito Federal, Tercer Informe de Gobierno Anexo Estadístico, México, 2000

Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, Secretaria de Salud, Departamento del Distrito Federal y Gobierno del Estado de México, Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995 - 2000, México 1999

Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal, Gobierno del Estado de México, Instituto Nacional de Ecología, 1996 Inventario de Emisiones a la Atmósfera en la ZMVM, México 1998

Universidad Nacional Autónoma de México, Programa Universitario de Energía, Universidad Politécnica de Madrid; Internalización de Costos Ambientales; XII Curso sobre Planificación Energética Quinto en Latinoamérica y el Caribe, 1994

Universidad Nacional Autónoma de México, Programa Universitario de Energía, Instituto Mexicano del Petróleo, La Energía en México, Replanteamiento de Retos y Oportunidades; Primer Congreso Nacional de la Asociación Mexicana para la Economía Energética A.C. 1995.