



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



**INVESTIGACION DEL COMPORTAMIENTO DE LA
CONTAMINACION ATMOSFERICA GENERADA POR FUENTES
MOVILES (VEHICULOS AUTOMOTORES) EN CIUDAD JUAREZ
CHIHUAHUA**

TRABAJO QUE PRESENTA

JOSE LUIS PEREZ HERNANDEZ

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

MEXICO, D.F.

MARZO, 2013



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.

AGRADECIMIENTOS

**A DIOS PADRE TODOPODEROSO
POR DARME LA VIDA Y DIRIGIR MÍ CAMINO
EN ESTA BELLA PROFESION**

**A TODOS MIS MAESTROS
POR SU AYUDA Y GRANDES ENSEÑANZAS
POR HABER COMPARTIDO CONMIGO
SU SABIDURIA Y EXPERIENCIA**

**A LOS INGENIEROS
I.Q. EDUARDO VAZQUEZ ZAMORA
I.Q. RAUL RAMON MORA HERNANDEZ**

DEDICATORIAS

**DEDICO ESTE TRABAJO A MIS PADRES:
ANDRES PEREZ HUERTA q.e.p.d.
ALICIA HERNANDEZ SANCHEZ
POR DARME LA VIDA, POR SUS SABIOS CONSEJOS,
POR SU APOYO INCONDICIONAL PARA INICIARME
EN ESTE CAMINO DE LA SUPERACION.**

**A MIS HIJOS:
NATALIE LUISA
JOYCE SANDY
OMAR EDER
POR SER MI FUENTE DE INSPIRACION
Y SER EL EJE MOTRIZ PARA
CONCLUIR ESTA ETAPA**

**A MIS HERMANOS:
JOSE MIGUEL q.e.p.d.
MARIA DEL PILAR
ANDRES
HECTOR
EDUARDO
GASPAR
MARIO
MARCO ANTONIO
ELIZABETH
VICENTE q.e.p.d.
CARLOS ALBERTO**

**A LA GRAN MAESTRA DE MI VIDA
A MI AMOR
MAYELA GUADALUPE ZAPATA VAZQUEZ
POR SER MI EJE RECTOR
PARA CONCLUIR ESTA IMPORTANTE ETAPA
DE MI VIDA**

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I	14
• Justificación	
• Objetivo General	
• Objetivos Específicos	
• Hipótesis	
CAPITULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS	18
• Situación Geográfica	
• Clima y Aspectos Meteorológicos	
• Inversiones térmicas	
• Aspectos Económicos y Población	
CAPITULO III MARCO JURÍDICO	30
• El Derecho Ambiental	
• Marco Legal de Protección al Ambiente en México	
• Normas Oficiales Mexicanas.	
• PROY-NOM-156-SEMARNAT-2008, Establecimiento y Operación de Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire. Diario Oficial de la Federación 30 septiembre 2009.	
• Ley general del equilibrio ecológico y protección al ambiente.	
CAPITULO IV	48
• Antecedentes	
• Efectos Contra la Salud Ocasionados por la Contaminación Ambiental(CONTAMINACION ATMOSFERICA)	

CAPÍTULO V	51
• Metodología	
• Colección de Datos	
• Distribuciones Viales y Aforos Vehiculares	
• Red de monitoreo de la calidad del aire en Ciudad Juárez	
CAPITULO VI	67
• Resultados	
• Calidad del Aire	
CAPITULO VII	74
• Conclusiones y recomendaciones	
• Salud	
BIBLIOGRAFIA	77

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁG
TABLA 01. PARAMETROS CLIMATICOS DE CD. JUAREZ CHIH.	21
TABLA 02. PROYECCIONES DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	27
TABLA 03. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	28
TABLA 04. VIALIDADES PRIMARIAS	56
TABLA 05. AFOROS VEHICULARES	58
TABLA 06. PARQUE VEHICULAR EN CD. JUAREZ CHIH.	59
TABLA 07. ESTACIONES DE MONITOREO	64
TABLA 08. PARTICION MODAL DE TRANSPORTACION	67
TABLA 09. CRUCES FRONTERIZOS EN SENTIDO DE SUR A NORTE EN 2003	68
TABLA 10. INVENTARIO DE EMISIONES PORCENTUAL 2002	72
TABLA 11. EMISIONES TOTALES DE CADA CONTAMINANTE POR SECTOR	72

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁG
FIG. 01. UBICACIÓN DE CD. JUAREZ EN EL EDO. DE CHIHUAHUA	18
FIG. 02. MAPA DE CD. JUAREZ CHIH. MEXICO, EL PASO TEXAS E.U.A Y SUNLAND PARK NUEVO MEXICO E.U.A	19
FIG. 03. ROSA DE VIENTOS	22
FIG. 04. VIENTO DOMINANTE	23
FIG. 05. INDICADORES DE LA DINAMICA POBLACIONAL	26
FIG. 06. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	28
FIG. 07. DISTRIBUCION DEL PARQUE VEHICULAR	53
FIG. 08. PADRON VEHICULAR EN CD. JUAREZ POR AÑO	54
FIG.09. CRUCE VEHICULAR POR LOS PUENTES INTERNACIONALES	61
FIG. 10. DISTRIBUCION DE LOS VEHICULOS QUE CRUZAN DE CD. JUAREZ CHIH. AL PASO TEXAS	61
FIG. 11. ESTACION DE MONITOREO MANUAL	65
FIG. 12. ESTACION DE MONITOREO AUTOMATICA	66
FIG. 13. EXCEDENCIAS ANUALES EN LA CALIDAD DEL AIRE EN CD. JUAREZ DURANTE EL PERIODO 1991-2008	69
FIG. 14. HISTORICO DE VERIFICACION VEHICULAR ANUALES (1993- 2007)	70
FIG. 15. CONTRIBUCION PORCENTUAL DE EMISIONES POR SECTOR	71

Introducción

La contaminación del aire es uno de los principales problemas ambientales y de salud pública en Ciudad Juárez, Chihuahua. Es uno de los fenómenos inherentes al estado económico, poblacional y tecnológico de nuestro estado, que tiene sus expresiones más graves en las grandes ciudades y zonas fronterizas e industriales del territorio nacional.

A la vez la contaminación atmosférica es uno de los problemas más difíciles de comprender, evaluar, normar y controlar, entre otras causas por la gran cantidad de fuentes emisoras, la dilución y/o transformación de los contaminantes en la atmósfera y los efectos que tienen los contaminantes sobre la salud humana y los ecosistemas. En particular en Ciudad Juárez Chihuahua los aspectos de la contaminación atmosférica se han visto más acentuados en los últimos 10 años, donde esta es la principal ciudad del estado ocupando el primer lugar en crecimiento poblacional, ocasionando la multiplicación del suministro de servicios públicos y bienes, así como la necesidad del transporte de pasajeros, mercancías y un incremento masivo de vehículos particulares. El incremento del parque vehicular en aproximadamente los 450,000 vehículos, sumado al acelerado crecimiento de la mancha urbana, ha traído como consecuencias problemas de tránsito en las zonas de mayor actividad urbana, mayores distancias a recorrer y tiempos de traslado más lentos. Como resultado de estas actividades, y los efectos del cambio climático Ciudad Juárez se caracteriza por ser una de las ciudades con los niveles de contaminación atmosférica más altas del país. Por ello, el contar con la información actualizada de las fuentes móviles será relevante, así como sus principales factores y consecuencias sobre la salud, son importantes para formar estrategias de control y manejo para la población.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación del aire es uno de los principales problemas ambientales y de salud pública en Ciudad Juárez, Chihuahua. Es uno de los fenómenos inherente al estado económico, poblacional y tecnológico de nuestro estado, que tiene sus expresiones más graves en las grandes ciudades y zonas fronterizas e industriales del territorio nacional.

A la vez la contaminación atmosférica es uno de los problemas más difíciles de comprender, evaluar, normar y controlar, entre otras causas por la gran cantidad de fuentes emisoras, la dilución y/o transformación de los contaminantes en la atmósfera y los efectos que tienen los contaminantes sobre la salud humana y los ecosistemas. En particular en Ciudad Juárez Chihuahua los aspectos de la contaminación atmosférica se han visto más acentuados en los últimos 10 años. Donde, esta es la principal ciudad del estado, ocupando el primer lugar en crecimiento poblacional, ocasionando la multiplicación del suministro de servicios públicos y bienes, así como la necesidad del transporte de pasajeros, mercancías y un incremento masivo de vehículos particulares. El incremento del parque vehicular en aproximadamente los 450,000 vehículos, sumado al acelerado crecimiento de la mancha urbana, ha traído como consecuencias problemas de tránsito en las zonas de mayor actividad urbana, mayores distancias a recorrer y tiempos de traslado más lentos. Como resultado de estas actividades, y los efectos del cambio climático, Ciudad Juárez se caracteriza por ser una de las ciudades con los niveles de contaminación atmosférica más altas del país. Por ello, el contar con la información actualizada de las fuentes móviles será relevante, así como sus principales factores y consecuencias sobre la salud, siendo importantes para formar estrategias de control y manejo para la población.

JUSTIFICACIÓN:

El análisis de este proyecto surge como una necesidad de presentar los altos niveles de contaminación del aire que se registran en la región. Con los datos que se puedan recabar mostrar los periodos donde se exceden las normas de calidad del aire, de acuerdo a los niveles de emisión y sus efectos en la salud, los contaminantes de mayor preocupación son el monóxido de carbono, el dióxido de carbono, el dióxido de azufre, el dióxido de nitrógeno y las partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$).

Con esto poder describir que porcentaje del parque vehicular en modelos y tipos contribuyen a la contaminación ambiental, así como verificar que porcentaje de propietarios de los automotores se preocupan porque sus vehículos cumplan con los programas de verificación, para estar dentro de las normas ambientales establecidas.

Poder verificar con el historial del comportamiento de los contaminantes, si los programas aplicados por el municipio de Juárez en materia ambiental cumplen de forma satisfactoria, y si no proponer acciones para prevenir y controlar el deterioro ambiental generado por el parque vehicular que asciende a casi 450,000 vehículos

OBJETIVO GENERAL

Contar con información de calidad y en cantidad suficiente, que permita describir, analizar, determinar y evaluar la situación actual del medio ambiente (contaminación atmosférica) generada por fuentes móviles en Cd. Juárez Chihuahua.

Objetivos específicos

- 1.- Explorar las tendencias históricas de los contaminantes (CO, CO₂, O₃, NO, HC, PM₁₀, PM_{2.5}), causas, y condiciones que los originaron.
- 2.- Describir el porcentaje de participación de los vehículos automotores en la contaminación ambiental.
- 3.- Identificar el porcentaje de propietarios que se preocupan por comprobar el estado actual de sus vehículos a través de la aprobación del engomado ecológico.
- 4.- Proponer acciones para prevenir y disminuir el deterioro ambiental en materia de contaminación atmosférica.

HIPÒTESIS

Se espera mostrar que el mayor porcentaje de la contaminación atmosférica por los gases CO, CO₂, O₃, NO_x, HC, SO₂, y las partículas PM₁₀, PM_{2.5}, es generada por la mala combustión de los vehículos automotores.

Se espera obtener que el mayor porcentaje de la contaminación atmosférica sea consecuencia de que los automovilistas no cumplen con el programa de verificación vehicular.

Se espera mostrar que del parque vehicular de aproximadamente 450,00 vehículos el 85% son automotores que tienen entre 10 y 15 años de antigüedad o mas.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

* Situación Geográfica

Ciudad Juárez se localiza en las coordenadas geográficas $31^{\circ}47'$ y $31^{\circ}07'$ Lat. N y entre $106^{\circ}11'$ y $106^{\circ}57'$ Lat. O y a una altitud de 1120 m. S.N.M., el municipio de Ciudad Juárez como se muestra en la fig. 01 cuenta con una extensión de 3567.849 Km², la cual representa el 1.5% de la superficie del estado de Chihuahua. Colinda en la frontera norte con los estados de Texas y Nuevo México, al Oeste con el Municipio de Ascensión, al sur con los Municipios de Guadalupe y Villa Ahumada y al este con el estado de Texas y el Municipio de Guadalupe. Ciudad Juárez se localiza en medio del desierto de Chihuahua, considerado el desierto más grande de América del Norte.



Fig. 01. Ubicación de Cd. Juárez en el Estado de Chihuahua

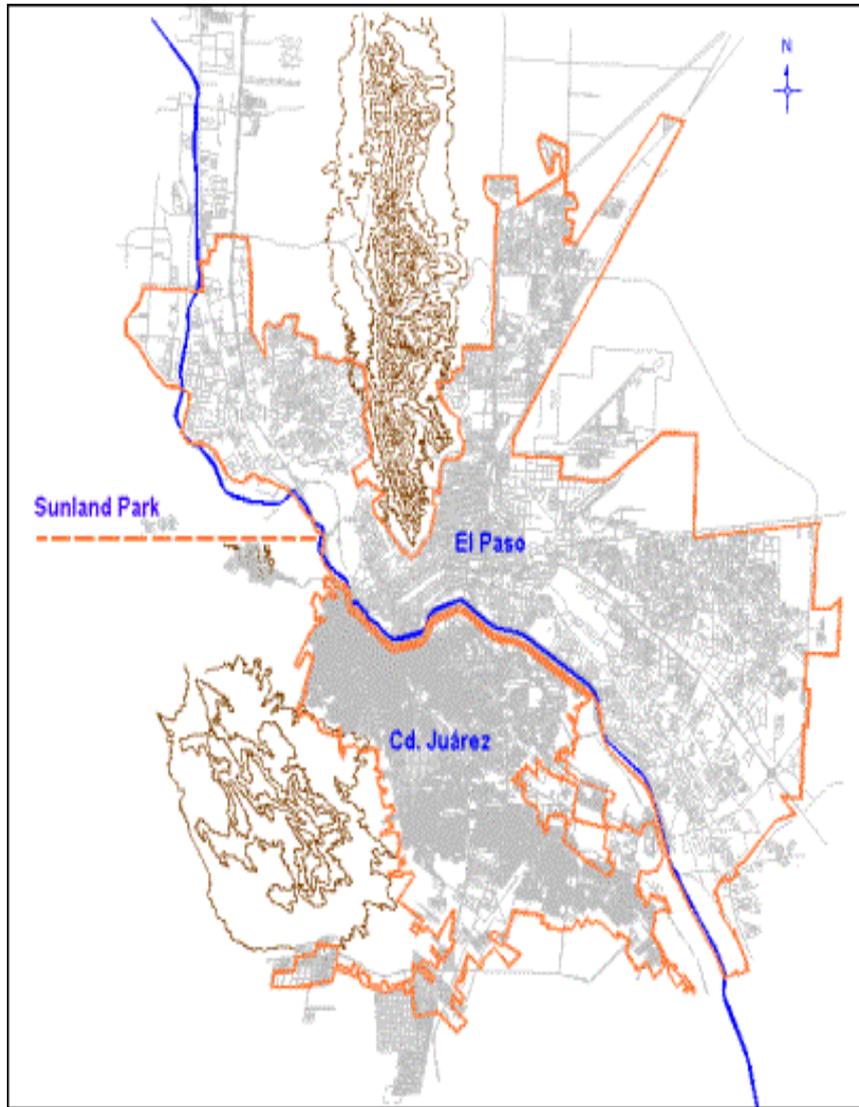


Fig. 02 Mapa de Cd. Juárez/ El Paso/ Sunland Park
 Topografía de la región Paso del Norte
 Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano 2006

En la fig. 2 se presenta un mapa de las ciudades de Juárez Chih. Mex., El Paso Tx. USA y Sunland Park NM USA, mostrando las principales formaciones montañosas de la cuenca atmosférica binacional.

Ciudad Juárez y las ciudades americanas de El Paso y Sunland Park comparten una cuenca atmosférica común, por eso la importancia que reviste considerar la interrelación que se da entre las tres ciudades, ya que los contaminantes atmosféricos se mueven libremente cruzando la frontera bajo la influencia de los vientos de la zona.

Como se puede observar, en el área sobresalen la sierra de Juárez, las montañas franklin y el cerro de cristo rey en el vértice de los tres estados.

La mancha urbana de las tres ciudades se localiza sobre superficies planas, sin relieves significativos.

La extensión de la mancha urbana se distribuye principalmente en tres zonas, la zona del valle de Juárez la cual por su cercanía al Rio Bravo tiene suelos lacustre y principalmente fluviales, la zona oeste alta de terrazas donde el tipo de suelo es conglomerado calizo y la tercera zona donde se ha desarrollado la urbanización mas reciente se localiza al suroriente de la ciudad, invadiendo una zona aluvial lacustre y zona desértica con suelo de naturaleza eólica.

* Clima y Aspectos Meteorológicos

Ciudad Juárez se caracteriza por su clima que es desértico y por lo tanto extremo, debido a la altura en la que se encuentra la región, las temperaturas varían mucho de una estación a otra, son diarias las máximas sobre los 35°C en verano y en invierno se pueden tener de hasta -22°C . Agosto es el mes en que mas llueve, con un promedio de 260 mm. Al año. Las nevadas son relativamente comunes debido a las masas de aire frío provenientes del oeste de los Estados Unidos. Juárez tiene un promedio de tres nevadas al año, sin embargo en años con inviernos muy húmedos puede nevar hasta ocho veces. La temperatura promedio de la ciudad en el año es de 16.6°C, con variaciones promedio de 7°C en el mes de enero que es el más frío y de 28.7°C en el mes de julio que es el más caliente. Su población asciende a 1 313 338 habitantes (INEGI 2010).

 Parámetros climáticos promedio de Ciudad Juárez 

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima registrada (°C)	27	28.6	32.9	35.2	38.4	44.0	42.5	41.5	38.5	35.2	30.1	34	
Temperatura máxima diaria (°C)	14.9	18.4	22.4	26.1	30.6	36.2	35.6	34.1	31.1	26.1	19.6	15.7	0
Temperatura mínima diaria (°C)	0.6	2.4	6.0	9.5	14.4	19.7	21.7	20.4	17.1	11	4.3	0.6	0
Temperatura mínima registrada (°C)	-23	-15	-10	-5	-1	8	10	0	-5	-10	-17	-21	
Precipitación total (mm)	11	10	7	6	10	22	38	45	41	21	11	20	242

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx>

En la fig. 3 se muestra la rosa de vientos para el periodo comprendido, de su análisis se observa que:

- el viento dominante proviene del Noroeste con una frecuencia total del 25%, siguiéndole en importancia las direcciones Sureste con 15%, Oeste con 14%, Suroeste con 13% y los vientos del Este con 13%.
- El flujo del viento manifiesta dos patrones principales de circulación en orden de importancia. El primer patrón con 52% de la frecuencia total, indica un flujo de vientos Occidentales, que incluyen las direcciones Noroeste, Oeste, Suroeste, los cuales se manifiestan en los meses de Noviembre a Junio. El segundo patrón con 34% de incidencia son los vientos Orientales que incluyen las direcciones Noreste, Este y Sureste que tienen un claro predominio de Julio a Septiembre.
- Respecto a los vientos provenientes del Norte y del Sur, estos representan solo el 4 y 6 % respectivamente, de la frecuencia total, lo que significa una incidencia poco importante en la circulación local de los vientos.

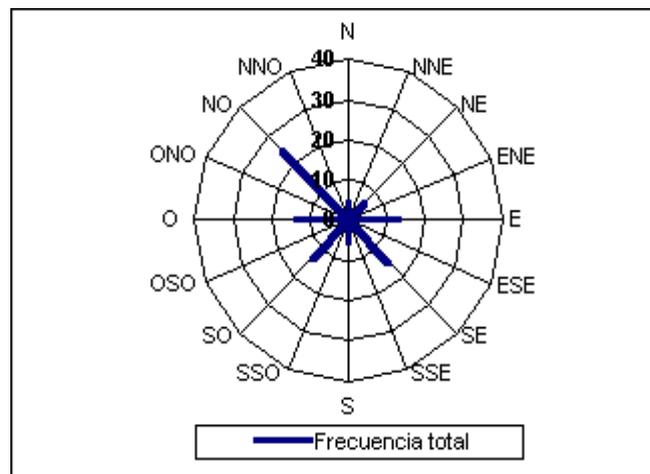


Fig. 3 Rosa de viento dominante en
Cd. Juárez (2006-2008)
Porcentaje y dirección

Fuente: Centro de Estudios del Medio Ambiente
(CEMA) de la U. A. C. J.

- En todos los casos al ver la fig. 4, la intensidad de viento mas frecuentes es menor a los 5 m/s, aunque temporalmente alcanzan velocidades que van de los 5.1 a los 10 m/s. tomando en cuenta todas las direcciones, cerca del 75% del tiempo el viento tiene una velocidad menor a los 5 m/s. las intensidades de viento superiores a los 10 m/s son mas frecuentes en la dirección Noroeste.

La anterior descripción meteorológica es el resultado del análisis de la Información proporcionada por el Centro de Estudios del Medio Ambiente (CEMA) de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Dicha información fue recabada a través de la estación meteorológica localizada en el kilómetro 12.5 de la carretera panamericana, cuyas coordenadas geográficas son 31°4'25.08" latitud Norte y 106°25'25.41" longitud Oeste.

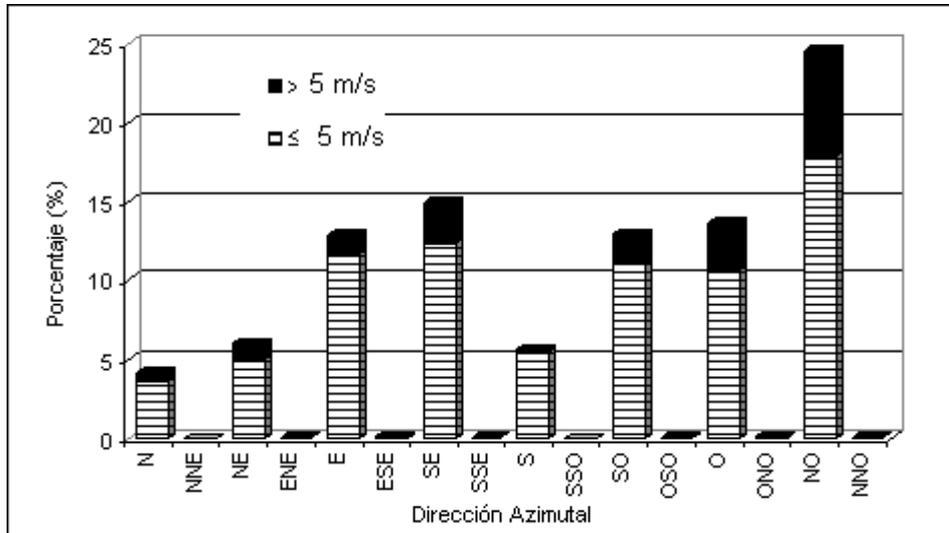


Fig.4 Viento dominante en Cd. Juárez

(Porcentaje de ocurrencia por dirección y velocidad)

Fuente: Centro de Estudios del Medio Ambiente (CEMA) de la UACJ.

Inversiones térmicas

Normalmente la temperatura del aire disminuye con la altura. Cuando este proceso se invierte se dice que existe una inversión térmica. Información obtenida en el área de El Paso, indica que las inversiones térmicas en la región Paso del Norte se presentan en otoño e invierno, iniciando en septiembre cuando las noches son más largas; sin embargo, son más frecuentes en noviembre, diciembre y enero, cuando hay noches largas y días cortos; en diciembre, por ejemplo, las noches son de aproximadamente 14 horas, en tanto que los días son de 10 horas (Texas Air Control Board, 1991).

Adicionalmente, en ésta época del año el desierto presenta un poco de humedad, favoreciendo con ello un fuerte enfriamiento cuando hay cielos despejados. El aire cercano al suelo se enfría más rápidamente que el aire en las capas altas de la atmósfera, dando lugar a una inversión térmica nocturna que atrapa los contaminantes emitidos en la cuenca. Estas inversiones suelen ser poco profundas, por lo que se reduce el volumen disponible para el mezclado vertical y la dispersión, causando con ello altas concentraciones de contaminantes cerca de la superficie. Durante la mañana, el fuerte calentamiento local empieza a romper la inversión y por la tarde, la atmósfera que es usualmente inestable, favorece que los contaminantes se diluyan en la alta atmósfera.

Aspectos Económicos y Población

De acuerdo al último censo, el municipio de ciudad Juárez cuenta con una población de 1 313 338 habitantes (INEGI 2010), lo que representa el 46% de la población del estado de Chihuahua (3238291 hab. Conteo INEGI2005) con una tasa de crecimiento promedio anual del 4.8 %, y una densidad de población de 5600 hab. /km², ver tabla 02. El dinámico crecimiento demográfico y las actividades económicas han propiciado un desarrollo urbano fundamentalmente horizontal y extensivo, el cual ha sido estructurado en base a adiciones espaciales emergentes en usos industriales y habitacionales. La falta de una adecuada estructura vial y la falta de infraestructura para los diferentes modos de transporte se traduce en congestión vial, la cual produce demoras en el tránsito y una alta cantidad de emisiones a la atmósfera, factores que limitan el crecimiento económico, urbano y social, reduciendo los niveles de calidad de vida de los habitantes.

Ciudad Juárez tiene una posición preponderante en la región y en la relación binacional (región fronteriza). Es el centro de mayor población en el estado y es el más grande de los tres municipios del lado mexicano, se ubica en un valle colindante con el Río Bravo, junto a la ciudad de El Paso, Texas. A pesar de que los vientos dominantes provienen Noroeste, bajo ciertas condiciones meteorológicas existe transferencia de contaminantes de un país a otro. El municipio de Juárez concentra el 35% de la población económicamente activa (PEA) de la región binacional, el 41.62% de la población ocupada, la cual se estima en un millón de personas. Juárez aporta el 55% del Producto Interno Bruto (PIB) al estado de Chihuahua, mientras que en comparación El Paso aporta el 2.7% del PIB al estado de Texas. Una revisión de la información acerca de la dinámica poblacional en la región nos permite identificar que el fenómeno demográfico está asociado al desarrollo económico de la ciudad, observándose que este ha sido una condición que ha propiciado el crecimiento de la misma y que ha traído un crecimiento en la demanda de bienes y servicios por la población, como son el transporte urbano, el uso intensivo del automóvil, el aumento en el consumo de energéticos, tanto en las actividades productivas

como domesticas. La interdependencia internacional ha generado una gran concentración de la actividad económica y de la población en Ciudad Juárez.

Otros indicadores de la dinámica de la región pueden ser muy ilustrativos en las dos ciudades fronterizas, la figura 05 presenta cifras comparativas para el área urbana, población, densidad de población, tamaño del parque vehicular y los vehículos-kilómetro recorridos para Ciudad Juárez-El Paso.

De ello se concluye que existen marcadas diferencias en los aspectos socioeconómicos y territoriales en ambas ciudades.

Ciudad Juárez cuenta con una superficie urbana de 190 Km², representando una tendencia de crecimiento hacia el oriente y el sur de su territorio.

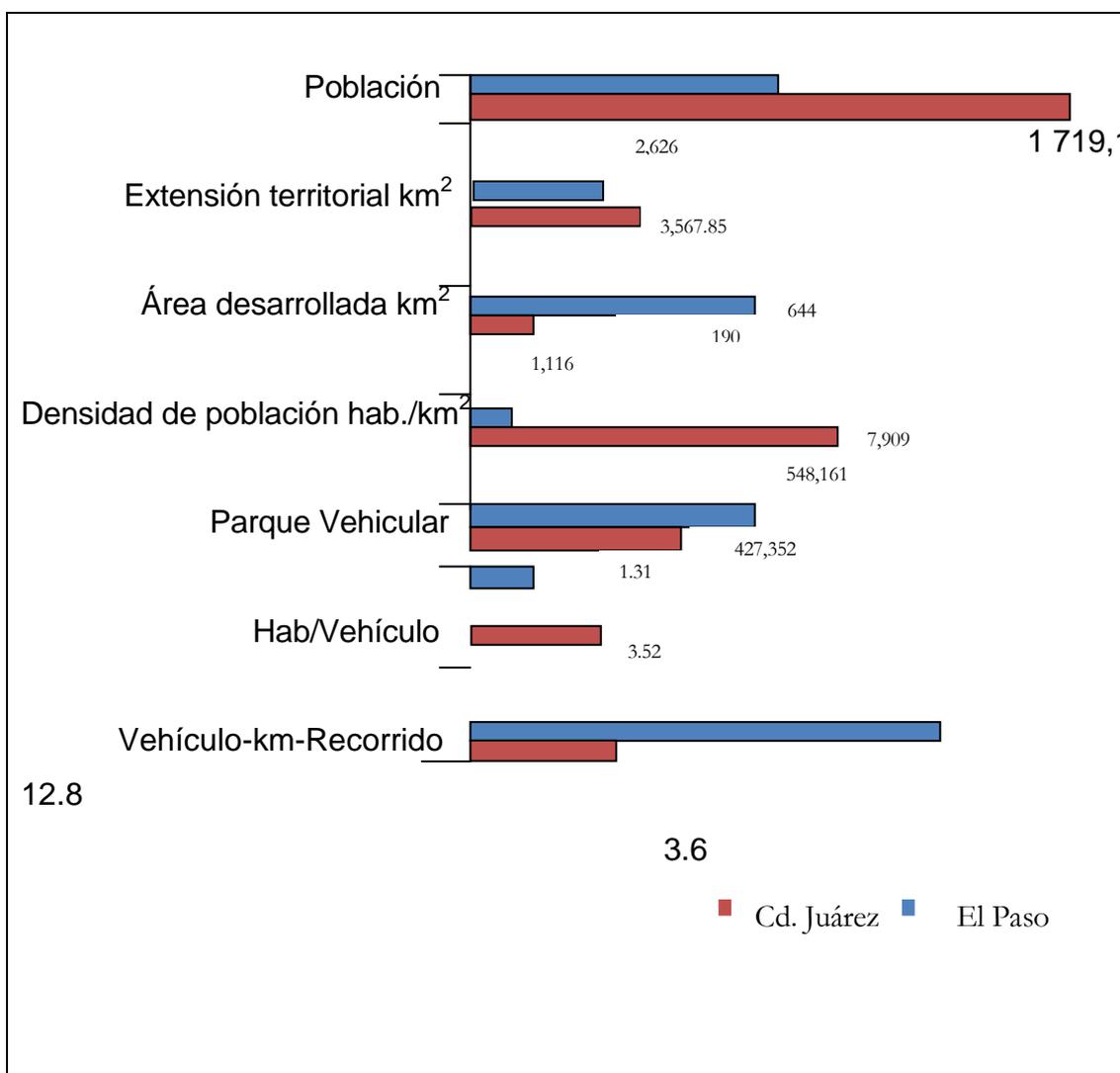


Fig. 5 INDICADORES DE LA DINAMICA POBLACIONAL EN CIUDAD JUAREZ-EL PASO (Fuente IMIP 2008)

2000	1,218,815
2005	1,502,790
2010	1,793,643
2015	2,089,001
2020	2,387,269

Tabla 02 Proyecciones de Población para Ciudad Juárez Año-
Población (Núm. de Hab.)

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez
2008

La evolución de los factores productivos del municipio de Juárez se ha expresado en una transformación de las actividades económicas, que obedecen a una serie de cambios en el crecimiento de la misma.

En particular, Cd. Juárez ha experimentando una fase acelerada de desarrollo económico y social propiciado por la industria maquiladora. El desarrollo de esta industria ha facilitado el acceso de la población en edad de trabajar a las fuentes formales de empleo. Esto explica porqué casi la mitad de su población económicamente activa trabaja en el sector secundario (industria de la transformación). Así mismo se ha propiciado un incremento en otras actividades económicas, sobre todo en los sectores industrial, comercial y de servicios. Recientemente, acciones de planeación y fortalecimiento de la infraestructura la han mantenido competitiva con otros destinos de inversión maquiladora, con quienes compite en el plano nacional e internacional.

El 24% del total de empleos generados por la industria maquiladora en México corresponden al municipio de Juárez, considerado como el municipio mexicano con más empleados en esta industria. (4)

Es conveniente señalar que Cd. Juárez aporta el 25% de la producción industrial del Estado 4. En el año de 1995, la actividad manufacturera registraba un total de 2,279 establecimientos, la industria maquiladora de exportación 309 y el sector comercio 11,293. (5)

En la Tabla 3. y Figura 6 se muestra la distribución de empleos en Ciudad Juárez, para el periodo de enero a junio de 2008.

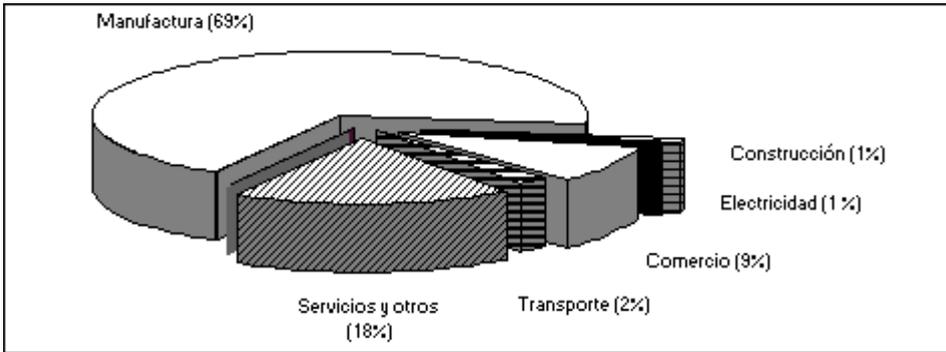


Fig. 6. Población económicamente activa (PEA)

Fuente: Gobierno del Estado de Chihuahua

Tabla 3. Población económicamente activa (PEA)

Fuente: Gobierno del Estado de Chihuahua

Actividad	Número (miles)	Porcentaje
Manufactura	211.3	69
Servicios y otros	56.5	18
Comercio	28.4	9
Transporte	5.7	2
Construcción	4.2	1
Electricidad	1.7	1
Total	307.8	100

Se observa que en Cd. Juárez el 69% de la población económicamente activa se dedica a las actividades del sector manufacturero (maquila principalmente), seguido del sector comercio y servicios que juntos emplean a casi el 30% de la PEA, enseguida se tiene al transporte contribuyendo con el 2%

Con el aumento de la población, se multiplicó la demanda de agua, combustibles, bienes y servicios, así como las necesidades de transporte de pasajeros. El aumento del parque vehicular, aunado al rápido y desordenado crecimiento de la ciudad, trajo como consecuencia problemas de tránsito en las zonas de mayor actividad urbana, mayores distancias a recorrer y tiempos de traslado más lentos. La acelerada expansión del área urbana propició el surgimiento de zonas suburbanas con deficiencias en la prestación de servicios y falta de pavimentación entre otras. Como resultado de los procesos y actividades mencionadas, Ciudad Juárez se caracteriza por ser una de las ciudades con los niveles de contaminación atmosférica más altos del país, por lo tanto del análisis urbano resulta indispensable conocer los impactos que produce la actividad industrial, de servicios y transporte, tanto público como privado, en términos de infraestructura como deterioro ambiental dentro del marco legal.

CAPITULO III

MARCO JURIDICO

EL DERECHO AMBIENTAL

El Derecho Ambiental es una nueva rama del Derecho, cuyo carácter interdisciplinario se nutre de los principios de otras ciencias naturales y sociales la geografía entre ellas.

Por su carácter tutelar de los intereses colectivos se halla en íntima relación con el derecho público, tanto administrativo como sancionador, y, por su énfasis preventivo y reparador de los daños particulares, constituye un capítulo importante del derecho privado.

Por su carácter supranacional compromete principios del derecho internacional. Este rasgo "destaca la importancia de la cooperación internacional, ya que ni la atmósfera, hidrosfera, flora y fauna conocen fronteras; las poluciones que pasan de un medio a otro, no pueden ser combatidas sin la cooperación de otros Estados."

Así el jurista español Javier Junceda, define el Derecho Ambiental como el conjunto de reglas y principios preservadores de la naturaleza y de sus elementos constitutivos básicos o esenciales para su complejo equilibrio: aire, espacios naturales y especies protegidas, flora y fauna, aguas, montes, suelos y subsuelos y recursos naturales; en una palabra el medio geográfico.

La aspiración del Derecho Ambiental es regular la relación del hombre con su medio geográfico, juridificándolo , sobre la base de los elementos comunes que diversas leyes hasta hoy vigentes han regulado por separado, incluso a veces en oposición (ley de contaminación atmosférica, ley del suelo, ley de yacimientos minerales, ley de bosques, etc.).

Marco Legal de Protección al Ambiente en México

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Tratados Internacionales (artículo 133 constitucional)
- Leyes del Congreso
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM)
- Reglamentos

En este sentido el artículo 4 de la Constitución hace referencia “a que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar”. Cuyas condiciones de vida sean satisfactorias, en un ambiente cuya calidad de vida le permita vivir con dignidad y bienestar.

De esta forma México ha desarrollado en tres etapas históricas ordenamientos jurídicos que contemplan la protección al ambiente (espacio geográfico) donde las condiciones atmosféricas asumen un papel de relevancia.

1. Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental (LFPCCA, 1971)

Su visión de protección al ambiente consideraba aspectos de mejoramiento, conservación y restauración ambiental del aire, agua, suelo, flora y fauna.

Su artículo 10 relativo “a la prevención y control de la contaminación del aire, establecía la prohibición de expeler o descargar contaminantes sin sujetarse a la normativa correspondiente, que alterará la atmósfera en perjuicio de la salud y la vida humana, así como de la flora, la fauna y, en general los recursos o bienes del Estado o de particulares.

2. Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA, 1982)

Considera la protección al ambiente como un todo, ya no asume un enfoque individual de prevención y control de la contaminación del aire, esto fortalece la federalización de la materia ambiental quedando coordinadas las acciones de las Secretarías de Estado involucradas en la CICC.

Respecto a la atmósfera se prohibió “expeler o descargar contaminantes que alteraran la atmósfera o que provocaran o pudieran provocar degradación o molestias en perjuicio de la salud humana, flora, fauna y en general de los ecosistemas. Quedando divididos en dos grupos según sus fuentes emisoras.

I. naturales, relativos a áreas polvosas en suelos erosionados, emisiones volcánicas y otras.

II. artificiales, las de origen antrópicas, destacando:

- a) fijas, talleres, fábricas, termoeléctricas, nucleoelectricas, plantas químicas.
- b) móviles, automotores, aviones, locomotoras, barcos.
- c) diversas, incineración o quema a la intemperie de basura y residuos.

3. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 1988)

Reglamenta las disposiciones generales referentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente en todo el territorio nacional, entre sus objetivos, destaca el concerniente a la prevención y el control de la contaminación atmosférica.

De este último se deriva el Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Redacta el cumplimiento que deben ejecutar personas físicas o morales, públicas o privadas que pretendan realizar o realicen actividades que emitan a la atmósfera olores, gases, partículas sólidas o líquidas que impliquen un riesgo a la salud humana y equilibrio ecológico.

Del presente reglamento sobresalen los siguientes aspectos:

- a) Se fijan dos criterios, que son rectores de la política ambiental y de la conducta de los agentes generadores de contaminantes, para la protección de la atmósfera: i) la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país ii) las emisiones de contaminantes a la atmósfera han de ser de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, así como reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.
- b) Se determinan zonas de jurisdicción federal, las fuentes fijas y las móviles, para efectos de control de emisión de contaminantes a la atmósfera.
- c) Se establece un régimen aplicable a la emisión de contaminantes a la atmósfera, generados por fuentes fijas.
- d) Se prevé un régimen aplicable a la emisión de contaminantes a la atmósfera, generados por fuentes móviles.
- e) Se constituye un sistema nacional de información de la calidad del aire, integrado con los datos que genere el monitoreo atmosférico que lleven a cabo las autoridades competentes del Distrito Federal, así como en los estados y municipios, y los inventarios de las fuentes de contaminación de jurisdicción federal y local, así como de sus emisiones.

De la LGEEPA sobresalen los siguientes reglamentos relacionados con la problemática atmosférica.

1. Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental,
2. Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos,
3. Reglamento en Materia de Auditoria Ambiental,
4. Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias,
5. Reglamento en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

Normas Oficiales Mexicanas.

De acuerdo a la política ambiental nacional, son herramientas de carácter regulatorio con la finalidad de adecuar el comportamiento de los actores económicos a los fines del Estado relacionados con la protección del ambiente y el equilibrio ecológico.

En ellas se determinan los parámetros que garantizan las condiciones básicas para el bienestar de la población, además de asegurar la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente.

Por ejemplo, señalan "... las características y especificaciones que deben reunir los productos y procesos cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, vegetal, animal, el medio geográfico general o laboral y la preservación de los recursos". De igual forma especifican "... las características relacionadas con los instrumentos para medir, los patrones de medida y sus métodos de medición, verificación, calibración y trazabilidad". (López, 2006).

PROY-NOM-156-SEMARNAT-2008, Establecimiento y Operación de Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire. Diario Oficial de la Federación 30 septiembre 2009.

La NOM propuesta tiene por objetivo especificar las condiciones mínimas que deben ser observadas para el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire y se aplicará en las zonas que presenten las siguientes características:

Asentamientos humanos con más de 500 000 habitantes,

Zonas metropolitanas,

Asentamientos humanos con emisiones superiores a 20 mil toneladas anuales de contaminantes primarios a la atmósfera, conurbaciones, y

Actividad industrial que por sus características se requiera del establecimiento de estaciones de monitoreo de calidad del aire y/o de muestreo de contaminantes atmosféricos.

PROYECTO de modificación de la NOM NOM-085-SEMARNAT-1994, Contaminación Atmosférica. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión. DOF 3 septiembre de 2009.

La SEMARNAT, a través de las unidades administrativas encargadas de llevar el seguimiento y la vigilancia del cumplimiento de la NOM-085-SEMARNAT-1994, detectó deficiencias en su aplicación, por lo que para darle mayor operatividad se determinó.

Eliminar las especificaciones relativas a equipos de calentamiento directo, toda vez que éstos deben normarse en función de sus características específicas y la norma aplicaba únicamente el bióxido de azufre a aquellos equipos que emiten sólo el azufre proveniente del combustible;

Eliminar los conceptos de niveles regionales y certificados de emisión cuya aplicación, en su caso, sería objeto de otras disposiciones de acuerdo con la LGEEPA;

Eliminar el parámetro de exceso de aire en virtud de que no es un contaminante y sustituirlo por monóxido de carbono (CO);

Revisar los niveles básicos de emisión de SO₂ de las fuentes mayores ubicadas en las zonas críticas del país que se señalan en esta norma, toda vez que en estas zonas se llegan a presentar altas concentraciones de ese contaminante

Por lo que se considero necesario modificar el título de la Norma en cuestión quedando en los siguientes términos: NOM-085-SEMARNAT-2008,

Contaminación Atmosférica, Niveles Máximos Permisibles de Emisión de los Equipos de Combustión de Calentamiento Indirecto y su Medición.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y PROTECCION AL AMBIENTE

CAPÍTULO II

Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

ARTÍCULO 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

- I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país: y
- II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

ARTÍCULO 111.- Para controlar, reducir o evitar la contaminación de la atmósfera, la Secretaría tendrá las siguientes facultades:

- I.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan la calidad ambiental de las distintas áreas, zonas o regiones del territorio nacional, con base en los valores de concentración máxima permisible para la salud pública de contaminantes en el ambiente, determinados por la Secretaría de Salud;
- II.- Integrar y mantener actualizado el inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmosfera de jurisdicción federal, y coordinarse con los gobiernos locales para la integración del inventario nacional y los regionales correspondientes;
- III.- Expedir las normas oficiales mexicanas que establezcan por contaminante y por fuente de contaminación, los niveles máximos permisibles de emisión de olores, gases así como de partículas sólidas y líquidas a la atmosfera provenientes de fuentes fijas y móviles;

IV.- Formular y aplicar programas para la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera, con base en la calidad del aire que se determine para cada área, zona o región del territorio nacional. Dichos programas deberán proveer los objetivos que se pretenden alcanzar, los plazos correspondientes y los mecanismos para su instrumentación;

V.- Promover y apoyar técnicamente a los gobiernos locales en la formulación y aplicación de programas de gestión de calidad del aire, que tengan por objeto el cumplimiento normativo aplicable.

ARTÍCULO 112.- En materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, de conformidad con la distribución de atribuciones establecida en los artículos 7o., 8o. y 9o. de esta Ley, así como con la legislación local en la materia;

IV.- Integrarán y mantendrán actualizado el inventario de fuentes de contaminación;

V. Establecerán y operarán sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación;

VI.- Establecerán y operarán, con el apoyo técnico, en su caso, de la Secretaría, sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Los gobiernos locales remitirán a la Secretaría los reportes locales de monitoreo atmosférico, a fin de que aquella los integre al Sistema Nacional de Información Ambiental;

VII. Establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, excepto el federal, y las medidas de tránsito, y en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación.

REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)

ARTICULO115.- La dirección general del centro nacional de investigación y capacitación ambiental tendrá las siguientes atribuciones:

I.- Establecer y coordinar los programas de innovaciones tecnológicas orientadas a la reducción de emisiones atmosféricas, el manejo seguro de materiales peligrosos y la minimización de residuos;

III.- Proponer a las unidades administrativas competentes de la secretaria, especificaciones técnicas, bases de diseño y protocolos de operación y manejo de datos de los sistemas de monitoreo atmosférico; supervisar y evaluar la operación y aseguramiento de la calidad de los sistemas de monitoreo atmosférico, así como promover, coordinar y supervisar el establecimiento de sistemas de monitoreo de la contaminación atmosférica en las entidades federativas;

IV.- Realizar investigación aplicada en materia de contaminación atmosférica y coadyuvar a implementar y diseñar programas, políticas, normas, criterios y procedimientos en contaminación atmosférica, participar o aplicar proyectos de monitoreo ambiental derivados de la comisión ambiental;

VI.- Desarrollar y difundir métodos de control de calidad en materia de monitoreo y caracterización de contaminantes atmosféricos, dar capacitación técnica y científica en contaminación atmosférica;

XI.- Realizar investigaciones sobre contaminación atmosférica y de evaluación de la exposición personal.

LEY ECOLOGICA DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

TÍTULO SÉPTIMO

DE LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE CAPÍTULO I PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA

ARTÍCULO 92.- La Secretaría y los municipios, deberán integrar un registro de emisiones al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos sólidos no peligrosos de su competencia, así como de aquellas sustancias que determine la autoridad correspondiente. La información del registro se integrará con los datos y documentos contenidos en las autorizaciones, cédulas, informes, reportes, licencias, permisos y concesiones que en materia ambiental se tramiten ante la Secretaría, y en su caso, ante los municipios.

ARTÍCULO 94.- Para la prevención y control de la contaminación de la atmósfera se consideran los siguientes criterios:

I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del Estado, para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico;

II.- Las políticas y programas de las autoridades ambientales deberán estar dirigidas a garantizar que la calidad del aire sea satisfactoria en el territorio de la Entidad; y

III.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas para asegurar la calidad del aire, para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

ARTÍCULO 95.- Se prohíbe emitir a la atmósfera contaminantes, tales como humos, polvos, gases, vapores y olores, que rebasen los límites máximos permisibles contenidos en las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental y en las disposiciones reglamentarias que se expidan por el Ejecutivo del Estado y los municipios.

ARTÍCULO 98.- En materia de contaminación atmosférica y de conformidad con lo dispuesto en esta Ley, el Estado y los municipios, en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones, harán lo siguiente:

V.- Establecerán y operarán sistemas de verificación de emisiones de vehículos automotores en circulación y sancionarán a los propietarios o poseedores de aquellos que no cumplan con las medidas de control dispuestas y, en su caso, retirarán de la vía pública aquellos que rebasen los límites máximos permisibles que determinen los reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental correspondiente;

VI.- Llevarán a cabo las campañas para racionalizar el uso del automóvil particular, así como para la afinación y mantenimiento de los motores, pudiendo los municipios regular los montos de las emisiones permisibles y su método de verificación;

VII.- Promoverán el mejoramiento de los sistemas de transporte urbano y semiurbano y la modernización de las unidades;

VIII.- Instalarán y operarán sistemas de monitoreo, vigilancia y control de la calidad del aire en las zonas más críticas, realizarán la investigación científica y los estudios necesarios, directamente o a través de terceros, de manera que permita informar ampliamente a la sociedad sobre la calidad del aire en el Estado. La Secretaría concentrará los informes locales de monitoreo para su incorporación a los sistemas de información Estatal y Federal, según el acuerdo de coordinación que al efecto se celebre;

IX.- Establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público estatal y municipal; así mismo, aplicarán las medidas de tránsito y, en su caso, la suspensión de circulación en casos graves de contaminación.

REGLAMENTO DE ECOLOGIA Y PROTECCION AL AMBIENTE DEL MUNICIPIO DE JUAREZ CHIHUAHUA.

CAPITULO II: FUENTES MOVILES

SECCION PRIMERA: FACULTADES DEL MUNICIPIO EN ESTA MATERIA

13.- Corresponde al Municipio:

I.- Prevenir y controlar la contaminación generada por vehículos automotores por emisiones a la atmósfera y ruido mediante el establecimiento de programas de verificación vehicular obligatoria.

II.- Autorizar el establecimiento y equipamiento de centros de verificación vehicular.

III.- Determinar las tarifas máximas para los servicios de verificación a que deben sujetarse los Centros establecidos.

IV.- Proporcionar las constancias que expidan los centros de verificación vehicular por los servicios prestados.

V.- Supervisar la operación de los centros de verificación establecidos.

VI.- Limitar o suspender en su caso, la circulación de vehículos por zonas, tipo, modelo, número de placas, día o período determinado, a fin de reducir los niveles de concentración de contaminantes en la atmósfera, cuando estos excedan los límites máximos permisibles.

VII.- Retirar de la circulación a los vehículos automotores cuyos niveles de emisión de contaminantes rebasen los límites máximos o aquellos vehículos que se encuentren sujetos a las medidas señaladas en la fracción anterior.

VIII.- Realizar actos de inspección y vigilancia para verificar la debida observancia del presente reglamento e imponer las sanciones administrativas que correspondan.

IX.- Aplicar en el ámbito de su competencia las medidas que establece este reglamento, para prevenir y controlar las contingencias ambientales y emergencias ecológicas, cuando se hayan producido los supuestos previstos en las normas oficiales mexicanas y criterios ecológicos aplicables.

SECCION SEGUNDA: CONTROL DE EMISIONES VEHICULARES

14.- El Municipio establecerá el programa de verificación vehicular obligatoria para los vehículos que circulen en el territorio municipal de acuerdo a lo establecido en el Artículo 24 de este reglamento, asimismo autorizará a particulares para que realicen la verificación y en su caso operará centros de verificación vehicular obligatoria, en los términos del presente reglamento, así como las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables.

15.- Los centros de verificación obligatoria estarán ubicados acorde con las necesidades de servicio a la población, siendo sus propietarios responsables únicos, de la buena operación de los mismos, debiendo mantener sus equipos e instalaciones, en un estado que garantice la adecuada prestación de sus servicios. La Dirección será la que valide las calibraciones y su buen funcionamiento. Las acciones de calibración deberán realizarse de conformidad con lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

22.- Los centros de verificación vehicular autorizados, deberán mantener sus instalaciones y equipos en un estado de funcionamiento que garantice la adecuada prestación de sus servicios, así como limpieza, espacio, arreglo interior y seguridad.

El personal que tenga a su cargo la verificación vehicular en los centros autorizados, deberán contar con la certificación y la capacidad técnica adecuada que le permita el debido cumplimiento de sus funciones.

Este registro será acreditado ante la autoridad que hubiere autorizado el establecimiento y operación del centro.

El Municipio promoverá la realización de visitas de inspección a efecto de verificar la debida observancia de lo dispuesto en este artículo.

28.- Cuando en la verificación de emisiones contaminantes realizada, se determine que éstas exceden los límites permisibles de emisión, el propietario del vehículo esta obligado a efectuar las reparaciones necesarias y llevar a cabo las verificaciones subsecuentes que se requieren, hasta en tanto las emisiones satisfagan las normas oficiales mexicanas en el plazo que se le conceda.

NORMAS DE LA CALIDAD DEL AIRE

Las normas de la calidad del aire especifican las concentraciones umbrales de los principales contaminantes generados por fuentes antropogénicas y naturales a las cuales se considera que por debajo de dichos umbrales, no se tendrán efectos significativos sobre la salud de la población expuesta.

NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

Las normas de calidad del aire fijan valores máximos permisibles de concentración de contaminantes, con el propósito de proteger la salud de la población en general y de grupos con mayor susceptibilidad. Las normas de calidad del aire son publicadas por la Secretaría de Salud en el Diario Oficial de la Federación.

NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE VIGENTES		
Contaminante	VALOR LÍMITE DE EXPOSICIÓN	
	Concentración y tiempo promedio de exposición	Para protección de la salud de la población susceptible
OSONO	0.11 partes por millón (1 hora, una vez al año)	0.080 ppm, promedio móvil de 8 horas, tomado como el quinto máximo, en un periodo de un año
MONÓXIDO DE CARBONO	11 partes por millón (promedio móvil de 8 horas)	1 vez al año
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES	210 microgramos/metro cúbico (24 horas)	
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS PM10	120 microgramos/metro cúbico (24 horas)	50 microgramos/metro cúbico (promedio anual)
PARTÍCULAS SUSPENDIDAS PM2.5	65 microgramos/metro cúbico (24 horas)	15 microgramos/metro cúbico (promedio anual)
BIÓXIDO DE AZUFRE	0.13 partes por millón (24 horas, una vez al año)	0.03 partes por millón (media aritmética anual)
BIÓXIDO DE NITROGENO	0.21 partes por millón (1 hora)	1 vez al año

Normas Oficiales Mexicanas

Normas para evaluar la calidad del aire como medida de protección a la salud de la población.

Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993(112K). Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (O₃)

Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993(13K). Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO)

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-1993(14K). Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de azufre (SO₂)

Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993(13K). Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂).

Normas que establecen los métodos de medición para determinar la concentración del contaminante.

NORMA Oficial Mexicana NOM-034-SEMARNAT-1993 (108K), que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

NORMA Oficial Mexicana NOM-035-SEMARNAT-1993 (161K), que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.

NORMA Oficial Mexicana NOM-036-SEMARNAT-1993 (165K), que establece los métodos de medición para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración.

De los equipos de medición.

NORMA Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993 (150k), que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

NORMA Oficial Mexicana NOM-038-SEMARNAT-1993 (182K), que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

Reciente Modificación

Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto a material particulado. Valor de concentración máxima de material particulado para partículas suspendidas totales (PST), partículas menores de 10 micrómetros (PM 10) y partículas menores de 2.5 micrómetros (PM 2.5) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. (NOM-025-SSA1-1993.pdf)

26 de septiembre de 2005 Modificación de la NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, Salud ambiental.

Normas Mexicanas sobre Fuentes Móviles

Fuentes móviles

Norma	Nombre
<u>NOM-041- ECOL-1999</u>	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible
<u>NOM-042- ECOL-1999</u>	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel de los mismos, con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856 kilogramos
<u>NOM-044- ECOL-1993</u>	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos
<u>NOM-045- ECOL-1996</u>	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible
<u>NOM-047- ECOL-1993</u>	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado

	de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos
<u>NOM-048- ECOL-1993</u>	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible
<u>NOM-049- ECOL-1993</u>	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina-aceite como combustible
<u>NOM-050- ECOL-1993</u>	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.
<u>NOM-076- ECOL-1995</u>	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores, con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta

CAPITULO IV

ANTECEDENTES

En Ciudad Juárez existe la necesidad de desarrollar esta investigación debido a los altos niveles de contaminación del aire que se registran a lo largo del año.

Acciones desarrolladas en Ciudad Juárez para mejorar la calidad del aire

- Estudio de emisiones vehiculares, usando la tecnología de sensores remotos, Marzo de 1993, Universidad de Colorado y Municipio.
- Estudio preliminar de fuentes móviles, clasificación y conteo de vehículos,
- Marzo de 1993. realizado por el Departamento de transporte del Estado de Texas y la Agencia de la Calidad de Aire de Texas (TAQB), el Instituto Nacional de Ecología y el Municipio de Juárez.
- Estudios de velocidad y tiempos de recorrido.
- Tiempos de espera en puentes internacionales.
- Primer Seminario Binacional en control de emisiones vehiculares, Mayo de 1994, Impartido por instructores de Mecánica Automotriz de Ciudad Juárez con la participación del Centro Nacional para el Control y Seguridad de Emisiones Vehiculares de los Estados Unidos, Universidad de Colorado, Coordinado por la Dirección Municipal de Ecología y los Centros de Educación Técnica Media Superior y Nacional (CECATI, CBTIS, Y CONALEP).
- Estudios especiales con tecnología de vanguardia para la medición del perfil de vientos y PM_{10} en campañas de verano e invierno, con el apoyo de centros de educación y científicos e institutos de gobierno que cuentan con equipo LIDAR, Tethersonds
- Winter Air Pollution in El Paso-Cd. Juárez, marzo 1995 EPA-Región 6, Depto. de Energía de los Estados Unidos y colaboración de la Ciudad El Paso y Municipio de Cd. Juárez Chih.
- Operación y Monitoreo de la Calidad del Aire por el Municipio de Ciudad Juárez, Junio de 1995.

EFFECTOS CONTRA LA SALUD OCASIONADOS POR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL (CONTAMINACION ATMOSFERICA)

CALIDAD DEL AIRE: Para fines de evaluación se consideran

- *Monóxido de Carbono
- *Óxidos de Azufre
- *Óxido de Nitrógeno
- *Hidrocarburos
- *Partículas suspendidas

Donde el aire puro es una mezcla gaseosa compuesta por 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y el 1% de diferentes compuestos como Argón, Ozono y Bióxido de Carbono.

Por tanto entendemos por contaminación atmosférica cualquier cambio en el equilibrio de estos componentes, comparando los indicadores de la calidad del aire entre los países de Estados Unidos de Norteamérica y México, ya que nuestra ubicación geográfica lo implica tenemos que:

		CO
		NO ₂
U.S.A. -----	PSI (POLLUTANT STANDARD INDEX)	-----SO ₂
		O ₃
		PST
		CO
		NO ₂
		SO ₂
MEXICO-----	IMECA (INDICE METROPOLITANO DE	-----O ₃
	LA CALIDAD DEL AIRE)	PST
		PM ₁₀
		PM _{2.5}

De tal manera que en México hay una medición mas extensa de los componentes. Del inventario de emisiones del país con nuestra ciudad en cuestión se tiene que:

En el País_____ 16 millones de ton._____65% de origen vehicular

En Cd. Juárez Chih._____ 530873 ton.

De las cuales 449844 son de CO, 23920 de NO_x, 1596 de SO₂, 1020 de PST y 54493 de HC.

En consecuencia los síntomas a causa de la exposición a la contaminación del aire se pueden manifestar principalmente en padecimientos pulmonares, tos, dolores de cabeza, malestares en la garganta, irritación y lagrimeo de ojos.

Más allá de estas señales, la exposición a la contaminación atmosférica

Esta relacionada con serios trastornos a la salud entre los que destacan:

- El incremento en la frecuencia de enfermedades respiratorias crónicas y agudas
- Incremento de casos de enfermedades cardiacas
- Disminución de la capacidad respiratoria
- Aumentos de ataques de asma
- Aumento en la frecuencia de canceres pulmonares
- Aumento en problemas oculares irritación y conjuntivitis

CAPITULO V

METODOLOGIA

Para la colección de datos fue necesario diseñar un plan de acciones que consistió en lo siguiente:

- 1.- Investigar el aforo vehicular más reciente (Dirección General de Ecología y Protección Civil del Municipio de Cd. Juárez Chih.)
- 2.- Con la información recabada en la DGEPC darle una orientación a los datos y un ordenamiento para comprobar su comportamiento cronológico
- 3.- Seleccionar las principales avenidas con mayor aforo vehicular (avenidas primarias)
- 4.- Medir la longitud de las avenidas primarias y los principales cruces de estas
- 5.- Medir el aforo vehicular para obtener el promedio de unidades/hora, incluyendo los cruceros o cruces de las principales avenidas en las horas de máxima demanda (HMD) así como diarios en la vía (DV).
- 6.- Medir el aforo vehicular de cruce en los puentes internacionales de Cd. Juárez Chih. a El Paso TX. (Mex.-U.S.A.) de sur a norte

Puente Paso del Norte o Santa Fe

Puente Cordova-Américas o Libre

Puente Zaragoza

Puente Santa Teresa

COLECCIÓN DE DATOS

El parque vehicular reportado en Ciudad Juárez es de aproximadamente 450 mil vehículos, de los cuales el 90% son fronterizos, es decir, han sido adquiridos en algún lugar de los Estados Unidos de Norteamérica. Estos modelos son tecnológicamente viejos, con un alto kilometraje, presentan remoción del convertidor catalítico, e inhabilitación del sistema de diagnóstico a bordo (OBD) por sus siglas en inglés.

En Ciudad Juárez se establece que la principal fuente de contaminación es vehicular. El último inventario de emisiones reporta que del total de emisiones calculadas los vehículos automotores aportan el 99% del monóxido de carbono (CO), el 72% de los hidrocarburos (HC), el 92% de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el 39% del dióxido de azufre (SO₂).

Ciudad Juárez es una de las cinco ciudades en el país que cuenta con un programa de verificación vehicular (“obligatoria”), además realiza campañas de medición de emisiones vehiculares con sensor remoto, para detectar vehículos contaminantes.

El 17% de los vehículos analizados con el sensor remoto (RDS-2000) circulan sin placas, estos vehículos cuentan con un pedimento aduanal sin fecha de vencimiento, el cual les permite circular sin la necesidad de estar matriculados a nivel estatal, ya que el Decreto de la SHCP del 22 de agosto del 2005 es ambiguo en plazos y cumplimientos. Como el pedimento aduanal es usualmente obtenido por la persona o empresa que comercializa el vehículo en territorio mexicano, en caso de accidente y ausencia del conductor, es posible que los verdaderos propietarios de estos vehículos no puedan ser sancionados ni se hagan responsables de los daños causados.

De los 450 000 vehículos que circulan por la ciudad, se estima que 256,200 autos (61%) son de modelo 1986 y anteriores.

De acuerdo al inventario de emisiones del programa de verificación vehicular de la Dirección General de Ecología y Protección Civil del Ayuntamiento de Ciudad Juárez, la producción de contaminantes se presenta de la siguiente manera:

- 605,760 ton. De contaminantes se emiten al aire anualmente
- 530,873 ton. (87%) de los contaminantes provienen de los vehículos

En el inventario de emisiones se indica que el sector transporte genera anualmente 530,873 toneladas de contaminantes anuales de los cuales 449,844 toneladas corresponden a monóxido de carbono, 54,493 toneladas a hidrocarburos, 23,920 toneladas a óxidos de nitrógeno, 1,596 a bióxido de azufre y 1,020 a partículas. Dada la situación de la problemática ambiental y del nivel de desarrollo que se requiere en la estructuración de los planes y programas ambientales de Juárez, es necesario que la estimación para este tipo de fuentes siempre sea lo mas actualizado posible.

Como puede observarse en la fig. 7 se muestra la distribución del parque vehicular. Los vehículos estatales son referentes a los que tienen placas “nacionales” y los Vun, se hace referencia al 17% de los vehículos que no tienen identificación, no tienen placas y que por lo tanto no están registrados.

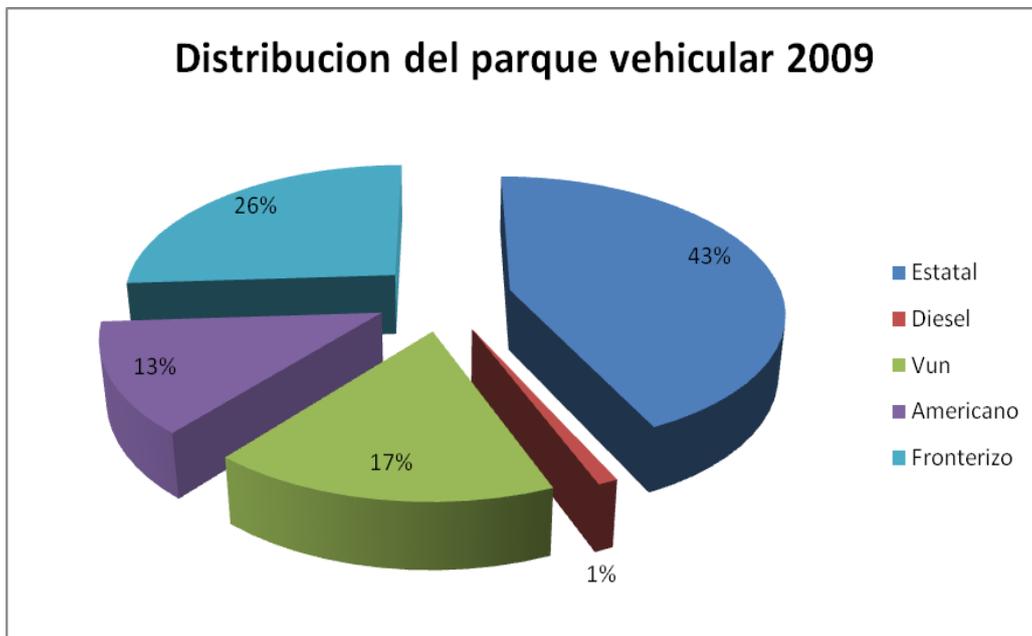


Fig. 7 Distribución del Parque Vehicula

Fuente: Dirección de Vialidad y Transporte de Cd. Juárez Chih.

La presencia de los contaminantes ocurre de la siguiente forma

CO.....	99%	NO _x	91%
HC.....	71%	SO ₂	38%
PM ₁₀	2%		

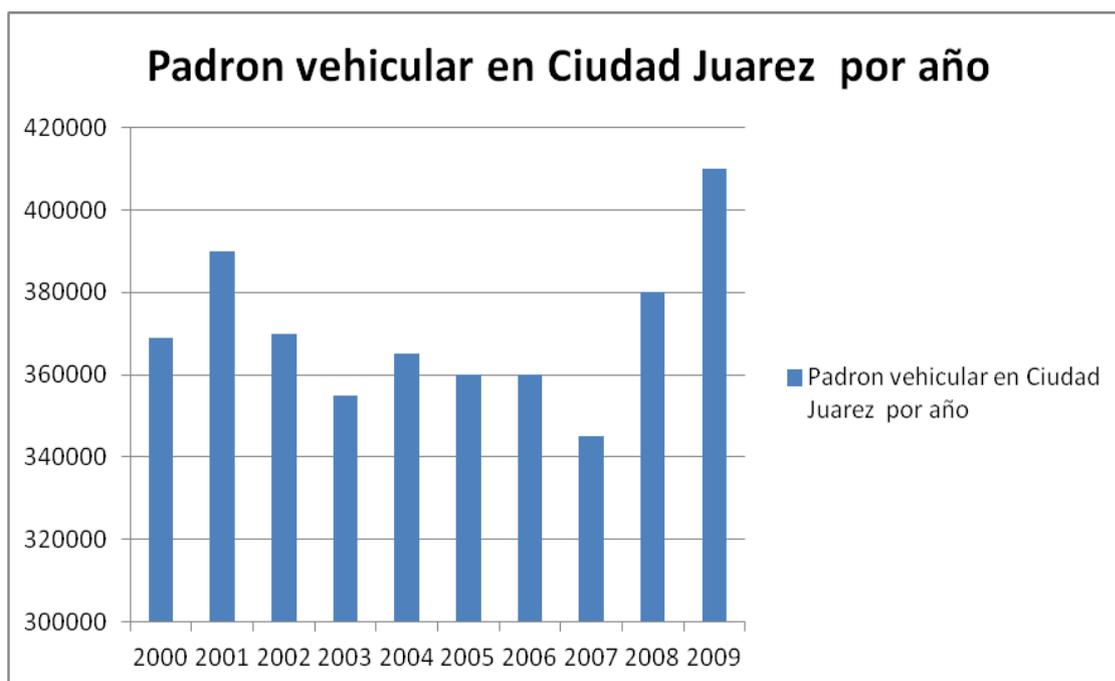


Fig. 8 PADRON VEHICULAR EN CD. JUAREZ POR AÑO

Del padrón total de vehículos que circula diariamente en la ciudad solo 50,000 cuentan con engomado ecológico, apenas el 11.11%, por lo menos 10,000 son considerados altamente contaminantes y 40,000 circulan sin placas. En la fig. 8 se muestra como se ha comportado el padrón vehicular en el periodo comprendido entre el año 2000 al 2009, el comportamiento se debe a la cantidad de vehículos que cada año se dan de baja por ser de un modelo bastante viejo, sin en cambio hay años donde hay un repunte como lo indica el año 2009.

Ciudad Juárez cuenta con una superficie urbana de 190 km², para el análisis urbano resulta indispensable conocer los impactos que produce la actividad industrial tanto en términos de requerimiento de infraestructura como en

deterioro ambiental, entre los temas de mayor relevancia para establecer una estrategia de desarrollo, podemos destacar el referido al futuro previsible de las actividades económicas de donde será posible satisfacer la generación de empleos directo e indirecto y en consecuencia los requerimientos de infraestructura, transporte, vivienda y servicios necesarios, en este sentido para el uso de suelo la distribución en el área urbana se distribuye de la siguiente manera:

USO DE SUELO SUPERFICIE %

Habitacional-----999,245.17	Industrial-----18,448.34
Servicios-----16,387.40	Vialidad-----504,022.78
Baldíos-----250,011.30	Mixtos-----5,032.27
Espacios Abiertos-----6,052.73	Total 22,122100.00

Distribuciones Viales y Aforos Vehiculares

Ciudad Juárez cuenta con una estructura vial que integra a las diferentes colonias y fraccionamientos de la misma, además de brindar acceso de los sistemas carreteros hacia su zona urbana. Así se identifican 25 vialidades primarias que conforman la vialidad principal de la ciudad, siendo la más extensa el Blvd. Aeropuerto con una longitud de 13.3 km, seguido por la Avenida Paso del Norte con una longitud de 12.9 km. y en tercer lugar el Boulevard Oscar Flores con una extensión de 12.0 km. La vialidad primaria de menor longitud es la Av. López Mateos en el tramo comprendido de Colegio Militar a el Malecón, con 0.16 km de extensión. En la tabla 04 se puede distinguir las diferentes vialidades, axial como su sector y longitud.

Tabla 4. Vialidades Primarias de Ciudad Juárez

Vialidad	Puntos extremos	Longitud (km)
Av. Tomás Fernández	De San Lorenzo a Av. de las Industrias	3.71
Av. de los Aztecas	De Carlos Amaya a Av. Tetzales	1.13
	De Av. Tetzales a Barranco Azul	3.96
Av. A. López Mateos	De H. Colegio Militar a Av. Malecón	0.16
	De Av. Malecón a Av. Franklin	1.24
	De Anillo Pronaf a Av. Insurgentes	1.34
Av. Carlos Amaya	De Blvd. Oscar Flores a Eje Vial	0.69
	De Eje Vial a Av. Tetzales	1.87
	De Av. Tetzales a Av. Aztecas	1.26
	De Av. Aztecas a B. Domínguez	2.65
Av. Lincoln	De Puente Libre a Franklin	3.11
Blvd. Oscar Flores	De Av. López Mateos a km 20	11.98
Aeropuerto	De km 20 a Av. de la Raza	13.26
Av. Jilotepec	De Juárez-Porvenir a Av. de las Torres	2.84
	De Av. de las Torres a Av. Tecnológico	4.05
Carr. Juárez-Porvenir	De Ramón Rayón a Av. de la Industria	7.61
Av. Malecón	De Av. Francisco Villa a Av. Lincoln	2.80
	De Av. Lincoln a Av. Pérez Serna	2.61
P. Triunfo de la República	De Av. de la Raza a Av. López Mateos	3.82
	De Av. López Mateos a Av. de	0.91

	las Américas	
Blvd. Fronterizo	De Arroyo de las Víboras a Oro	2.60
H. Colegio militar	De Oro a Av. R. Pérez Serna	6.20
Av. R. Pérez Serna	De H. Colegio Militar a Melquíades Alanís	1.34
	De H. Colegio Militar a Acc. al Puente	2.43
Av. División del Norte	De B. Domínguez a Viaducto	2.33
Av. Ejercito Nacional	De Av. López Mateos a Av. Tecnológico	2.76
Eje Juan Gabriel	De Insurgentes a Blvd. Zaragoza	9.26
Av. Francisco Villa	De V. Guerrero a H. Colegio Militar	1.20
Blvd. Municipio Libre	De B. Domínguez a Av. López Mateos	3.67
Paseo de la Victoria	M. Clouthier a M. Gómez Morin	6.36
Av. de las Torres	De Lib. Independencia a M. Clouthier	5.75
Lib. Independencia	De km 20 a Zaragoza	10.27
Av. Henequén	De Av. Panamericana a Lib. Independencia	8.35
Av. Paso del Norte	De Rafael Pérez Serna a Gómez Morin	12.85
Blvd. Zaragoza	De Av. de los Aztecas a Carr. Panamericana	4.17
Total		150.54

En la tabla 5 se muestran los aforos vehiculares en las horas de máxima demanda así como el total en la vía diarios en las principales avenidas de la ciudad, obteniendo un promedio de 58,310 vehículos en la vía diarios, al menos en estos trece cruces principales.

Tabla 5: AFOROS VEHICULARES A LAS HORAS DE MAXIMA DEMANDA Y DIARIOS EN LAS PRINCIPALES AVENIDAS (Avenidas Primarias)

CALLE	TRAMO	TOTAL EN LA VIA (HMD)	TOTAL EN LA VIA (DIARIOS)
AV. TECNOLOGICO	AV. MANUEL J. CLOUTHIER – AV. DE LA RAZA	5,980	86,471
AV. TORRES	AV. SANTIAGO TRONCOSO – AV. MANUEL J. CLOUTHIER	5,190	57,090
AV. EJERCITO NACIONAL	AV. ADOLFO LOPEZ MATEOS – AV. TECNOLOGICO	4,868	70,966
AV. FRANCISCO VILLAREAL	AV. PASEO DE LA VICTORIA – AV. EJERCITO NACIONAL	4,778	51,204
AV. HEROICO COLEGIO MILITAR	AV. RAFAEL PEREZ SERNA – AV. FRANCISCO VILLARREAL	4,724	56,076
AV. PASEO TRIUNFO DE LA REPUBLICA	CALLE FRAY JUNIPERO SERRA – AV. DE LA RAZA	4,700	59,126
AV. PASEO DE LA VICTORIA	AV. MANUEL GOMEZ MORIN – AV. PASEO DE LA VICTORIA	4,346	55,710
AV. RAFAEL PEREZ SERNA	AV. DE LAS AMERICAS – AV. PASEO TRIUNFO DE LA REPUBLICA	4,100	58,312
AV. 4 SIGLOS	AV. RAFAEL PEREZ SERNA – AV. DE LAS INDUSTRIAS	4,032	42,844
AV. DE LAS INDUSTRIAS	AV. MANUEL GOMEZ MORIN – BLVD. TOMAS FERNANDEZ	3,960	55,352
AV. PASEO TRIUNFO DE LA REPUBLICA	AV. DE LAS AMERICAS – CALLE FRAY JUNIPERO SERRA	3,900	54,376
AV. TECNOLOGICO	BLVD. ZARAGOZA- AV. MANUEL J. CLOUTHIER	3,900	56,394
AV. EJERCITO NACIONAL	AV. TECNOLOGICO – AV. PASEO DE LA VICTORIA	3,888	54,086

En lo que respecta al cruce de vehículos en los puentes internacionales de Juárez-El Paso, el puente Paso del Norte contabilizo un movimiento anual de

3, 493,415 vehículos, el de las Américas registró el paso de 10, 308,695 vehículos y el de Zaragoza censo la cantidad de 5, 290,675 unidades anuales.

En la tabla 06 se muestra la clasificación del parque vehicular de Juárez y los kilómetros que recorre en promedio anualmente cada unidad de cada tipo de vehículo.

Tabla 06. Parque Vehicular en Cd. Juárez

Fuente: Dirección General de Finanzas del Gobierno del Estado de Chihuahua

Clasificación	No. DE VEHÍCULOS	%	KM/VEH/DÍA	km anuales
1 Auto particular	348,214	94.95	68.5	25,000
2 Taxis	1,042	0.29	109.5	40,000
3 Pick-up	14,386	3.92	82	30,000
4 Camión pasajero	2,377	0.65	137	50,000
5 Camión pasajero (diesel)	226	0.06	137	50,000
6 Camión carga (diesel)	494	0.13	82	30,000
Total	366,739	100.00		

Como puede apreciarse en la tabla anterior en Ciudad Juárez el porcentaje mayor del parque vehicular lo constituyen los vehículos automotores particulares con un 95% seguido de los pick up con un 4% y el transporte publico apenas ocupa el 1% del total.

Es importante mencionar que el 87% de los vehículos particulares son de origen estadounidense y la mayoría de ellos corresponde a modelos muy antiguos. Esta situación se debe principalmente a que los residentes fronterizos realizan con mayor facilidad la adquisición de vehículos norteamericanos,

debido a los bajos costos con relación a los nacionales y esto hace que una gran parte de la población cuente con un auto particular, en Juárez se tiene en promedio un vehículo por cada 3 habitantes.

Por otra parte los cruces fronterizos presentan severas condiciones de congestión, debidas más que a la capacidad de las vías, al tiempo que se lleva en efectuar los trámites y revisiones aduanales.

Cruces internacionales

La región cuenta con cinco accesos de entrada internacionales en operación, que comunican a El Paso con Cd. Juárez. Los dos primeros en las calles Lerdo y Av. Juárez, que conectan las áreas céntricas de ambas ciudades, y cuentan con cruce para ferrocarril a través de un puente sobre el Río Bravo, con un alto nivel de congestión vehicular. Este congestión se presenta en dirección norte en el puente Av. Juárez, mientras que en el Lerdo es en dirección sur. El tercer acceso se ubica también en el centro de El Paso al final de la carretera 54 y se conoce como el Puente de las Américas, encontrándose también en esta zona terrenos del parque del Chamizal. Esta entrada se consideraba sólo de paso peatonal, no obstante su uso se ha ampliado al paso de autos y camiones. El cuarto acceso es Zaragoza, localizado al sureste de ambas ciudades y destinado principalmente al cruce de transporte de carga, dando servicio principalmente a los transportes de la industria maquiladora, por ultimo el quinto acceso comunica a la población de Santa Teresa Nuevo México con Cd. Juárez destinado al paso de todo tipo de transporte La figura 9 muestra el número anual de cruces vehiculares y peatonales por los puentes fronterizos de Ciudad Juárez-El Paso (de sur a norte).

Según datos recientes, (7) en el año de 1996 se registraron alrededor de 600 mil cruces de vehículos de carga y 15 millones de cruces de vehículos de pasajeros en la frontera de Cd. Juárez con los Estados Unidos.

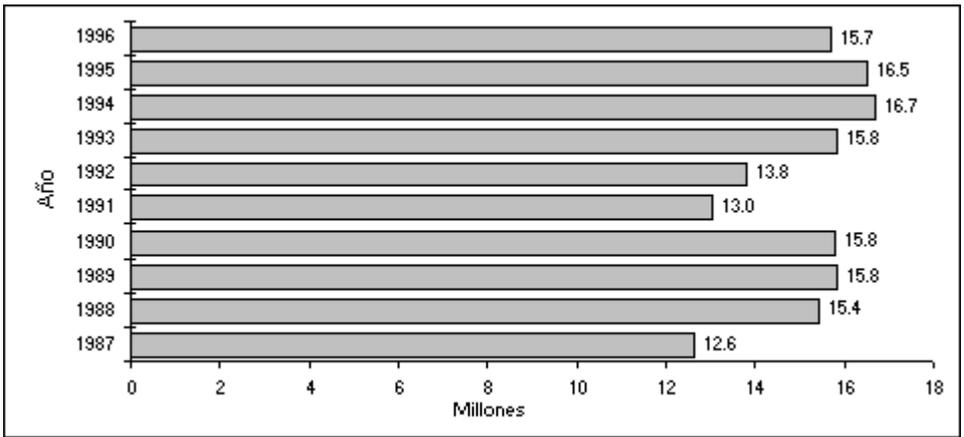


Fig. 9. Cruce vehicular por los puentes fronterizos de Ciudad Juárez-El Paso (de sur a norte)

Fuente: Departamento de Planeación. Investigación y Desarrollo, con datos del Departamento de Tráfico y Transportación de la ciudad de El Paso, Texas.

Con respecto al tipo de actividad, de un cruce diario de vehículos de pasajeros de un poco más de 41,600, incluyendo los cruces de todos los puentes de sur a norte, 12,180 cruces de vehículos correspondieron a personas que van a trabajar, 10,080 vehículos de personas que van a la escuela, 8,400 vehículos de personas que van de compras, 5,880 de residentes, 4,620 de visitantes y 480 vehículos no contemplados. La distribución respecto al número de cruces por día se puede observar en la Figura 10.

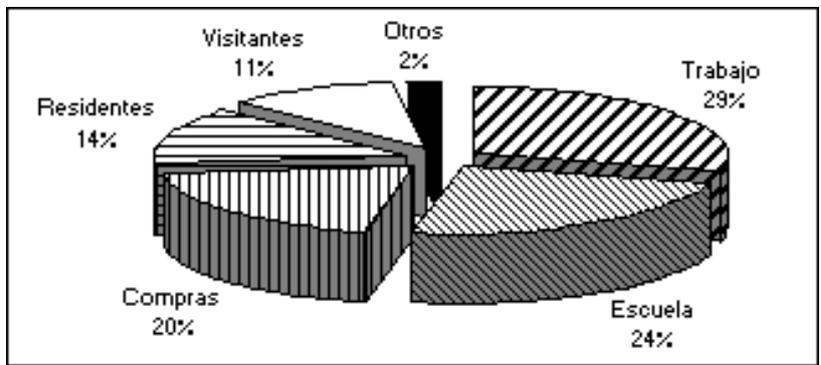


Fig. 10. Distribución de los vehículos que cruzan de Cd. Juárez a El Paso de acuerdo a la actividad que realizan

Se puede hacer notar que el 29% de los cruces es por motivos de trabajo y que uno de cada cuatro cruces es para asistir a la escuela, seguido de uno de cada cinco para hacer compras. Estas cifras reflejan la estrecha interdependencia económica entre las dos ciudades.

De los aspectos importantes que se observan en los cruces internacionales en cuanto al flujo vehicular se percibe que están más congestionados cuando se entra a los Estados Unidos, que cuando se entra a México. Los tiempos de espera para atravesar la frontera varían de unos pocos minutos por lo regular, hasta poco más de dos horas ocasionalmente; este fenómeno se presenta principalmente en la mañana y en las horas pico de la tarde. En general las vialidades tienden a estar congestionadas sobre el Puente de las Américas, debido a que en éste el peaje no tiene costo; por ello también se le conoce como "Puente libre". En el Puente Lerdo y de Av. Juárez, el costo para ingresar a los Estados Unidos es de 1.45 dólares por auto.

Tomando en cuenta el alto flujo vehicular por los puentes fronterizos de Cd. Juárez-El Paso, debido a la interacción de las actividades que se realizan en ambos lados de la frontera, se considera que la calidad del aire en esta zona se ha visto en cierta manera impactada, debido principalmente a los congestionamientos vehiculares que se presentan sobre todo en las horas pico de cruce en ambas direcciones.

RED DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN CIUDAD JUAREZ

El sistema de monitoreo original de Ciudad Juárez se estableció a finales de los 80's como parte de los compromisos contraídos por los gobiernos de México y de los Estados Unidos de Norteamérica, para prevenir, reducir y eliminar fuentes de contaminación del aire, agua y suelo en una zona de 100 kilómetros de ancho de cada lado de la frontera internacional, en el Acuerdo de la Paz de 1983.

El Sistema de Medición de la Calidad del Aire (SMCA) en Ciudad Juárez inició su operación en 1993 con equipos manuales para PM₁₀, apoyados por el Programa Ambiental Fronterizo y por el actual TCEQ (Texas Commission for Environmental Quality) antes TNRCC (Texas Natural Resources Conservation Commission), posterior al establecimiento de la Red Manual, en el año 1996, inicia operaciones la red automática.

Actualmente, el Sistema de Medición de Calidad del Aire está conformado por trece estaciones de muestreo y/o monitoreo. En cinco de estas estaciones se mide de forma continua ozono y monóxido de carbono, y disponen también de muestreadores de PM₁₀; en el resto de las estaciones sólo se monitorea/muestra PM₁₀ y/o PM_{2.5}. El SMCA es operado conjuntamente por TCQ y la Dirección de Ecología y Protección Civil del Municipio de Juárez. En la tabla 07 se muestra cada una de las estaciones, su nombre, clave y ubicación por zona.

Tabla 07. Estaciones de monitoreo de la calidad del aire en Cd. Juárez

No.	Estación	Clave	Zona	O ₃	CO	PM ₁₀ *	PM _{2.5} **
1	20-30	20-30	Norte				
2	SEC-DELPHI	TECNO	Noreste				
3	ADVANCE	ADV	Suroeste				
4	ZENCO	ZENCO	Sur				
5	ACS	ACS	Noroeste				
6	ANAPRA	ANA	Noroeste				
7	FEDERAL 3	FED3	Oeste				
8	NIÑEZ-MEXICANA	NIM	Suroeste				
9	BABICORA	BABI	Sureste				
10	BENITO JUÁREZ	BEJ	Este				
11	MATERIALES LA MAS BARATA	MMB	Noroeste				
12	IGLESIA-ANAPRA	IGA	Noroeste				
13	EST. DE POLICIA: CHIHUAHUA	EPC	Suroeste				

*Muestreadores de Alto Volumen **Monitores de Atenuación Beta

Fuente DGEyPC del Municipio de Juárez – DGCENICA/SINAICA/INE



Fig.11. Estación de Monitoreo Manual

Fuente: DGEyPC de Juárez

**Ubicación: ACS Calle cloro s/n entre Blvd. Fronterizo
y Geranios Col. Altavista**

Coordenadas: Latitud.....31⁰45´10.002

Longitud.....106⁰34´4.00”

Contaminantes monitoreados: CO, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}



Fig. 12. Estación de Monitoreo Automática

Fuente: DGEyPC de Juárez

Estación de monitoreo automática

**Ubicación: Delphi Av. de las Industrias esq. Con
Av. Tomas Fernández**

Coordenadas: Latitud.....31⁰43'1.52"

Longitud.....106⁰23'26.81"

Contaminante monitoreado: CO, O₃, PM₁₀

Velocidad del viento

Resultante dirección del viento

Máxima ráfaga del viento

Temperatura ambiente

CAPITULO VI

RESULTADOS

A partir de la información histórica recabada de los datos registrados por la red de monitoreo se ha efectuado el análisis del comportamiento estacional de los contaminantes, donde en términos generales la problemática de la calidad del aire del Municipio de Cd. Juárez Chih. Ha estado relacionado con las excedencias de Monóxido de Carbono (CO), Ozono (O₃) y PM₁₀, por lo que es urgente e importante diseñar estrategias que lleven a mitigar y controlar dichos contaminantes.

También se pudo determinar que el aumento en el promedio de viajes/persona se encuentra relacionado con el aumento en la tasa de motorización, lo cual es un signo del bajo nivel de servicio para los modos de transporte público, marcando un predominio del vehículo particular como modo de transporte, demandando un constante aumento de espacios de circulación y generando también con esto una gran parte del total de las emisiones a la atmósfera, de tal manera que en la tabla ** se puede ver los porcentajes de participación por modo de transporte en tres diferentes periodos.

Tabla 08. Participación Modal de Transportación

	1989	1996	2001
Viajes en transporte público	45.0%	25.1%	20.7%
Viajes en automóvil particular	35.0%	50.5%	61.2%
Viajes no motorizados	20.0%	24.4%	18.1%

Con respecto a los aforos en los cruces de los puentes internacionales en la siguiente tabla *** se puede observar el comportamiento en los diferentes cruces en el sentido de sur a norte.

Tabla 09. Cruces Fronterizos en sentido de Sur a Norte en 2003

Punto de entrada	Autobuses	Vehículos privados	Peatones
Santa Fe	16138	4 173265	7 080194
Lerdo línea exprés	NA	1 475372	NA
Cordova-Americas	13351	4 679772	1 021293
Zaragoza	541	3 370044	797457
Santa Teresa	248	293457	16864
TOTAL	30278	14 486294	8 939791

En este rubro se observa que se mantiene el numero de cruces fronterizos ya que en el año de 1996 se registraron 15 millones de vehículos en comparación con los 14 486294 que se registraron en el 2003, así como los 600,000 vehículos de carga que se registraron en 1996 contra los 611,000 vehículos de carga estimados por El Paso Metropolitan Planning Office para 2005.

En general se observo una mayor demanda de congestionamiento en los cruces internacionales en el sentido de sur a norte, acentuándose a las horas de máxima demanda, en la época navideña y en fines de semana largos, en donde se generan filas de hasta 1800 metros en espera, donde se considera que la calidad del aire es sumamente impactada, ya que en la espera del cruce los vehículos se encuentran con el motor encendido, generando una gran cantidad de emisiones contaminantes a la atmosfera.

Calidad del Aire

La calidad del aire en nuestra ciudad se ve afectada negativamente, en particular por las emisiones contaminantes de dicho parque vehicular, de acuerdo al más reciente programa de Gestión de la Calidad del Aire 2006-2012. Por ejemplo, de acuerdo a la información de las estaciones de monitoreo de la calidad del aire, en 1997 se encontraron 42 excedencias totales, de las cuales se desprenden 24 excedencias de monóxido de carbono (CO), 7 excedencias de ozono (O₃) y 11 de partículas (PM₁₀) por encima de la Normas Oficiales Mexicanas de límites máximos permisibles de contaminación atmosférica (fig. 12).

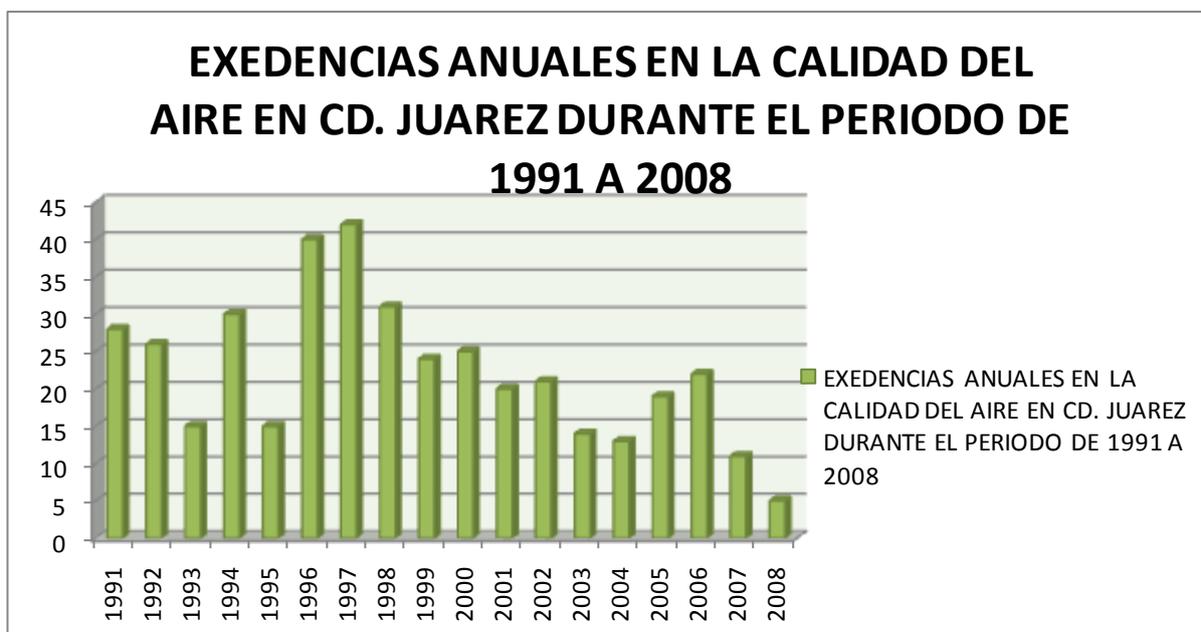


Fig. 13. EXCEDENCIAS EN LA CALIDAD DEL AIRE (1991-2008)

En este sentido, el programa de verificación vehicular de emisiones para el municipio de Juárez fue creado de manera voluntaria en 1992, haciéndose obligatorio en 1994 y considerado en la Ley Ecológica del Estado de Chihuahua, así como su reglamento, y en la Ley de Transito para el Estado de Chihuahua, siendo aplicado hasta esta fecha conjuntamente con el Reglamento Municipal de Ecología y Protección al Ambiente para Ciudad Juárez.

Sin embargo, los resultados no han sido los esperados a través del tiempo, debido a la falta de estabilidad misma que resulta evidente en los años 1993 y 2002 (fig.13) considerados los períodos con mayores verificaciones con apenas 136'646 (30.36%) y 133'839 (29.74%) respectivamente.

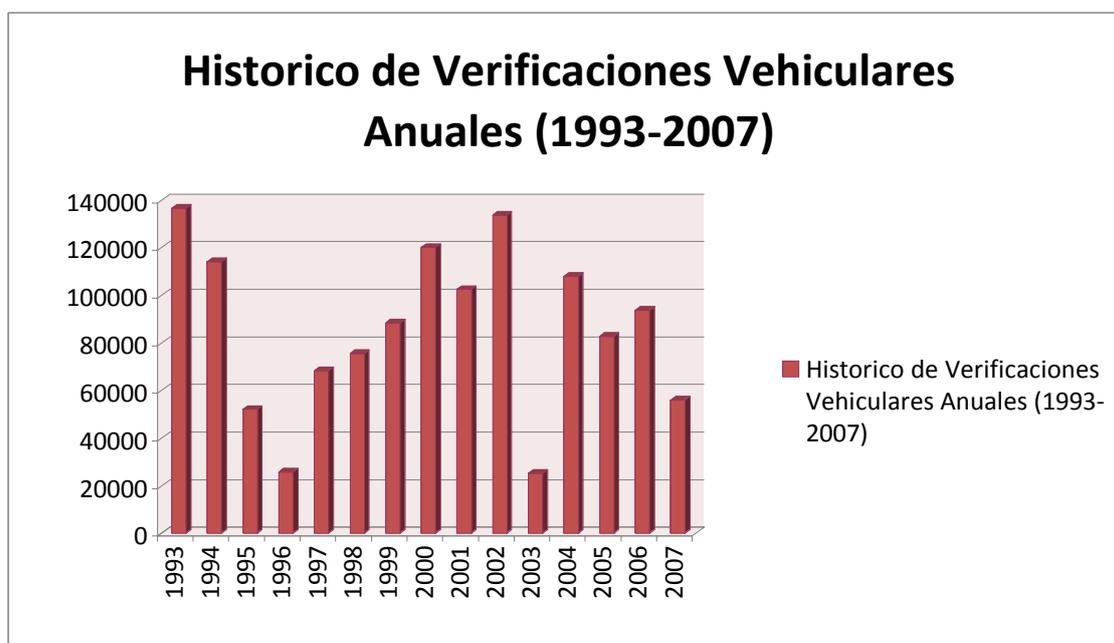


Fig. 14. Histórico de Verificaciones Vehiculares (1993-2007)

Fuente: Dirección General de Ecología y Protección Civil Municipio de Juárez

Con fundamento en el Reglamento Municipal de Ecología y Protección al Ambiente, la DGEYPC estableció el programa de verificación vehicular para el periodo comprendido entre Octubre de 2007 a Octubre de 2010.

Con relación al último inventario de emisiones efectuado en el año 2002, se obtiene que la distribución porcentual de las emisiones generadas por las diferentes fuentes presentes en Ciudad Juárez, destaca la contribución del sector transporte como el de mayor contribución, ya que aporta el 58% de las emisiones generadas en el área, lo cual indica la importancia de controlar estas emisiones en la frontera.

También se observa que la industria establecida en la entidad es el segundo sector emisor con un 21%, posteriormente la vegetación y suelos con el 11% y finalmente el sector comercio y servicios con alrededor del 10%.

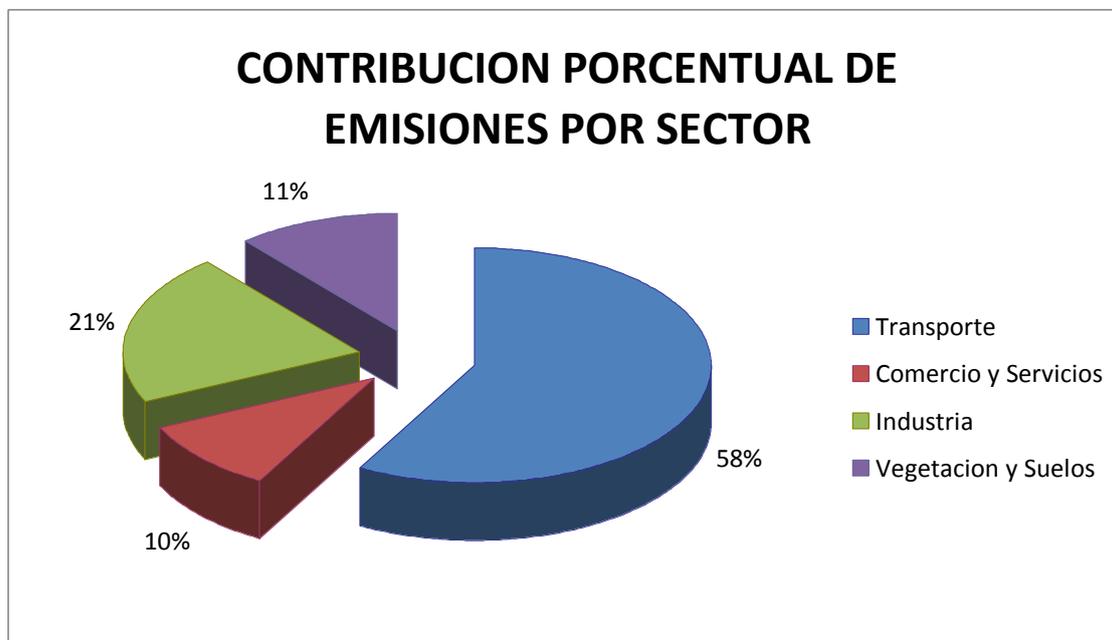


Fig. 15 Contribución Porcentual de Emisiones por Sector

Fuente: SEMARNAT, DGGCARETC

En la tabla 8 se presentan las emisiones totales de cada contaminante por sector y en la figura 14 su contribución porcentual. Aquí destaca la contribución del sector transporte, ya que aporta el 58% de las emisiones generadas en el área, lo cual indica la importancia de controlar estas emisiones en la ciudad. En el año 2002 se emitieron alrededor de 23 mil toneladas de partículas de 10 micrómetros, 27 mil de bióxido de azufre, 98 mil de monóxido de carbono, casi 19 mil de óxidos de nitrógeno y alrededor de 21 mil de compuestos orgánicos totales.

Tabla 10. Inventario de Emisiones Porcentual 2002

P O R C E N T A J E					
SECTOR	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x
INDUSTRIA	5.7	19.0	94.8	2.4	43.8
TRANSPORTE	1.9	7.9	2.0	91.1	50.0
COMERCIO Y SERVICIOS	13.5	16.4	3.2	6.5	5.3
VEGETACION Y SUELOS	78.9	56.7	0.0	0.0	0.0
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Tabla 11. Emisiones Totales de cada Contaminante por Sector

	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOx	COT
Industria	1344	1008	25695	2335	8273	2282
Transporte	456	419	543	89721	9622	11763
Comercio y Servicios	3193	872	876	6414	1000	7226
Vegetación y Suelos	18669	3007	0	0	8	5
Total	23663	27114	27114	98470	18903	21276

Los contaminantes del aire provocan daños a la salud humana severos, los cuales dependen de sus propiedades físicas y químicas, la dosis que se inhala y del tiempo de exposición. El Ozono y las partículas son los contaminantes que tienen mayor importancia debido a sus efectos a la salud, la magnitud de sus concentraciones en el aire y la frecuencia en la que exceden las normas oficiales de protección a la salud. En el caso de Cd. Juárez, el número de excedencias anuales de PM₁₀ durante el periodo del año 2000 al 2004 a

fluctuado entre 11 y 15 excedencias, mientras que para el caso del Ozono del año 2003 al 2002 el número de excedencias promedio fue de 7 y en el periodo comprendido entre el año 2003 y 2004 se observó una disminución a 1 y 2 respectivamente.

Ante los resultados de la gran cantidad de emisiones de partículas contaminantes generadas por el transporte vehicular se puede comprobar que la hipótesis propuesta es positiva en las excedencias presentadas, por la mala combustión del parque vehicular, así como por el incumplimiento en el programa de verificación vehicular "Engomado Ecológico". Por lo que se establecen una serie de recomendaciones y acciones que debe llevar a cabo el Municipio de Cd. Juárez. para tratar de minimizar, mitigar, controlar y/o eliminar estos porcentajes.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

A partir de la información histórica de los datos registrados por la red de monitoreo y del análisis efectuado al comportamiento estacional de los contaminantes, se determina en términos generales que la problemática de la calidad del aire de Cd. Juárez ha estado relacionada con las excedencias de Monóxido de Carbono (CO), Ozono (O₃) y las Partículas PM₁₀, por lo que es necesario e importante diseñar estrategias que lleven al control de dichos contaminantes, así como comunicar a la población en general los riesgos y medidas necesarias para prevenir su exposición y generación

Debido a que el sector transporte genera cerca del 60% del total de las emisiones al aire es importante establecer las siguientes estrategias y recomendaciones al Municipio de Cd. Juárez.

Transporte

- a.- Fortalecer el programa de verificación vehicular “Engomado Ecológico” teniendo como meta a corto plazo un alcance del 90% del aforo vehicular y además vincularlo con los vehículos de reciente importación en los puertos de entrada al país.
- b.- Fortalecer el programa de detección a vehículos contaminantes y aplicar la sanción correspondiente, haciendo obligatorio el programa de verificación.
- c.- Estudiar los mecanismos necesarios para agilizar el cruce en los puentes internacionales (cruces fronterizos).
- d.- Realizar los acuerdos necesarios con la Dirección de Finanzas del Gobierno de Estado, para que la verificación vehicular sea un requisito previo a los trámites de adquisición de placas de circulación o reemplacamiento.
- e.- Promover la utilización o conversión de los servicios alternos de energía (gas L.P) en los vehículos de carga y pasajeros.

f.- Promover la verificación vehicular a través de medios masivos de comunicación, centros de trabajo, escuelas, universidades e instituciones gubernamentales, induciendo a la población a aplicar programas de mantenimiento preventivo a sus vehículos automotores.

g.- Generar y promover un sistema de movilidad sustentable

Salud

a.- promover el desarrollo de un programa de vigilancia epidemiológica asociado a la contaminación.

b.- Divulgar los niveles de contaminación del aire y sus pronósticos, así como difundir las medidas preventivas de protección a la salud.

Educación Ambiental

a.- Llevar a cabo un Plan Municipal de Educación Ambiental que contenga

* Ferias Ecológicas “Compartiendo un aire limpio”, diagnósticos gratuitos, descuentos en refacciones, rifas de afinación sin costo, módulos informativos.

b.- Campañas de participación ciudadana, comparte tu auto una vez a la semana, uso de bicicleta los fines de semana, reconocimiento a empresas con flotillas limpias y condonación del costo del engomado ecológico.

c.- Implementación de patrullas ecológicas, para revisiones preventivas en retenes

d.- Cursos de actualización para mecánicos certificados, infractores con vehículos contaminantes.

e.- Actividades en escuelas, concursos de historietas con alusión al “Aire Limpio”, concurso de carteles “Di no a la contaminación”.

f.- Actualización y mantenimiento del inventario de emisiones

Es importante considerar que el mejoramiento de la calidad del aire requiere de un esfuerzo conjunto de todos los sectores de la economía, de servicios, el transporte, la industria y de la sociedad en general, que deberá estar basado en responsabilidades compartidas, de cooperación y compromiso, considerando un proceso de aprendizaje, compartiendo experiencias, educación, capacitación profesional, trabajo multidisciplinario, e innovación, mostrando cada actor valores, principios y educación para tener como meta un fortalecimiento en la cultura ambiental para las futuras generaciones.

BIBLIOGRAFIA

- (1) INEGI (1995). Censo de Población y Vivienda. México, 75 páginas.
- (2) IMIP (1988). Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ciudad Juárez. Datos Estadísticos de Ciudad Juárez.
- (3) Treviño, F. J. C. (1996). Manejo Transfronterizo de la Calidad del Aire en la Región Paso del Norte, Crecimiento de la Población y la Economía Regional. Juárez, México, 20 páginas.
- (4) Chávez, O. E. y Suárez y Toriello, E. (1996). Perfil de la Frontera México-Estados Unidos. FEMAP, México, 153 páginas.
- (5) INEGI (1996). Anuario Estadístico de Chihuahua.
- (6) Treviño, F. J. C. (1996). Manejo Transfronterizo de la Calidad del Aire en la Región Paso del Norte, Crecimiento de la Población y la Economía Regional. Juárez, México, 20 páginas.
- (7) Vickers, D. (1997). Comunicación Personal, octubre 1997.
- (8) Okrasinsky, R. y Serna, J. (1995). Characterization of atmospheric conditions in the region surrounding Big Bend National Park. Report prepared for the Southwest Center for Environmental Research and Policy. Physical Science Laboratory, New Mexico State University.
- (9) Texas Air Control Board (1991). Revisions to the State Implementation Plan for Inhalable Particulate Matter (PM₁₀). PM₁₀ SIP for moderate area - El Paso. Appendix I. Austin, Texas 78753.
- (10) Schoel, B. M.; Roberts, P. T.; Coe, D. L.; Ray, S. E.; Kwiatkowski, J. J.; Main, H. H.; MacDonald, C. P. (1997). Supplemental Air Quality and Meteorological Data Collected During the 1997 Paso Del Norte Ozone Study. Final Report STI-997310-1757-FR. Prepared for the Environmental Protection Agency under contract No. 68D30029. Work assignment III-145.