



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD**

SUBSECRETARÍA DE PREVENCIÓN Y PROMOCION A LA SALUD
DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE EPIDEMIOLOGÍA

PROGRAMA DE RESIDENCIA MEDICA EN EPIDEMIOLOGIA

**“Estimación del Impacto en la Morbilidad por Exposición a Ozono,
PM10 y PM 2.5 en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2003-
2016”**

TESIS

Que para obtener el Grado como Especialista Medico en Epidemiología

Presenta:

Dra. Araceli Zaldívar Sánchez

Director de Tesis:

Dra. María del Rocío Sánchez Díaz

Ciudad Universitaria, CD. MX. AGOSTO 2017



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.

DATOS DE TESIS

TÍTULO: “ESTIMACIÓN DEL IMPACTO EN LA MORBILIDAD POR EXPOSICIÓN A OZONO, PM10 Y PM 2.5 EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO, 2003- 2016”

ALUMNO: ARACELI ZALDÍVAR SÁNCHEZ

DIRECTOR: DRA. MARÍA DEL ROCÍO SÁNCHEZ DÍAZ, DIRECTORA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES, DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE EPIDEMIOLOGÍA

ASESOR METODOLÓGICO: DR. DARÍO ALANÍZ CUEVAS, ESPECIALISTA EN EPIDEMIOLOGÍA, DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE EPIDEMIOLOGÍA

ASESOR TÉCNICO: MTRO. PABLO BAUTISTA OSORNO, MAESTRO EN EPIDEMIOLOGÍA, DIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE EPIDEMIOLOGÍA

RESUMEN

Título. Estimación del impacto en la morbilidad por exposición a ozono, PM10 y PM 2.5 en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2003-2016.

Antecedentes. La Contaminación Atmosférica es definida como “la presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o daño para la seguridad o la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza”. Sus efectos, tanto agudos como crónicos representan un problema de salud pública a nivel mundial. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), nueve ciudades de nuestro país se localizan entre aquellas con mayores índices de contaminación a nivel mundial. Entre ellas la Zona Metropolitana del Valle de México, que durante 2016 tuvo que activar en diez ocasiones la Fase I de contingencia ambiental por los altos índices de contaminantes. El Sistema de Monitoreo Atmosférico es el responsable de la medición permanente de los principales contaminantes del aire (incluidos el ozono, las PM10 y las PM 2.5) en la Ciudad de México y su área conurbada, con más de 40 sitios de monitoreo conocidos como estaciones de monitoreo de la calidad del aire.

Objetivo. Estimar del impacto de la exposición ambiental a altos niveles de O3, PM10 y PM2.5 sobre la morbilidad (asma, conjuntivitis y otitis media), en la zona metropolitana del Valle de México, durante el periodo 2003-2016.

Material y métodos. Estudio ecológico de series de tiempo. A partir de las bases de datos de casos y de concentraciones de contaminantes por zona geográfica, se realizó el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson. Posteriormente se efectuó una regresión lineal con el fin de determinar el cambio medio que se produce en el número de casos (y_i) por cada unidad de cambio de la concentración del contaminantes (x_i).

Resultados: Para el asma y estado asmático, las PM2.5 reportaron el coeficiente de regresión más alto, el cual fue de 0.455 ($p=0.000$) en la zona Suroeste en el año 2009; así mismo para otitis media aguda, las PM 2.5 reportaron el coeficiente de regresión más alto, el cual fue de 0.987 ($p=0.002$) en la zona Centro en 2003; mientras que para conjuntivitis fue el ozono con un coeficiente de regresión de 0.784 ($p=0.001$) en la zona Noroeste en 2015.

Conclusiones: El incremento de las concentraciones de Ozono, PM10 y PM2.5 incrementa los casos de asma, otitis media aguda y conjuntivitis; siendo la conjuntivitis la enfermedad en la cual se encontró el mayor número de correlaciones a lo largo del periodo de estudio. La regulación adecuada de los límites permisibles de estos contaminantes es fundamental para evitar daños en la salud de la población.

ÍNDICE

I. GLOSARIO	6
II. INTRODUCCIÓN	7
III. ANTECEDENTES	8
A) Antecedentes Históricos	8
B) Monitoreo Ambiental Actual	9
C) Fuentes de Contaminación	10
D) Tipos de Contaminantes	11
E) Normatividad.	12
F) Índice de Calidad del Aire.....	13
G) Efectos en la Salud.....	15
H) Padecimientos de Interés	15
IV. OBJETIVOS	19
1. Objetivo General.....	19
2. Objetivos Específicos.....	19
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
VI. JUSTIFICACIÓN	20
VII. HIPÓTESIS	20
VIII. MATERIAL Y MÉTODOS	20
A) Diseño.....	20
B) Población:.....	21
C) Criterios de Selección:	21
D) Diseño muestral	21
E) Definición de Variables:	21
F) Recolección de Información	22
G) Plan de Análisis.	22
IX. RESULTADOS	23
I. Distribución de los datos.....	23
II. Correlaciones	31
X. LIMITACIONES	37

XI. DISCUSIÓN	37
XII. CONCLUSIONES	38
XIII. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	39
XIV. BIBLIOGRAFÍA.....	40
XV. APÉNDICES	43
Apéndice 1	43
Apéndice 2	57
Apéndice 3	60

I. GLOSARIO

Acrónimos

SEMARNAT	Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
PROAIRE	Programa para Mejorar la Calidad del Aire
SIMAT	Sistema de Monitoreo Atmosférico
CAMe	Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAMe)
IMCO	Instituto Mexicano para la Competitividad
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
CDMX	Ciudad de México

Compuestos

O₃	Ozono
PM₁₀	Partículas menores a 10 µm
PM_{2.5}	Partículas menores a 2.5 µm
NO_x	Óxidos de Nitrógeno

Unidades

km	Kilómetros
ppb	Partículas por billón
ppm	Partículas por millón
µg/m³	Microgramos/metro cúbico

II. INTRODUCCIÓN

La Contaminación Atmosférica es definida como “la presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o daño para la seguridad o la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza”.(1)

La Contaminación Atmosférica o Contaminación del Aire se deriva de múltiples factores dentro de los se incluyen los fenómenos naturales como la inversión térmica, reacciones fotoquímicas, erosión de los suelos, erupciones volcánicas e incendios forestales, y los factores originados por la actividad humana, siendo esta última la fuente más importante de emisión de contaminantes. (2)

Dentro de los contaminantes se encuentran los denominados contaminantes criterio, los cuales son los más estudiados debido a los daños potenciales sobre la salud de la población, entre ellos se ubica el ozono (O₃) y las partículas suspendidas (PM₁₀ y PM_{2.5}). (2)

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), nueve ciudades de nuestro país se localizan entre aquellas con mayores índices de contaminación a nivel mundial. Específicamente en la Zona Metropolitana del Valle de México, se estimó que durante los primeros seis meses de 2016 se tuvo un total de 183 días (87%) con mala calidad del aire, lo cual implica concentraciones de contaminantes dañinas para la salud de la población expuesta, principalmente aquellos con mayor susceptibilidad como lo son los niños, ancianos y personas con enfermedades cardiovasculares y respiratorias. (3,4)

La Ciudad de México y su zona Metropolitana presentan mayor susceptibilidad a la contaminación del aire, debido a que las montañas que la rodean evitan la dispersión de contaminantes, y su altitud y latitud contribuyen a una mayor radiación solar, situación que favorece la formación de contaminantes. (5)

La emisión de contaminantes se puede observar durante todo el año, sin embargo existen temporadas de mayor concentración:

- La “temporada de ozono” que inicia en marzo y culmina en junio, se ve favorecida por las condiciones meteorológicas como la lluvia escasa, cielos despejados y temperaturas confortables que colaboran con las condiciones geográficas a una mayor concentración de ozono, prácticamente todos los días y principalmente en la zona sur de la Ciudad de México.
- La “temporada de partículas” presente en los meses de invierno, se caracteriza por el predominio de masas de aire continental frío y seco provenientes del norte, viento débil a moderado y un ligero descenso de temperatura, lo cual favorece inversiones térmicas de superficie que atrapan los contaminantes. (5,6)

III. ANTECEDENTES

El aire es un recurso natural de libre acceso, compartido por el total de la población mundial y representa un requisito básico para la salud y el bienestar humano. Su mala calidad se produce cuando los contaminantes alcanzan concentraciones suficientemente altas como para poner en peligro la salud humana. (7)

A) Antecedentes Históricos

Los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población han sido estudiados desde la antigüedad. Para el siglo XX este tema adquiere gran importancia derivado de los altos niveles de contaminación presentes en países como Estados Unidos e Inglaterra los cuales condujeron a aumento de la mortalidad y morbilidad: (8)

- Donora, Pensilvania, 1948: los altos niveles de contaminación en Donora en el año de 1948, originados por un fenómeno de inversión térmica, ocasionaron la muerte de 20 personas y problemas de salud en otras 7,000. (9)
- La “Gran Niebla” Inglaterra, 1952: las bajas temperaturas acontecidas a principios de diciembre de 1952 en Londres llevaron a la población a quemar cantidades excesivas de carbón, lo que generó una severa contaminación del aire. El Ministerio de Salud del país informó que la cantidad excesiva de contaminación a la que fue expuesta la población generó la muerte de 12,000 personas y ocasionó además 100,000 casos de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. (10)
- Nueva York, 1966: la inversión térmica presente durante cuatro días en Nueva York causó la defunción de 168 personas. (11)

En México los hechos ocurridos durante el Porfiriato (1877-1911) y el período posrevolucionario (1910-2000) trajeron consigo incremento de las vías férreas, construcción de fábricas, modernización de ciudades y la reforma agraria, esto provocó una emisión importante de contaminantes. Pero fue hasta el año de 1958 cuando el Departamento de Higiene Ocupacional de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, inició la medición de calidad del aire. Posteriormente en 1966 la Dirección General de Higiene Industrial inició formalmente investigaciones sobre contaminación atmosférica, con la implementación de cuatro estaciones de monitoreo en la Ciudad de México. (12,13)

En el año de 1973 se creó la “Red Computarizada Automática de Monitoreo Atmosférico del Valle de México”, la cual disponía de 48 equipos de monitoreo, incluyendo 22 instalados en la Ciudad de México y el resto en otros estados del país, sin embargo ante el bajo presupuesto destinado a la red dejó de operar en 1978. (13)

En el año de 1986 con la necesidad de vigilar la calidad del aire, se creó la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) con 25 estaciones para el monitoreo de CO (monóxido de carbono), SO₂ (dióxido de azufre), O₃, NO_x y partículas suspendidas. Incluyendo para el año 1988 la medición de PM₁₀, y durante el año de 1991 se instalaron tres estaciones de monitoreo en la periferia de la Ciudad de México y en cuatro municipios del Estado de México. (13)

En Diciembre del año 2000 la Secretaría del Medio Ambiente, crea el Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT), cuya finalidad fue homologar los procedimientos de monitoreo y difusión de la información. (13)

En Agosto de 2003 se inició el monitoreo de PM_{2.5}, contando con 8 equipos automáticos y 7 equipos manuales para su medición. (13)

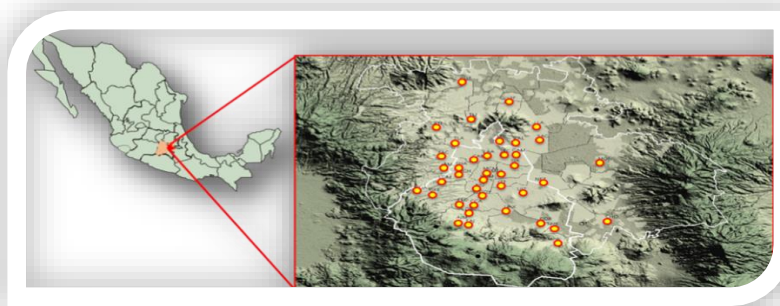
B) Monitoreo Ambiental Actual

Actualmente existen 35 sistemas de monitoreo de la calidad del aire (SMCA) en 30 entidades federativas: Aguascalientes, Baja California, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Coahuila, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas. (14)

Es importante destacar que la situación geográfica de la Zona Metropolitana del Valle de México agrava las condiciones de contaminación del aire. El monitoreo del SIMAT (Sistema de Monitoreo de la Ciudad de México) comprende las 16 Delegaciones de la Ciudad de México y 12 municipios conurbados del Estado de México (Acolman, Atizapán de Zaragoza, Chalco, Coacalco de Berriozábal, Ecatepec de Morelos, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, Ocoyoacac, Tepetzotlán, Texcoco, Tlalnepantla de Baz y Tultitlán). (15)

El Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) es el responsable de la medición permanente de los principales contaminantes del aire en la Ciudad de México y su área conurbada, con más de 40 sitios de monitoreo conocidos como estaciones de monitoreo de la calidad del aire (**Figura 1**). (15)

Figura 1. Estaciones de monitoreo de calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México



Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México.

C) Fuentes de Contaminación

Las fuentes de Contaminación Atmosférica constituyen todas aquellas actividades, procesos u operaciones capaces de producir contaminantes del aire, entre dichas fuentes se incluyen:

- **Fuente puntual:** Se refiere a una fuente en un punto fijo o estacionario, como lo son las plantas de energía, industrias químicas, refinerías de petróleo y fábricas. El Estado de México cuenta con un gran número de industrias sin embargo a diferencia de la Ciudad de México no cuenta con un monitoreo adecuado de la emisión de contaminantes por esta fuente.
- **Fuentes móviles:** Incluyen a todas las formas de transporte, siendo los automóviles la principal fuente móvil de emisión de contaminantes. De acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la CDMX cuenta con 111,000 unidades o industrias, lo cual representa casi cuatro veces la flota federal del Estado de México, debido a lo anterior la emisión de contaminantes por esta fuente es considerable en la CDMX.
- **Fuentes de área:** Constituyen una serie de actividades que en conjunto afectan la calidad del aire, entre ellas se encuentra el uso de madera, imprentas, tintorerías y actividad agrícola. La emisión de contaminantes por esta fuente es mayor en el Estado de México, debido a su población, mayor cantidad de vialidades sin pavimentar y sitios de disposición de residuos sólidos. Se estima que en el Estado de México dicha fuente genera 15,350 toneladas de PM10.
- **Fuentes naturales:** también denominadas fuentes biogénicas debido a que son resultado de fenómenos de la vida animal y vegetal. Entre ellas se encuentran las emisiones producidas por los volcanes, océanos y la erosión del suelo. (2,5)

En la Zona Metropolitana del Valle de México durante el 2008, las fuentes móviles contribuyeron con el 70% de las emisiones de contaminantes, produciendo el 16.1% de las emisiones de PM10, del 51.8% de las PM 2.5, del 82.4% de NOX (Óxido de Nitrógeno) y del

31.3 % de hidrocarburos; siendo el transporte vehicular el que aporta el mayor porcentaje de emisión de contaminantes. (3)

Mientras que en 2014 igualmente en la Zona Metropolitana del Valle de México, las fuentes aéreas contribuyeron con el 64.5% de las emisiones de contaminantes, produciendo el 65.4% de las emisiones de PM₁₀, del 50.2% de las PM 2.5, del 11.7% de NO_x y del 63.7 % de hidrocarburos. Asimismo las fuentes móviles contribuyeron con el 78.5% de las emisiones de NO_x. (3,5)

D) Tipos de Contaminantes

De acuerdo con el origen del contaminante pueden distinguirse dos tipos:

- Contaminantes primarios son aquellos procedentes directamente de fuentes de emisión, dentro de este tipo de contaminantes se incluye al plomo, monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y material particulado.
- Contaminantes secundarios son aquellos originados en el aire por la interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con otros componentes de la atmósfera; en este grupo se encuentran contaminantes como el ozono, peroxiacetilnitrato, sulfatos, nitratos y ácido sulfúrico. (5)

El ozono (O₃) es la forma alotrópica del oxígeno, se caracteriza por ser un gas incoloro presente en la atmosfera en dos formas: el ozono estratosférico que ayuda a proteger contra la radiación ultravioleta, mientras que el ozono troposférico (formado mediante la reacción de luz solar con compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno) se ha relacionado con daños potenciales a la salud de la población. (16)

- Su medición se realiza mediante la técnica de Fotometría UV, técnica caracterizada por la absorción de luz ultravioleta en una longitud de onda de 254 nm, cuya disminución de intensidad es proporcional a la concentración de ozono. **(Tabla 1)**
- Las máximas concentraciones de O₃ se alcanzan durante el día entre las 14:00 y 16:00 horas cuando la intensidad de la luz solar es mayor, mientras que las concentraciones mínimas se presentan al amanecer cuando las concentraciones de sus precursores son mínimas y la radiación solar no es tan intensa. Además su variación estacional depende de factores como la alta presión atmosférica, cielo despejado y estabilidad atmosférica, situaciones más frecuentes durante la primavera o época seca-caliente. (16,17)

El Material Particulado (PM) está constituido por partículas presentes en forma sólida o líquida, encontrándose con mayor frecuencia las partículas con tamaño entre 0.1 y 10 µm.

- La medición de este tipo de contaminantes criterio se realiza a través de dos técnicas, la Gravimetría y la Atenuación de radiación beta. (**Tabla 1**)
- En la Ciudad de México se realiza el monitoreo de tres fracciones, las partículas menores de 2.5 μm (PM2.5) o partículas finas, las partículas menores de 10 μm (PM10) y la fracción gruesa que representa la diferencia entre las dos anteriores.
- Las PM 2.5 son principalmente de origen secundario, mientras que la fracción gruesa contiene material primario, como el polvo.
- Sus máximas concentraciones se presentan en invierno, y se ha observado que en la zona conurbada del Estado de México se presentan mayores concentraciones en comparación con la Ciudad de México. Además se observan picos máximos bimodales, uno entre las 8:00 y 11:00 horas y el otro entre las 18:00 y 20:00 horas picos que se relacionan con mayor aforo vehicular y por ende mayor emisión de partículas. (16,17)

Tabla 1. Principales contaminantes y las técnicas para su medición

Contaminante	Principio de operación	Descripción del método
Dióxido de azufre (SO ₂)	Fluorescencia UV	Método equivalente: medición de la fluorescencia emitida por las moléculas de SO ₂ cuando son excitadas por una fuente de radiación ultravioleta.
Monóxido de carbono (CO)	Absorción en el infrarrojo	Método de referencia: medición de la absorción de luz infrarroja por parte del monóxido de carbono en una celda de correlación.
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Quimioluminiscencia	Método de referencia: medición de la luz emitida durante la reacción entre el NO y el O ₃ . La separación de las especies nitrogenadas se realiza a través de la medición diferencial de NO y NO ₂ (previa reducción catalítica). El valor de NO _x corresponde a la suma de NO+NO ₂ .
Ozono (O ₃)	Fotometría UV	Método equivalente: absorción de luz ultravioleta en una longitud de onda de 254 nm, la disminución en la intensidad es proporcional a la concentración de ozono de acuerdo a la ley de Beer-Lambert.
Partículas suspendidas PM ₁₀ , PM _{2.5}	Gravimetría	Método equivalente: determinación de la masa de partículas presente en un flujo de aire, las partículas son separadas de la corriente y depositadas sobre un filtro colocado en un elemento oscilante, la variación en la frecuencia de oscilación es proporcional a la masa. El tamaño de partícula está determinado por la entrada selectiva y el flujo de muestra.
Partículas suspendidas PM ₁₀ , PM _{2.5}	Atenuación de radiación beta	Método equivalente: atenuación en la intensidad de la radiación beta por las partículas depositadas sobre un filtro continuo.

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México.

E) Normatividad.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de calidad del aire se establecen con base en los resultados de estudios toxicológicos y epidemiológicos, que evalúan la relación entre la exposición a un contaminante y sus efectos en la salud. En México, el gobierno federal es el responsable de establecer los estándares para la protección de la salud pública y vigilar su cumplimiento. En el 2014, se realizaron modificaciones a la NOM-020-SSA (Salud ambiental, valor límite permisible para la concentración de ozono en el aire ambiente y criterios para su

evaluación) y a la NOM-025-SSA (Salud ambiental, valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación), en las cuales se establecieron nuevos límites permisibles para ambos contaminantes, sin embargo como se observa en la **(Tabla 2)**, dichos valores se encuentran muy por encima de los límites establecidos por la OMS. (18,19)

Tabla 2. Límites permisibles para el contaminante criterio.

Contaminante	NOM-020-SSA1-1993	NOM-020-SSA1-2014	OMS
Ozono (O ₃)	110 ppb, promedio horario 80 ppb, máximo anual del promedio móvil de 8 horas	95 ppb, promedio horario 70 ppb, máximo anual del promedio móvil de 8 horas	50 ppb, máximo anual del promedio móvil de 8 horas
Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)	120 µg/m ³ , promedio 24 horas 50 µg/m ³ , promedio anual	75 µg/m ³ , promedio 24 horas 40 µg/m ³ , promedio anual	50 µg/m ³ , promedio 24 horas 20 µg/m ³ , promedio anual
Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM _{2.5})	-----	45 µg/m ³ , promedio 24 horas 12 µg/m ³ , promedio anual	35 µg/m ³ , promedio 24 horas 10 µg/m ³ , promedio anual

Fuente: NOM-020-SSA, NOM-025-SSA e Informe de Calidad del Aire en la Ciudad de México, 2015.

F) Índice de Calidad del Aire.

Las mediciones que se realizan de los contaminantes criterio son útiles para el cálculo del indicador Índice de calidad del aire, el cual nos muestra que tan contaminado se encuentra el aire y cuáles podrían ser los efectos en la salud. Un valor de 100 indica una buena calidad del aire, cualquier nivel superior a 100 implica algún riesgo para la salud. (20) **(Figura 2)**

Figura 2. Índice de Calidad del Aire

Categoría	Intervalo	Mensaje	Significado	Recomendaciones
BUENA	0-50	Sin riesgo	La calidad del aire es satisfactoria y existe poco o ningún riesgo para la salud.	Se puede realizar cualquier actividad al aire libre.
REGULAR	51-100	Aceptable	La calidad del aire es aceptable, sin embargo, en el caso de algunos contaminantes, las personas que son inusualmente sensibles, pueden presentar síntomas moderados.	Las personas que son extremadamente sensibles a la contaminación deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
MALA	101-150	Dañina a la salud de los grupos sensibles	Quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. El público en general usualmente no es afectado.	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
MUY MALA	151-200	Dañina a la salud	Todos pueden experimentar efectos en la salud; quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos graves en la salud.	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre. La población en general debe limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
EXTREMADAMENTE MALA	>200	Muy dañina a la salud	Representa una condición de emergencia. Toda la población tiene probabilidades de ser afectada.	La población en general debe suspender los esfuerzos al aire libre.

Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México.

Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA) en la ZMVM.

El 3 de octubre de 2013 fue anunciada en el Diario Oficial de la Federación la creación de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME), la cual se integró por el gobierno federal y los gobiernos de la Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala. Este organismo es el encargado de establecer las acciones de gestión de calidad del aire en dichas entidades, siendo la Activación de las Fases de contingencia una de sus funciones más importantes. Por su parte la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM) creada en el año de 1996 es la encargada de llevar a cabo estas acciones en el Estado y Ciudad de México. (21)

El 06 de abril de 2016, la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME) da a conocer la nueva estructura de su Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA), en el cual desaparece la fase de Precontingencia, permaneciendo únicamente la Fase 1 y Fase 2 de Contingencia Ambiental.

- **Fase I de Contingencia Ambiental**

- Esta fase se activara cuando los valores del índice por ozono sobrepasen los 150 puntos y será activada en toda la ZMVM; así mismo se activara cuando los valores del índice por PM10 superen los 150 puntos, activándose únicamente en dicha zona; o bien cuando a la par se sobrepasen los 160 puntos para ozono y además los valores del índice por PM10 sobrepasen los 125 puntos, situación conocida como Contingencia Ambiental Combinada y se activara en toda la ZMVM (**Tabla 4**). Durante se recomienda que los grupos vulnerables permanezcan en interiores entre las 13:00 y las 19:00 horas, evitar actividades deportivas en escuelas u otras áreas libres entre as 13:00 y 19:00 horas; las medidas se mantendrán hasta la suspensión de la fase de contingencia, y en el caso de las activación por PM10 se ampliara las 24 horas del día. (22)

Tabla 4. FASE I DE CONTINGENCIA AMBIENTAL

Contaminante	ACTIVACIÓN	SUSPENSIÓN
OZONO	>150 puntos	≤ 150 puntos
PM10	>150 puntos	≤150 puntos
OZONO y PM10	Ozono >160 PM10 >125	≤150 puntos

Fuente: Programa para contingencias Ambientales Atmosféricas en el Distrito Federal

- **Fase II de Contingencia Ambiental**

- Esta fase se activara en toda la ZMVM cuando los valores del índice por ozono sobrepasen los 200 puntos por Ozono o los 200 por PM10. En caso de la activación,

además de las acciones llevadas a cabo cuando se activa las Fase I, las autoridades correspondientes, incluidas la CAME y el Gobierno de la Ciudad de México, evaluarán la pertinencia de suspender las actividades en oficinas públicas, así como en centro educativos, instalaciones culturales y recreativas (**Tabla 5**). (22)

Tabla 5. FASE I DE CONTINGENCIA AMBIENTAL

Contaminante	ACTIVACIÓN	SUSPENSIÓN
OZONO	>200 puntos	≤ 150 puntos
PM10	>200 puntos	≤150 puntos

Fuente: Programa para contingencias Ambientales Atmosféricas en el Distrito Federal

G) Efectos en la Salud

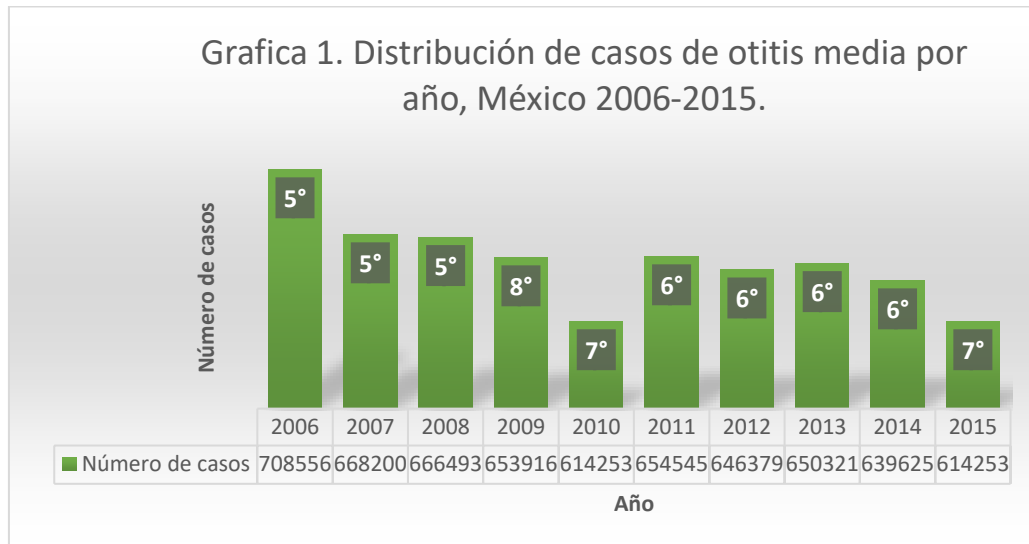
Los efectos en la salud relacionados con la exposición a la contaminación atmosférica se pueden dividir en:

- Efectos agudos: Aquellos ocasionados por exposición a altas concentraciones de contaminantes durante periodos cortos, dentro de ellos se incluyen enfermedades derivadas del daño en las mucosas como lo es la conjuntivitis y la exacerbación de enfermedades respiratorias como el asma y EPOC.
- Efectos crónicos: Derivados de la exposición prolongada a distintos niveles de contaminación por largos períodos. Se caracterizan por aumento de la incidencia y gravedad de: asma bronquial, bronquitis crónica obstructiva y enfisema pulmonar. (23)

H) Padecimientos de Interés

Otitis media

- La otitis media aguda es la infección aguda del oído medio caracterizada por la presencia de líquido e inflamación. (24)
- En un meta análisis realizado en seis países diferentes en el año 1996 se encontró un incremento constante de los casos de otitis media en niños entre los años 1981 y 1996, siendo el cuidado fuera del hogar y el tabaquismo en los padres, los factores ambientales con mayor riesgo de desarrollo de la enfermedad. (24) (25)
- En nuestro país la notificación de la otitis media aguda con código H65.0-H65.1 de acuerdo con la clasificación CIE-10, se realiza de forma semanal a través del Sistema Único Automatizado de Vigilancia Epidemiológica. (26)
 - En nuestro país la otitis media se ha ubicado dentro de las veinte principales causas de mortalidad en los últimos diez años, con un promedio de 651,654.1 casos reportados por año. (26) (**Grafica 1**)



Fuente: Anuarios de Morbilidad 1984-2015. Información Epidemiológica, Secretaría de Salud.

- En un estudio de cohorte llevado a cabo en Países Bajos y Alemania sobre la relación entre la contaminación del aire y la otitis media se encontró asociación positiva entre la exposición a contaminantes del aire (PM2.5, carbono elemental y NO₂) relacionados con el tráfico y la incidencia de otitis media, obteniendo Odds Ratio 1.13 (1.03–1.27), 1.10 (1.00-1.22) y 1.14 (1.03 a 1.27) en los Países Bajos y 1.24 (0.84-1.83), 1.10 (0.86-1.41) y 1.14 (0.87-1.49) en Alemania, respectivamente. (27)
- En un estudio prospectivo realizado en España en 229 niños menores de 1 año, se estudiaron los factores de riesgo asociados al desarrollo de OMA. El factor de riesgo Contaminación (SO₂) tuvo un RR de 2.32 IC 95%(1.26-4.25). (28)

Conjuntivitis

- La conjuntivitis es un padecimiento caracterizado por la inflamación de la conjuntiva, dentro de sus causas se incluyen las de origen infeccioso y no infeccioso, estas últimas se deben principalmente a factores alérgicos, mecánicos, tóxicos y neoplásicos. (29)
- En México, la notificación de esta enfermedad se realiza de forma semanal y es clasificada por el CIE-10 con el código H10, el cual incluye la conjuntivitis mucopurulenta, conjuntivitis atópica aguda, conjuntivitis aguda no especificada, conjuntivitis crónica, blefaroconjuntivitis, otras conjuntivitis y conjuntivitis no especificada. (26)
- Durante el periodo 2006-2015 se reportaron un total de 4,857, 807 casos de conjuntivitis, ubicando a la enfermedad entre las diez principales causas de morbilidad en nuestro país, siendo 2010 el año que reportó el mayor número, con un total de 835,313 casos. (26) **(Gráfica 2)**

Gráfica 2. Distribución de casos de conjuntivitis por año, México 2006-2015.



Fuente: Anuarios de Morbilidad 1984-2015. Información Epidemiológica, Secretaría de Salud.

- En un estudio realizado en Jinan, China en 2015 se encontró una correlación positiva entre los casos de Conjuntivitis y el índice de calidad del aire, tanto el día de presentación como el día previo. (30)
- En un estudio realizado en Taiwán en 2012, se encontró que por cada 16.4 ppb de incremento en la concentración de ozono ocurre un aumento del 2,5% en consultas por conjuntivitis, IC 95% (0.9-4.1). Mientras que el incremento en relación con PM10 fue débil y no se encontró relación con PM 2.5. (31)

Asma

- El asma es un síndrome caracterizado por obstrucción de las vías respiratorias, en cuyo desarrollo se ven implicados factores genéticos y ambientales. (**Tabla 6**) (32)

Tabla 6. Factores de riesgo y elementos desencadenantes del asma

Predisposición genética	Alérgenos en espacios techados
Atopia	Alérgenos en espacios abiertos
Hipersensibilidad de las vías respiratorias	Sensibilizantes de origen laboral
Género	Tabaquismo pasivo
	Infecciones de las vías respiratorias

Fuente: Harrison, L. Principios de Medicina Interna Vol.2. 18a edición. Madrid: McGraw-Hill, 2012.

- En el asma se presenta reducción del Volumen Espiratorio Máximo en el primer segundo (FEV1), el cual es generado por la broncoconstricción, edema de la pared bronquial, congestión vascular y obstrucción de la pared. Todos estos factores ocasionan la sintomatología de la enfermedad, la cual se caracteriza por sibilancias, disnea y tos. (32)
- De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, actualmente la enfermedad afecta a un total de 235 millones de personas en todo el mundo; y fue la causa de 383,000 defunciones durante 2015, la mayoría de estas reportadas en adultos mayores. (33)

- En nuestro país se han realizado múltiples estudios acerca de la relación de contaminantes y sus efectos en la salud, sin embargo han sido en relación con IRA'S y asma en niños menores de cinco años.
 - En un estudio realizado en Ciudad Juárez, Chihuahua se encontró que la exposición acumulada a PM10 después de cinco días, produce un aumento en las consultas por IRA's, sin embargo es más significativa después de tres días de la exposición a PM10. (34)
 - En un estudio realizado en Hospitales y Clínicas del IMSS, ISSSTE y SSA en Guadalajara, Jalisco en menores de 5 años se encontró una correlación positiva entre los contaminantes atmosféricos y los casos de crisis asmática, siendo el CO y el NO2 los de mayor correlación.(35)

Asma grave o estado asmático

- Se presenta cuando las personas con la enfermedad presentan exacerbaciones que ponen en peligro la vida; la sintomatología incluye dolor retroesternal, sibilancias, disnea y cianosis. Además se presenta hipoxia y reducción de la presión parcial de dióxido de carbono (PCO2). (32)
- Tanto el asma (J45) como el estado asmático (J46) son enfermedades sujetas a vigilancia epidemiológica, cuya notificación se realiza de manera semanal a través del Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica (SUIVE).
- Al igual que la otitis media y la conjuntivitis el asma se ha ubicado dentro de las veinte principales causas de morbilidad en nuestro país, con un promedio de 297,577.1 casos reportados por año. (26) **(Gráfica 3)**



Fuente: Anuarios de Morbilidad 1984-2015. Información Epidemiológica, Secretaría de Salud.

IV. OBJETIVOS

1. Objetivo General.

- Estimar el impacto de la exposición ambiental a O₃, PM₁₀ y PM_{2.5} sobre la morbilidad (asma, conjuntivitis y otitis media), en la zona metropolitana del Valle de México, durante el periodo 2003-2016.

2. Objetivos Específicos.

- Conocer si el incremento en los niveles de contaminantes (Ozono, PM₁₀ y PM 2.5) por zona geográfica de la ZMVM, sugiere incremento en la morbilidad (asma, conjuntivitis y otitis media).
- Conocer si el incremento en los niveles de contaminantes (Ozono, PM₁₀ y PM 2.5) por temporada, sugiere incremento en la morbilidad (asma, conjuntivitis y otitis media).
- Conocer si el incremento en los niveles de contaminantes (Ozono, PM₁₀ y PM 2.5) por grupo de edad y sexo, sugiere incremento en la morbilidad (asma, conjuntivitis y otitis media).

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestro país se han realizado estudios sobre el efecto de la contaminación en la mortalidad y son pocos aquellos que se han realizado en relación a los efectos de la contaminación del aire sobre morbilidad, siendo el asma exacerbada y la infección de vías respiratorias en niños menores de cinco años los efectos más estudiados. En nuestro país no existen estudios en los cuales se busque la relación entre el incremento en la morbilidad por patologías como conjuntivitis y otitis media, enfermedades que se han ubicado entre las principales causas de morbilidad en nuestro país, en los últimos años. Así mismo las correlaciones con asma se han realizado únicamente en poblaciones menores de cinco años y dicha patología presenta exacerbaciones en la totalidad de la población. (34,35)

Además desde el año 2003 a la fecha la Red Automática de Monitoreo Atmosférico ha activado en 13 ocasiones la Fase I de Contingencia Ambiental (diez por ozono y tres por PM₁₀), siendo 2016 el año en que más veces fue activada con un total de diez ocasiones, por lo que es importante evaluar el impacto en la salud de dichos contaminantes en los últimos años. (36)

Por lo anterior la pregunta de investigación es:

¿Cuál es el impacto en la morbilidad por asma, conjuntivitis y otitis media ante la exposición ambiental a concentraciones elevadas de Ozono, PM10 y PM 2.5 en la Zona Metropolitana del Valle de México durante el periodo 2003-2016?

VI. JUSTIFICACIÓN

Nuestro país y específicamente la Zona Metropolitana del Valle de México constituyen zonas con altos índices de contaminación, pues tan solo en 2016 se activó en 10 ocasiones la fase I de contingencia ambiental, situación que como se expuso anteriormente ocasiona efectos adversos en la salud de la población. Por lo que es de suma importancia que el sector salud de seguimiento a este problema de salud pública que por mucho tiempo no se ha abordado con la debida importancia y que repercute directamente en la esperanza de vida, la productividad de la población, y en última instancia, la calidad de vida.

La realización de este estudio nos proporcionara información del comportamiento temporal de los casos (asma, conjuntivitis y otitis media) en los últimos años y su correlación con las concentraciones de ozono, PM10 y PM2.5. Si específicamente es mayor en ciertas zonas de la ZMVM, así como dentro de las temporadas de máxima concentración, sexo y grupo de edad; lo cual será de utilidad para el desarrollo de estrategias que contribuyan a la reducción de los efectos adversos en la salud originados por las altas concentraciones de contaminantes.

VII. HIPÓTESIS

- La exposición ambiental de la población a niveles elevados de Ozono, PM10 y PM 2.5 está relacionada con el incremento en la morbilidad por asma, conjuntivitis y otitis media.

VIII. MATERIAL Y MÉTODOS

A) Diseño.

- Tipo de estudio: Observacional, retrospectivo.
- Diseño: Estudio ecológico de series de tiempo.

B) Población:

- El total de casos de asma, conjuntivitis y otitis media, notificados al Sistema Único Automatizado de Vigilancia Epidemiológica, reportados por la Ciudad de México y Estado de México durante el periodo 2003-2016.

C) Criterios de Selección:

Inclusión

- Estados y Unidades Médicas:
 - Todos los casos de asma, conjuntivitis y otitis media reportados al SUAVE desde el año 2003 por las Unidades Médicas de la Ciudad de México y Estado de México cercanas a las Estaciones de Monitoreo. Dichos estados fueron elegidos debido a que sus condiciones geográficas favorecen la contaminación del aire como se explicó anteriormente, y por su monitoreo constante.
 - En los municipios y delegaciones donde se ubican las Estaciones de Monitoreo, el SUAVE tiene registradas 857 Unidades Médicas notificantes, no obstante a esta cobertura se ha decidido mantener una estrategia centinela mediante la selección de 200 unidades con base a la cercanía con cada Estación de Monitoreo, de las cuales 119 se encuentran en la Ciudad de México y 81 en el Estado de México, lo anterior basado en el criterio de 3 km de alcance en la lectura de cada estación, asignando a cada estación aproximadamente el mismo número de Unidades por estación monitora. **(Apéndice 1)**
- Selección de Estaciones Monitoras:
 - Aquellas Estaciones de Monitoreo de la Zona Metropolitana del Valle de México que midan la concentración de contaminantes O3, PM10 y PM2.5.

Exclusión

- Aquellas estaciones de Monitoreo que no mantengan un monitoreo constante en el registro de los contaminantes estudiados, durante el periodo de estudio.

D) Diseño muestral.

- No se considera cálculo de la muestra ya que se tomará en cuenta a toda la población.

E) Definición de Variables:

Conceptualización

- Variable independiente: Se consideraron las concentraciones de Ozono, PM10 y PM2.5 en la ZMVM

- Variable dependiente: Se consideraron cada uno de los padecimientos seleccionados registrados en el SUAVE (asma, conjuntivitis, otitis media).

Operacionalización de variables.

- Además se incluyeron las variables zona geográfica; temporada de ozono, temporada de PM10, Temporada de PM2.5; grupo de edad y sexo. Dichas variables se encuentran descritas en el **apéndice 2**.

F) Recolección de Información

La información sobre las concentraciones de O3, PM10, PM2.5 se obtuvo de los datos públicos de las 31 estaciones de monitoreo de calidad del aire que integran al Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México, ubicadas en municipios del estado de México y en las 16 delegaciones de la Ciudad de México (ACO, AJM, AJU, ATI, BJU, CAM, CCA, MON, CHO, COY, CUA, CUT, FAC, GAM, HGM, INN, IZT, LPR, MER, MGH, MPA, NEZ, PED, SAG, TAH, TLA, TLI, UAX, UIZ, VIF, XAL).

Los datos de los casos de Asma, Conjuntivitis y Otitis Media se obtuvieron de la información notificada por las 200 unidades médicas centinela al SUAVE.

G) Plan de Análisis.

1. Se realizó una base en Excel de las concentraciones O3, PM10 y PM 2.5, para cada uno de los años de estudio y zona geográfica; identificando la concentración máxima semanal.
2. A partir de la información de las 200 unidades centinela obtenida del SUAVE, se realizó una base de datos de los casos de Asma, Conjuntivitis y Otitis media identificando la estación monitorea más cercana y la región geográfica a la que pertenecen. Además se estimaron las frecuencias y medidas de tendencia central de los casos.
3. Mediante el programa estadístico stata 12.0 se realizó el cálculo de la correlación de Pearson y se realizó una regresión lineal, con el fin de determinar la relación entre la morbilidad por Asma, conjuntivitis y otitis media, y las concentraciones de O3, PM10, y PM 2.5 de las distintas zona geográficas durante el periodo de estudio:
 - Como primera fase del análisis, se realizó una correlación de Pearson que hace referencia a la media de los productos cruzados de las puntuaciones estandarizadas de X y de Y. Sus valores oscilan entre -1 y +1; cuando la correlación es +1 se trata de una correlación perfecta positiva y cuando es -1 es una correlación perfecta negativa. Se pueden interpretar como porcentaje al multiplicarla por 100. Dicha correlación nos permitió identificar las zonas geográficas en las que se relacionaron estadísticamente las concentraciones de contaminantes y el número de casos de las enfermedades, en los distintos años del periodo de estudio.

- Como segunda fase, en las zonas identificadas se realizó un análisis de regresión lineal simple.
- El coeficiente β_1 es la pendiente de la recta: el cambio medio que se produce en el número de casos (y_i) por cada unidad de cambio de la concentración del contaminantes (x_i). El coeficiente β_0 es el punto en que la recta corta el eje vertical que corresponde al número medio de casos cuando las partículas valen cero.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 * x_i$$

- De estos también se obtuvieron los Intervalos de Confianza (I.C. 95%), que informan sobre los límites entre los que se puede encontrar el valor de cada coeficiente de regresión.
4. Como parte final del análisis, se realizara un ajuste por regresión lineal múltiple, en el cual además se incluirán las variables zona, temporada de ozono, temporada de partículas, grupo de edad y sexo.

IX. RESULTADOS

I. Distribución de los datos

A) Concentraciones de Contaminantes (Ozono, PM2.5 y PM10) en la Zona Metropolitana del Valle de México

Las concentraciones máximas semanales de ozono para toda la ZMVM mantuvieron una distribución homogénea, entre las 100 y las 200 ppb (promedio 144 ppb); mostrando un único pico máximo de 517 ppb, durante la semana epidemiológica 47 de 2007. **(Gráfica 5)**

En cuanto a las concentraciones máximas semanales de PM2.5, en general se mantuvieron entre los 100-300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio 113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), observándose predominio de mayores concentraciones durante las semanas epidemiológicas 20 a 40. Así mismo, se observaron cuatro picos máximos de 988, 777, 698 y 690 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en la semanas epidemiológicas 40 (2007), 16 (2013), 7 (2016) y 51 (2015), respectivamente. **(Gráfica 6)**

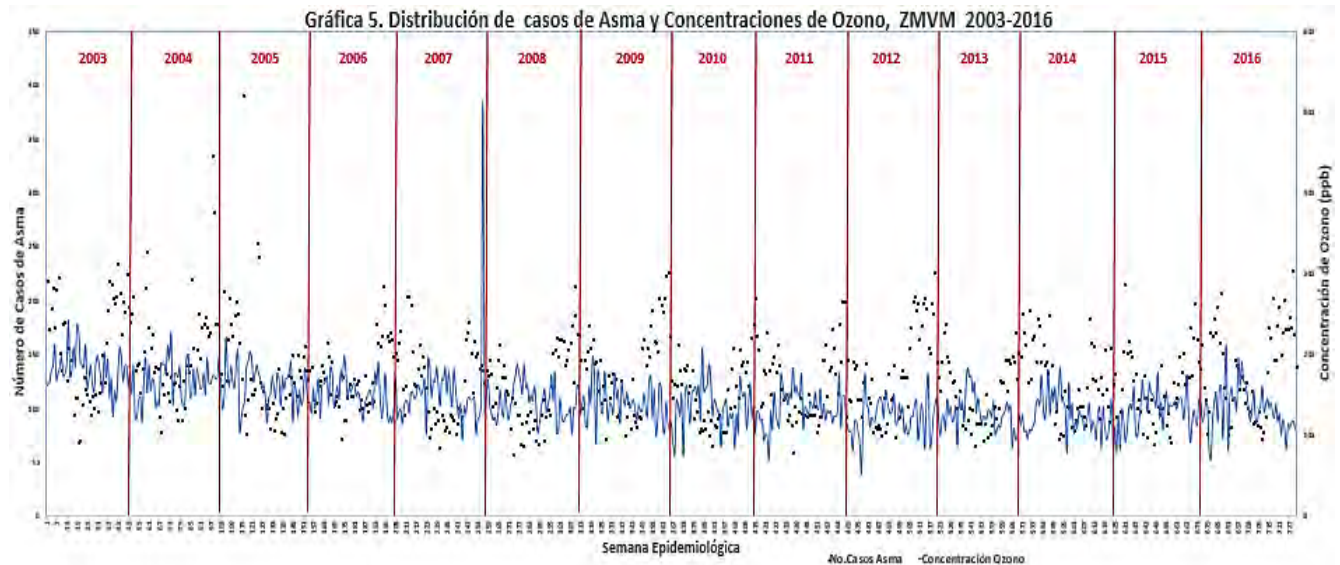
Las concentraciones semanales de PM10 mostraron un comportamiento similar al de las partículas PM2.5, manteniendo sus picos máximos durante las últimas y primeras semanas epidemiológicas de cada año. El promedio de las concentraciones máximas de partículas PM10 durante el periodo de estudio fue de 311 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un rango de concentración de 81 a 1,570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. **(Gráfica 7)**

B) Casos de asma en la Zona Metropolitana del Valle de México

Durante el periodo 2003-2016, las 200 unidades centinela registraron un total de 95,304 casos de asma y estado asmático, con un promedio de 130.37 casos registrados por semana epidemiológica.

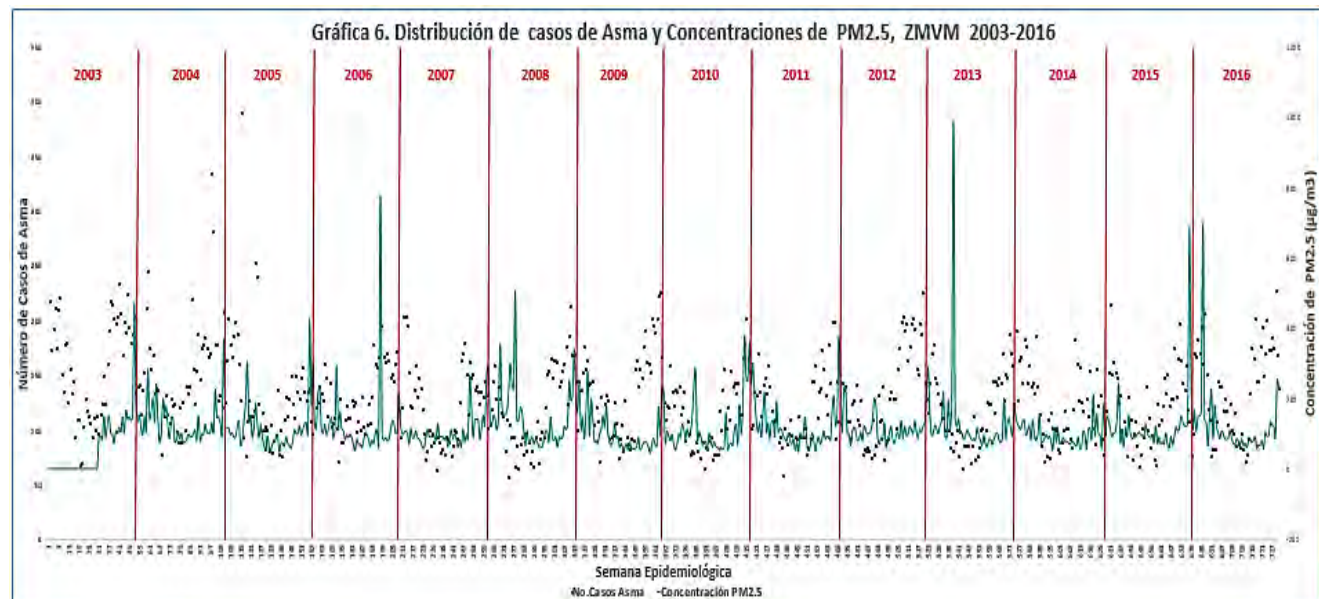
En los 14 años analizados, el comportamiento de los casos de asma y estado asmático se presentó de forma homogénea, con picos de incremento entre las semanas epidemiológicas 42 a 12 de cada año.

En relación con las concentraciones de ozono, la distribución de los casos de asma en el diagrama de dispersión, no muestra un comportamiento a la par de las concentraciones de ozono, en ninguno de los 14 años de estudio. **(Gráfica 5)**



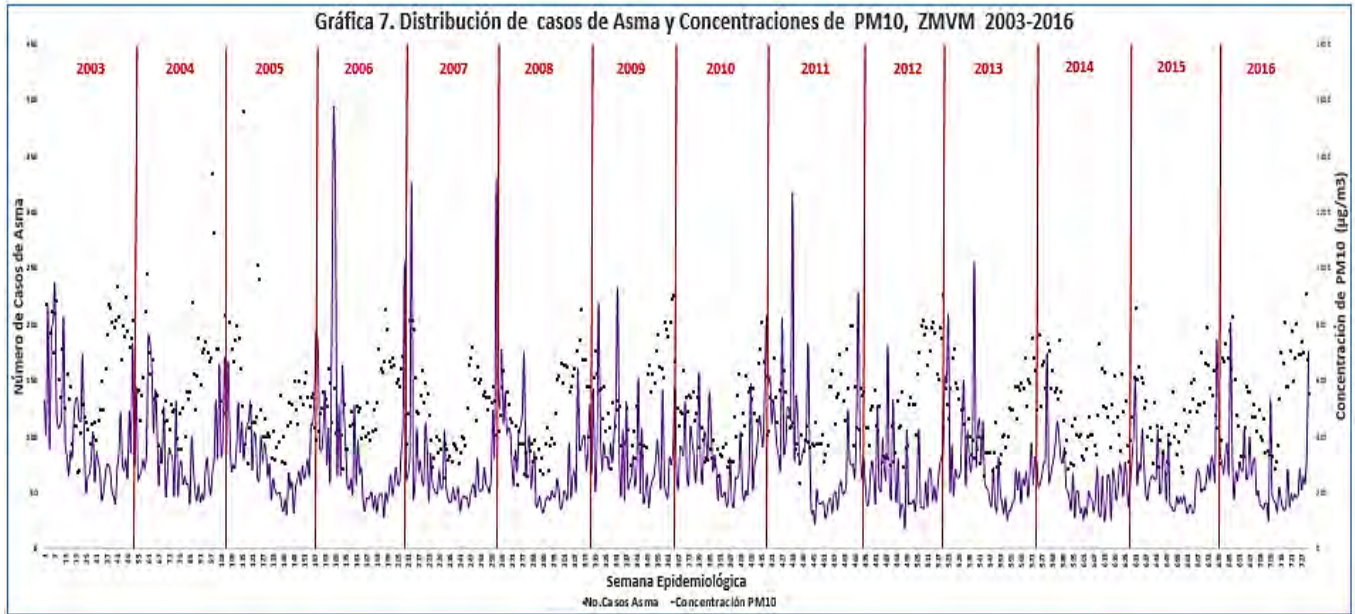
Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

Las concentraciones mayores de PM2.5 predominaron durante las semanas epidemiológicas 40 a 20, y como se observa en el diagrama de dispersión la mayor incidencia de casos de asma coincide temporalmente con dicho periodo. **(Gráfica 6)**



Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

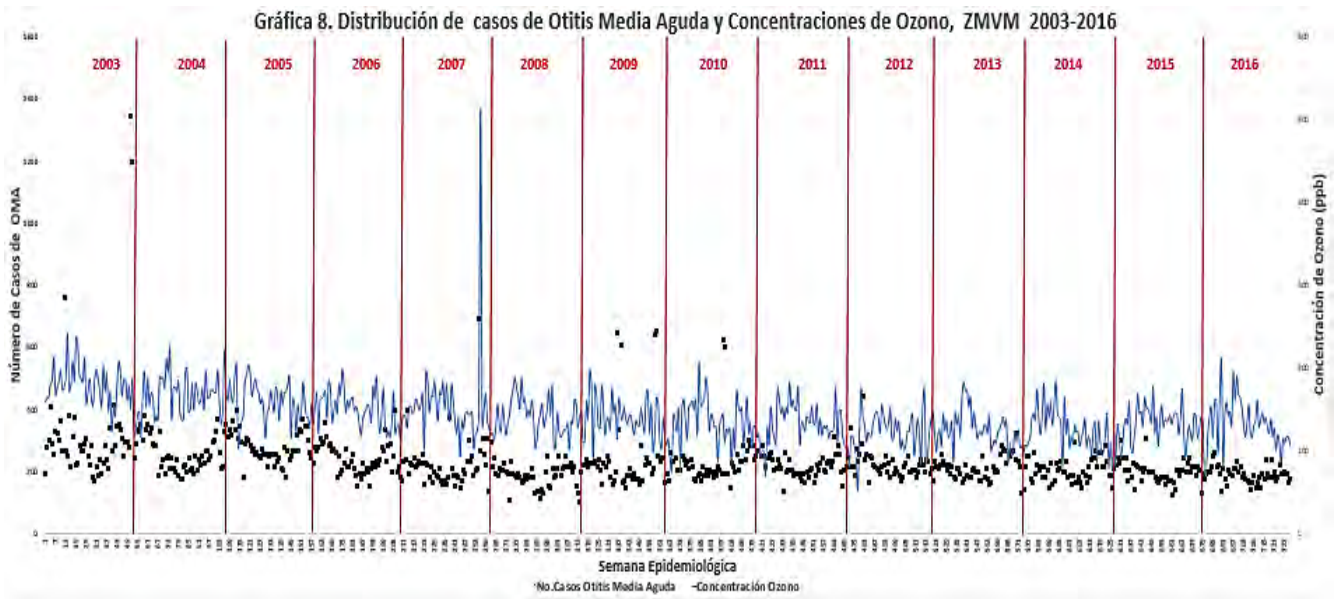
Así mismo, las máximas concentraciones de PM10 se distribuyeron de forma similar al periodo en el cual se reportó el mayor número de casos de asma. **(Gráfica 7)**



Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

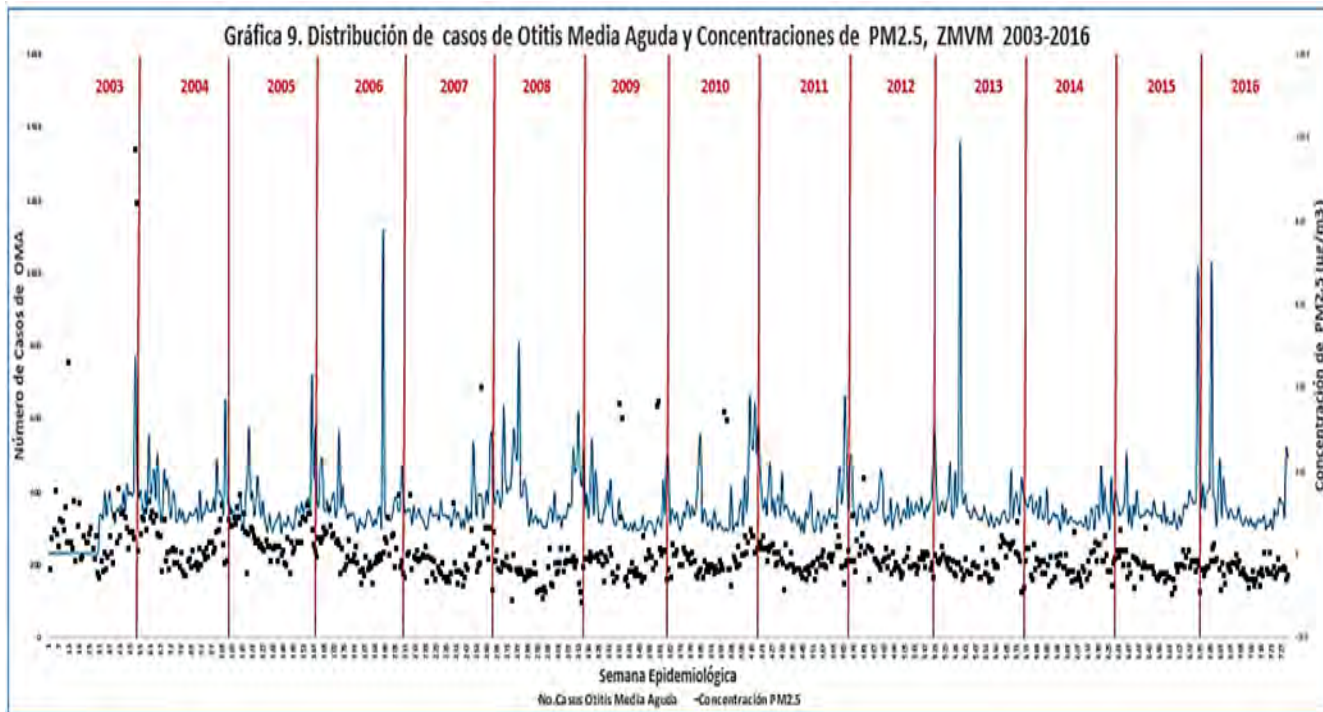
C) Casos de otitis media aguda en la Zona Metropolitana del Valle de México

De 2003-2016, el monitoreo centinela registró 167,837 casos de otitis media aguda, con un promedio de 229.59 casos registrados por semana epidemiológica. El mayor número de casos de otitis media aguda se reportó durante las semanas epidemiológicas 40 a 20, en la mayor parte de los años, exceptuando los periodos 2012-2013 y 2015-2016, en los cuales el comportamiento se mantuvo de forma uniforme. **(Gráfica 8)**

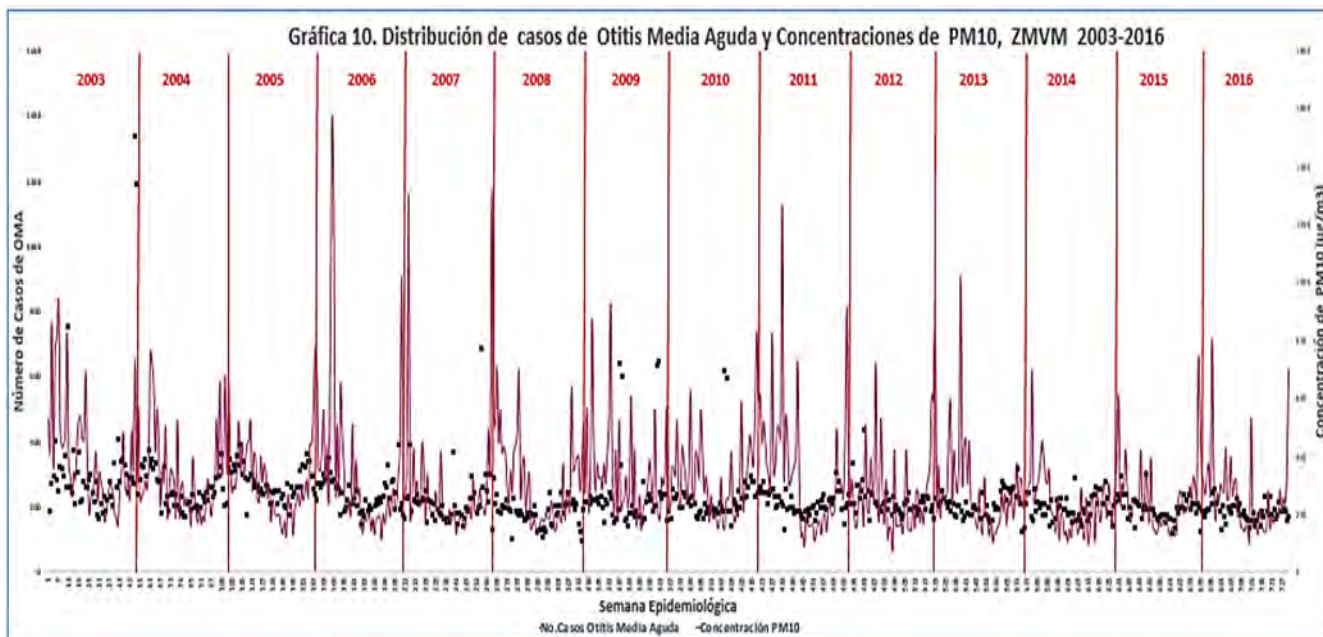


Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

Durante el periodo 2003-2016, las semanas epidemiológicas 40 a 20 presentaron las mayores concentraciones de PM2.5 y PM10; de manera similar la distribución de casos de otitis media aguda fue mayor en dichas semanas, siendo más evidente en los periodos 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006. **(Gráfica 9,10)**



Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.



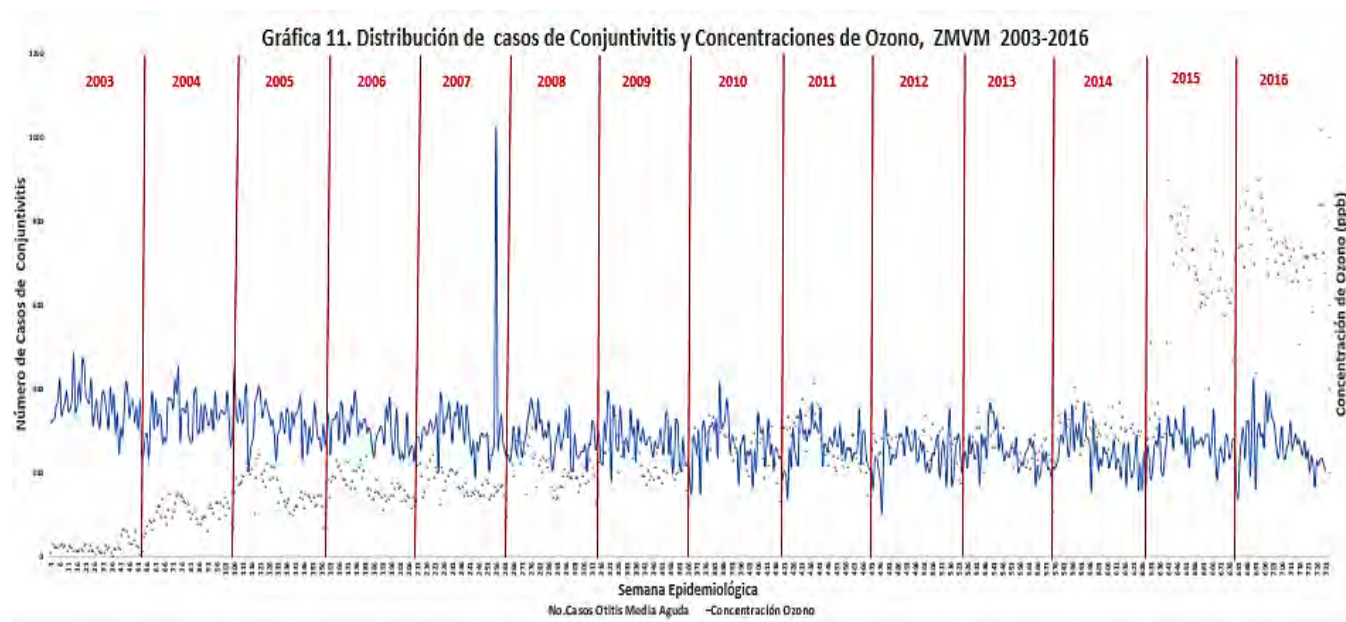
Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

D) Casos de conjuntivitis en la Zona Metropolitana del Valle de México

De 2003-2016, el monitoreo centinela registró 197,758 casos de conjuntivitis, con un promedio de 270.53 casos registrados por semana epidemiológica.

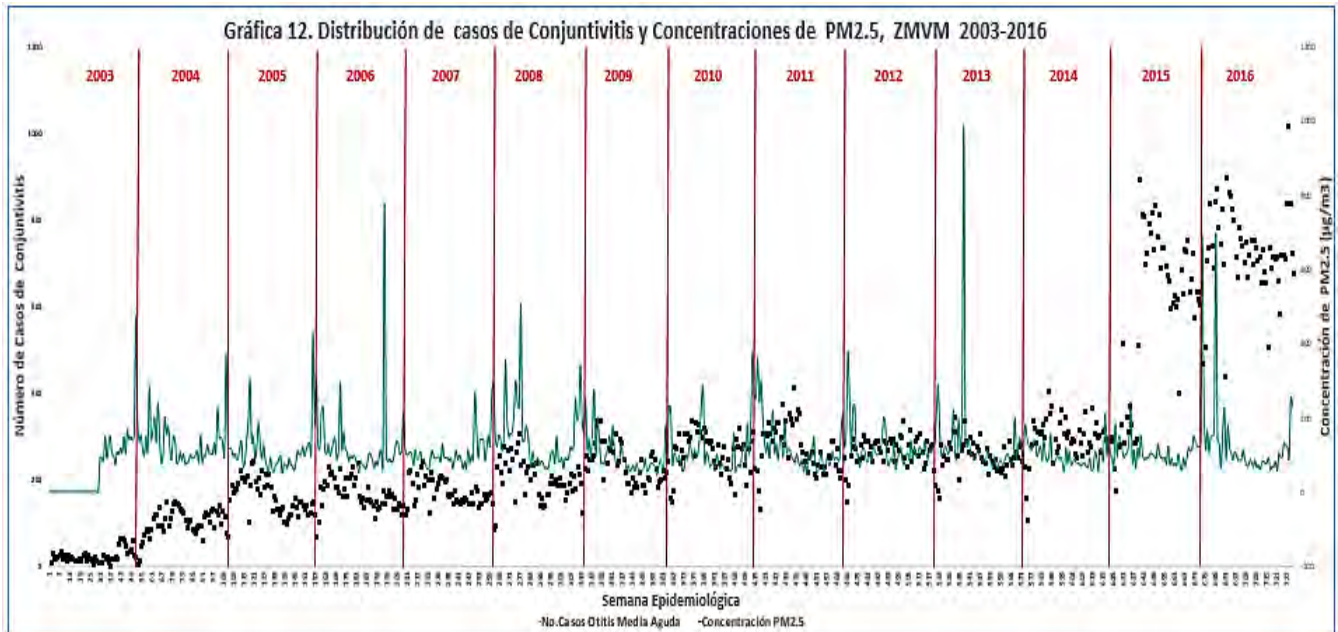
En 2003, se registraban en promedio 25 casos de conjuntivitis por semana epidemiológica; sin embargo, a partir de 2004 el promedio de casos sobrepasa las 100 unidades, siendo 2015 el año con el promedio más alto, con un total de 600 casos en promedio.

Como se observa las gráficas 11,12 y 13, el número de casos de conjuntivitis se incrementan durante las primeras semanas epidemiológicas, alcanzando sus picos máximos cerca de la semana epidemiológica número 20, tras la cual tienden a disminuir. **(Gráfica 11)**

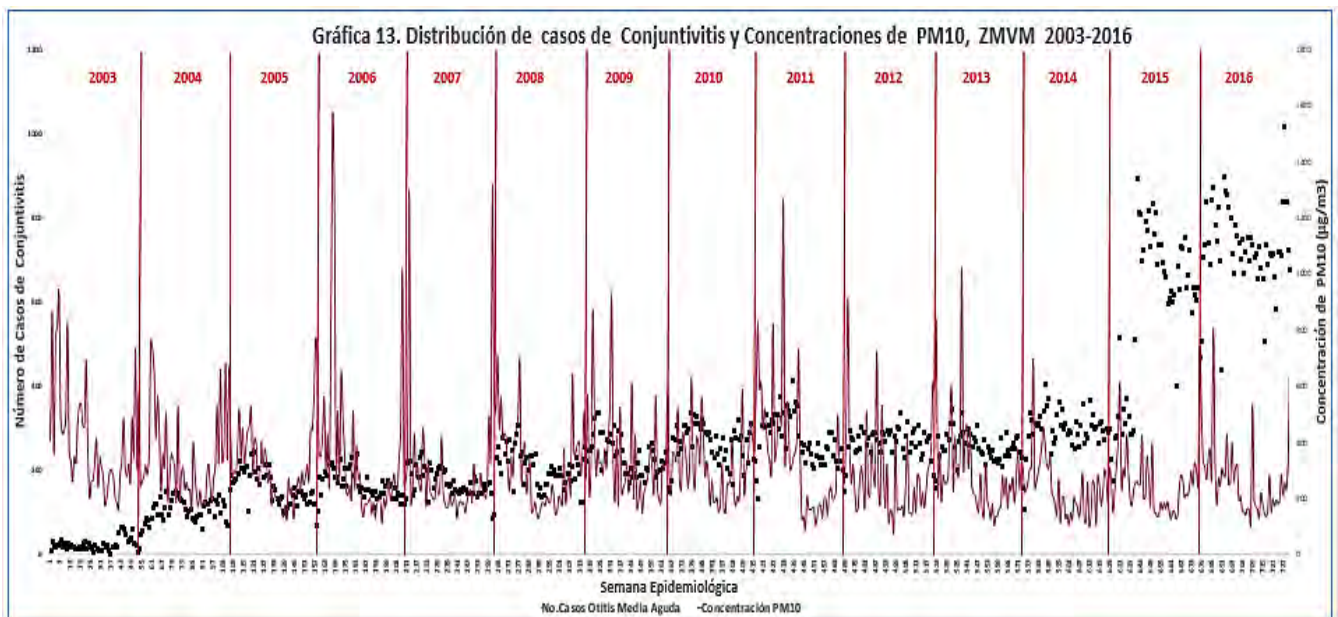


Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

A diferencia del ozono, las concentraciones de PM10 y PM2.5, tienden a ser mayores durante la semanas epidemiológicas 40 a 20, y como se observa en las gráficas 12 y 13, los casos de conjuntivitis coinciden con temporalmente con estos picos de concentraciones máximas. **(Gráfica 12,13)**



Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.



Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

E) Concentración de contaminantes (Ozono, PM2.5 y PM10) por zona geográfica

Como se mencionó anteriormente el SIMAT divide a la ZMVM en cinco zonas geográficas, dentro de las cuales se encuentra cada una de las 31 estaciones de monitoreo atmosférico. A partir de esta información se obtuvieron las concentraciones máximas semanales para cada una de las zonas geográficas.

La concentración máxima de ozono fue registrada en la zona Noroeste con un total de 512

ppb; mientras que la zona Suroeste registró el promedio más alto de concentraciones máximas, para los 14 años de estudio, con 134.25 ppb. **(Tabla 7)**

En el caso las PM10, la zona Noreste registró las concentraciones más altas de dicho contaminante, con un rango que se mantuvo entre los 77-1,570 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y un promedio 292.33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En segundo lugar se ubicó la zona Noroeste con un promedio de 206.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. **(Tabla 7)**

Para las PM2.5, la zona Noreste se ubicó en primer lugar con un promedio de 89.06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; seguida por la zona Noroeste con un promedio de 80.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. **(Tabla 7)**

Tabla 7. Concentraciones de Contaminantes (Ozono, PM10 y PM2.5) por zona geográfica, ZMVM 2003-2016.

Contaminante/Zona	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
Ozono				
Centro	0	230	122.76	28.05
Suroeste	0	220	134.25	29.41
Noreste	0	210	111.17	24.61
Noroeste	0	512	118.88	32.12
Suroeste	0	229	125.91	24.62
PM10				
Centro	53	763	176.19	103.43
Suroeste	45	763	126.61	80.73
Noreste	77	1570	292.33	173.08
Noroeste	64	828	206.03	98.31
Sureste	0	929	167.08	111.10
PM2.5				
Centro	0	690	76.94	43.84
Suroeste	0	544	70.90	35.78
Noreste	0	988	89.08	71.43
Noroeste	0	777	80.58	43.58
Sureste	0	429	73.96	40.22

Las concentraciones de ozono se encuentran expresadas en ppb; las concentraciones de PM10 y PM2.5, se encuentran expresadas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Fuente: Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

F) Casos de asma, otitis media aguda y conjuntivitis por zona geográfica

Las 200 unidades médicas centinela fueron agrupadas de acuerdo a su ubicación, dentro de una de las cinco zonas geográficas de la ZMVM,

Del total de casos de asma y estado asmático reportados durante el periodo de estudio, la zona Suroeste registro el 43.7% de los casos, seguida por la zona Centro con un total de 17,408 casos que correspondió al 18.26% del total. **(Tabla 8)**

En relación con los casos de otitis media aguda, la zona suroeste registro el mayor número de casos con un total de 56,679 casos (33.77%), seguida por la zona Noroeste con 23.14% y en tercer sitio la zona Centro con 20.44%. **(Tabla 8)**

Así mismo los casos de conjuntivitis presentaron una mayor frecuencia en la zona Suroeste con el 27.93%, seguida de la zona Centro con un total de 48,629 casos, que correspondió al 24.59%. **(Tabla 8)**

Tabla 8. Casos de Ama y estado asmático, Otitis Media Aguda y Conjuntivitis por zona geográfica, ZMVM 2003-2016.

Enfermedad	Centro NC/(%)	Suroeste NC/(%)	Noreste NC/(%)	Noroeste NC/(%)	Sureste NC/(%)
Asma y Estado Asmático	17,408 (18.26)	41,666 (43.71)	142,90 (14.99)	154,80 (16.24)	6,460 (6.77)
Otitis Media Aguda	34,311 (20.44)	56,679 (33.77)	15,694 (9.35)	38,845 (23.14)	22,308 (13.29)
Conjuntivitis	48,629 (24.59)	55,243 (27.93)	31,196 (15.77)	39,680 (20.06)	23,010 (11.63)

Abreviaturas: NC=Número de casos; %= porcentaje de casos

Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016.

G) Casos de asma, otitis media aguda y conjuntivitis por grupo de edad y sexo

El mayor número de casos de asma reportados durante el periodo de estudio fue en el grupo de 1 a 4 años para el sexo masculino con un total de 10, 059 casos; mientras que en el sexo femenino fue el de 25 a 44 años con un total de 10,084 casos. **(Tabla 9)**

En relación a otitis media aguda, el grupo que reportó el mayor número de casos fue el de 1 a 4 años para el sexo masculino con un total de 13,837 casos; mientras que en el sexo femenino fue el de 25 a 44 años con un total de 24,584 casos. **(Tabla 9)**

Así mismo, en el caso de conjuntivitis, el grupo de 25 a 44 años reportó el mayor número de casos para ambos sexos, con un total de 16,126 casos para el sexo masculino y 27,439 casos para el sexo femenino. En segundo sitio se ubicó el grupo de 1 a 4 años para el

sexo masculino y el de 50 a 59 años para el sexo femenino. **(Tabla 9)**

Tabla 9. Casos de Asma y estado asmático, Otitis Media Aguda y Conjuntivitis por grupo de edad y sexo, ZMVM 2003-2016.

Grupo de edad	Asma y Estado Asmático		Otitis Media Aguda		Conjuntivitis	
	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino
< 1 año	1142	685	2250	2116	6589	6284
1 a 4 años	10059	7212	13837	13060	11405	10615
5 a 9 años	12863	9102	12754	12956	8681	8219
10 a 14 años	7607	5518	7792	8049	5810	6124
15 a 19 años	2142	2507	4107	5649	3565	4979
20 a 24 años	1324	2308	3491	5519	4186	6083
25 a 44 años	4255	10084	11140	24584	16126	27439
45 a 49 años	1367	3120	3766	7457	5177	9258
50 a 59 años	1972	4445	4606	10228	7803	16123
60 a 64 años	1137	1771	2191	3506	4091	6958
65 y más	1661	2585	3112	5385	8467	13726
Se ignora	7	122	62	75	44	41

Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016.

II. Correlaciones

Mediante la prueba estadística de correlación de Pearson, se realizó el cálculo de los coeficientes de correlación, para cada zona geográfica y cada año de estudio.

A) Correlación entre las concentraciones de contaminantes (Ozono, PM10 y PM2.5) y los casos de asma y estado asmático

- Ozono

En relación con el ozono, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.308 ($p=0.026$) para la zona Sureste durante el año 2005; con lo que se concluye que el incremento de las concentraciones de ozono incrementó los casos de asma y estado asmático en la zona sureste durante 2005. Posterior a esto se obtuvo un coeficiente de regresión de 0.043 ($p=0.026$), lo que implica que en la zona Sureste durante el año 2005, por cada unidad de incremento en la concentración de ozono, incrementaron 0.043 casos de asma y estado asmático. **(Tabla 10)**

Tabla 10. Correlación entre las concentraciones de Ozono y los casos de asma y estado asmático

Año/Zona	r	p	Coeficiente	p	IC del 95%
Sureste					
2005	0.308	0.026	0.043	0.026	0.005-0.082

Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

- PM10

Para el caso de las PM10, se obtuvieron correlaciones positivas y significativas para la zona centro en 2014, la zona Suroeste en 2005 y la zona sureste en 2014. Con el cálculo de los coeficientes de regresión, se encontró que por cada unidad de incremento en la concentración de PM10 incrementaron 0.058 ($p=0.06$) casos de asma y estado asmático en la zona centro en 2014; por cada unidad de incremento en la concentración de PM10 incrementaron 0.0270 ($p=0.000$) casos de asma y estado asmático en la zona Suroeste en 2005, y por cada unidad de incremento en la concentración de PM10 incrementaron 0.025 ($p=0.017$) casos de asma y estado asmático en la zona sureste Centro en 2014. **(Tabla 11)**

Tabla 11. Correlación entre las concentraciones de PM10 y los casos de asma y estado asmático

Año/Zona	r	p	Coefficiente	p	IC del 95%
Centro					
2014	0.370	0.006	0.058	0.006	0.017-0.099
Suroeste					
2005	0.490	0.000	0.270	0.000	0.134-0.406
Noreste					
NA	NA	NA	NA	NA	NA
Noroeste					
NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sureste					
2014	0.3266	0.017	0.025	0.017	0.004-0.046

Abreviaturas: NA=no se encontraron correlaciones positivas y/o significativas

Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

- PM2.5

En el caso de las partículas PM2.5, los coeficientes de regresión más altos se obtuvieron en la zona Centro en 2009 y en la zona Suroeste en 2010. Lo que implica que por cada unidad de incremento en la concentración de PM2.5 incrementaron 0.455 ($p=0.000$) casos de asma y estado asmático en la zona centro en 2009; mientras que en la zona Suroeste en 2010 por cada unidad de incremento en la concentración de PM2.5 incrementaron 0.366 ($p=0.001$) casos de asma y estado asmático. **(Tabla 12)**

Tabla 12. Correlación entre las concentraciones de PM2.5 y los casos de asma y estado asmático

Año/Zona	r	P	Coefficiente	p	IC del 95%
Centro					
2009	0.570	0.000	0.455	0.000	0.275-0.655
2010	0.3602	0.008	0.088	0.009	0.023-0.154
Suroeste					
2003	0.406	0.002	0.140	0.003	0.051-0.228
2008	0.275	0.046	0.022	0.004	0.004-0.452
2010	0.440	0.001	0.366	0.001	0.154-0.578
Noreste					
2015	0.275	0.048	0.047	0.048	0.000-0.094
Noroeste					
2012	0.306	0.027	0.106	0.027	0.012-0.201

Sureste					
2003	0.358	0.008	0.040	0.008	0.010-0.069

Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

B) Correlación entre las concentraciones de contaminantes (Ozono, PM10 y PM2.5) y Otitis Media Aguda

• Ozono

En el caso del ozono, únicamente se obtuvo un coeficiente de correlación positivo y significativo para la zona Noroeste en 2006; su coeficiente de regresión indicó que por cada unidad de incremento en la concentración de ozono incrementaron 0.116 ($p=0.038$) casos de otitis media aguda en la zona Noroeste en 2006. **(Tabla 13)**

Tabla 13. Correlación entre las concentraciones de Ozono y los casos de otitis media aguda

Año/Zona	r	p	Coefficiente	P	IC del 95%
Noroeste					
2006	0.2893	0.037	0.116	0.038	0.006-0.226

Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

• PM10

En el caso de las PM10, se encontró una correlación positiva y significativa en las cinco zonas geográficas, teniendo los coeficientes de regresión más altos los reportados en la zona Suroeste de 2011 y 2016, con 0.129 ($p=0.08$) y 0.116 ($p=0.001$) respectivamente. **(Tabla 14)**

Tabla 14. Correlación entre las concentraciones de PM10 y los casos de otitis media aguda

Año/Zona	r	p	Coefficiente	p	IC del 95%
Centro					
2004	0.433	0.001	0.043	0.001	0.017-0.068
2015	0.417	0.002	0.059	0.002	0.022-0.096
Suroeste					
2011	0.363	0.008	0.129	0.008	0.035-0.223
2016	0.448	0.000	0.116	0.001	0.072-0.260
Noreste					
2005	0.405	0.002	0.029	0.003	0.010-0.047
Noroeste					
2006	0.324	0.018	0.042	0.019	0.007-0.078
Sureste					
2004	0.327	0.017	0.028	0.018	0.005-0.052
2014	0.286	0.037	0.024	0.037	0.001-0.047

Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

• PM2.5

Las PM2.5 obtuvieron el mayor número de correlaciones positivas y significativas; sin embargo la zona noroeste no reportó ninguna correlación positiva. La zona Centro en 2003, registro el coeficiente de regresión más alto, con un incremento de 0.987

($p=0.002$) casos de otitis media por cada unidad de incremento en la concentración de PM2.5. (Tabla 15)

Tabla 15. Correlación entre las concentraciones de PM2.5 y los casos de otitis media aguda

Año/Zona	r	p	Coefficiente	p	IC del 95%
Centro					
2003	0.426	0.001	0.987	0.002	0.392-1.582
2010	0.297	0.032	0.097	0.032	0.008-0.186
2015	0.494	0.000	0.075	0.000	0.037-0.113
2016	0.308	0.026	0.058	0.026	0.007-0.109
Suroeste					
2003	0.293	0.032	0.096	0.033	0.008-0.183
2005	0.471	0.000	0.375	0.000	0.175-0.574
2010	0.584	0.000	0.528	0.000	0.320-0.737
2011	0.366	0.007	0.215	0.007	0.060-0.371
2016	0.326	0.018	0.126	0.018	0.022-0.230
Noreste					
2012	0.447	0.000	0.117	0.001	0.050-0.183
Noroeste					
NA	NA	NA	NA	NA	NA
Sureste					
2008	0.279	0.042	0.165	0.043	0.005-0.325

Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

C) Correlación entre las concentraciones de contaminantes (Ozono, PM10 y PM2.5) y Conjuntivitis

- Ozono

En el caso del ozono y conjuntivitis, se reportaron un total de 20 correlaciones positivas y significativas, dentro de las cinco zonas geográficas. Para el caso de la zona Centro el coeficiente de regresión más alto se obtuvo en el año 2011, en el cual por cada unidad de incremento de ozono se incrementaron 0.360 ($p=0.000$) casos de conjuntivitis. En la zona Suroeste, el año 2009 presentó el coeficiente de regresión más alto, en donde por cada unidad de incremento en la concentración de ozono se incrementaron 0.295 ($p=0.008$) casos de conjuntivitis. En la zona Noreste, el año 2016 presentó el coeficiente de regresión más alto, en donde por cada unidad de incremento en la concentración de ozono se incrementaron 0.514 ($p=0.001$) casos de conjuntivitis. En la zona Noroeste, el año 2015 presentó el coeficiente de regresión determinación más alto, en donde por cada unidad de incremento en la concentración de ozono se incrementaron 0.784 ($p=0.022$) casos de conjuntivitis. En la zona Sureste, el año 2010 presentó el coeficiente de regresión más alto, en donde por cada unidad de incremento en la concentración de ozono se incrementaron 0.137 ($p=0.023$) casos de conjuntivitis. (Tabla 16)

Tabla 16. Correlación entre las concentraciones de Ozono y los casos de conjuntivitis

Año/Zona	r	P	Coefficiente	p	IC del 95%
Centro					
2005	0.356	0.009	0.238	0.010	0.060-0.415
2007	0.297	0.032	0.207	0.032	0.018-0.397
2008	0.298	0.030	0.208	0.030	0.020-0.396
2011	0.480	0.000	0.360	0.000	0.173-0.546
Suroeste					
2004	0.343	0.012	0.194	0.013	0.043-0.345
2006	0.333	0.015	0.158	0.016	0.031-0.285
2007	0.427	0.001	0.278	0.002	0.111-0.044
2009	0.366	0.007	0.295	0.008	0.082-0.508
Noreste					
2005	0.320	0.020	0.076	0.021	0.012-0.140
2006	0.365	0.007	0.091	0.008	0.025-0.157
2009	0.292	0.035	0.091	0.008	0.025-0.157
2010	0.304	0.028	0.068	0.035	0.004-0.132
2016	0.440	0.001	0.514	0.001	0.236-0.812
Noroeste					
2004	0.336	0.014	0.092	0.015	0.019-0.166
2006	0.292	0.035	0.085	0.035	0.006-0.164
2010	0.278	0.045	0.147	0.045	0.003-0.291
2013	0.417	0.002	0.240	0.002	0.092-0.389
2015	0.317	0.021	0.784	0.022	0.118-1.450
Sureste					
2004	0.447	0.000	0.105	0.001	0.045-0.165
2010	0.314	0.023	0.137	0.023	0.019-0.255

Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

- **PM10**

En relación con las PM10, se reportaron un total de 18 correlaciones positivas y significativas, dentro de las cinco zonas geográficas. Para el caso de la zona Centro el coeficiente de regresión más alto se obtuvo en el año 2005, en el cual por cada unidad de incremento en la concentración de PM10 se incrementaron 0.096 ($p=0.001$) casos de conjuntivitis. En la zona Suroeste, el año 2009 presentó el coeficiente de regresión más alto, en donde por cada unidad de incremento en la concentración de PM10 se incrementaron 0.222 ($p=0.000$) casos de conjuntivitis. En la zona Noreste, únicamente el año 2005 reportó una correlación positiva y significativa, teniendo un coeficiente de regresión 0.016 ($p=0.036$). En la zona Noroeste, el año 2007 presentó el coeficiente de regresión más alto, en donde por cada unidad de incremento en la concentración de PM10 se incrementaron 0.072 ($p=0.002$) casos de conjuntivitis. En la zona Sureste, el año 2016 presentó el coeficiente de regresión más alto, en donde por cada unidad de incremento en la concentración de PM10 se incrementaron 0.084 ($p=0.024$) casos de conjuntivitis. **(Tabla 17)**

Tabla 17. Correlación entre las concentraciones de PM10 y los casos de conjuntivitis

Año/Zona	r	P	Coefficiente	p	IC del 95%
Centro					
2004	0.032	0.020	0.025	0.021	0.004-0.047
2005	0.459	0.006	0.096	0.001	0.043-0.149
2009	0.297	0.032	0.065	0.032	0.005-0.125
2011	0.446	0.000	0.085	0.001	0.036-0.134
2016	0.319	0.021	0.090	0.021	0.014-0.165
Suroeste					
2005	0.309	0.025	0.095	0.026	0.012-0.178
2008	0.432	0.001	0.216	0.001	0.089-0.343
2009	0.506	0.000	0.222	0.000	0.114-0.330
2011	0.443	0.001	0.198	0.001	0.084-0.312
2013	0.406	0.003	0.158	0.003	0.056-0.261
Noreste					
2005	0.290	0.036	0.016	0.036	0.001-0.031
Noroeste					
2005	0.359	0.008	0.044	0.009	0.011-0.076
2007	0.422	0.001	0.072	0.002	0.028-0.116
2008	0.279	0.043	0.047	0.043	0.001-0.094
2011	0.291	0.035	0.049	0.036	0.003-0.096
2013	0.351	0.010	0.044	0.011	0.010-0.789
Sureste					
2004	0.419	0.002	0.046	0.002	0.017-0.075
2016	0.312	0.024	0.084	0.024	0.114-0.157

Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

- **PM2.5**

Las PM2.5 reportaron un total de ocho correlaciones positivas y significativas, en cuatro de las cinco zonas geográficas. La zona Centro se obtuvieron dos coeficientes de regresión en los años 2008 y 2016, con 0.194 ($p=0.040$) y 0.178 ($p=0.040$) respectivamente. Para el caso de la zona Suroeste, se obtuvieron tres coeficientes de regresión, siendo el del año 2005 el más alto, en el cual por cada unidad de incremento en la concentración de PM2.5 se incrementaron 0.257 ($p=0.002$) casos de conjuntivitis. En la zona Noreste, el año 2009 presentó el coeficiente de regresión más alto, en donde por cada unidad de incremento en la concentración de ozono se incrementaron 0.029 ($p=0.022$) casos de conjuntivitis. En la zona Noreste, únicamente el año 2005 reportó una correlación positiva y significativa, teniendo un coeficiente de regresión 0.098 ($p=0.021$). En la zona Sureste, no se encontraron correlaciones positivas. **(Tabla 18)**

Tabla 18. Correlación entre las concentraciones de PM2.5 y los casos de conjuntivitis

Año/Zona	r	P	Coefficiente	p	IC del 95%
Centro					
2008	0.289	0.040	0.194	0.040	0.009-0.380
2016	0.383	0.005	0.178	0.005	0.056-0.300
Suroeste					
2003	0.496	0.000	0.049	0.000	0.025-0.074
2005	0.427	0.001	0.257	0.002	0.102-0.102

2011	0.345	0.012	0.255	0.012	0.581-0.452
Noreste					
2003	0.341	0.012	0.007	0.012	0.001-0.013
2009	0.318	0.021	0.029	0.022	0.004-0.054
Noroeste					
2005	0.319	0.020	0.098	0.021	0.015-0.181
Sureste					
NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: Base de datos SSA/DGE/SUAVE 2003-2016. Base de datos SIMAT/CDMEX 2003-2016.

X. LIMITACIONES

- Dado que se trata de un estudio ecológico, no fue posible estimar un riesgo individual, ya que la medición de la exposición no se realizó de forma individual.
- No fue posible establecer causalidad ya que únicamente se realizó determinación de correlaciones.

XI. DISCUSIÓN

La “temporada de ozono”, se define como la temporada de año en la cual se registran las máximas concentraciones de ozono; dicha temporada abarca el periodo de marzo a junio. (5,6) En nuestra investigación el comportamiento de las concentraciones de ozono mantuvo una distribución homogénea, en la cual no hubo picos de incremento durante la “temporada de ozono”. Así mismo, la “temporada de partículas” comprende el periodo de diciembre a marzo; durante nuestra investigación se observó que las partículas, tanto PM10 como PM2.5 presentaron mayores concentraciones durante las semanas 40 a 20 de cada año.

En un estudio realizado en Jinan, China en 2015 se encontró una correlación positiva entre los casos de Conjuntivitis y el índice de calidad del aire, tanto el día de presentación como el día previo. Además, el índice de calidad del aire y el número de visitas ambulatorias por día en otoño e invierno fueron significativamente más altos que los de primavera y verano (30). En nuestro estudio se investigó la relación entre cada uno de los contaminantes y los casos de conjuntivitis, encontrando correlaciones positivas y significativas para los tres contaminantes (ozono, PM10 y PM2.5), en al menos un año, en cuatro de las cinco zonas geográficas.

La exposición a la contaminación atmosférica se ha relacionado con la afectación a mucosas y la exacerbación de enfermedades como el asma. (23) En un estudio realizado en Hospitales y Clínicas del IMSS, ISSSTE y SSA en Guadalajara, Jalisco en menores de 5 años, se encontró una correlación de 0.01 ($p=0.80$) entre el ozono y los casos de infección respiratorias agudas; mientras que las partículas PM10 presentaron una correlación de 0.02 ($p=0.33$). (33) En nuestro estudio únicamente se encontró una correlación positiva y significativa entre el ozono y los casos de asma, esta fue de 0.308 ($p=0.023$) en la zona Sureste en el año 2005. En el caso de las PM10 se obtuvieron correlaciones positivas y significativas con la zona Centro en 2004, con una correlación de 0.037 ($p=0.006$); la zona Suroeste en 2005 con una correlación

de 0.490 ($p=0.000$); y en la zona Sureste, con una correlación de 0.326 ($p=0.017$).

En un estudio de cohorte llevado a cabo en Países Bajos y Alemania se encontró un Odds Ratio entre las PM 2.5 y los casos de otitis media de 1.13 (1.03–1.27) para los países bajos, y un Odds Ratio 1.24 (0.84-1.83) para Alemania. (27) En nuestra investigación no fue posible estimar riesgos; sin embargo se encontraron correlaciones positivas y significativas para los tres contaminantes, siendo el ozono el que reportó las menores correlaciones.

En un estudio realizado en Taiwán en 2012, se encontró que por cada 16.4 ppb de incremento en la concentración de ozono ocurre un aumento del 2,5% en consultas por conjuntivitis, IC 95% (0.9-4.1). Mientras que el incremento en relación con PM10 fue débil, y no se encontró relación con PM 2.5. (31) En nuestra investigación, los coeficientes de regresión más altos, reportaron que por cada unidad de incremento en la concentración ozono se incrementaron 0.784 ($p=0.022$) casos de conjuntivitis en la zona Noroeste en 2015; por cada unidad de incremento en la concentración de PM10 se incrementaron 0.222 ($P=0.000$) casos de conjuntivitis, en la zona Suroeste en 2009, y por cada unidad de incremento en la concentración de PM2.5 se incrementaron 0.257 ($p=002$) casos de conjuntivitis en la zona Suroeste en 2005.

XII. CONCLUSIONES

- Las concentraciones máximas de contaminantes sobrepasaron los valores límite de contaminantes, establecidos en la NOM-020-SSA1-2014, en la mayor parte del periodo de estudio.
- La conjuntivitis fue la enfermedad que reportó el mayor número de correlaciones positivas y significativas en relación con los contaminantes.
- El mayor coeficiente de regresión entre los contaminantes atmosféricos y los casos de asma y estado asmático, se observó con las PM2.5 en la zona Centro durante el año 2009.
- El mayor coeficiente de regresión entre los contaminantes atmosféricos y los casos de otitis media aguda, se observó con las PM2.5 en la zona centro durante el año 2003.
- El mayor coeficiente de regresión entre los contaminantes atmosféricos y los casos de conjuntivitis, se observó con Ozono en la zona noroeste durante el año 2015.
- Lo anterior muestra que el incremento de las concentraciones de Ozono, PM10 y PM2.5 incrementa los casos de asma, otitis media aguda y conjuntivitis; siendo la conjuntivitis la enfermedad en la cual se encontró el mayor número de correlaciones a lo largo del periodo de estudio.
- La regulación adecuada de los límites permisibles de estos contaminantes es fundamental para evitar daños en la salud de la población.

XIII. CONSIDERACIONES ÉTICAS

- Este protocolo fue evaluado y aprobado por los Comités de Investigación y Ética de la DGE, los cuales son independientes del equipo de investigación de este estudio. **(Apéndice 3)**
- La base de datos y resultados de la investigación fueron resguardados en el equipo de cómputo personal de la investigadora principal, el cual cuenta con contraseña para evitar que personas externas tengan acceso a la información.
- No existieron conflictos de interés que involucrarán a la investigadora principal o a los asesores del proyecto.

XIV. BIBLIOGRAFÍA

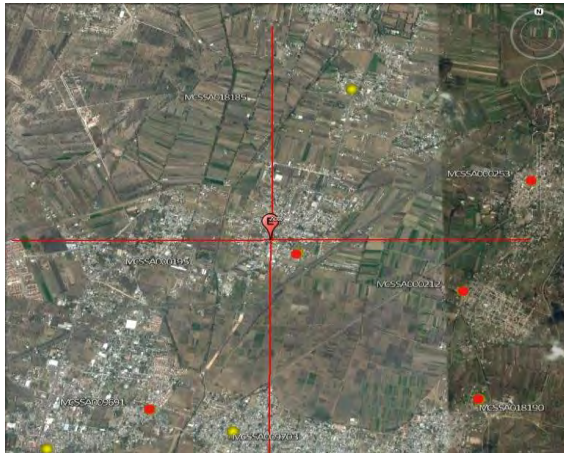
1. Martínez AE, Díaz MY. Contaminación atmosférica [libro electrónico]. España: Universidad de Castilla-La Mancha; 2004 [Acceso 9 de septiembre de 2002]. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=sLE8xbtcKgC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
2. Cebrián GA. Actualización de la página web de la Dirección de Investigación sobre la Calidad del Aire. Instituto Nacional de Ecología. 2006.
3. Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México. Inventario de emisiones de la ZMVM. Ciudad de México: Secretaria del Medio Ambiente; 2008. Inventario de emisiones: 12.
4. Instituto Mexicano para la Competitividad [Página principal en Internet], México: Instituto Mexicano para la Competitividad; c2016 [actualizado Julio 2016; citado noviembre 2016]. [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: http://imco.org.mx/medio_ambiente/cronica
5. Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México. Inventario de emisiones de la CDXM, contaminantes criterio, tóxicos y de efecto invernadero. Ciudad de México: Secretaria del Medio Ambiente; 2014. Inventario de emisiones: 19.
6. Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México [Página principal en Internet]. Ciudad de México: Secretaria del Medio Ambiente; c2016 [actualizado 2016: consulta; Acceso julio 2016]. [1 pantalla]. Disponible en: <http://www.aire.df.gob.mx/default.php?ref=Y2I=>.
7. Finkelman, G. Determinantes Ambientales y sociales de la salud. Washington, D.C.: OPS/OMS; 2010.
8. Ballester FD, Tenias JM y Pérez SI. Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud. Rev. Española de Salud Pública. 1999; (73):109-121.
9. Davis D. When smoke ran like water. 1st ed. New York, NY: Basic Books; 2002.
10. Davis D, Bell M, Fletcher T. A Look Back at the London Smog of 1952 and the Half Century Since. Environmental Health Perspectives. 2002; 110(12), pp.a734-a735.
11. Grijalbo F, L. (2016). Elaboración de inventarios de focos contaminantes UF1941. 1st ed. Logroño: Editorial Tutor Formación, p.65.
12. Tolentino, M. (2015). Crónica Ambiental. [online] Crónica Ambiental. Disponible: <https://www.cronicaambiental.com.mx/nacional/historia-ambiental-de-mexico/> [Acceso 13 Feb. 2017].
13. Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México. La Calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 1986-2005. Ciudad de México: Secretaria del Medio Ambiente; 2005. Informes anuales de calidad del aire: 13.
14. Coordinación General de Contaminación y Salud. Informe Nacional de Calidad del Aire 2014, México. Ciudad de México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC); 2015. Informe Nacional de Calidad del Aire.

15. Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México [Página principal en Internet]. Ciudad de México: Secretaria del Medio Ambiente; c2016 [actualizado 2016: consulta; Acceso junio 2016]. [2 pantallas]. Disponible en: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27ZaBhnml=&dc=%27ZA==>
16. Agardy T, Arroyo QI, Barton J, Pérez RG, Phipps E, Reaser J, Elizabeth Shoch, et al. El mosaico de América del Norte, panorama de los problemas ambientales más relevantes. Canadá: Comisión para la Cooperación Ambiental; 2008. Informe del estado del medio ambiente: 1.
17. Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México. Calidad del Aire en la Ciudad de México. Ciudad de México: Secretaria del Medio Ambiente; 2015. Informes anuales de calidad del aire: 22.
18. NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Diario Oficial de la Federación de 19/08/2014.
19. NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisible para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Diario Oficial de la Federación de 20/08/2014.
20. Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México [Página principal en Internet]. Ciudad de México: Secretaria del Medio Ambiente; c2016 [actualizado 2016: consulta; Acceso octubre 2016]. [2 pantallas]. Disponible en: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27ZaBhnml=&dc=%27Zw==>
21. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. CONVENIO de Coordinación por el que se crea la Comisión Ambiental de la Megalópolis. Estados Unidos Mexicanos: Diario Oficial de la Federación; 2013.
22. Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas en la Ciudad de México. Ciudad de México: Gaceta Oficial de la Ciudad de México; 2016.
23. Aguilar GA, Alfonso SA, Calva CGL, Cebrián GA, Contreras FJ, Cruz AC, et al. Programa para Mejorar la Calidad del Aire ZMVM, 2002-2010. Ciudad de México: Comisión Ambiental Metropolitana; 2010. Programa para Mejorar la Calidad del Aire: 3.
24. Corbeel L. What is new in otitis media?. *European Journal of Pediatrics*. 2007; 166(6):511-519.
25. Uhari M, Mäntysaari K, Niemelä M. A meta-analytic review of the risk factors for acute otitis media. *Clin Infect Dis*. 1996 Jun;22(6):1079-83.
26. Dirección General de Epidemiología [Página principal en Internet]. Ciudad de México: Secretaria de Salud; c1984-2015 [2015: citado 25 abril 2017]. Disponible en: <http://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/anuarios-de-morbilidad-1984-2014-epidemiologia>
27. Brauer M, Gehring U, Brunekreef B, de Jongste J, Gerritsen J, Rovers M et al. Traffic-Related Air Pollution and Otitis Media. *Environmental Health Perspectives*. 2006; 114(9):1414-1418.

28. Cáceres UM, Álvarez MJ, Argente CJ, Chumilla VM, Fernández AE, Garrido RA et al. Incidencia, contaminación ambiental y factores de riesgo de otitis media aguda en el primer año de vida: estudio prospectivo. *Anales de Pediatría*. 2004; 60(2):133-138.
29. American Academy of Ophthalmology. [Página principal en Internet]. Sanfrancisco CA: American Academy of Ophthalmology; 2013. [actualizada octubre 2013; acceso 8 enero de 2017]. <https://www.aao.org/preferred-practice-pattern/conjunctivitis-ppp--2013>
30. Li Z, Bian X, Yin J, Zhang X, Mu G. The Effect of Air Pollution on the Occurrence of Nonspecific Conjunctivitis. *Journal of Ophthalmology*. 2016; 2016 (2016):1-3.
31. Chang C, Yang H, Chang C, Tsai H. Relationship between Air Pollution and Outpatient Visits for Nonspecific Conjunctivitis. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2012; 53(1):429.
32. Barnes PJ. Asma. En: Kasper D, Harrison T, Longo DL, Jamenson LJ, Fauci SA, Hauser SL, editores. *Harrison Principios de Medicina Interna*. New York: McGraw Hill Education; 2012. p. 2102-2115.
33. Organización Mundial de la Salud [Página principal en Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; c2016 [actualizada abril 2017; acceso 02 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs>
34. Hernández CL, Téllez RM, Sanin AL, Lascana NM, Campos MA, Romieu I. Relación entre consultas a urgencias por enfermedad respiratoria y contaminación atmosférica en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Salud Pública de México*. 2000; 42 (4): 288-297.
35. Ramírez SH, Andrade GM, González CM, Celis RA. Contaminantes atmosféricos y su correlación con infecciones agudas de las vías respiratorias en niños de Guadalajara, Jalisco. *Salud Pública de México*. 2006; 48(5):385-394.
36. Dirección de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México [Página principal en Internet]. Ciudad de México: Secretaria del Medio Ambiente; c2017 [actualizado 2017: consulta; Acceso enero 2017]. [1 pantalla]. Disponible en: <http://www.aire.df.gob.mx/descargas/ultima-hora/calidad-aire/pcaa/pcaa-historico-contingencias.pdf>

XV. APÉNDICES

Apéndice 1



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Acolman (ACO)**

CLUES	Unidad
MCSSA000195	Acolman
MCSSA000212	San Pedro Tepetitlan
MCSSA000253	Xometla
MCSSA009691	San Miguel Totolcingo
MCSSA018190	Chipiltepec



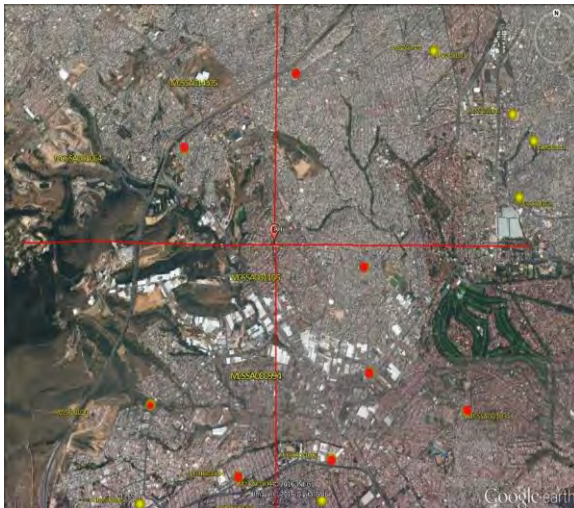
- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Ajusco Medio (AJM)**

CLUES	Unidad
DFIST000242	Fuentes Brotantes
DFSSA002730	C.s.t-i Dif
DFSSA002865	C.s.t-iii Ampliación Hidalgo
DFSSA002894	C.s.t-iii Cultura Maya
DFSSA002906	C.s.t-iii Dr. José Castro Villagrana
DFSSA018166	Hospital Ajusco Medio



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Ajusco (AJU)**

CLUES	Unidad
DFIMS000616	Hped Cmñ Siglo Xxi
DFSSA002660	Hospital Materno Infantil Topilejo
DFSSA002725	C.s.t-i Parres
DFSSA002882	C.s.t-ii Topilejo
DFSSA003046	C.s.t-i San Francisco Tlanepantla
DFSSA018323	Caravana Cero



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Atizapán (ATI)**

CLUES	Unidad
MCSSA000994	Csc/h Colonia Higuera (mod.materno Infantil)
MCSSA001035	Las Colonias
MCSSA001064	Col. Adolfo López Mateos
MCSSA001105	Higuera
MCSSA014305	La Cañada
MCSSA001006	Col. Las Alamedas Modulo Odontopediatric
MCSSA001023	Col. México Nuevo
MCDIF000794	El Centro. D.i.f.

- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Benito Juárez (BJU)**



CLUES	Unidad
DFIMS000522	Hgz 1a Venados
DFIST000201	Lic. Adolfo Lopez Mateos
DFIST000271	Narvarte
DFSSA001791	C.s.t-iii Dr. Francisco J. Balmis
DFSSA003220	C.s.t-i Xoco
DFSSA003256	C.s.t-iii Portales
DFSSA018130	T li Santa Rosa Xochiac

- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Camarones (CAM)**

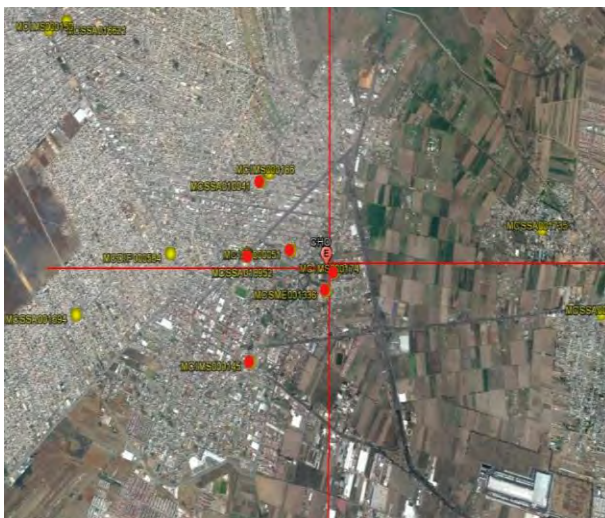


CLUES	Unidad
DFIMS000032	Hgomf 13 Azcapotzalco
DFIMS000044	Hgo Cmr
DFIST000015	Cuitláhuac
DFSSA000024	Az-ii Potrero Del Llano
DFSSA000181	C.s.t-i Tlatilco
DFSSA000275	C.s.t-iii Dr. Galo Soberón Y Parra



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA)**

CLUES	Unidad
DFSSA000420	C.s.t-i Copilco El Alto
DFSSA000432	C.s.t-i Sto. Domingo Poniente
DFSSA000444	C.s.t-i La Ciénega
DFSSA000456	C.s.t-i Sto. Domingo Oriente
DFSSA000461	C.s.t-ii Ajusco
DFSSA000485	C.s.t-ii Nayaritas



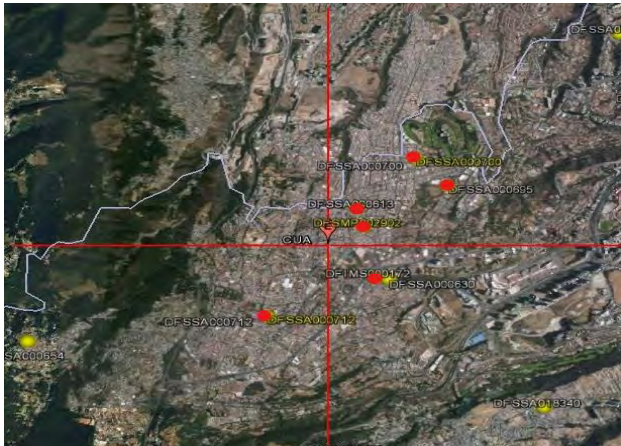
- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Chalco (CHO)**

CLUES	Unidad
MCIMS000145	Hgz 71
MCIMS000174	Umf 193 Chalco
MCIST000051	Chalco De Díaz Covarrubias (m.r. 2)
MCSME001336	Clínica De Consulta Externa Chalco, Issemym
MCSSA010041	Emiliano Zapata
MCSSA018952	Capasits Chalco



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Coyoacán (COY)**

CLUES	Unidad
DFIMS000143	Umf 19 Coyoacán
DFIST000061	Coyoacán
DFIST000295	Ermita
DFSSA000350	Hospital Pediátrico Coyoacán
DFSSA000502	C.s.t-iii Dra. Margarita Chorne Y Salazar
DFSSA003162	Hospital General Xoco



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Cuajimalpa (CUA)**

CLUES	Unidad
DFIMS000172	Umf 42 Cuajimalpa
DFSMP002902	Fs San José De Los Cedros
DFSSA000613	C.s.t-i Rosa Torres
DFSSA000695	C.s.t-i Jardines De La Palma
DFSSA000700	C.s.t-iii La Navidad
DFSSA000712	C.s.t-iii Cuajimalpa



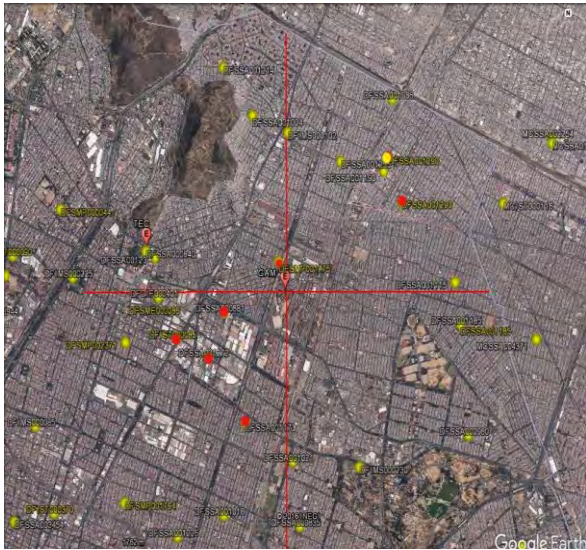
- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Cuautitlán (CUT)**

CLUES	Unidad
MCSSA006804	Ceaps Tepotzotlán Nicolás Bravo
MCSSA018074	El Tr,bol



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **FES Acatlán (FAC)**

CLUES	Unidad
MCIMS000326	Hgz 194
MCIMS000466	Umf 61 Naucalpan
MCIMS000495	Umf 97 Naucalpan
MCSME000945	Clínica De Consulta Externa Naucalpan, Issemym
MCSSA004074	H.g. Dr. Maximiliano Ruíz Castañeda
MCSSA017012	Caravana Naucalpan



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Gustavo A. Madero (GAM)**

CLUES	Unidad
DFIMS000831	Hgz Umaa No 48
DFIST000020	Azcapotzalco
DFIST000085	Aragon
DFSMP001275	Hospital Ángel Lindavista
DFSSA000881	Hospital General Villa
DFSSA001173	C.s.t-ii Gertrudis Sánchez
DFSSA001272	C.s.t-ii La Esmeralda
DFSSA001290	Gam-v C. Femenil 25 De Julio



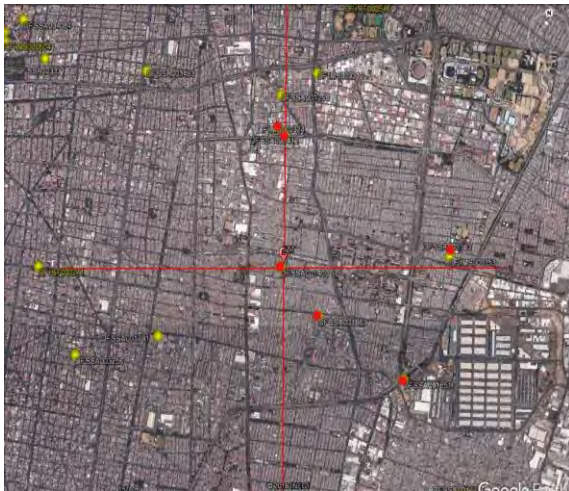
- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Hospital General de México (HGM)**

CLUES	Unidad
DFIMS000580	Hes Cmn Siglo Xxi
DFIMS000604	Honcol Cmn Siglo Xxi
DFIMS000703	Umf 4 Doctores
DFIST000394	Juárez
DFSSA003331	Dermatológico Ladislao De La Pascua
DFSSA004084	Hospital Infantil De México Federico Gómez



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Investigaciones Nucleares (INN)**

CLUES	Unidad
MCIST000121	San Jerónimo Acazulco
MCSSA004576	Santa María Ocoyoacac
MCSSA004581	San Miguel Ocoyoacac
MCSSA004593	San Jerónimo Acazulco
MCSSA004610	San Pedro Cholula
MCSSA009435	C.s. Santa Maria La Asunción Tepexoyuca



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Iztacalco (IZT)**

CLUES	Unidad
DFIMS000324	Hgz 30 Iztacalco
DFSSA001383	C.s.t-ii Ramos Millán
DFSSA001400	C.s.t-iii 2 De Octubre
DFSSA001412	C.s.t-iii Dr. José Zozaya
DFSSA001651	C.s.t-i San José Aculco
DFSSA001663	C.s.t-i Apatlaco
DFSSA003553	Hospital General Dr. Rubén Leñero



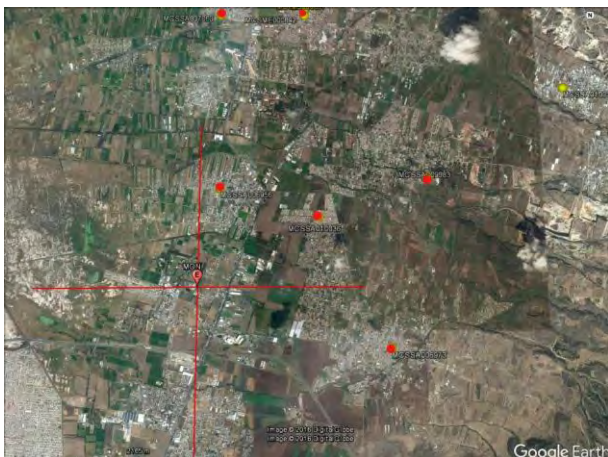
- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **La Presa (LPR)**

CLUES	Unidad
DFSSA001103	C.s.t-i Barrio San Juan Ticomán
DFSSA001132	C.s.t-i Ahuehuetes
MCSSA007311	Lázaro Cárdenas I
MCSSA007335	Lázaro Cárdenas Iii
MCSSA007352	Lázaro Cárdenas Ii
MCSSA007410	San Juanico



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Merced (MER)**

CLUES	Unidad
DFIMS000773	Umf 21 Fco. Del Paso
DFSSA003821	C.s.t-i Renovación
DFSSA003850	Hospital General Balbuena
DFSSA003920	C.s.t-iii. Dr. Luis E. Ruíz
DFSSA003973	Cy-i Cuauhtémoc
DFSSA003985	Hospital Juárez Centro



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Montecillo (MON)**

CLUES	Unidad
MCSSA006956	San Bernardino
MCSSA006973	San Miguel Coatlinchan
MCSSA009983	San Luis Huexotla
MCSSA010036	Leyes De Reforma
MCSSA007060	San Felipe
MCSME000892	Hospital Regional Texcoco, Issemym



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Milpa Alta (MPA)**

CLUES	Unidad
DFSSA002066	Hospital General Milpa Alta
DFSSA002100	C.s.t-i San Juan Tepenahuac
DFSSA002112	C.s.t-i San Jerónimo Miacatlán
DFSSA002136	C.s.t-i San Francisco Tecoxpa
DFSSA002170	C.s.t-ii Santa Ana Tlacotenco
DFSSA002206	C.s.t-i Villa Milpa Alta



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Nezahualcóyotl (NEZ)**

CLUES	Unidad
DFIMS000370	Hgr No 25
DFSSA001680	C.s.t-i San Andrés Xicotencatl
MCIMS000524	Umf 75 Netzahualcoyotl
MCSME000484	Consultorio Médico Universidad Tecnológica Nezahualcóyotl, Issemym
MCSSA004354	Col.benito Juárez li El Vergelito
MCSSA004395	Metropolitana
MCSSA004400	Los Pirules



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Pedregal (PED)**

CLUES	Unidad
DFIMS000452	Hgo 4 San Ángel
DFIMS000464	Hgzmf 8 San Ángel
DFPMX000024	Hospital Central Sur De Alta Especialidad
DFSMA000034	Clínica Naval De Cuernavaca
DFSSA002281	C.s.t-i Tetelpan
DFSSA002421	C.s.t-iii Dr. Manuel Escontria
DFSSA004014	Instituto Nacional De Pediatría



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **San Agustín (SAG)**

CLUES	Unidad
MCIMS000285	Umf 77 San Agustín
MCIMS000290	Umf 92 CD. Azteca
MCSSA002225	Miguel Hidalgo
MCSSA002300	Emiliano Zapata
MCSSA002365	San Agustín
MCSSA017980	Unidad Móvil San Agustín



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Tláhuac (TAH)**

CLUES	Unidad
DFSSA002194	C.s.t-iii Dr Gastón Melo
DFSSA003080	C.s.t-i San Luis Tlaxialtemanco
DFSSA003145	C.s.t-iii Tulyehualco



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Tlalnepantla (TLA)**

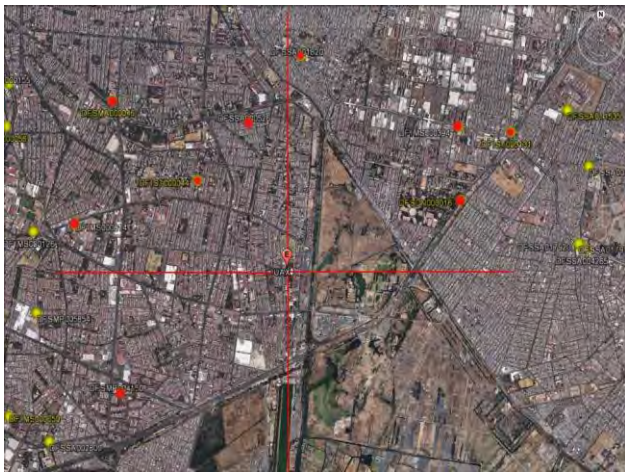
CLUES	Unidad
MCIMS000722	Hgomf 60 Tlanepantla
MCIMS000734	Hgz 58
MCIMS000763	Umf 58 Las Margaritas
MCIMS000792	Umf 95 Pantaco
MCSME001312	Clínica De Consulta Externa Tlalnepantla, Iss
MCSSA007376	San Andrés Atenco
MCSSA007446	San Javier

- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Tultitlán (TLI)**



CLUES	Unidad
MCIMS000886	Umf 185 L Cartagena
MCSSA007323	San Pedro Barrientos
MCSSA007953	Ampliación Benito Juárez
MSSA014452	Centra De Salud Con Servicios Geriátrico Sier
MCIST000425	Bicentenario De La Independencia
MCIST000360	Barrientos Issste

- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **UAM Xochimilco (UAX)**



CLUES	Unidad
DFIMS000394	Umf 160 El Vergel
DFIMS000814	Hgr 2 Villa Coapa
DFSMA000046	Hospital Gral Naval De Alta Especialidad
DFSMP004150	Clínica Villa Coapa La Vereda S.c.
DFSSA000526	C.s.t-iii Carmen Serdán
DFSSA001820	C.s.t-ii San Andrés Tomatlan
DFIST000044	Dr. Ignacio Chavez
DFIST000131	Iztapalapa li
DFSDN000016	Servicio Médico Fave El Vergel



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **UAM Iztapalapa (UIZ)**

CLUES	Unidad
DFIMS000406	Umf 31 Iztapalapa
DFIMS000411	Umf 43 Rojo Gómez
DFSSA001634	C.s.t-i Margarita Maza De Juárez
DFSSA001774	C.s.t-iii Dr. Rafael Carrillo
DFSSA001803	C.s.t-iii Chinampac De Juárez
DFSSA006205	C.s. T-i Honorato Leal



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Villa de las Flores (VIF)**

CLUES	Unidad
MCIMS000092	Umf 91 Villa Flores
MCIMS000973	Umf 198 Uma
MCSME001143	Clínica De Consulta Externa Coacalco, Issemym
MCSSA007965	Prados
MCSSA007970	San Pablo De Las Salinas
MCSSA009650	Alborada
MCIMS000080	Hgz 98



- Unidades médicas dentro del radio de 3 km de la estación monitora **Xalostoc (XAL)**

CLUES	Unidad
MCIMS000232	Hgzmf 76 Xalostoc
MCIMS000261	Umf 67 Sta.clara
MCSSA002230	San Pedro Xalostoc
MCSSA002283	Santa Clara
MCSSA002312	San Juan Ixhuatepec
MCSSA007253	Csc/h Col. Dr. Jorge Jimenez Cantu
MCSSA007434	Jorge Jimenez Cantu
MCSSA017975	San Juan Ixhualtepec 1

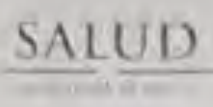

Apéndice 2

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Indicador
Casos de Asma y Estado Asmático (J45, J46).	Enfermedad inflamatoria crónica, caracterizada por Inflamación e hiperactividad bronquial.	Número de Casos de asma y Estado Asmático registrados en el SUAVE como J45-46, por semana epidemiológica.	Cuantitativa Discreta	De 1 a infinito
Casos de Conjuntivitis (H10)	La conjuntivitis, se caracteriza por la inflamación de la conjuntiva la cual puede ser de origen infecciosos o por factores alérgicos.	Número de Casos de conjuntivitis registrados en el SUAVE como H10, por semana epidemiológica.	Cuantitativa Discreta	De 1 a infinito
Casos de Otitis Media Aguda (H65.0, H65.1)	Presencia de derrame en el oído medio asociada inflamación, de instauración brusca.	Número de Casos de otitis media aguda registrada en el SUAVE como H65.0 y H65.1, por semana epidemiológica.	Cuantitativa Discreta	De 1 a infinito
Concentración de O3	Niveles de ozono presentes en troposfera atmosférica.	Concentración máxima semanal de ozono (ppb)	Cuantitativa Discreta	Abierta
Concentración de PM10	Niveles de material particulado con un tamaño menor a 10 μm .	Concentración máxima semanal de PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cuantitativa Discreta	Abierta
Concentración de PM 2.5	Niveles de material particulado con un tamaño menor a 2.5 μm .	Concentración máxima semanal de PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cuantitativa Discreta	Abierta
Zona Geográfica	Área geográfica delimitada a partir de determinadas características de la naturaleza.	Zona Centro (CTO): región geográfica donde se ubican las estaciones monitoras y unidades médicas pertenecientes a las delegaciones Benito Juárez, Cuauhtémoc, Iztacalco y Venustiano Carranza. Zona Noreste (NE): región geográfica donde se ubican las estaciones monitoras y unidades médicas pertenecientes a los municipios y delegaciones Gustavo A. Madero, Coacalco,	Cualitativa nominal politómica	1=Zona Noreste (NE) 2=Zona Centro (CTO) 3=Zona Noroeste (NO) 4=Zona Sureste (SE) 5=Zona Suroeste (SO)

		<p>Acolman, Coacalco, Ecatepec, Nezahualcóyotl, Texcoco.</p> <p>Zona Noroeste (NO): región donde se ubican las estaciones monitoras y unidades médicas pertenecientes a los municipios y delegaciones Miguel Hidalgo, Azcapotzalco, Naucalpan, Tlalnepantla, Tultitlan, Atizapán y Tepotzotlán.</p> <p>Zona Sureste (SE): región donde se ubican las estaciones monitoras y unidades médicas pertenecientes a los municipios y delegaciones Iztapalapa, Chalco, Tláhuac, Milpa Alta.</p> <p>Zona Suroeste (SO): región donde se ubican las estaciones monitoras y unidades médicas pertenecientes a los municipios y delegaciones Álvaro Obregón, Coyoacán, Tlalpan, Magdalena Contreras, Cuajimalpa y Ocoyoacac.</p>		
Temporada de ozono	Temporada de máxima concentración de ozono	<ul style="list-style-type: none"> o Dentro de la temporada de ozono: periodo que incluye los casos y concentraciones de ozono que se reportaron de marzo a junio. o Fuera de la temporada de ozono: periodo que incluye los casos y concentraciones de ozono que se reportaron de julio a febrero. 	Cualitativa nominal dicotómica	1= dentro de temporada de ozono 2= fuera de temporada de ozono
Temporada de partículas	Temporada de máxima concentración de partículas	<ul style="list-style-type: none"> o Dentro de la temporada de partículas: periodo que incluye los casos y concentraciones de partículas que se reportaron de diciembre a marzo. o Fuera de la temporada de partículas incluye los casos y las concentraciones partículas que se registraron de abril a noviembre. 	Cualitativa nominal dicotómica	1= dentro de temporada de partículas 2= fuera de temporada de partículas
Sexo	Condición orgánica que distingue a hombres y mujeres	Sexo de los casos reportados al SUAVE	Cualitativa nominal dicotómica	1=femenino 2=masculino

Grupo de Edad	Población comprendida entre ciertos rangos de edad.	Grupo de edad al que pertenecen los casos	Cualitativa	1= < 1 año 2= 1 – 4 años 3= 5-9 años 4=10-14 años 5=15-19 años 6=20-24 años 7=25-44 años 8=45-49 años 9=50-59 años 10=60-64 años 11=65 y más. 12=Se Ignoran
---------------	---	---	-------------	--

Apéndice 3

Secretaría de Salud
Instituto Mexicano de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica

"Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

Memorándum

DGE-DGAE-DIOE-MEMO-00981-2017

Para: Dra. Araceli Zaldívar Sánchez
Médico Residente de 3er. año

Fecha: 10 MAY 2017

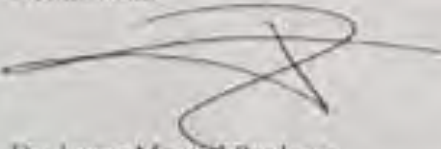
Asunto: Comentarios y dictamen a protocolo

De acuerdo a su solicitud para la revisión y autorización de su protocolo CI-004/17 titulado "Estimación del impacto en la morbilidad por exposición a ozono, PM10 y PM2.5 en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2003 a 2016".

Anexo envío a usted copia del oficio número CI-008-2017 de fecha 26 de mayo de 2017, con las observaciones, recomendaciones y dictamen de **APROBADO**, entregado por la Dra. Guadalupe Silvia García de la Torre, Presidenta del Comité de Investigación de la Dirección General de Epidemiología.

Sin más por el momento, quedo a sus órdenes y reciba un cordial saludo.

Atentamente



Dr. Javier Montiel Pardo
Director de Investigación Operativa Epidemiológica

CCP - Dr. Guadalupe Silvia García de la Torre - Directora General de Epidemiología - Edificio 2700000
Dra. María Guadalupe García de la Torre - Directora General de Investigación Operativa Epidemiológica - Edificio 2700000
Dra. Guadalupe Silvia García de la Torre - Presidenta del Comité de Investigación de la DGE - Edificio 2700000

Sección 215
MPE

Memorandum

DGE-DGAE-DIOE-MEMO- 1220-2017

Para: Dra. Araceli Zaldivar Sánchez
Médico Residente de 3er. año

Fecha: 7 JUL 2017

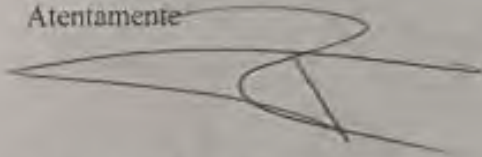
Asunto: Comentarios y dictamen a protocolo

De acuerdo a su solicitud para la revisión y autorización de su protocolo CEI-004/17 titulado "Estimación del impacto en la morbilidad por exposición a ozono, pm10 y pm2.5 en la Zona Metropolitana del Valle de México, 2003 a 2016".

Anexo envío a usted copia del oficio número CEI-006-2017 de fecha junio 29 del presente año, con las observaciones, recomendaciones y dictamen de **APROBADO**, entregado por el Dr. Octaviano Humberto Domínguez Márquez, Presidente del Comité de Ética en Investigación de la Dirección General de Epidemiología.

Sin más por el momento, quedo a sus órdenes y reciba un cordial saludo.

Atentamente



Dr. Javier Montiel Perdomo
Director de Investigación Operativa Epidemiológica

Dr. Carlos Ruiz Matus, Director General de Epidemiología, Edificio 4, Piso -Primer
Dra. María Elgueta Jimeno Castro, Dirección General Adjunta de Epidemiología, Edificio 4, Piso -Primer
Dr. Octaviano Humberto Domínguez Márquez, Presidente del Comité de Ética en Investigación de la DGE, Edificio 7, Piso -Primer

Sección/Serie 21.5
JMP/ps