



Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Geografía

"ANÁLISIS ESPACIAL DE LA MORBILIDAD POR ENFERMEDADES RESPIRATORIAS Y CALIDAD AMBIENTAL URBANA DE LAS PRINCIPALES METRÓPOLIS DE MÉXICO, 2015"

TESIS

Para obtener el grado de:

Maestro en Análisis Espacial y Geoinformática

Presenta:

Lic. en Geog. Ronald Sánchez Carrillo

Asesora:

Dra. Marcela Virginia Santana Juárez

Revisores:

Dra. Giovanna Santana Castañeda

Dr. Luis Ricardo Manzano Solís

Toluca, Estado de México

septiembre, 2021

Índice

	Introducción	5
1.	Capítulo: Marco teórico	16
	1.1 Categorías conceptuales	17
	1.1.1 La geografía y su objeto de estudio	17
	1.1.2 Índice de calidad ambiental urbano	21
	1.1.3 Salud urbana	24
	2.2 Fundamento teórico metodológico	26
	2.2.1 Análisis geográfico	26
	2.2.2 Geografía de la salud y análisis espacial	26
	2.2.3 Método de análisis geoestadístico y espacial	29
2.	Capítulo: Metodología	32
	2.1 Universo de estudio	33
	2.2 Caracterización del universo de estudio	37
	2.3 Tipo de estudio y fuentes de información	43
	2.4 Variables e indicadores de estudio	44
	2.6 Procesos y etapas	51
3.	Capítulo: Resultados	57
	3.1 Distribución espacial de las tasas de morbilidad por enfermedades respiratorias	58
	3.2 Distribución espacial de las emisiones del contaminante criterio PM _{2.5}	65
	3.3 Distribución espacial de la densidad de población	75
	3.4 Distribución espacial del promedio del Índice de Vegetación Normalizado	82
	3.4.1 Índice de Vegetación Normalizado (NDVI)	82
	3.4.2. Promedio del Índice de Vegetación Normalizado	83
	3.5 Distribución espacial del Índice de calidad ambiental urbano	88
	Discusión de resultados	95
	Conclusiones	98
	Recomendaciones	101
	Agenda de investigación	102
	Bibliografía	104
	Anexos	111

Índice de cuadros

Cuadro 1.1. Antecedentes internaciones en el contexto de la salud urbana	12
Cuadro 1.2. Antecedentes internaciones en el contexto de la salud urbana	
Cuadro 1.1 Divisiones de la Geografía y ciencias auxiliares	
Cuadro 2.1 México: Zonas Metropolitanas de estudio	
Cuadro 2.2 Población total e incremento quinquenal de las Zonas Metropolitanas con mayo número de población, 2010-2015	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	35
Cuadro 2.3 México: Número de Zonas Metropolitanas por rango de habitantes y población	2.0
total 2000, 2010 y 2015	
Cuadro 2.4 Indicadores de estudio. Dimensión epidemiológica	
Cuadro 2.5 Indicadores de estudio. Dimensión ambiental	
Cuadro 2.6 Indicadores de estudio. Dimensión poblacional	
Cuadro 2.7 Indicadores de estudio. Dimensión física	48
Cuadro 3.1 México. Zonas Metropolitanas de estudio: emisiones de PM _{2.5} generadas por	
fuentes de área de acuerdo con su categoría	
Cuadro 3.2 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Emisiones PM _{2.5} generadas por fuent	
de área de acuerdo con su categoría y subcategoría	66
Cuadro 3.3 México. Zopnas Metropolitanas de estudio: municipios con baja densidad de	
poblaciónpoblación	76
Cuadro 3.4 México. Zonas Metropolitanas de estudio: municipios con alta densidad de	
poblaciónpoblación	76
Cuadro 3.5 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Densidad de población, 2015	77
Cuadro 3.6 México. Zonas Metropolitanas de estudio: cobertura de vegetación, 2015	85
Cuadro 3.7 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Total de municipios por rango del Índ	dice
de calidad ambiental urbano	92
Índice de figuras	
Figura 1.1 Objetivos del desarrollo sostenible, ONU 2015-2020	8
Figura 1.1 Categorías conceptuales de la ciencia geográfica	20
Figura 1.2 Marco conceptual. Índice de calidad ambiental urbana	23
Figura 1.3 Modelo conceptual para salud urbana	25
Figura 1.4 Geografía de la salud: Líneas de investigación	28
Figura 2.1 México. Ubicación: Zonas Metropolitanas de estudio, 2015	34
Figura 2.2 Tasa de incremento promedio anual por rango de habitantes	36
Figura 2.3 Zona Metropolitana del Valle de México, 2015	37
Figura 2.4 Zona Metropolitana de Guadalajara, 2015	38
Figura 2.5 Zona Metropolitana de Monterrey, 2015	40
Figura 2.6 Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala, 2015	41
Figura 2.7 Zona Metropolitana de Toluca, 2015	42
Figura 2.8 Representación espacial de los indicadores de estudio e Índice de calidad ambien	ntal
urbano	
Figura 2.9 Esquema metodológico de investigación	
Figura 2.10 Procedimiento para el cálculo del NDVI	
Figura 3.1 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Morbilidad por enfermedades	
respiratorias, 2015	64
•	

Figura 3.2 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Porcentaje de toneladas de emisiones					
PM _{2.5} anuales, 2015					
Figura 3.3 Emisiones de PM _{2.5} por fuente en la Zona Metropolitana del Valle de México 68					
Figura 3.4 Emisiones de PM _{2.5} por fuente en la Zona Metropolitana de Monterrey					
Figura 3.5 Emisiones de PM _{2.5} por fuente en la Zona Metropolitana de Guadalajara70					
Figura 3.6 Emisiones de PM _{2.5} por fuente en la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala 71					
Figura 3.7 Emisiones de PM _{2.5} por fuente en la Zona Metropolitana de Toluca72					
Figura 3.8 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Emisiones del contaminante criterio PM _{2.5} , 2015					
Figura 3.9 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Densidad de población, 2015					
Figura 3.10 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Índice de vegetación normalizado (NDVI)					
Figura 3.11 México. Zonas Metropolitanas de estudio: alcaldías y municipios con mayor					
promedio de NDVI84					
Figura 3.12 México. Zonas Metropolitanas de estudio: alcaldías y municipios con menor					
promedio de NDVI84					
Figura 3.13 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Porcentaje del promedio de NDVI, 2015					
85					
Figura 3.14 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Promedio de NDVI, 2015					
Figura 3.15 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Índice de calidad ambiental urbano					
(ICAU), 2015					
Índice de anexos					
Anexo 1. Municipios y alcaldías que integran las Zonas Metropolitanas de estudio					
Anexo 2. México. Zonas Metropolitanas de estudio: base de datos geoespacial de la dimensión					
epidemiológica115					
Anexo 3. México. Zonas Metropolitanas de estudio: base de datos geoespacial de la dimensión					
ambiental					
Anexo 4. Mèxico. Zonas Metropolitanas de estudio: base de datos geoespacial de la dimensiòn poblacional					
Anexo 5. Mèxico. Zonas Metropolitanas de estudio: base de datos geoespacial de la dimensiòn					
fisica					
Anexo 6. Mèxico. Zonas Metropolitanas de estudio: base de datos geoespacial del Ìndice de					
calidad ambiental urbano					

Introducción

A partir de la década de los años ochenta, en el tema de salud pública se han incluido un conjunto de trabajos bajo el concepto de salud urbana o ciudad saludable, incluyendo temas diversos como salud en las ciudades y medio ambiente (Akerman et al., 2008). En la actualidad es cada vez más común que temas relacionados con el ambiente urbano tales como la morbilidad por enfermedades respiratorias, la contaminación atmosférica, la concentración poblacional, escasez de áreas verdes y otras manifestaciones de la vida urbana han contribuido a la degradación ambiental y a la calidad de vida de la población que habita en las metrópolis.

El análisis de patrones espaciales de los indicadores seleccionados de las cuatro dimensiones (epidemiológica, ambiental, poblacional y física) en el presente estudio y la distribución espacial de la calidad ambiental urbana en las cinco Zonas Metropolitanas con mayor número y crecimiento quinquenal de población en el año 2015, son de interés para investigadores, actores políticos, y sociedad para la comprensión del fenómeno y para su posible solución al presentar la caracterización de aquellos municipios con calidad ambiental urbana desfavorable.

Para efecto de esta investigación, el tipo de estudio es de corte transversal y cuantitativo, el objetivo es analizar las condiciones de salud de la población mediante el Índice de Calidad Ambiental Urbano (ICAU), con cuatro indicadores que comprenden dimensiones de la calidad ambiental urbana, aplicando la herramienta de análisis espacial zonal statistics as table y la técnica multivariante (análisis de componentes principales) en los 159 municipios y 16 alcaldías (para el caso de la ciudad de México) que integran las Zonas Metropolitanas del Valle de México, Monterrey, Guadalajara, Tlaxcala- Puebla y Toluca.

La base teórica en el estudio se fundamenta en la Geografía de la salud, la salud urbana y la calidad ambiental urbana que van a permitir el abordaje integrado del estado de salud de la población en las Zonas Metropolitanas de estudio a partir del ICAU.

Planteamiento del problema

Actualmente, más de la mitad de la población mundial vive en áreas urbanas y se espera que esta proporción siga aumentando, las tendencias de urbanización presentan riesgos en materia de salud pública y ambiental. En el año 2008, las Naciones Unidas informaron que, por primera vez en la historia, más de la mitad de la población humana estaba viviendo en zonas urbanas y se preveía que esa proporción aumentaría al 70% para el 2050 (PAHO & WHO, 2021).

En la Región de las Américas se localizan seis de las mayores megalópolis del mundo: São Paulo, la ciudad de México, la ciudad de Nueva York, Los Ángeles, Buenos Aires y Rio de Janeiro (PAHO & WHO, 2021). Para efecto de este estudio se analizarán las cinco Zonas Metropolitanas con mayor tamaño de población dentro de la que se encuentra la Zona Metropolitana del Valle de México que se integra por Ciudad de México, Estado de México y el Estado de Hidalgo, que registró para el año 2015 el mayor número de población con un total de 20,892,724 habitantes y un incremento quinquenal de 775,882 habitantes, lo cual representa retos importantes en cuanto a estrategias y políticas socio territoriales encaminadas a prevención y promoción la salud y mejorar la calidad ambiental en las Zonas Metropolitanas de estudio.

Las consecuencias del crecimiento poblacional y de la urbanización, sin planificación ni control, han dado lugar a importantes problemáticas como la contaminación atmosférica, el aumento de la concentración poblacional, la escasez de áreas verdes y problemas relacionados con la salud pública, dentro de los últimos se encuentran las enfermedades respiratorias a causa de la contaminación atmosférica por material particulado menor a 2.5 micras (PM_{2.5}). De hecho, para el año 2015 se registró un total de 52,423 toneladas de emisiones por PM_{2.5}, repercutiendo principalmente en ámbitos urbanos donde no se tiene una cobertura de vegetación considerable y se tiene una densidad de población alta.

De acuerdo a la SUIVE & DGE (2015), dentro de las veinte principales causas de enfermedad nacional para el año 2015, se encontraban las enfermedades infecciones respiratorias agudas, las enfermedades por asma y estado asmático

y las enfermedades por neumonía y bronconeumonías. Es decir que las enfermedades respiratorias se posicionan como principales enfermedades que aquejan a la población que habita en espacios urbanos.

El planteamiento del problema involucra cuatro dimensiones (epidemiológica, ambiental, poblacional y física), cuya relación trata de develar el ICAU para las zonas metropolitas con mayor número e incremento quinquenal de población.

Derivado de esta problemática, se plantean las siguientes preguntas de investigación que se responderán al concluir este trabajo.

- 1) ¿Cuál es la distribución espacial de la morbilidad por enfermedades respiratorias en las Zonas Metropolitanas de estudio?
- 2) ¿Cuál es la distribución espacial de las emisiones del contaminante criterio PM_{2.5}, de la densidad de población y del promedio del Índice de Vegetación Normalizado (NDVI), en las Zonas Metropolitanas de estudio?
- 3) ¿Cuál es la distribución espacial del Índice de Calidad Ambiental Urbano en las Zonas Metropolitanas de estudio?

Justificación

La importancia de analizar las condiciones de salud de la población que habita en las Zonas Metropolitanas de estudio mediante los indicadores de enfermedades respiratorias, factores ambientales, de población y físicos, radica en las diferencias espaciales del estado de salud de la población, ya que este fenómeno no se presenta homogéneo en el espacio y por el impacto que estos factores ejercen en la salud de la misma.

El presente trabajo de investigación tiene el propósito de analizar las diferencias espaciales de las condiciones de salud de la población que reside en las Zonas Metropolitanas de estudio a través de la construcción de un índice de calidad ambiental urbano, que permitirá conocer la distribución espacial del fenómeno, lo anterior con la finalidad de identificar entornos urbanos saludables.

moderadamente saludables y no saludables, con la finalidad de coadyuvar a determinar lugares prioritarios de atención.

Este estudio contribuirá localmente para reducir sustancialmente el número de enfermedades respiratorias producidas por la mala calidad ambiental en las Zonas Metropolitanas de estudio, esta meta (3.9), se plantea en el objetivo 3 referente a garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas la edades, también, este estudio coadyuvara para reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención en la calidad del aire, meta 11.6 que plantea el objetivo 11 referente a ciudades y comunidades sostenibles, estos objetivos son parte de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible "ODS" propuestos por la WHO (2015), como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible y de investigación en el período de 2015-2030 (Figura 1.1).

Fuente: WHO (2015).

Figura 1.1 Objetivos del desarrollo sostenible, ONU 2015-2020

Por último, es sustancial esta investigación por que aportará elementos que coadyuven al mejoramiento de la salud de población, incidiendo en la prevención y promoción para reducir las tasas de morbilidad por enfermedades respiratorias y aumentar la calidad de vida de la población que vive en las Zonas Metropolitanas de México, así como para conocer los factores que están interviniendo en el impacto negativo de la calidad ambiental, por tanto estas metas se alinean a dos objetivos del desarrollo sostenible (objetivo 3 y 11), que plantean ser alcanzadas en el año 2030.

Objetivos

General

Analizar las condiciones de salud de la población en las Zonas Metropolitanas del Valle de México, Monterrey, Guadalajara, Tlaxcala-Puebla y Toluca mediante el índice de calidad ambiental urbano en el año 2015.

Específicos

- 1) Analizar la distribución espacial de la morbilidad por enfermedades respiratorias en las Zonas Metropolitanas de estudio.
- Analizar la distribución espacial de las emisiones del contaminante criterio PM_{2.5}, de la densidad de población y del promedio del Índice de Vegetación Normalizado (NDVI), en las Zonas Metropolitanas de estudio
- 3) Determinar el índice de calidad ambiental urbano y su distribución espacial en las Zonas Metropolitanas de estudio.

Antecedentes de estudio

A continuación, se señalan algunos antecedentes de estudio sobre el tema de salud urbana a escala internacional, nacional y local. Estos estudios comenzaron a relucir a partir de los propuestos por la *Pan American Health Organization*, sobre la mortalidad urbana en el año 1968, y hasta la actualidad con estudios de que abordan diferentes problemáticas en ámbitos urbanos, incluyendo diversas variables e indicadores que condicionan la salud de población en estos ámbitos.

Internacionales

De acuerdo a la Primera Reunión del Foro Regional de Salud Urbana en el año 2007 (Akerman et al., 2008), se plantearon los siguientes antecedentes de estudio referentes al tema de salud urbana a nivel internacional :

En el año 1984, se hace un estudio sobre las tendencias y los problemas de la salud en zonas urbanas de rápido crecimiento y menciona que el número de personas que viven y vivirán en condiciones socioeconómicas precarias son un obstáculo para el logro de la salud; en el año 1993 la *World Health Organization*, publicó el reporte "La crisis en la salud urbana: estrategias de la salud para todos en vista de la rápida urbanización y planteó desafíos en materia de salud urbana; en 1999 se da a conocer el documento "Situación de la salud urbana en América Latina", con tres estudios de caso: Sao Paulo, Santiago de Chile y Guatemala, destaca la importancia de la formulación e implementación de políticas públicas a nivel local y comunitario y el papel fundamental de las desigualdades sociales y las inequidades como pauta principal para una agenda de investigación.

En Europa en los siguientes años, se generó un movimiento de articulación de alcaldes y representantes locales con el objetivo de comprometerse con la promoción de la salud, basado en principios de sustentabilidad, igualdad, cooperación multisectorial, participación, rendición de cuentas y solidaridad. Por otra parte, se han creado instituciones dedicas al estudio de los problemas relacionados con la salud urbana dentro de las que se encuentran:

- Centro para el desarrollo sanitario en Kobe, Japón
- Programa de ciudades saludables de la oficina regional de la WHO para
 Europa Sociedad internacional para la salud urbana
- Red de conocimiento sobre asentamientos urbanos (Knowledge Network on Urban Settings - KNUS)
- Red de municipios, ciudades y comunidades saludables de las américas

En la región de las Américas, la *Pan American Health Organization* ha promovido la movilización y articulación de alcaldes y autoridades locales en la promoción de la estrategia de municipios y ciudades saludables. En el año 2005 se elaboraron textos conceptuales, estudios de caso, un proyecto a la innovación urbana en la Reunión de Consulta técnica "Desafíos de la salud urbana en las Américas: análisis del impacto de la urbanización en la salud y en los determinantes de la salud" en Santiago de Chile.

Entre los años 2005 y 2006 la *Pan American Health Organization*, realizó el proyecto de "Observatorios locales de los presupuestos participativos y la salud pública en ciudades de América Latina", con el objetivo de apoyar el desarrollo de políticas innovadoras de gestión local de la salud pública y su incidencia en la promoción de la salud. En el año 2007, fue realizada la reunión "Pre Foro de salud urbana", donde se esbozaron los más importantes del nuevo marco conceptual y propuesta de acción para la salud urbana.

En la actualidad la *Pan American Health Organization* y la *World Health Organization*, promueven información relacionada a la salud urbana enfatizando principalmente a las tendencias de urbanización, lo cual supone un reto extraordinario para la salud de la población humana que habita en zonas urbanas.

En este contexto, la *World Health Organization* genera el informe global sobre salud urbana a través del Centro para el desarrollo de la salud "Centro de Kobe", que tiene como propósito apoyar a la generación de nuevas investigaciones y el aumento de la capacidad para promover la cobertura sanitaria universal sostenible (PAHO & WHO, 2021).

Finalmente, numerosos estudios a nivel internacional se han publicado, abordando temas transversales en salud urbana, tales como: infraestructura verde urbana, contaminación atmosférica, enfermedades respiratorias y calidad ambiental urbana (cuadro 1.1).

Cuadro 1.1. Antecedentes internaciones en el contexto de la salud urbana

Titulo	Titulo Método Aportaciones	
Perceived urban green and resident, health in Beijing	Encuestas y modelado multinivel (MLM)	Analiza el rol de los diferentes tipos de espacios verdes en la salud de los residentes, aportando elementos para la inversión en infraestructura verde para el beneficio en la promoción social de la salud.
Spatial-temporal analysis of urban environmental quality of Tehran, Iran	Análisis multicriterio (red analítica y lógica difusa)	Integra la dimensión temporal para el análisis de la calidad ambiental urbana, incluyendo parámetros de fuentes de datos emergentes como son las imágenes de satélite.
Relationships between health outcomes in older populations and urban green infrastructure size, quality and proximity	Regresión multinivel	Aporta un enfoque de infraestructura verde urbana a partir de un conjunto de datos espaciales de alta resolución y demuestra que la salud de la población esta mediada por la forma, cantidad, accesibilidad y salud de la vegetación
Big spatial data for urban and environmental sustainability	Regresión ponderada geográfica y temporal (GTWR)	Se basa en la incorporación de nuevas fuentes de datos emergentes (grandes datos espaciales) los cuales proporcionan mejor resolución espacio- temporal para el abordaje de estudios urbanos y ambientales.
Ambient Particulate Air Pollution and Daily Mortality in 652 Cities	Metanálisis de efectos aleatorios	Los factores meteorológicos inciden en la asociación entre el contaminante y las enfermedades respiratorias, se deja evidencia de aumento en la mortalidad diaria con el aumento de concentración de material particulado.

Fuente: elaboración propia con base en Xu et al. (2021); Javanbakht et al. (2021); Dennis et al. (2020); Huang & Wang (2020); Liu et al. (2019).

Nacionales

En el año 1993 se firmó la Carta Compromiso por la Salud en la ciudad de Monterrey, donde se consideró la participación de la comunidad, la divulgación de información sobre salud y políticas públicas, enfatizando en la creación de entornos saludables. Para el año 2003 se creó la Asociación Civil denominada Red Mexicana de Municipios por la Salud, con el objetivo de promover y preservar la salud en los municipios, promoviendo actividades de promoción de la salud, sobre los determinantes en salud (Jaramillo & Stanford, 2016).

Los estudios sobre salud urbana en México son diversos; en el año 2005 se publica el artículo "El cuidado de la salud de la población urbana en condiciones de pobreza" por la Universidad Autónoma Metropolitana- Unidad Xochimilco, el objetivo se centró en examinar el crecimiento de la población urbana empobrecida, los riesgos a la salud, el estudio de la matriz cultural, así como las características de la oferta de servicios de atención a la salud y se discutieron las limitaciones de la política pública de salud para el año de estudio (Martínez & Leal, 2005).

Otros trabajos relacionados con la salud en espacios urbanos, son el presentado por Rodríguez et al. (2020), sobre "Análisis espacial de la morbilidad por asma en la ciudad de Morelia, México para la década 2000 - 2010", que tuvo por objetivo realizar el análisis espacial de la morbilidad por asma en una muestra de pacientes que residían en la ciudad Morelia, México, y el publicado por G. Santana et al. (2020), que lleva por título "Tendencia de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la población adulta mayor de las Zonas Metropolitanas con menos de 150,000 habitantes", analizando una de las principales enfermedades que afectan a la población residente en las metrópolis con menos habitantes, haciendo un análisis espacio – temporal.

En el contexto nacional se han elaborado diversos estudios, tomando en cuenta nuevos indicadores y proponiendo nuevas metodologías que comprenden la relación salud- espacio urbano (Cuadro 1.2).

Cuadro 1.2. Antecedentes nacionales en el contexto de la salud urbana

Titulo	Método	Aportaciones
Estructura territorial de las ciudades multiculturales y salud urbana en Oaxaca, México: un análisis bayesiano	Análisis bayesiano y de redes	Toma en cuenta la estructura territorial como determinante social de la salud en las ciudades de Oaxaca, con un enfoque probabilístico para el cálculo de los indicadores y a través del análisis de redes determinar la funcionalidad urbana.
Análisis espacial del Índice de Sustentabilidad Ambiental Urbana en la Megalópolis de México.	Autocorrelación espacial y análisis de clúster	Cuantifica la sustentabilidad ambiental con una perspectiva espacial en un espacio urbano de gran extensión, con características específicas.
Expresiones de salud pública en el contexto del fenómeno de urbanización en México: egresos hospitalarios por Rinitis alérgica en zonas metropolitanas	Análisis exploratorio de datos	Deja evidencia de que la condición urbana influye en el desarrollo de la rinitis, sin embargo, las condiciones ambientales en cada zona metropolitana de estudio van a determinar la magnitud de la incidencia de este padecimiento.
Evaluación de impacto ambiental del aire: el caso de León, Guanajuato	MOBILE6-México	Propone una metodología alternativa para estimar una aproximación del daño ambiental que genera la circulación de automóviles en la ciudad de León, tomando en cuenta el parque vehicular (sus características) y número de habitantes.
Vulnerabilidad y resiliencia urbana frente al cambio climático: el caso de la Zona Metropolita de Guadalajara.	Enfoque teórico	Plantea un enfoque orientado a las problemáticas urbanas, tal es el caso de los cambios en el clima y sus consecuencias sobre las islas de calor, el incremento de las enfermedades estacionales y de las vías respiratorias.

Fuente: elaboración propia con base en Velasco et al. (2021); De las Heras et al. (2020); Manzanares (2019); Bazant (2016); Bertoux & González (2015).

Locales

A nivel local se han presentado diversos estudios bajo la temática de ciudades saludables, Santana et al. (2013) da a conocer el proyecto "Las geotecnologías en la construcción de ciudades saludables: Zona Metropolitana de Toluca, México", teniendo como objetivo conocer el estado de salud de la población que radica en la Zona Metropolitana de Toluca, para la propuesta de estrategias focalizadas en lugares vulnerables encaminadas a la promoción de la salud.

En el año 2015 se publicó el artículo "El ordenamiento territorial y su papel en la construcción de lugares saludables, caso: Zona Metropolitana de Toluca, México" (Santana et al., 2015). El objetivo fue analizar el papel de la ordenación territorial en la construcción de lugares saludables, ante problemas ambientales y socioeconómicos que inciden negativamente en la salud de la población.

Para el año 2017, se presentó la tesis "Cartografía Participativa para Salud Pública, de la Zona Metropolitana de Toluca" (Ortega, 2017), con el propósito de conocer los semblantes del estilo de vida, aspectos epidemiológicos y ambientales que la población percibe dentro de su localidad, a través del diseño e implementación de una aplicación web que permitió almacenar y georreferenciar información de cada usuario, representándola con un punto de tal forma que, se puedan aplicar métodos de análisis geoestadístico y espacial.

En el mismo año, Delgado (2017) dio a conocer el trabajo de grado "Ciudades saludables para la población adulta mayor. Caso de la ciudad de Toluca, Estado de México" propuso analizar a Toluca como ciudad saludable para la población adulta mayor, en función de factores sociales y territoriales, y presentó medidas para su mejoramiento.

En el año 2020, durante el confinamiento por la pandemia de Covid- 19, se publicaron diversos estudios sobre concentración poblacional y covid- 19, tal es el caso del trabajo presentado por M. Santana et al. (2020) "Covid- 19 en México: asociación espacial de cara a la fase tres", concluyendo que la mayor afectación de esta enfermedad se dio en municipios eminentemente urbanos, con dinámicas de población y económicas fuertes.

1. Capítulo: Marco teórico

1.1 Categorías conceptuales

1.1.1 La geografía y su objeto de estudio

Desde el punto de vista etimológico, la palabra Geografía proviene del griego geos = tierra y grafos = descripción, por lo tanto, etimológicamente Geografía significa "descripción de la tierra". Actualmente esta definición ya no satisface la concepción de la Geografía moderna, pues esta geografía solo caracteriza los elementos del espacio sin hacer ningún tipo de relación entre ellos.

Durante mucho tiempo, la geografía se aproximó a describir o a localizar determinados lugares sobre la superficie terrestre; pero en la actualidad es una de las ciencias más dinámicas y reflexivas, ya que además de describir, investiga el origen, explica las causas, los cambios y las relaciones que existen entre hechos y fenómenos terrestres (Carreto & González, 2016).

El propósito de la Geografía, tal y como ha sido entendida desde mediados del siglo XIX, descansa en un solo principio, ya establecido por Humboldt y Ritter, que puede enunciarse de la siguiente manera: la Geografía estudia porciones de la superficie terrestre singularizadas por su localización y caracterizadas por todos los objetos y fenómenos territorialmente relacionados con ellos (Higueras, 2003).

Una definición más reciente de la ciencia geográfica es la propuesta por el geógrafo Ángel Bassols Batalla en Carreto & González (2016), donde define a la geografía como la ciencia que estudia fenómenos naturales y sociales de la capa geográfica de la Tierra, las causas de su formación, su distribución espacial y desarrollo en el tiempo, subrayando la relación y dependencia mutua de todos ellos y la diversidad que ofrecen.

La geografía se divide en dos ramas para el estudio de los fenómenos naturales y sociales (Geografía física y Geografía humana), auxiliándose de otras ciencias y aplicando técnicas de representación espacial para la realización de estudios multidisciplinarios con impacto territorial (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1 Divisiones de la Geografía y ciencias auxiliares

Especialidad de la geografía	Ciencias auxiliares			
Geografía física				
Geomorfología	Geofísica y Geología			
Climatología	Meteorología			
Hidrografía	Hidrología			
Biogeografía (Fitogeografía y Zoogeografía)	Biología (Botánica y Zoología)			
Geografía de los suelos	Edafología y Pedología			
Geografía huma	ina			
Geografía cultural	Antropología cultural			
Geografía de la población	Demografía			
Geografía económica	Economía			
Geografía histórica	Historia			
Geografía política	Ciencia política			
Geografía social	Sociología			
Geografía urbana	Urbanismo			
Técnicas de representación espacial				
Cartografía	Geodesia y Fotogrametría			
Sistemas de Información geográfica	Computación e Informática			

Fuente: elaboración propia con base en Siso (2010)

La ciencia geográfica, así como otras ciencias cuentan con su método para el estudio de fenómenos naturales y sociales, que son fundamentales al momento de utilizar sistemas de información de geográfica. De acuerdo a Buzai & Baxendale (2012), se describen a continuación los cinco principios que se utilizan en la geografía aplicada:

Localización

Considera que todas las entidades- atributos estudiados tienen una determinada ubicación sobre la superficie terrestre. Al respecto la posición puede ser medida

como dimensión del espacio absoluto, es decir, referida a un sistema de coordenadas fijo (latitud, longitud) que no cambia con el tiempo y dentro de la cual las entidades pueden mantener sus posiciones.

Distribución

Considera que los conjuntos de entidades estudiadas junto a sus atributos se reparten de forma específica sobre la superficie terrestre. La distribución espacial podría ser considerada como la frecuencia con la que estos hechos aparecen en el espacio geográfico.

Asociación

Considera el estudio del grado de semejanza-diferencia entre los distintos atributos medidos en las unidades espaciales, el mismo atributo en cuanto a su comportamiento de difusión o de diferentes atributos en relación de contigüidad.

Interacción

Considera la configuración de un espacio relacional en el cual las ubicaciones, distancias y flujos horizontales sobre el espacio geográfico resultan fundamentales.

Evolución

Considera la incorporación de la variable temporal y de la permanente transición de un estado a otro.

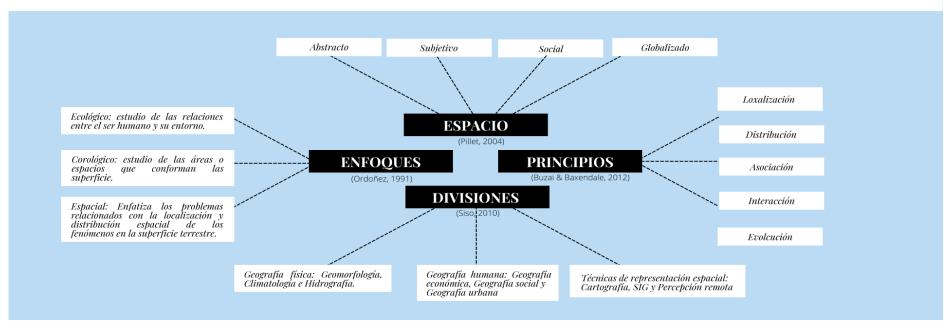
En este capítulo, se han abordado diferentes categorías conceptuales, iniciando por el significado etimológico de la palabra Geografía, así como su objeto de estudio. Continuamente se señaló el propósito de la Geografía, planteado por Humbolt y Ritter a mediados del siglo XIX, así mismo se planteó una definición más reciente de la ciencia geográfica, propuesta por el geógrafo Ángel Bassols Batalla, posteriormente se aludieron las divisiones y las ciencias auxiliares en las que se apoya la Geografía, , por último, se mencionaron los principios de la geografía propuestos por el Dr. Buzai y la Dra. Baxendale geógrafos latinoamericanos (Figura 1.1).

Figura 1.1 Categorías conceptuales de la ciencia geográfica

Marco conceptual

La geografía es la ciencia que estudia fenómenos naturales y sociales de la capa geográfica de la tierra (Carreto & González, 2016). Estudia y analiza todo aquello que se difunde en la superficie del planeta tierra, es decir todo aquello que se distingue por su espacialidad (Mateo, 2004).

Buzai (2015a) define al análisis espacial como la serie de técnicas estadísticas y matemáticas aplicadas al estudio de los datos distribuidos en el espacio geográfico.



Fuente: elaboración propia con base en Buzai & Baxendale (2012); Buzai (2015a); Carreto & González (2016); Mateo (2004); Ordoñez (1991); Pillet (2004); Siso (2010).

1.1.2 Índice de calidad ambiental urbano

Los índices son agregados de indicadores de diferentes tipos y características: de diversas fuentes tanto primarias como secundarias; objetivos y subjetivos; de resultado y de acceso; cualitativos y cuantitativos. Ellos intentan expresar, en una sola cifra, lo que se quiere medir. Por ejemplo: *Happy Planet Index* (HPI), Índice de Desarrollo Humano (IDH), y *Good Country Index* (Levy, Phelan & Perdomo, 2020).

Por tanto, un índice se puede definir como la medida resumen que sintetiza distintos indicadores como los considerados en el análisis del presente estudio de las diferentes dimensiones (epidemiológica, ambiental, poblacional y física), en un único indicador denominado Índice de Calidad Ambiental Urbana.

Algunas de las características de los índices empleando el método de componentes principales son las propuestas por Álvarez & Cadena (2006) y Peña (2014):

- Son por su construcción incorrelacionados
- La información que proporcionan contiene elementos comunes
- Expresan información acerca del conjunto de datos
- Facilitan la interpretación de la información contenida en los datos
- Retienen la mayor variabilidad contenida en los datos
- Eliminan las variables que aportan poca información al estudio

Existen dos tipos de índices (unidimensionales y multidimensionales). Los índices unidimensionales se caracterizan porque miden el tema o los temas sobre el estado o la situación de las sociedades con una sola dimensión. Por ejemplo, el *EpiYale* adopta solamente la dimensión ambiente y un conjunto de indicadores de diferente tipo sobre temas asociados de manera directa o indirecta con el ambiente. Los índices multidimensionales, construyen sus mediciones sobre dos o más dimensiones. Por ejemplo, el Índice de Estado Frágil (*Fragile States Index*) el cual combina dimensiones demográficas, sociales, económicas y políticas (Levy, Phelan & Perdomo, 2020).

La construcción de los índices se basa en el tipo de estudio que se pretende realizar y en la definición de las dimensiones o indicadores seleccionados para el análisis del estudio, eligiendo el método de cálculo que más se adapte a las necesidades de este. Si bien, es cierto, los métodos para el cálculo de los índices son cada vez más complejos en la forma de engranar nuevos aspectos conceptuales y multidimensionales, también es cierto que su presentación es cada vez más sencilla y fácil de comprender.

La ventaja principal de trabajar con índices radica en la síntesis de las dimensiones empleadas en un solo indicador, que facilita la comprensión e interpretación de la información contenida en los datos. Dentro de estas ventajas los índices pueden ser vistos como herramientas de apoyo para el logro de objetivos trazados por cumbres internacionales como es la ONU con la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, agenda que incorpora 17 objetivos que incluyen temas como la salud, el ambiente, las ciudades, entre otros, tratando así una amplia agenda de desarrollo desde un enfoque multidimensional.

La calidad ambiental urbana se entiende como un conjunto complejo de factores humanos y ambientales interrelacionados (tipo, densidad y disposición de las construcciones, malla vial, densidad de población, presencia de áreas verdes, calidad del aire y del agua, islas de calor, entre otros) que inciden favorable o desfavorablemente en la vida de los ciudadanos (Nichol & Wong, 2005).

Según el Grupo de Investigación de Calidad Ambiental Urbana (GICAU), se entiende por calidad ambiental urbana a las condiciones óptimas que rigen el comportamiento del espacio habitable en términos de confort, asociados a lo ecológico, biológico, funcional, económico productivo, sociocultural, morfotipológico, tecnológico y estético, en sus dimensiones espaciales. Es producto de la interacción de estas variables para la conformación de un hábitat saludable, confortable y capaz de satisfacer los requerimientos básicos de sustentabilidad de la vida humana individual y en interacción social dentro del medio urbano (Rojas, 2011).

En la actualidad es cada vez más frecuente que temas relacionados con el ambiente urbano, tales como la contaminación atmosférica, concentración poblacional, escasez de áreas verdes y problemas de salud en la población, sean considerados como problemas de interés público y por ende temas de agenda para el análisis espacial.

Estas manifestaciones de vida urbana han contribuido a la degradación ambiental y a la calidad de vida en las ciudades principalmente grandes, que han impactado negativamente en la salud de la población que habita en estos ámbitos urbanos; a partir de esta concepción, se plantea construir un Índice de Calidad Ambiental Urbana (ICAU), tomando en cuenta cuadro dimensiones componentes del proceso: epidemiológica, ambiental, poblacional y física, con la finalidad de construir un Índice multidimensional con impacto territorial desde una perspectiva espacial (Figura 1.2).

Dimensiones componentes del proceso **Ambiental Epidemiológica** Calidad del aire mediante el contaminantes Morbilidad por enfermedades respiratorias criterio PM 2.5 Egresos hospitalarios por ER entre la población Porcentaje de emisiones de PM 2.5 ton/anual total por cada 100 mil habitantes respecto al total de emisiones Índice de calidad ambiental urbano **Poblacional** Física Densidad de población Cobertura de vegetación Relación del número de población en cada Índice de vegetación normalizado (promedio) unidad de superficie

Figura 1.2 Marco conceptual. Índice de calidad ambiental urbana

Fuente: Elaboración propia (2021).

Las dimensiones que se toman en cuenta para determinar el Índice de Calidad Ambiental urbana van a condicionar la habitabilidad en las metrópolis de estudio. Estas dimensiones pretenden evaluar la calidad ambiental, así como el confort asociado a la ecología urbana, esto, porque se pretende estimar la densidad de población, calcular el promedio de NDVI para determinar la presencia de áreas verdes, estimar las concentraciones de emisiones del contaminante criterio PM_{2.5} para evaluar la calidad del aire, finalmente, calcular la tasa de morbilidad por enfermedades respiratorias en las cinco Zonas Metropolitanas con mayor número de población para el año 2015, con el objetivo de conocer si estos indicadores sintetizados en un solo inciden favorable o desfavorablemente en la vida de los ciudadanos que residen en estas zonas de estudio.

1.1.3 Salud urbana

Antes de abordar la definición de salud urbana, es importante señalar los conceptos de ciudad, área urbana y urbanización, que contribuyen a comprender las especificidades analíticas y prácticas de la salud urbana. La SEDESOL & CONAPO (2012), definen a la ciudad como la agrupación de personas en un espacio físico continuo, en donde históricamente se han manifestado las realidades sociales, económicas y demográficas. El concepto alude principalmente al componente físico-territorial. El perímetro delimita el área urbana.

Para caracterizar un área urbana Wirth (1938), propuso tomar en cuenta el tamaño, densidad y heterogeneidad poblacional. Para el caso de México, tomando en cuenta el criterio de tamaño el INEGI (2010), utiliza la definición de localidades urbanas como aquellas que cuentan con una población superior de 2 mil 500 habitantes o aquellas localidades que no teniendo 2 mil 500 habitantes son cabeceras municipales, sin embargo, la mayor limitación de este criterio es que deja fuera los componentes funcional y físico, inherentes a la base económica- territorial, y que son los determinantes principales del proceso de urbanización (SEDESOL & CONAPO, 2012).

Por otra parte, el término urbanización se entiende como el proceso complejo por el cuál la ciudad crece o decrece, se modifica e influye en la salud de la población (Teixeira et al., 2008). De acuerdo a Unikel, Ruiz & Garza (2016), el proceso de urbanización se define por el incremento de la concentración de la población urbana en las ciudades con respecto a la población total. El concepto de urbanización remite siempre a la noción de ciudad, de la cual es inseparable, puesto que para que el primero ocurra en los términos en que ha sido definido anteriormente es necesaria la existencia de ciudades o urbes (SEDATU & CONAPO, 2018).

Otros términos que resultan útiles en el proceso de comprensión conceptual de la salud urbana son los propuestos por Teixeira et al. (2008), en primera instancia la desigualdad, definida como las diferencias sistemáticas entre grupos de población en términos de indicadores de salud; la inequidad, definida como desigualdades injustas y evitables; finalmente, vulnerabilidad, definida como la

capacidad diferenciada de individuos, grupos, clases de individuos o incluso regiones o lugares para gestionar riesgos, basados en sus posiciones en los mundos físico y social.

Por tanto, la salud urbana puede considerarse como una rama de la salud pública que estudia los factores de riesgo de las ciudades, sus efectos en la salud y las relaciones sociales urbanas (Teixeira et al., 2008). La salud de las poblaciones que viven en ambientes urbanos está en función de influencias globales, nacionales y locales, y de una red de determinantes interrelacionados (Figura 1.3).



Figura 1.3 Modelo conceptual para salud urbana

Fuente: Teixeira et al. (2008).

Otra definición más actual es la propuesta por Suárez (2017), donde la salud urbana comprende el estudio, identificación y monitoreo de la compleja determinación social de la salud en el espacio y la dinámica de las ciudades, con el fin de generar información y conocimiento para la toma de decisiones y el establecimiento de políticas públicas intersectoriales y participativas, que favorezcan la promoción de la salud, la disminución de las vulnerabilidades socio ambientales y defiendan la vida misma.

La Pan American Health Organization, en su sección de salud urbana, señala el rápido crecimiento de la población mundial que vive en áreas urbanas, por tanto, a nivel mundial, todo el crecimiento demográfico futuro se espera que ocurra en ciudades, así como que las tendencias de urbanización presentan tanto oportunidades para mejores resultados de salud "ventajas urbanas", como riesgos para la salud, daños sociales, económicos y ambientales de gran impacto.

2.2 Fundamento teórico metodológico

2.2.1 Análisis geográfico

En el pensamiento geográfico, y por consiguiente en sus cuestiones metodológicas y analíticas, siempre han convivido enfoques: Físico, Corológico, Paisajístico, Espacial, Ecológico y Social.

De acuerdo a Gómez (1994), el enfoque espacial y ecológico en los que recae el presente estudio, tienen en cuenta la localización y distribución de fenómenos en la superficie terrestre, el estudio de los lugares, las relaciones espaciales y la organización del espacio geográfico así como el análisis de los efectos espaciales del medio natural en los seres humanos, las relaciones entre los seres humanos y el medio geográfico, las interacciones entre fenómenos geográficos físicos y humanos, el sistema seres humanos - naturaleza, las interrelaciones que surgen en la superficie terrestre, y las relaciones entre diversos grupos humanos localizados en determinados territorios.

Para efecto de este estudio, los enfoques que se emplean son en primera instancia el espacial, ya que retoma elementos como la localización de las Zonas Metropolitanas de estudio con mayor número de población para el año 2015, la distribución de las enfermedades respiratorias y del Índice de calidad ambiental urbano en las Zonas Metropolitas de estudio y el enfoque ecológico mediante la relación de los indicadores epidemiológicos, ambientales, de población y físicos.

2.2.2 Geografía de la salud y análisis espacial

La Geografía de la salud es un área científica que integra temas de la Geografía Física (ejemplo Climatología Regional y Local) y temas de la Geografía Humana (ejemplo Urbanización, Demografía y Ordenación del Territorio), se constituye como un área del saber de comprensión global, preocupada con los problemas actuales y a diferentes escalas (Santana et al., 2014), es un espacio donde convergen o se cruzan fenómenos naturales, socioeconómicos, culturales y comportamentales, de gran relevancia en la explicación de los patrones de salud y enfermedad.

La Geografía de la salud, resume cuatro grandes líneas de estudios, con una finalidad descriptiva, explicativa, y de planificación: 1) Distribución de las enfermedades y su mapeo. 2) Patrones espaciales de mortalidad, enfermedad y salud; elaboración de atlas de mortalidad y enfermedades. 3) Difusión de las enfermedades en el tiempo y el espacio, predicción de procesos. 4) Análisis espacial de los sistemas de salud, equipamientos, servicios y su utilización (Olivera, 1993).

Para fines de la presente investigación, se toman en cuenta los siguientes aspectos en tres líneas de investigación de la Geografía de la salud, según líniquez & Barcellos (2003), de acuerdo a la línea de investigación sobre mortalidad y morbilidad se consideran los patrones de distribución de la morbilidad por enfermedades respiratorias, para el caso de la línea de investigación sobre medio ambiente en el estudio se toman en cuenta los factores físico-geográficos como son las emisiones por el contaminante criterio PM_{2.5} y el promedio de NDVI y finalmente respecto a la línea de investigación sobre condicionantes socioeconómicos se toma en cuenta la densidad de población (Figura 1.4).

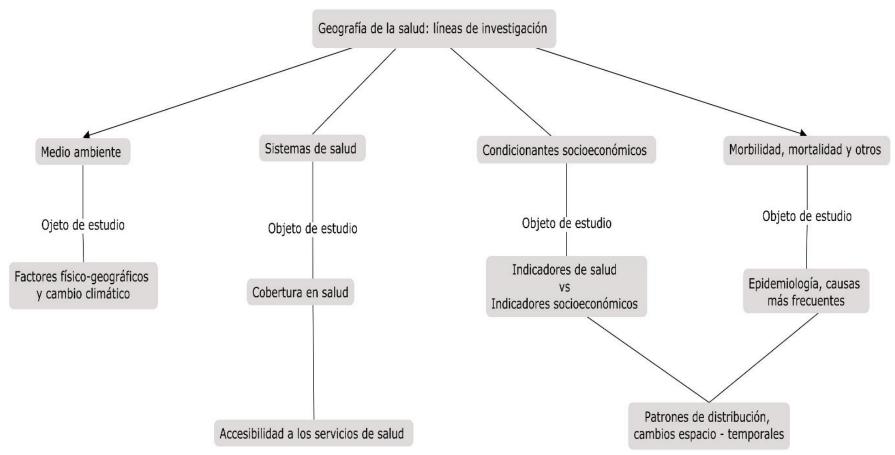


Figura 1.4 Geografía de la salud: Líneas de investigación

Fuente: elaboración propia con base en Íñiguez y Barcellos (2003).

El enfoque geotecnológico, para algunos autores considerado como el nuevo paradigma geográfico, se ha dejado sentir con fuerza en el ámbito de la Geografía de la Salud, en especial en el empleo de los SIG. En la actualidad se estima que cerca de un 80% de las necesidades de información de quienes toman decisiones y definen políticas en los gobiernos están relacionadas con una ubicación geográfica (Ramírez, 2010).

Es por lo que el uso de los SIG y en especial del análisis espacial como herramientas que se utilizan para mostrar la especialización de los datos sanitarios, se convierten en un apoyo fundamental para la planificación, programación y evaluación de actividades e intervenciones del sector salud con el objeto de fortalecer la gestión de los servicios de salud.

Al respecto, Buzai (2015b) señala que la salud humana y los servicios sanitarios conforman actualmente una de las relaciones más dinámicas de los estudios de la dimensión espacial en un campo de gran sensibilidad social donde la Geografía presenta importantes aptitudes para su estudio. El espacio geográfico es un nivel focal en el que se combinan ciencia, metodología y tecnología para el abordaje espacial de las enfermedades que afectan a la población.

2.2.3 Método de análisis geoestadístico y espacial

El análisis de componentes principales es una técnica del análisis multivariante, se considera el primer paso para el uso de técnicas más complejas como el análisis factorial y el análisis de clúster. Se utiliza para reducir el número de variables de una muestra a un pequeño número de índices o componentes principales, que no son sino combinaciones lineales de las variables originales. El análisis de componentes principales, así como las otras técnicas de análisis multivariante, se basa en la teoría de que un conjunto de variables originales referidas a un número elevado de casos puede ser convertido en otro u otros conjuntos más reducidos de variables (componentes, factores y grupos) que son combinaciones lineales de las primeras (Higueras, 2003).

Si se dispone de un conjunto de variables referidas a características particulares de un hecho, es posible encontrar una "dimensión" o "característica nueva" del hecho mediante la combinación de algunas de aquellas variables. La nueva dimensión se expresa por un componente o factor que resume de alguna manera el conjunto de características aportadas por las variables. El análisis de componentes principales trata de encontrar la porción de variabilidad o varianza explicada por la combinación de las variables que constituyen el componente o factor (Higueras, 2003).

Referente a la herramienta de análisis espacial "estadísticas zonales", calcula una estadística para cada zona definida por un dataset de zonas, en base a los valores de otro dataset (un ráster de valores). Se calcula un valor de salid simple para cada zona en el dataset de zonas de entrada. La herramienta de estadísticas zonales como tabla calcula todo, un subconjunto de estadísticas o una estadística simple que sea válida para la entrada específica, pero devuelve el resultado como una tabla en lugar de un ráster de salida. Es decir, resume los valores de un ráster dentro de las zonas de otro dataset e informa los resultados en una tabla (ESRI, 2021).

Una zona son todas las celdas en un ráster que tienen el mismo valor, sean o no contiguas. La capa de zonas de entrada define la forma, los valores y las ubicaciones de las zonas. Para definir las zonas se especifica un campo de entero en la entrada de zonas, también se puede utilizar un campo de cadena de caracteres. Tanto los rásteres como los datsets de entidades se pueden utilizar como el dataset de zonas. El ráster de valores de entrada contiene los valores de entrada que se utilizan para calcular la estadística de salida para cada zona (ESRI, 2021).

Las estadísticas calculadas mediante la herramienta de estadísticas zonales de acuerdo a ESRI (2021), son las siguientes y estas pueden variar de acuerdo con la versión del software Arcgis:

- a. *Count:* permite obtener el recuento total de los pixeles que se encuentran dentro de una zona.
- b. Area: calcula la extensión territorial de las unidades de análisis (zonas).

- c. *Min*: permite obtener el valor mínimo de los valores de los pixeles por cada zona.
- d. *Max:* permite obtener el valor máximo de los valores de los pixeles por cada zona.
- e. *Rango:* permite obtener el rango (máximo y mínimo) de valores de los pixeles por cada zona.
- f. *Mean:* permite obtener el promedio de los valores de los pixeles por cada zona.
- g. *Std:* permite obtener la desviación estándar de los valores de los pixeles por cada zona.
- h. *Suma:* permite obtener la suma de los valores de los pixeles por cada zona.

2. <u>Capítulo: Metodología</u>

En el siguiente apartado se presenta la metodología, en primera instancia se plantea el universo de estudio y las características demográficas de cada zona metropolitana, en seguida se señala el tipo de estudio, así como las fuentes de las cuales se obtuvieron los datos para generar los indicadores seleccionados, posteriormente se presentan las características de cada indicador y finalmente el esquema metodológico y el proceso que se llevó a cabo para generar los resultados.

2.1 Universo de estudio

Para efecto de esta investigación, el universo de estudio se retoma a partir de la delimitación de Zonas Metropolitanas de México del año 2015, propuesta por la SEDATU, CONAPO e INEGI (2018). Se toman en cuenta las cinco Zonas Metropolitanas con mayor tamaño de población en el año 2015 e incremento quinquenal del período 2010-2015 (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1 México: Zonas Metropolitanas de estudio

Clave de Zona Metropolitana	Zona Metropolitana	Entidades de ubicación	
09.01	Zona Metropolitana del Valle de México	Ciudad de México, Estado de México e Hidalgo	
14.01	Zona Metropolitana de Guadalajara	Jalisco	
19.01	Zona Metropolitana de Monterrey	Nuevo León	
21.01	Zona Metropolitana de Puebla Tlaxcala	Puebla y Tlaxcala	
15.02	Zona Metropolitana de Toluca	Estado de México	

Fuente: elaboración propia (2021).

En relación a la ubicación geográfica de las Zonas Metropolitanas de estudio, la Zona Metropolitana del Valle de México se encuentra conurbada con la Zona Metropolitana de Toluca y la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala y se ubican al centro del país, la Zona Metropolitana de Guadalajara se ubica al occidente de la República Mexicana y por último la Zona Metropolitana de Monterrey se ubica al Norte de México (Figura 2.1).

Estados Unidos de América ZM de Monterrey Baja California Sonora Chihuahua Coahuila de Zaragoza ZM de Toluca, Valle de México y Puebla-Tlaxcala Nuevo León Durango ZM de Guadalajara Tamaulipas Zacatecas Golfo de México Querétaro Quintana Roo Campeche Océano Pacífico Morelos Puebla Tabasco Mar Caribe Guerrero Oaxaca Chiapas Guatemala 300,000 Autor: Ronald Sánchez Carrillo Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Urbano Nacional (2018). Sources: Esri, USGS, NOAA

Figura 2.1 México. Ubicación: Zonas Metropolitanas de estudio, 2015

2800000

2000000

1200000

Respecto al tamaño de población para el año 2015, la Zona Metropolitana del Valle de México ocupó la primera posición con un total de 20,892,724 habitantes, le sigue la Zona Metropolitana de Monterrey con un total de 4,226,031 habitantes, posteriormente la Zona Metropolitana de Guadalajara con un total de 4,521,755 habitantes, después la Zona Metropolitana de Puebla Tlaxcala con un total de 2,941,988 habitantes y por último la Zona Metropolitana de Toluca con un total de 2,202,886 habitantes (Cuadro 2.2).

De acuerdo al incremento quinquenal de la población del período 2010-2015, la Zona Metropolitana del Valle de México registró el valor más alto con un total de 775,882 habitantes, le sigue la Zona Metropolitana de Monterrey con un total de 463,570 habitantes, posteriormente la Zona Metropolitana de Guadalajara con un total de 365,628 habitantes, después la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala con un total de 213,198 habitantes y por último la Zona Metropolitana de Toluca con un total de 188,795 habitantes (Cuadro 2.2)

Cuadro 2.2 Población total e incremento quinquenal de las Zonas Metropolitanas con mayor número de población, 2010-2015

	Zona	Población	Población	Incremento quinquenal
Jerarquía	Metropolitana	2010	2015	2010-2015
1	Valle de México	20,116,842	20,892,724	775,882
2	Monterrey	4,226,031	4,689,601	463,570
3	Guadalajara	4,521,755	4,887,383	365,628
4	Puebla-Tlaxcala	2,728,790	2,941,988	213,198
5	Toluca	2,014,091	2,202,886	188,795

Fuente: Elaboración propia con base en SEDATU, CONAPO e INEGI (2018).

Las Zonas Metropolitanas se clasifican por rango de habitantes de acuerdo a SEDATU, CONAPO e INEGI (2018):

En el rango de 5,000,000 o más habitantes se encuentra una Zona Metropolitana, para el año 2000 contó con un total de 8,253,487 habitantes, para el año 2010 un total de 18,396,677 habitantes y para el año 2015 un total de 20,892,724 habitantes; en el rango de 1,000,000 a 4,999, 999 habitantes se encuentran 12 Zonas Metropolitanas, para el año 2000 registraron un total de 19,315,618 habitantes, para el 2010 un total de 19,315,618 habitantes y en el año 2015 un total de 25,734,673 habitantes; en el rango de 500,000 a 999,999 habitantes se encuentran 23 Zonas Metropolitanas, para el año 2000 registraron

un total de 13,518,523 habitantes, para el año 2010 un total de 16,521,500 habitantes y para el año 2015 un total de 17,892,903 habitantes, por último en el rango de menos de 500,000 habitantes se encuentran 38 Zonas Metropolitana que para el año 2000 registraron un total de 8,253,487 habitantes, para el año 2010 un total de 9,859,270 y para el año 2015 un total de 10,562,158 habitantes (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3 México: Número de Zonas Metropolitanas por rango de habitantes y población total 2000, 2010 y 2015

Rango de habitantes	Zonas	Población total		
	Metropolitanas			
		2000	2010	2015
5,000,000 o más.	1	8,253,487	18,396,677	20,892,724
1,000,000 a 4,999, 999	12	19,315,618	23,667,610	25,734,673
500,000 a 999,999	23	13,518,523	16,521,500	17,892,903
Menos de 500,000	38	8,253,487	9,859,270	10,562,158

Fuente: Elaboración propia con base en SEDATU, CONAPO e INEGI (2018).

De acuerdo a las Zonas Metropolitanas de estudio, Valle de México se encuentra en el rango de 5,000,000 o más habitantes, la tasa de incremento promedio anual en este rango de habitantes para el período 2000-2010 fue de 0.9 y para el período 2010-2015 fue de 0.8. Monterrey, Guadalajara, Puebla- Tlaxcala y Toluca se encuentran en el rango de 1,000,000 a 4,999,999 de habitantes, la tasa de incremento promedio anual en este rango de habitantes para el período 2000-2010 fue de 2.0 y para el período 2010-2015 fue de 1.8 (Figura 2.2).

1.8
1.7
1.5
1.5
0.8
1
0.5
0
5,000,000 o más. 1,000,000 a 4,999,999 500,000
2000-2010
2000-2010
2000-2010
2010-2015

Figura 2.2 Tasa de incremento promedio anual por rango de habitantes

Fuente: Elaboración propia con base en SEDATU, CONAPO e INEGI (2018).

2.2 Caracterización del universo de estudio

2.2.1 Zona Metropolitana del Valle de México

La Zona Metropolitana del Valle de México está formada por la Ciudad de México con sus 16 alcaldías y por 60 municipios conurbados, uno de ellos en el estado de Hidalgo y los restantes en el estado de México (Anexo 1). De acuerdo a la proporción de localidades urbanas y rurales, , registró un total de 298 localidades urbanas y 628 rurales, para el año 2015 (Figura 2.3).

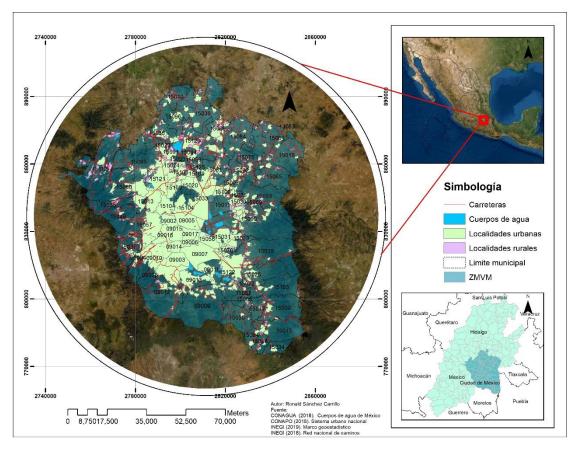


Figura 2.3 Zona Metropolitana del Valle de México, 2015

La industria en el Valle de México se concentra en servicios de alto valor agregado, especialmente en servicios financieros y de seguros; además, las áreas de comunicaciones y transportes, bienes raíces y servicios empresariales representan un porcentaje relativamente alto de empleo (OECD, 2015).

De acuerdo al aspecto demográfico, se posiciona en el primer lugar de acuerdo a las Zonas Metropolitanas con mayor número de población para el año 2015 e incremento quinquenal. De acuerdo a la tasa de incremento promedio anual en

los periodos de 2000 a 2010 y de 2010 a 2015 presentó una tasa menor al resto de las Zonas Metropolitanas de estudio.

Entre los principales factores fisiográficos y climáticos, pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, su sistema de topoformas se integra por llanuras, lomeríos, mesetas, sierras y valles. El clima que predomina en esta área geográfica es el templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano, de verano fresco largo y con poca oscilación térmica Cb(w1)(w)(i')g.

2.2.2 Zona Metropolitana de Guadalajara

La Zona Metropolitana de Guadalajara, es el área geográfica formada por 10 municipios pertenencientes al estado de Jalisco (Anexo 1). De acuerdo a la proporción de localidades urbanas y rurales, registró un total de 64 localidades urbanas y 205 rurales para el año 2015 (Figura 2.4).

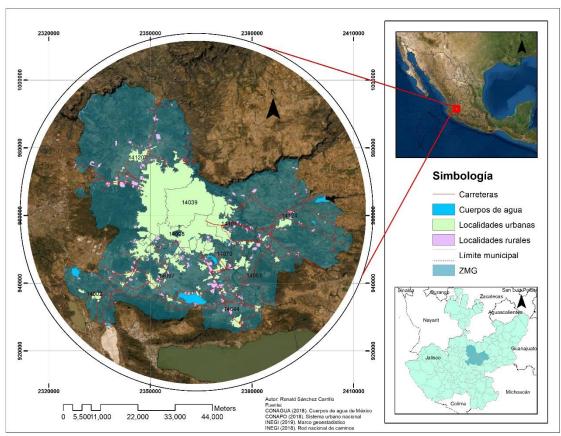


Figura 2.4 Zona Metropolitana de Guadalajara, 2015

La Zona Metropolitana de Guadalajara, se ha constituido como eje de la economía regional de occidente por su alta concentración y crecimiento del sector industrial. El cambio en los años recientes a la actividad manufacturera generó diversificación en empleos industriales y crecimiento en actividades del

sector terciario, principalmente comercial, de servicios financieros, aseguradoras, telecomunicaciones, informáticas y transporte (Montaño, Vieyra & Rodríguez, 2011). Las principales actividades económicas recaen en la industria manufacturera, ganadería, el comercio y los servicios.

De acuerdo al aspecto demográfico, se ubica en el segundo lugar de acuerdo a las Zonas Metropolitanas con mayor número de población en el año 2015 y en tercer lugar de acuerdo al incremento quinquenal. De acuerdo a la tasa de incremento promedio anual en los periodos de 2000 a 2010 y de 2010 a 2015, en ambos presentó una tasa superior a la Zona Metropolitana del Valle de México e igual al resto de las Zonas Metropolitanas de estudio.

Entre los principales factores fisiográficos y climáticos, pertenece a las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico y una parte de su territorio a la Sierra Madre Occidental, su sistema de topoformas se integra por cañones, depresiones, llanuras, lomeríos, mesetas, sierras y Valles. El clima que predomina en esta área geográfica es el semicálido (templado), subhúmedo con régimen de lluvias en verano, con verano cálido y oscilación térmica extremosa (A)Ca(w1)(w)(e)g.

2.2.3 Zona Metropolitana de Monterrey

La Zona Metropolitana de Monterrey está formada por el municipio de Monterrey, su municipio homónimo y 12 municipios más del estado de Nuevo León (Anexo 1). De acuerdo a la proporción de localidades urbanas y rurales, la Zona Metropolitana de Monterrey, registró para el año 2015 un total de 46 localidades urbanas y 325 rurales (Figura 2.5).

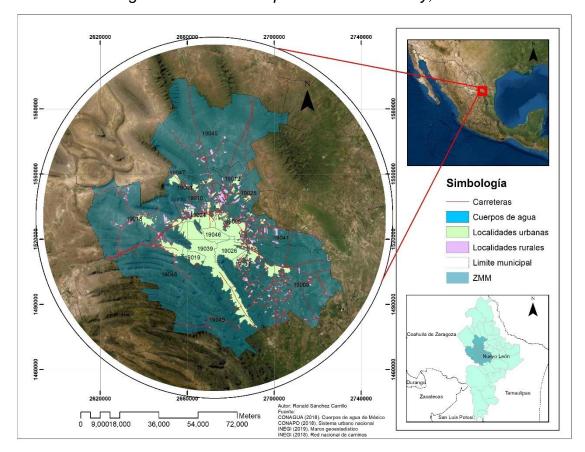


Figura 2.5 Zona Metropolitana de Monterrey, 2015

En relación a la vocación económica, la Zona Metropolitana de Monterrey cuenta con especialización industrial, así como emergentes actividades financieras y profesionales (cuaternarias) y de informática y de comunicaciones (quinarias) (Garza, 1998).

De acuerdo al aspecto demográfico, se ubica en el tercer lugar de acuerdo a las Zonas Metropolitanas con mayor número de población en el año 2015 y en segundo lugar de acuerdo al incremento quinquenal. En relación a la tasa de incremento promedio anual en los periodos de 2000 a 2010 y de 2010 a 2015, en ambos presentó una tasa mayor a la Zona Metropolitana del Valle de México e igual al resto de las Zonas Metropolitanas de estudio.

Entre los principales factores fisiográficos y climáticos, pertenece a las provincias fisiográficas de la Llanura Costera del Golfo Norte, la Sierra Madre Oriental, así como una parte de su territorio a las Grandes Llanuras de Norte América, su sistema de topoformas se integra por bajadas, llanuras, lomeríos, sierras y valles. El clima que predomina en esta área geográfica es el semicálido (templado),

subhúmedo con régimen de lluvias entre verano e invierno, con verano cálido y oscilación térmica muy extremosa (A)Ca(x')(w0)(e')w".

2.2.4 Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala

La Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala, se ubica en el centro del estado de Puebla con 19 municipios pertenecientes a esta entidad y en el sur del estado de Tlaxcala con 20 municipios de esta entidad (Anexo 1). De acuerdo a la proporción de localidades urbanas y rurales, registró un total de 108 localidades urbanas y 228 rurales para el año 2015 (Figura 2.6).

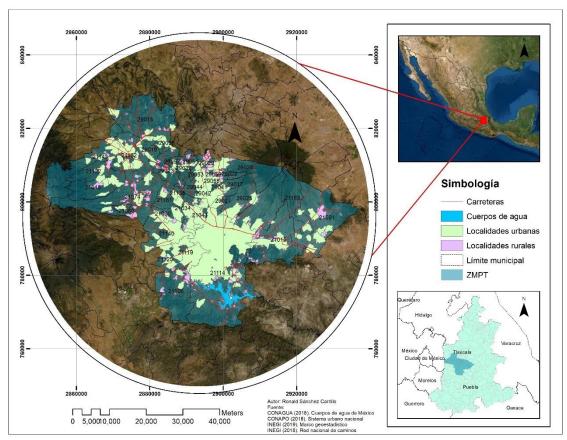


Figura 2.6 Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala, 2015

Los sectores estratégicos en economía más importantes dentro de esta Zona Metropolitana son el automotriz y autopartes, metalmecánica, química, plásticos, textil y confección, agroindustria, minería y tecnologías de información (Secretaría de Economía, 2010).

De acuerdo al aspecto demográfico, se ubica en el cuarto lugar de acuerdo a las Zonas Metropolitanas con mayor número de población en el año 2015 e incremento quinquenal. De acuerdo a la tasa de incremento promedio anual en

los periodos de 2000 a 2010 y de 2010 a 2015, en ambos presentó una tasa mayor a la Zona Metropolitana del Valle de México e igual al resto de las Zonas Metropolitanas de estudio.

Entre los principales factores fisiográficos y climáticos, pertenece a la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, su sistema de topoformas se integra por llanuras, lomeríos, mesetas y sierras. El clima que predomina en esta área geográfica es el templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, de verano fresco largo, con poca oscilación térmica Cb(w1)(w)(i')gw".

2.2.5 Zona Metropolitana de Toluca

La Zona Metropolitana de Toluca, se ubica en el estado de México y se integra por 15 municipios de esta entidad (Anexo 1). De acuerdo a la proporción de localidades urbanas y rurales, registró un total de 126 localidades urbanas y 369 rurales, para el año 2015 (Figura 2.7).

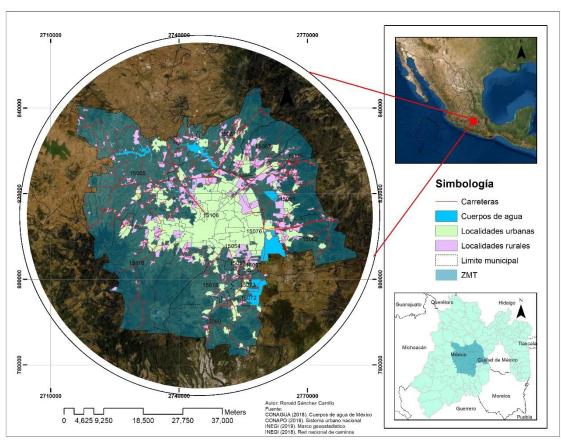


Figura 2.7 Zona Metropolitana de Toluca, 2015

La economía de la Zona Metropolitana de Toluca está sustentada por las actividades de la industria como factor estratégico de crecimiento económico, el comercio y los servicios que han generado terciarización de la economía y el sector agropecuario (H. Ayuntamiento de Toluca, 2019).

De acuerdo al aspecto demográfico, se ubica en el quinto lugar de acuerdo a las Zonas Metropolitanas con mayor número de población en el año 2015 e incremento quinquenal. De acuerdo a la tasa de incremento promedio anual en los periodos de 2000 a 2010 y de 2010 a 2015, en ambos periodos presentó una tasa mayor a la Zona Metropolitana del Valle de México e igual al resto de las Zonas Metropolitanas de estudio.

Entre los principales factores fisiográficos y climáticos, pertenece al eje Neovolcánico, su sistema de topoformas se integra por llanuras, lomeríos, valles y Sierras. El clima que predomina en esta área geográfica es el templado subhúmedo con régimen de lluvias de verano, de verano fresco largo y con poca oscilación térmica Cb(w2)(w)(i')g.

2.3 Tipo de estudio y fuentes de información

Este estudio es de tipo transversal y cuantitativo debido a que utiliza la recolección y procesamiento de datos de las cuatro dimensiones (epidemiológica, ambiental, poblacional y física) de un solo año de estudio.

Las principales fuentes de información de donde se obtuvieron los datos de cada dimensión para el año 2015, son las siguientes:

1. Los datos epidemiológicos sobre los egresos hospitalarios por enfermedades respiratorias para obtener el indicador de morbilidad por enfermedades respiratorias se descargaron del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), a través de los cubos dinámicos, en el siguiente link:

https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/direccion-general-de-informacion-ensalud-dgis

2. Los datos de población para obtener el indicador de morbilidad por enfermedades respiratorias y la densidad de población se descargaron de la Encuesta Intercensal 2015, en el siguiente link:

https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/

3. Los datos ambientales para obtener el indicador de calidad del aire mediante el contaminante criterio PM_{2.5} , se descargaron del Inventario Nacional de Emisiones de México, en el siguiente link:

https://www.gob.mx/semarnat/documentos/documentos-del-inventario-nacional-de-emisiones

4. Para obtener el indicador físico de cobertura de vegetación se descargaron imágenes Landsat 8 OLI de la plataforma del Servicio Geológico de los Estados Unidos, en el siguiente link:

https://earthexplorer.usgs.gov/

2.4 Variables e indicadores de estudio

En el siguiente apartado, se señala el desarrollo de los indicadores seleccionados en el estudio, mediante tablas metodológicas de cada dimensión (epidemiológica, ambiental, poblacional y física), que contienen características del indicador, tales como: una definición breve, justificación, la unidad de medida, el método de cálculo, la periodicidad, limitaciones y la fuente de información (Cuadros 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7).

Al final del apartado se muestra la representación espacial de cada indicador de estudio, el índice de calidad ambiental urbano obtenido mediante el método de análisis multivariante y el esquema metodológico de la investigación, donde se representa gráficamente el flujo de trabajo, en cuatro etapas: Definición del universo de estudio e insumos, datos de entrada, procedimientos y datos de salida (Figuras 2.8 y 2.9).

Cuadro 2.4 Indicadores de estudio. Dimensión epidemiológica

Nombre	Morbilidad por enfermedades respiratorias			
Definición breve	Este indicador muestra la distribución espacial de la tasa de morbilidad por enfermedades respiratorias en las Zonas Metropolitanas de estudio.			
Justificación	De acuerdo a la SUIVE & DGE (2015), para el año 2015, la primera causa de enfermedad nacional es la relacionada con las infecciones respiratorias agudas.			
Unidad de medida	Tasa			
Método de cálculo	Para poder calcular dicho indicador se realizó la fórmula propuesta por Olivera (1993), tomando en cuenta el total de egresos hospitalarios por enfermedades respiratorias entre el total de población registrados en el año 2015 por cada 100 mil habitantes.			
	$TMER = \frac{EgreER}{Pobtot} \times 100,000$			
	Donde:			
	EgreER= Egresos por enfermedades respiratorias Pobtot= Población total			
Periodicidad	Anual			
Limitaciones del	El indicador se calculó tomando en cuenta los			
indicador	egresos hospitalarios por enfermedades			
	respiratorias de acuerdo a la clasificación			
	Internacional de Enfermedades CIE-10 agudas,			
	crónicas, infecciosas y no infecciosas (JJ00-JJ99),			
	debido a que el número de pacientes enfermos			
	registrados por enfermedades respiratorias crónicas no era significativo.			
Fuentes de datos	DGIS (2015) e INEGI (2015)			
Eventer alsh				

Cuadro 2.5 Indicadores de estudio. Dimensión ambiental

Nombre	Emisiones del contaminante criterio PM2.5		
Definición breve	Este indicador muestra la distribución espacial del		
	porcentaje de emisiones PM 2.5 en toneladas anuales		
	en las Zonas Metropolitanas de estudio.		
Justificación	La contaminación del aire es comúnmente mayor en las		
	regiones industriales y más densamente pobladas		
	(Begg et al., 2007), con la mayor proporción de		
	contaminación del aire urbano procedente del tráfico		
	rodado, que a su vez causa ramificaciones adversas		
	para la salud respiratoria (Saravia et al., 2013).		
Unidad de medida	Porcentaje		
Método de cálculo	En relación a este indicador, se obtuvo la suma de		
	emisiones de las fuentes fijas, de área y móviles y se		
	calculó el porcentaje de las emisiones por fuentes fijas		
	respecto al total de emisiones registradas en el año 2015		
	en las Zonas Metropolitanas de estudio.		
	$\%\text{emi} = \frac{\text{emi} * 100}{Totemi}$		
	Totemi		
	Elaboración propia (2021)		
	Donde:		
	Emi= emisiones fijas (ton/anual)		
	Totemi= Total de emisiones (ton/anual)		
Periodicidad	Anual		
Limitaciones del	No se tomaron en cuenta condiciones meteorológicas,		
indicador	topografía del terreno, entre otras, para entender el		
	comportamiento del contaminante y cómo evoluciona.		
Fuentes de datos	SEMARNAT (2019).		
	alabaración propia con baca en la CERAL (2000)		

Cuadro 2.6 Indicadores de estudio. Dimensión poblacional

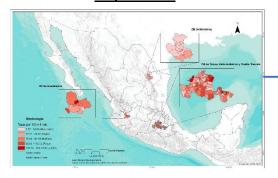
Nombre	Densidad de población			
Definición breve	Este indicador muestra la relación del número de			
	habitantes en unidad de superficie.			
Justificación	Sirve para conocer qué tan concentrada o dispersa se			
	encuentra la población. Se define como el número de			
	residentes por unidad de área (Parkes, Kearns, &			
	Atkinson, 2002). Se busca la relación que hay entre la			
	cantidad de personas que viven en un lugar y la			
	extensión del espacio que habitan (INEGI, 2020).			
Unidad de medida	Densidad			
Método de cálculo	Para el cálculo de este indicador se divide la			
	población total entre la superficie en km² (INEGI,			
	2020), de las Zonas Metropolitanas de estudio.			
	$DenPob = \frac{Pobtot}{Sup}$			
	Sup			
	Donde:			
	Pobtot= Población total Sup= Superficie en km²			
	oup superficie cit kill			
Periodicidad	Anual			
	El resultado del cálculo del indicador revela la			
indicador	distribución espacial de un número de habitantes en			
	una unidad de superficie, sin embargo, esta			
	distribución es homogénea en el territorio, es decir			
	no se toma en cuenta la fisiografía del terreno para			
	esa distribución espacial de la población.			
	INEGI (2015).			
Fuentes de datos	INLOI (2013).			

Cuadro 2.7 Indicadores de estudio. Dimensión física

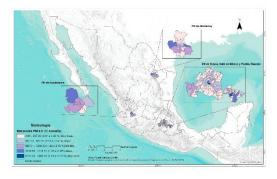
Nombre	Promedio de NDVI (Índice de Vegetación				
	Normalizado)				
Definición breve	Este indicador muestra la proporción del territorio que				
	se encuentra cubierto por vegetación de las Zonas				
	Metropolitanas de estudio.				
Justificación	La cubierta verde urbana es una de las principales				
	razones de amenidad, ya que puede facilitar el flujo de				
	aire y temperatura en las zonas urbanas (Gómez, Gil, & Jabaloyes, 2004).				
Unidad de medida	Promedio				
Método de cálculo	Para este indicador se realizó un mosaico de escenas				
	Landsat 8 OLI que cubrieron la unidad de análisis,				
	posteriormente se realizó el tratamiento digital y				
	finalmente el calculó del índice mediante la fórmula				
	propuesta por Tucker & Sellers (1986), restando la banda				
	5 menos la banda 4 dividiendo el resultado entre el				
	resultado de la suma de la banda 5 más la banda 4.				
	NID DED				
	$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$				
	2.2.2				
	Donde:				
	NIR= banda 5 (infrarrojo cercano)				
	RED= banda 4				
Periodicidad	Mensual (imágenes del año 2015)				
Limitaciones del	El cálculo del indicador no distingue entre tipos de				
indicador	vegetación.				
Fuentes de datos	USGS (2021).				

Figura 2.8 Representación espacial de los indicadores de estudio e Índice de calidad ambiental urbano

<u>Morbilidad por enfermedades</u> <u>respiratorias</u>



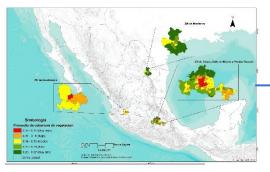
Emisiones del contaminante criterio PM_{2.5}



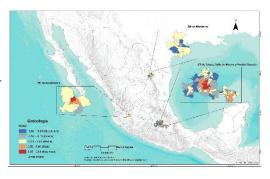
Densidad de población



Promedio de NDVI



Índice de calidad ambiental urbano



Fuente: Elaboración propia (2021).

Obtención de los datos Morbilidad por enfermedades Definición del universo de estudio e insumos Vector Egresos hospitalarios respiratorias por enfermedades Cálculo de las tasas respiratorias Población total Estandarización Emisiones del contaminante Vector criterioPM 2.5 Densidad de población Vector Emisiones por tipo de Tablas personalizadas fuente (fijas, de área y Cálculo del porcentaje móviles) Definición de rangos Promedio de NDVI Vector Calculó de superficie en Km² Población total Base de datos geoespacial Cálculo de la densidad Superficie de población Construcción del Método geoestadístico mosaico Zonal Statistics as (Componentes principales) Imágenes Landsat 8 Table Procesamiento digital Cálculo del NDVI Resultados (Cartografía y cuadros, gráficas) Raster **Datos de Entada Procedimientos** Salida

Figura 2.9 Esquema metodológico de investigación

2.6 Procesos y etapas

2.6.1 La primera etapa consistió en la revisión de literatura como revistas, tesis, libros, artículos, entre otros documentos para la elaboración del capítulo del marco de referencia y el capítulo de marco teórico con la finalidad de fundamentar el trabajo de investigación.

2.6.2 En la segunda etapa se definió el universo de estudio, se obtuvieron los insumos y la información para las cuatro dimensiones que engloba el estudio: epidemiológica, ambiental, poblacional y física. Así como los cálculos de los indicadores seleccionados.

En relación a la dimensión epidemiológica se descargaron los datos de egresos hospitalarios por enfermedades respiratorias agudas, crónicas, infecciosas y no infecciosas (JJ00-JJ99), del Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), tomando en cuenta la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas relacionados con la Salud CIE-10. Consecutivamente se descargaron los datos del total de población de la Encuesta Intercensal 2015, ambas variables del año 2015. Posteriormente se calcularon las tasas de morbilidad por cada 100 mil habitantes y se procedieron a estandarizar.

Respecto a la dimensión ambiental, se trabajó con la base de datos del Inventario Nacional de Emisiones de México del año 2016, en primera instancia, se realizó un análisis exploratorio para conocer la estructura y disponibilidad de los datos para el universo de estudio, posteriormente se eligió el contaminante criterio PM_{2.5}, tomando en cuenta literatura especializada relacionada a la calidad del aire y enfermedades respiratorias, el siguiente paso fue seleccionar las fuentes de emisiones (fijas, de área y móviles) para generar la base de datos con las cinco Zonas Metropolitanas de estudio.

Fuentes fijas: incluyen a las industrias del petróleo y petroquímica, química (incluye plásticos), producción de pinturas y esmaltes, metalúrgica y siderúrgica, automotriz, celulosa y papel, cemento y cal, asbesto, vidrio, alimentos y bebidas, textil, madera, generación de energía eléctrica, residuos peligrosos, hospitales y producción de asfalto, entre otras.

Fuentes de área: incluyen combustión agrícola y doméstica, artes gráficas, asfaltado, lavado en seco, pintado automotriz, pintura para señalización vial, recubrimiento de superficies, uso doméstico de solventes, limpieza de superficies industriales, manejo y distribución de gas licuado de petróleo, gasolinas y diesel, actividades de construcción, asados al carbón, panificación, aplicación de fertilizantes y plaguicidas, corrales de engorda, ganaderas de amoniaco, labranza, aguas residuales, incendios de construcciones, incendios forestales, emisiones domésticas de amoniaco, esterilización de material hospitalario, cruces fronterizos, terminales de autobuses y quemas agrícolas.

Fuentes móviles carreteras: incluyen autos particulares (tipo sedán), camionetas Pick-up, vehículos privados y comerciales, autobuses de transporte urbano, tractocamiones, taxis, camionetas de transporte público de pasajeros y motocicletas.

Fuentes móviles no carreteras: incluyen aviación, equipo básico en aeropuertos, embarcaciones marinas, locomotoras de arrastre, locomotoras de patio, maquinaria de uso agropecuario y para construcción.

Es importante mencionar, que las fuentes de emisiones naturales no se tomaron en cuenta, debido a que la base de datos de dicho año no contiene información relacionada con el tipo de fuente de emisión.

Por último, se obtuvo la tabla personalizada mediante el software IBM SPSS, para realizar la sumatoria y calcular los porcentajes de las emisiones por PM_{2.5} de las Zonas Metropolitanas de estudio.

En cuanto la dimensión poblacional, se descargaron los datos de población total del año 2015, a partir de la Encuesta Intercensal, posteriormente se calculó la superficie en km² con la herramienta *calculate geometry* y *field calculator* en el software Arcgis 10.5, con las dos variables obtenidas, se realizó el cálculo de la densidad de población en este mismo software.

Para la dimensión física, se descargaron imágenes landsat 8 considerando la no nubosidad y la disponibilidad en la plataforma del Servicio Geológico de los Estados Unidos, por sus siglas en inglés USGS, de tal forma que para el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México se descargaron imágenes de los

días 14-08-2015 y 20-12-2015, para la Zona Metropolitana de Guadalajara del 08-02-2015, para la Zona Metropolitana de Monterrey del 28-08-2015, para la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala de los días 27-01-2015 y 20-12-2015 y para la Zona Metropolitana de Toluca de los días 20-12-2015 y 25-11-2015.

Posteriormente, se procedió a realizar los mosaicos de las imágenes para las Zonas Metropolitanas del Valle de México, Puebla- Tlaxcala y Toluca, se efectuó el tratamiento digital mediante la corrección geométrica y atmosférica, en seguida se realizó el recorte de los mosaicos y por último el cálculo del Índice de Vegetación Normalizado NDVI por cada una de las Zonas Metropolitanas de estudio (Figura 2.10).

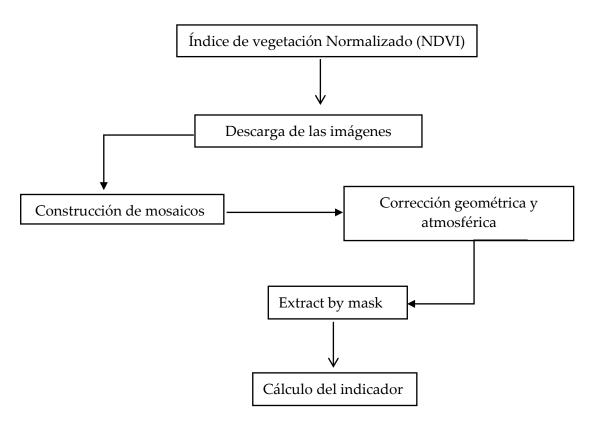


Figura 2.10 Procedimiento para el cálculo del NDVI

Fuente: elaboración propia (2021).

2.6.3 La tercera etapa consistió en integrar los cuatro indicadores en una base de datos georreferenciada

Para el caso del Índice de Vegetación Normalizado, se utilizó la herramienta de análisis espacial *Zonal Statistics as Table* del softaware Arcgis 10.5, para obtener el promedio de NDVI. El paso siguiente fue integrar los indicadores a una base de datos georreferenciada de las 159 unidades espaciales (alcaldías y municipios), que conforman las cinco Zonas Metropolitanas de estudio.

2.6.4 La cuarta etapa consistió en aplicar análisis factorial con el método de componentes principales.

El método considerado en esta investigación es el análisis factorial con el método de componentes principales, que consiste en la reducción de factores tomando en cuenta los valores normalizados o estandarizados de cada indicador, que permite reducir el conjunto de indicadores de las cuatro dimensiones analizadas en un solo, que para efecto de este estudio se le denomina Índice de calidad ambiental urbano.

Para la validación del Índice de calidad ambiental urbano, se utilizó la varianza total explicada del porcentaje acumulado en el segundo componente, al respecto Cadena (2020), menciona que la varianza total explicada del porcentaje acumulado en el segundo componente debe ser mayor a 50% para que pueda ser validado el índice. De acuerdo con Bernal, Martínez & Sánchez (2004), el criterio más utilizado es el de observar el porcentaje de varianza total explicada por cada componente o factor, y cuando éste llega a un porcentaje acumulado considerado alto normalmente cerca del ochenta por ciento, significa que el número de factores es suficiente. Es importante mencionar que este criterio puede variar de acuerdo con cada autor.

A continuación, se describen los pasos que se llevaron a cabo a través del método de análisis de componentes principales en el software IBM SPSS Statistics Editor de datos para obtener el factor-1, que para efectos de esta investigación es el Índice de calidad ambiental urbano.

En primera instancia se cargó la base de datos integral de la Zonas Metropolitanas de estudio, se abrió la vista de variables y se verificó que las

variables a analizar se encontrarán documentadas. Posteriormente se transformó la base de datos en una matriz de datos geográficos reales, se estandarizaron u homogeneizaron los valores absolutos de las variables, mediante estadísticos descriptivos, ya que las unidades de medida y las escalas de los valores de las variables son diferentes.

La estandarización consiste en substituir la base de datos integral por otra equivalente, para lo cual se aplicó la fórmula:

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{Sd}$$

Donde:

x = Valor de la variable

 $\bar{x} = \text{Promedio}$

Sd = Desviación estándar

es decir, valor de la variable menos su media, dividido por la desviación estándar.

El siguiente paso correspondió a iniciar con el análisis factorial, trasladando las variables estandarizadas, con el objetivo de calcular a partir de la matriz estandarizada la matriz de correlaciones; es decir, la matriz que recoge los coeficientes de correlación de cada variable con todas la demás. Posteriormente se seleccionó el método de componentes principales mediante el análisis de la matriz de covarianzas extrayendo solamente un factor. En seguida se aplicó el método de rotación varimax y por último en las puntuaciones factoriales se guardaron las variables con el método de regresión.

2.6.5 La quinta etapa consistió en la representación espacial de los indicadores de las cuatro dimensiones de estudio y del Índice de calidad ambiental urbano

Una vez obtenidos los cálculos de los indicadores y los resultados del análisis factorial (factor- 1), estos fueron exportados a Arcgis 10.5 en el que se generó la cartografía, clasificando cada uno de estos, en cinco rangos mediante el método de *natural breaks*.

Para el Indicador de morbilidad por enfermedades respiratorias se clasifico en: muy bajas, bajas, medias, altas y muy altas. En el caso de las emisiones por el contaminante criterio PM_{2.5}, se clasifico en: muy bajas, bajas, medias, altas y muy

altas. Para la densidad de población, se clasifico en: muy baja, baja, media, alta y muy alta. En el caso del promedio de NDVI se clasifico en: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo). Por último, el Índice de calidad ambiental urbano se clasifico en: Muy buena, Buena, Regular, deficiente y muy deficiente.

Es importante mencionar, que el Índice propuesto en el presente estudio, integra datos retomados del sistema Nacional de Información en salud (SINAIS), de la Encuesta Intercensal (INEGI), del Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM); es decir, los datos se retomaron de bases de datos de acceso libre, así como datos generados a partir de imágenes de satélites para el caso del promedio de NDVI, por tanto este estudio presenta los valores de referencia que se obtuvieron a través del análisis factorial mediante el método de componentes principales y dentro de la clasificación de *natural breaks* para los indicadores y el Índice de calidad ambiental urbano, los cuales pueden ser retomados para estudios futuros.

3. Capítulo: Resultados

Para este capítulo, se presentan los resultados obtenidos mediante el empleo de la herramienta de análisis espacial *zonal statistics as table* y el análisis factorial mediante el método de componentes principales. En primera instancia, se presenta la distribución espacial de las enfermedades respiratorias. En los siguientes apartados se muestran la distribución espacial de las emisiones por PM_{2.5}, así como de la densidad de población y por último el Índice de vegetación normalizado y la distribución espacial del promedio de NDVI de las Zonas Metropolitanas de estudio.

En el último apartado de resultados, se presenta el Índice de calidad ambiental urbano y su distribución espacial, sintetizando los cuatro indicadores seleccionados en el estudio.

3.1 Distribución espacial de las tasas de morbilidad por enfermedades respiratorias

Respecto al análisis global de las cinco Zonas Metropolitanas de estudio, 44 municipios registraron tasas muy bajas que indican el 27. 67% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, 37 registraron tasas bajas, que indican el 23.27% del total de municipios, 35 registraron tasas medias, que indican el 22.01% del total de municipios, 34 registraron tasas altas, que indican el 21.38% del total de municipios, por último, nueve municipios registraron tasas muy altas, que indican el 5.66% del total de municipios.

En relación a la distribución de los municipios en los diferentes rangos, se obtuvo que:

El rango muy bajo registro el mayor número de municipios con tasas de 6.70 a 33.66 por 100 mil habitantes, lo que indica que las Zonas Metropolitanas de estudio se encontraban en condiciones favorables en términos de morbilidad por enfermedades respiratorias.

El municipio de Tizayuca en el Estado de Hidalgo y perteneciente a la Zona Metropolitana del Valle de México, presenta la menor tasa con un valor de 6.70 por 100 mil habitantes, seguido de Tonanitla en el Estado de México, San Pedro

Garza García en el Estado de Nuevo León, Chiconcuac en el Estado de México y Domingo Arenas en el Estado de Puebla.

Por otra parte, el municipio de Zacatelco en el estado de Tlaxcala y perteneciente a la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala, presenta la mayor tasa con un valor de 283.47 por 100 mil habitantes, seguido de Nativitas en el Estado de Tlaxcala, Tetlahuaca en el Estado de Tlaxcala, Villa del Carbón en el Estado de México y San Pablo del Monte en el Estado de Tlaxcala.

De acuerdo a cada Zona Metropolitana de estudio, se obtuvieron los siguientes resultados:

En la Zona Metropolitana del Valle de México la tasa de morbilidad por enfermedades respiratorias fue de 78.09, la cual es inferior a la nacional que fue de 97.76 por 100 mil habitantes. Los 60 municipios y 16 alcaldías que la conforman , sin excepción, presentaron enfermedades respiratorias.

En cuanto a los rangos, 16 municipios registraron tasas muy bajas que indican el 10% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se localizan al norte, este y oeste; 14 municipios registraron tasas bajas, que indican el 9% del total de municipios y se localizan norte, sur y este; 17 municipios registraron tasas medias, que indican el 11% del total de municipios y se localizan en el centro, norte y sur; 26 municipios registraron tasas altas que indican el 16% del total de municipios y se localizan en el centro, norte y sur; por último, tres municipios registraron tasas muy altas, que indican el 2% del total de municipios y se localizan al norte, este y oeste.

El rango alto registró mayor número de municipios, con tasas de 89.58 a 133.93 por cada 100 mil habitantes, indicando que, la Zona Metropolitana del Valle de México se encontraba en condiciones no óptimas en términos de morbilidad por enfermedades respiratorias.

El municipio de Tizayuca presentó la menor tasa con un valor de 6.70 por 100 mil habitantes, seguido por Tonanitla, Chiconcuac, Jaltenco y Coacalco de Berriozábal. En caso contrario, el municipio de Villa del Carbón presentó la mayor tasa con un valor de 195.12 por 100 mil habitantes, seguido por Otumba y Axapusco, Nopaltepec y Venustiano Carranza.

Para la Zona Metropolitana de Monterrey, la tasa de morbilidad por enfermedades respiratorias fue de 28.87, la cual es inferior a la nacional que fue de 97.76 por 100 mil habitantes. Los 18 municipios que la conforman, sin excepción presentaron enfermedades respiratorias.

Referente a la distribución de los rangos, 15 municipios registraron tasas muy bajas, que indican el 9% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, y se localizan aleatoriamente; tres municipios presentaron tasas bajas, que indican el 2% del total de municipios y se localizan en el centro, sur y este.

El rango muy bajo registró el mayor número de municipios, con tasas de 10.56 a 33.22 por 100 mil habitantes, lo que indica que la Zona Metropolitana de Monterrey, se encontraba en condiciones favorables en términos de morbilidad por enfermedades respiratorias. El municipio de San Pedro Garza García presentó la menor tasa, con un valor de 10.56 por 100 mil habitantes, seguido del municipio de García, Santa Catarina, Carmen y Gral. Escobedo.

En la Zona Metropolitana de Guadalajara, la tasa de morbilidad por enfermedades respiratorias fue de 89.84, es inferior a la nacional que fue de 97.76 por 100 mil habitantes. Los diez municipios que conforman la Zona Metropolitana de Guadalajara, sin excepción presentaron enfermedades respiratorias.

En cuanto a los rangos, un municipio registró tasas muy bajas y se localiza al sureste; tres municipios registraron tasas bajas que indican el 2% del total de municipios y se localizan en el centro, sur y oeste; cuatro municipios registraron tasas medias que indican el 3% del total de municipios y se localizan en el centro y norte; un municipio registró tasas altas y se localiza al suroeste; por último, un municipio registró tasas muy altas y se localiza al norte.

El rango medio registró el mayor número de municipios, con tasas de 67.30 a 75.89 por cada 100 mil habitantes, lo que indica que la Zona Metropolitana de Guadalajara, se encontraba en condiciones regulares en términos de morbilidad por enfermedades respiratorias.

El municipio de Juanacatlán presentó la menor tasa con un valor de 33.42 por 100 mil habitantes, seguido de Tlajomulco de Zúñiga, Ixtlahuacán de los

Membrillos y el Salto. Caso contario, el municipio de Guadalajara presentó la mayor tasa con un valor de 150.46 por 100 mil habitantes, seguido por Acatlán de Juárez, Zapotlanejo, Tonalá y Zapopan.

Para el caso de la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala, la tasa de morbilidad por enfermedades respiratorias fue de 69.51, la cual es inferior a la nacional que fue de 97.76 por 100 mil habitantes. Los 39 municipios que conforman la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala, sin excepción presentaron enfermedades respiratorias.

En relación a la distribución de los rangos, seis municipios registraron tasas muy bajas, que indican el 4% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, y se localizan al centro, este y oeste ; 11 municipios registraron tasas bajas, que indican el 7% del total de municipios y se localizan aleatoriamente; diez municipios registraron tasas medias, que indican el 6% del total de municipios y se localizan aleatoriamente; siete municipios registraron tasas altas que indican el 4% del total de municipios y se localizan al norte; por último, cinco municipios registraron tasa muy altas, que indican el 3% del total de municipios y se localizan al norte.

El rango bajo registró mayor número de municipios, con tasas de 40.06 a 57.54 por cada 100 mil habitantes, lo que indica que la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala, se encontraba en condiciones favorables en términos de morbilidad por enfermedades respiratorias.

El municipio de Domingo de Arenas presentó la menor tasa con un valor de 13.48 por 100 mil habitantes, seguido por Coronango, Xicohtzinco, Cuautlancingo y Chiautzingo. Caso contario, el municipio de Zacatelco presenta la mayor tasa con un valor de 283.47 por 100 mil habitantes, seguido por Natívitas, Tetlahuaca, San Pablo del Monte y Santa Apolonia Teacalco.

La Zona Metropolitana de Toluca, registró una tasa de morbilidad por enfermedades respiratorias de 52.98, inferior a la nacional que fue de 97.76 por 100 mil habitantes. Los 16 municipios que la conforman, sin excepción presentaron enfermedades respiratorias.

Respecto a los rangos, cinco municipios registraron tasas muy bajas que indican el 3% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, y se localizan al sur este y oeste; siete municipios registraron tasas bajas que indican el 4% y se localizan aleatoriamente; por último, cuatro municipios registraron tasas medias, que indican el 3% del total de municipios y se localizan en el centro, norte, sur y este.

El rango bajo registró mayor número de municipios, con tasas de 35.18 a 44.96 por cada 100 mil habitantes, lo que indica que la Zona Metropolitana de Toluca, se encontraba en condiciones favorables en términos de morbilidad por enfermedades respiratorias.

El municipio de Metepec presentó la menor tasa con un valor de 16.68 por 100 mil habitantes, seguido por Zinacantepec, Chapultepec, San Antonio la Isla y Rayón. En el caso contrario, el municipio de Toluca presentó la mayor tasa con un valor de 77.73 por 100 mil habitantes, seguido por Xonacatlán, Temoaya y Tenango del Valle.

En resumen, las tasas por cada Zona Metropolitana de estudio presentaron los siguientes valores:

La Zona Metropolitana de Monterrey registró la menor tasa con un valor de 28.87 por 100 mil habitantes, lo que nos indica que se presentó condiciones favorables en términos de enfermedades respiratorias en relación al resto de las Zonas Metropolitanas de estudio, le sigue la Zona Metropolitana de Toluca con una tasa de 52.98, la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala con una tasa de 69.51, la Zona Metropolitana del Valle de México con una tasa de 78.09 y por último, la Zona Metropolitana de Guadalajara con una tasa de 89.84, esta última con la mayor tasa, lo que nos indica que presentó condiciones no optimas de acuerdo a enfermedades respiratorias en relación a la Zonas Metropolitanas de estudio.

Referente a la distribución espacial de las enfermedades respiratorias por cada Zona Metropolitana de estudio, se obtuvo que:

La Zona Metropolitana del Valle de México, por su gran extensión de territorio, presentó diferentes patrones especiales, al centro sur se identificaron los valores altos, en su mayoría alcaldías de la Ciudad de México, al noreste se identificaron

valores muy altos rodeados de los municipios vecinos con valores altos y medios, al noroeste una franja de municipios con valores bajos, el resto de los municipios presentaron una distribución aleatoria en relación a los valores de las tasas.

Para el caso de la Zona Metropolitana de Guadalajara, se identificaron patrones espaciales, al norte municipios con tasas medias que rodean al municipio de Guadalajara, el cuál presentó tasas muy altas y al sur los municipios con tasas que representan valores bajos.

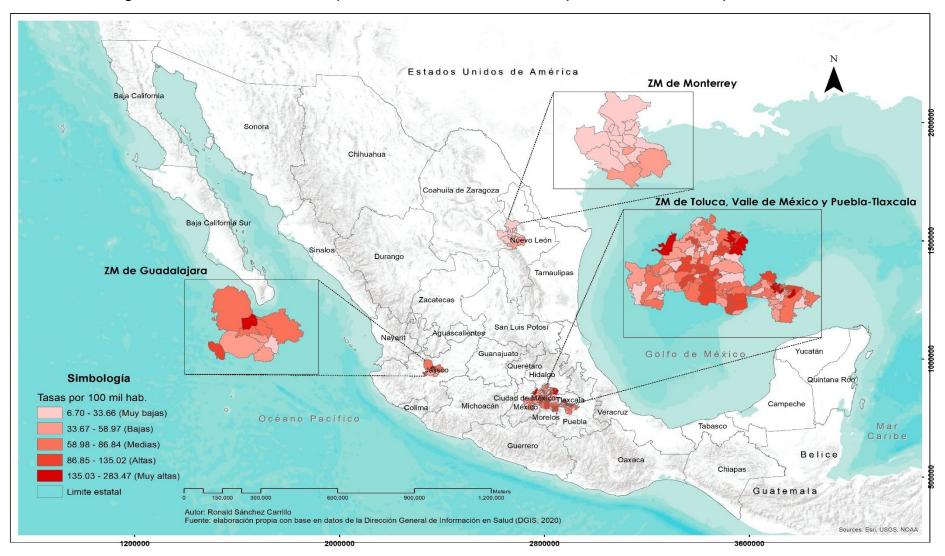
En relación a la Zona Metropolitana de Monterrey, se identificó una distribución espacial homogénea, la mayoría de los municipios registraron tasas muy bajas y al sur se identificaron solo dos municipios con tasas bajas.

Para la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala, se identificaron patrones espaciales, al norte se ubican los municipios con los valores que van de altos a muy altos y al sur los municipios con valores de tasas de bajas a medias, siguiendo este patrón al sureste de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Por último, la Zona Metropolitana de Toluca, registró una distribución espacial aleatoria, los diferentes rangos de tasas no mostraron patrones espaciales de acuerdo al comportamiento de las enfermedades respiratorias.

En relación a las líneas de investigación de la Geografía de la salud y los principios de la ciencia geográfica, la distribución y la formación de patrones espaciales de acuerdo a los diferentes rangos de las tasas de morbilidad por enfermedades respiratorias, presentaron comportamientos diferentes por cada Zona Metropolitana de estudio (Figura 3.1).

Figura 3.1 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Morbilidad por enfermedades respiratorias, 2015



3.2 Distribución espacial de las emisiones del contaminante criterio PM_{2.5}

Derivado del procesamiento de la base de datos del Inventario Nacional de Emisiones de México del año 2016, se tomaron en cuenta las emisiones por fuentes: fija o puntual, de área y móviles de la subcategoría de emisiones por material partículado menor a 2.5 micras. En relación a las emisiones generadas, se emitieron 52,423 toneladas anules de las cuales el 22% fueron emitidas por fuentes fijas, 57% por fuentes de área y el 21% por fuentes móviles.

Es decir, más de la mitad de emisiones fueron generadas por fuentes de área, siendo las fuentes misceláneas las que generaron mayores emisiones con un total de 17,747 ton/año, le siguen las actividades agropecuarias con un total de 6,265 ton/año, después la quema de combustibles en fuentes estacionarias con un total de 2,989 ton/año, posteriormente las fuentes industriales ligeras y comerciales con un total de 2,585 ton/año, en seguida, el manejo de residuos con un total de 54 ton/año y por último el almacenamiento y transporte de derivados de petróleo y el uso de solventes no generaron emisiones (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 México. Zonas Metropolitanas de estudio: emisiones de PM_{2.5} generadas por fuentes de área de acuerdo con su categoría

Fuente de			
emisión	Categoría	PM _{2.5} ton/año	
	Fuentes misceláneas	17,747	
	Agropecuarias	6,265	
	Quema de combustibles en fuentes		
	estacionarias	2,989	
	Fuentes industriales ligeras y comerciales	2,585	
	Fuentes industriales ligeras y comerciales	2,585	
	Almacenamiento y transporte de derivados		
	de petróleo	0	
Área	Uso de Solventes	0	

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2019).

De acuerdo a las subcategorías de las fuentes de emisión de área, las ladrilleras generaron las mayores emisiones por PM_{2.5}, con un total de 14,688 ton/año, le siguen las quemas agrícolas con un total de 5,173 ton/año, le continúa la combustión doméstica con un total de 2,853 ton/año, después los caminos

pavimentados y no pavimentados con un total de 2,073 ton/año, posteriormente los asados al carbón con un total de 1,818 ton/año, le siguen las actividades de labranza de tierra con 1,073 ton/año, en seguida los incendios forestales con un total de 949 ton/año, después las actividades de construcción con 768 ton/año y el resto de subcategorías no rebasan las 100 ton/año dentro de las que se encuentran la combustión comercial, quema de residuos a cielo abierto, combustión industrial, corrales de engorda, incendios en construcción, emisiones domesticas de amoniaco y la combustión agrícola (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Emisiones PM_{2.5} generadas por fuentes de área de acuerdo con su categoría y subcategoría

Fuente de emisión	Categoría	Subcategoría	PM2.5 ton/año
		Corrales de	
		engorda	19
		Emisiones	
		ganaderas de	
		amoniaco	0
	Agranaguarias	Labranza	1,073
	Agropecuarias	Quemas agrícolas	5,173
	Fuentes	Actividades de	
	industriales	construcción	768
	ligeras y		
	comerciales	Asados al carbón	1,818
		Caminos	
Área		pavimentados y	
		no pavimentados	2,073
		Emisiones	
		domesticas de	
		amoniaco	18
		Incendios en	
		construcción	19
		Incendios	
	Fuentes	Forestales	949
	misceláneas	Ladrilleras	14,688
	Manaiada	Quema de	
	Manejo de residuos	residuos a cielo	
	residuos	abierto	54

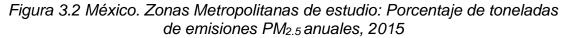
Continua en la página 67

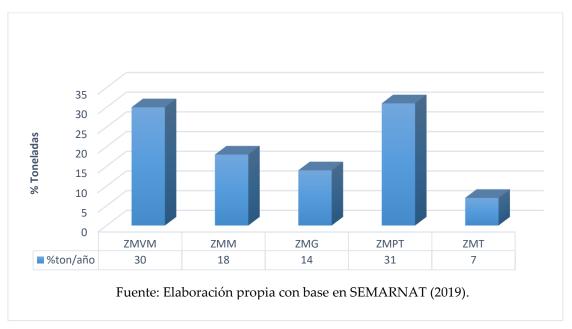
Fuente de			
emisión	Categoría	Subcategoría	PM _{2.5} ton/año
		Combustión	
		agrìcola	5
	Quema de	Combustión	
	combustibles en	comercial	87
	fuentes	Combustión	
	estacionarias	doméstica	2,853
		Combustión	
		industrial	43

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2019).

En relación a la distribución de las emisiones, se señala que de los 143 municipios y 16 alcaldías que integran las Zonas Metropolitanas de estudio, tres municipios registraron muy alto porcentaje, que indican el 2% del total de municipios, cinco municipios registraron alto porcentaje, que indican el 3% del total de municipios, 17 municipios registraron porcentajes intermedios, que indican el 11% respecto al total de municipios, 25 municipios registraron bajo porcentaje, que indican el 16% del total de municipios, finalmente 109 municipios, registraron porcentajes muy bajos, que indican el 69% respecto al total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio.

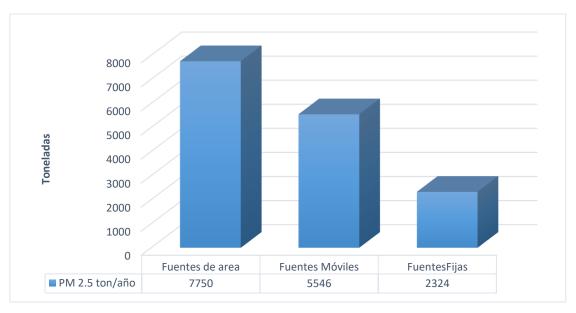
La Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala presenta los valores mayores de emisiones con un total de 16,203 ton/año, continúa la Zona Metropolitana del Valle de México con un total de 15,620 ton/año, le sigue la Zona Metropolitana de Monterrey con 9,507 ton/año, después la Zona Metropolitana de Guadalajara con un total de 7,213 ton/año y por último la Zona Metropolitana de Toluca registrando los valores más bajos con un total de 3,880 ton/año (Figura 3.2).





Con respecto a cada una de las Zonas Metropolitanas de estudio, la Zona Metropolitana del Valle de México registró el valor más alto de emisiones generadas por fuentes de área con un total de 7,750 ton/año, le siguen las fuentes móviles con un total de 5,546 ton/año y por último las fuentes fijas con un total de 2,324 ton/año (Figura 3.3).

Figura 3.3 Emisiones de PM_{2.5} por fuente en la Zona Metropolitana del Valle de México



Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2019).

De acuerdo a las subcategorías de las fuentes de área, las quemas agrícolas registraron el mayor valor de emisiones PM 2.5 con un total de 2,699 ton/año, le sigue la combustión doméstica con un total de 1,330 ton/año, después los caminos pavimentados y no pavimentados con un total de 1,272 ton/año, en seguida los asados al carbón con un total de 864 ton/año, posteriormente la labranza de tierras con un total de 548 ton/año, le siguen los incendios forestales con un total de 203 ton/año y por último, las ladrilleras con un total de 142 ton/año, el resto de subcategorías presentaron valores menores a 100 ton/año.

Para la Zona Metropolitana de Monterrey las emisiones con valores más altos se registraron a partir de fuentes fijas con un total de 7,021 ton/año, le siguen las fuentes móviles con un total de 1,533 ton/año, y por último las fuentes de área con un total de 953 ton/año (Figura 3.4).

8000
7000
6000
4000
2000
1000
0
Fuentes de area Fuentes moviles Fuentes fijas
PM2.5 ton/año
953
1533
7021

Figura 3.4 Emisiones de PM_{2.5} por fuente en la Zona Metropolitana de Monterrey

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2019).

De acuerdo con las subcategorías de las fuentes fijas, la generación de energía eléctrica registró los valores más altos, con un total de 2,456 ton/año, le sigue la extracción y beneficio de minerales no metálicos con un total de 1,438 ton/año, después las actividades relacionadas con la generación de vidrio con un total de 655 ton/año, posteriormente la metalúrgica que incluye la siderúrgica con un total de 629 ton/año, le sigue la subcategoría relacionada con el petróleo y la petroquímica con un total de 513 ton/año, continúa la extracción de minerales no

metálicos con un total de 186 ton/año, le sigue la generación de cemento y cal con un total de 179 ton/año, por último, los accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica con un total de 123 ton/año, el resto de subcategorías presentaron valores menores a 100 ton/año

La Zona Metropolitana de Guadalajara registró las emisiones más altas por fuentes de área, con un total de 4,891 ton/año, le siguen las fuentes móviles con un total de 1,372 ton/año, y por último, las fuentes fijas con un total de 951 ton/año (Figura 3.5).

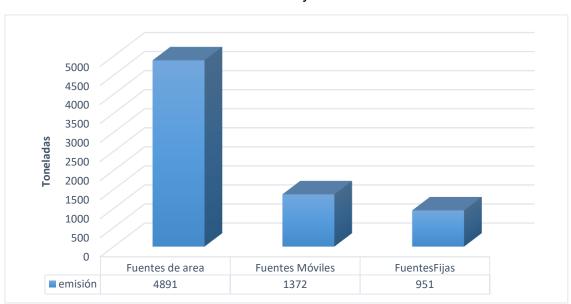


Figura 3.5 Emisiones de PM_{2.5} por fuente en la Zona Metropolitana de Guadalajara

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2019).

De acuerdo a las subcategorías de las fuentes de área, las ladrilleras registraron el valor más alto de emisiones, con un total de 2,858 ton/año, le siguen las quemas agrícolas con un total de 686 ton/año, después los incendios forestales con un total de 474 ton/año, posteriormente los asados al carbón con un total de 316 ton/año, continúan los caminos pavimentados y no pavimentados con un total de 284 ton/año, por último, la labranza de tierras con un total de 106 ton/año, el resto de subcategorías presentaron valores menores a 100 ton/año.

En la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala se registraron las emisiones más altas a partir de las fuentes de área con un total de 13,058 ton/año, le siguen las

fuentes móviles con un total de 2,221 ton/año, y por último las emisiones por fuentes fijas con un total de 924 ton/año (Figura 3.6).

14000 12000 10000 **Foneladas** 8000 6000 4000 2000 0 Fuentes de area Fuentes Móviles FuentesFijas emisión 13058 2221 924

Figura 3.6 Emisiones de PM_{2.5} por fuente en la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2019).

De acuerdo con las subcategorías de las fuentes de área, las ladrilleras registraron los valores más altos con un total de 11,364 ton/año, le siguen las quemas agrícolas con un total de 566 ton/año, después la combustión doméstica con un total de 481 ton/año, continúan los asados al carbón con un total de 191 ton/año, posteriormente los caminos pavimentados y no pavimentados con un total de 180 ton/año, le sigue la labranza de tierras con un total de 153 ton/año, por último, los incendios forestales con un total de 105 ton/año, el resto de subcategorías presentaron valores menores a 100 ton/año.

Por último, en la Zona Metropolitana de Toluca las fuentes de área registraron las emisiones más altas con un total de 2,988 ton/año, le siguen las fuentes móviles con un total de 450 ton/año, y por último, las fuentes fijas con un total de 442 ton/año (Figura 3.7).

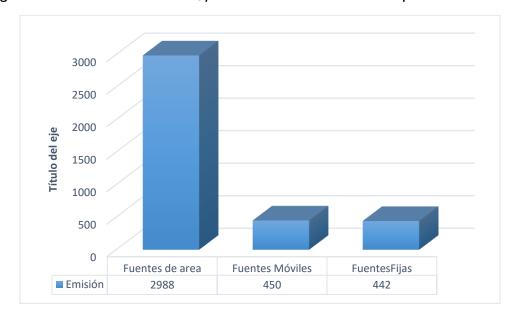


Figura 3.7 Emisiones de PM_{2.5} por fuente en la Zona Metropolitana de Toluca

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2019).

De acuerdo a las subcategorías de las fuentes de área, las quemas agrícolas registraron los valores más altos con un total de 1,155 ton/año, le sigue la combustión doméstica con un total de 911 ton/año, después las ladrilleras con un total de 309 ton/año, posteriormente la labranza de tierras con un total de 202 ton/año, por último, los asados al carbón con un total de 148 ton/año, el resto de subcategorías presentaron valores menores a 100 ton/año.

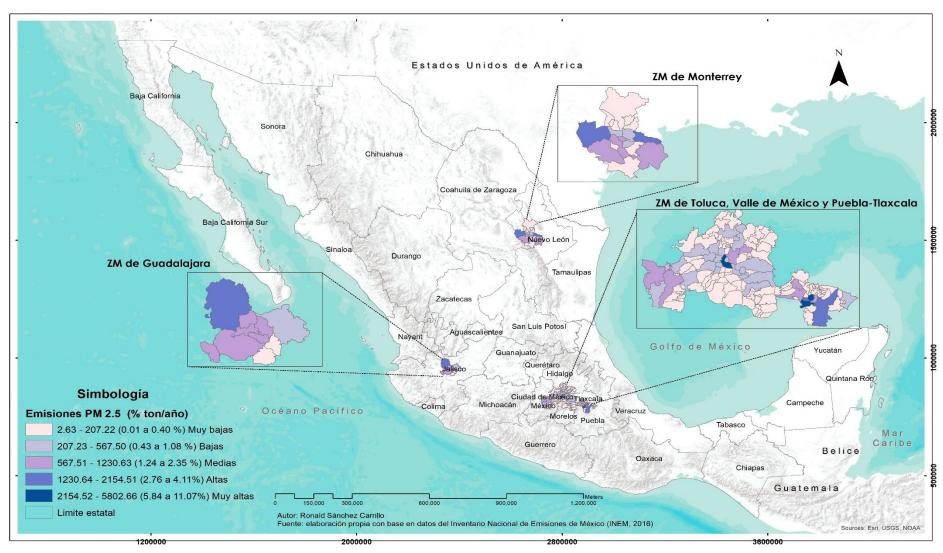
Referente a la distribución espacial de las emisiones por PM_{2.5} en cada Zona Metropolitana de estudio, se identificó lo siguiente (Figura 3.8):

Para el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México, se presentó una distribución espacial homogénea, sin embargo, se identificaron patrones espaciales de municipios con valores muy bajos, al norte, sureste y oeste. Los municipios centrales y los que se ubican al sur de la Zona Metropolitana de Guadalajara forman un patrón espacial con valores de emisiones medios.

En relación a la Zona Metropolitana de Monterrey, se identificaron los municipios con valores muy bajos, en el centro los valores bajos y al sureste y suroeste los municipios con valores medios. En la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala, se identificó al norte un patrón espacial que sigue el mismo comportamiento con valores de emisiones bajas que va de este a oeste y del centro hacía al oeste se identificó un patrón espacial con valores que van de altos a muy altos.

Por último, al sureste de la Zona Metropolitana de Toluca, se presentaron los valores más bajos de emisiones, compartiendo el mayor número de municipios el mismo valor, formando un patrón de comportamiento del indicador.

Figura 3.8 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Emisiones del contaminante criterio PM_{2.5}, 2015



3.3 Distribución espacial de la densidad de población

A partir de los cálculos realizados para estimar la densidad de población de las alcaldías y municipios que conforman las Zonas Metropolitanas de estudio, se obtuvo que, 89 municipios registraron los valores más bajos, en cuanto a su distribución, seis municipios pertenecen a la Zona Metropolitana de Guadalajara, 11 a la Zona Metropolitana de Monterrey, 26 a la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala, 13 a la Zona Metropolitana de Toluca y 33 a la Zona Metropolitana del Valle de México, que indican el 56% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio.

En el rango con valores bajos, se registraron 32 municipios, distribuidos de la siguiente manera: un municipio pertenece a la Zona Metropolitana de Guadalajara, cuatro a la Zona Metropolitana de Monterrey, 13 a la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala, uno a la Zona Metropolitana de Toluca y los trece restantes a la Zona Metropolitana del Valle de México, que indican el 20% del total de municipios que integran las Zonas Metropolitanas de estudio.

Para el caso del rango medio, se obtuvo que, 19 municipios registraron valores medios, con respecto a su distribución, 12 municipios pertenecen a la Zona Metropolitana del Valle de México, dos a la Zona Metropolitana de Toluca, dos a la Zona Metropolitana de Guadalajara y tres a la Zona Metropolitana de Monterrey, que indican el 12% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio.

Los valores altos registraron 10 municipios, en relación a su distribución, nueve municipios pertenecen a la Zona Metropolitana del Valle de México y uno a la Zona Metropolitana de Guadalajara, que indican el 6% del total de municipios que integran las Zonas Metropolitanas de estudio. Por último, nueve municipios registraron los valores más altos, pertenecientes a la Zona Metropolitana del Valle de México, que indican el 6% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio.

Los valores más bajos, registraron mayor número de municipios, con una densidad de población de 32.51 a 1152.61 habitantes por km², lo que indica que

más de la mitad de los municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio registraron densidades de población bajas.

El municipio de Salinas Victoria registró la densidad de población más baja de 33 hab/km², seguido del municipio de Abasolo, Santiago, Hidalgo, Cadereyta Jiménez y Zapotlanejo. Sin embargo, la alcaldía Iztacalco presentó densidad de población más alta de 16,915 habitantes por km², seguido de Nezahualcóyotl, Cuauhtémoc, Iztapalapa, Benito Juárez, Gustavo A. Madero (Cuadro 3.3 y 3.4).

Cuadro 3.3 México. Zopnas Metropolitanas de estudio: municipios con baja densidad de población

Entidad	Municipio	Zona Metropolitana	hab/km²	
Entidad	Withitipio	Metropontana	IIab/KIII	
Jalisco	Zapotlanejo	Guadalajara	95	
	Cadereyta			
Nuevo León	Jiménez	Monterrey	84	
Nuevo León	Hidalgo	Monterrey	81	
Nuevo León	Santiago	Monterrey	57	
Nuevo León	Abasolo	Monterrey	56	
Nuevo León	Salinas Victoria	Monterrey	33	

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2015) y cálculos realizados mediante la herramienta *calculate geometry* y *field calculator* en el software Arcgis 10.5.

Cuadro 3.4 México. Zonas Metropolitanas de estudio: municipios con alta densidad de población

Entidad	Municipio/Alcaldía	Zona Metropolitana	hab/km ²
Ciudad de México	Iztacalco	Valle de México	16,915
México	México Nezahualcóyotl		16,449
Ciudad de México	Cuauhtémoc	Valle de México	16,387
Ciudad de México	Iztapalapa	Valle de México	16,165
Ciudad de México	Benito Juárez	Valle de México	15,645
Ciudad de México	Gustavo A. Madero	Valle de México	13,257

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2015) y cálculos realizados mediante la herramienta *calculate geometry* y *field calculator* en el software Arcgis 10.

En relación a las Zonas Metropolitanas de estudio; la Zona Metropolitana de Monterrey, es la tercera con mayor población y la segunda con mayor superficie, registró una densidad de población de 613 habitantes por km², siendo la mejor en términos de distribución de la población (Cuadro 3.5).

La Zona Metropolitana de Toluca, es la quinta con mayor número de población y la cuarta con mayor superficie, registró una densidad de 913 habitantes por km². En cuanto a la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala, es la cuarta con mayor población y la quinta con mayor superficie, presentó una densidad de 1,230 habitantes por km². Respecto a la Zona Metropolitana de Guadalajara, es la segunda con mayor número de población y la tercera con mayor superficie, registró una densidad de 1,373 habitantes por km² (Cuadro 3.5).

Por último, la Zona Metropolitana del Valle de México, cuenta con la mayor población y superficie, obtuvo una densidad de 2,658 habitantes por km², siendo esta última la peor en términos de distribución de la población (Cuadro 3.5).

Cuadro 3.5 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Densidad de población, 2015

Zona Metropolitana	Població n total 2015	Área (km²)	Densidad de población (hab/km²)
Monterrey	4689601	7654.55	612.66
Toluca	2202886	2413.14	912.87
Puebla-Tlaxcala	2941988	2390.91	1230.49
Guadalajara	4887383	3560.43	1372.69
Valle de Mèxico	20892724	7859.83	2658.17

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2015) y cálculos realizados mediante la herramienta *calculate geometry* y *field calculator* en el software Arcgis 10.5.

La Zona Metropolitana del Valle de México, presentó el valor más alto en cuanto a densidad de población, con 2,658.17 habitantes por km², respeto al resto de las Zonas Metropolitanas de estudio. En relación a la distribución de sus alcaldías o municipios en los diferentes rangos, se obtuvo que:

Para el rango con valores muy bajos, se registraron 33 municipios, que indican el 21% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se distribuyen en las diferentes orientaciones; 13 presentaron valores bajos, que indican el 8% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se distribuyen al norte, sureste y suroeste; 12 registraron valores medios, que indican el 8% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se localizan al noroeste, suroeste, sur y este; 9 registraron valores altos, que indican el 6% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y

se distribuyen al centro norte, suroeste y sureste; por último, 9 registraron valores muy altos, que indican el 6% del total de los municipios de las Zonas Metropolitanas estudio y se localizan en el centro.

El rango muy bajo registró el mayor número de municipios, es decir que el 21% de las alcaldías o municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México se encontraban en condiciones favorables en términos de distribución de la población.

La Zona Metropolitana de Guadalajara, presentó una densidad de población de 1372.69 habitantes por km². En relación a la distribución de sus municipios en los diferentes rangos, se obtuvo que:

En el rango con valores muy bajos, se registraron 6 municipios, que indican el 4% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se distribuyen aleatoriamente; el municipio del Salto presentó valores bajos, que indica el 1% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se ubica al sureste; dos municipios registraron valores medios, que indican el 1% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se ubican al centro y noreste; por último, el municipio de Guadalajara presentó valores altos, que indican el 1% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se ubica al noroeste. El rango con valores muy altos no registró municipios en esta Zona Metropolitana.

El rango muy bajo, registró mayor número de municipios, es decir, que la Zona Metropolitana de Guadalajara se encontraba en condiciones favorables de acuerdo a su distribución de población.

La Zona Metropolitana de Monterrey, registró el valor más bajo, en cuanto a densidad de población, con 612.66 habitantes por km^{2.} ,respecto al resto de las Zonas Metropolitanas de estudio. En relación a la distribución de sus municipios en los diferentes rangos, se obtuvo que:

Los valores más bajos, registraron 11 municipios, que indican el 7% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se distribuyen aleatoriamente; 4 municipios registraron valores bajos, que indican el 3% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se localizan

aleatoriamente; 2 municipios presentaron valores medios, que indican el 1% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se ubican al sur, este y oste; por último, el municipio de San Nicolás de los Garza presentó valores altos, que indican el 1% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se ubica en el centro. El rango con valores muy altos no registró municipios para esta Zona Metropolitana.

El rango muy bajo, registró mayor número de municipios, es decir, que la Zona Metropolitana de Monterrey, se encontraba en condiciones favorables de acuerdo a su distribución de población.

La Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala, registró una densidad de población de 1230.49 habitantes por km². En relación a la distribución de sus municipios en los diferentes rangos, se obtuvo que:

En cuanto a los valores más bajos, se registraron 26 municipios, que indican el 16% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se distribuyen aleatoriamente y 13 municipios registraron valores bajos, que indican el 8% del total de municipios que integran las Zonas Metropolitanas de estudio y se ubican al centro, noroeste, sureste y noreste. Los rangos con valores medios, altos y muy altos no registraron municipios para esta Zona Metropolitana.

El rango muy bajo, registró mayor número de municipios, es decir, que la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala, se encontraba en condiciones favorables de acuerdo a su distribución de población.

La Zona Metropolitana de Toluca, presentó una densidad de población de 912.87 habitantes por km². En relación a la distribución de sus municipios en los diferentes rangos, se obtuvo que:

Los valores muy bajos, registraron 13 municipios, que indican el 8% del total de municipios que integran las Zonas Metropolitanas de estudio y se localizan aleatoriamente; el municipio de Toluca registro valores bajos, que indican el 1% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y se ubica en el centro en orientación norte y sur; 2 municipios registraron valores medios, que indican el 1% del total de municipios que integran las Zonas Metropolitanas de

estudio y se ubican al este. Los rangos alto y muy alto, no presentaron municipios para esta Zona Metropolitana.

El rango muy bajo, registró mayor número de municipios, es decir, que la Zona Metropolitana de Toluca, se encontraba en condiciones favorables de acuerdo a su distribución de población.

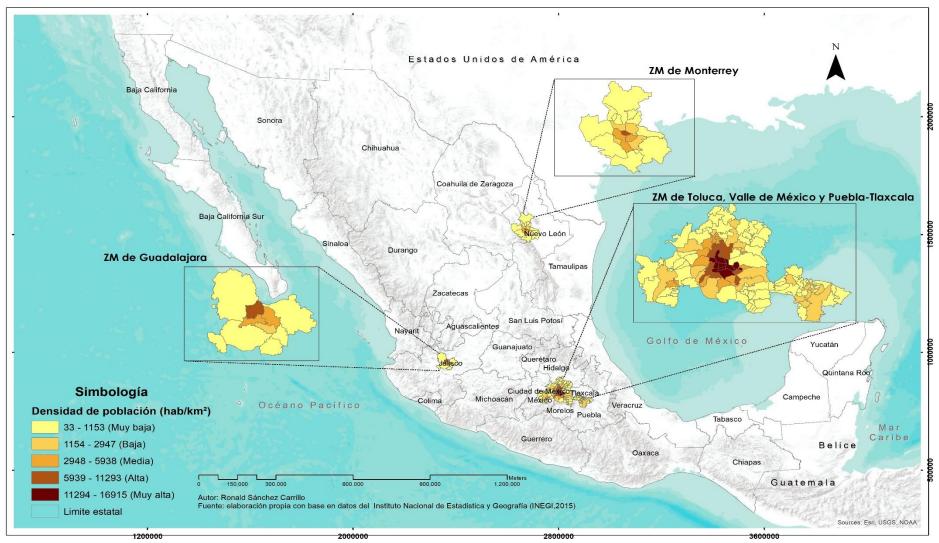
Referente a la distribución espacial de la población en cada Zona Metropolitana de estudio, se obtuvo que (Figura 3.9):

Para el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México, se observó un patrón de distribución espacial muy marcado en el centro con densidad muy alta de población. Para el caso de la Zona Metropolitana de Guadalajara se identificó una distribución espacial de su población homogénea en la mayoría de sus municipios con una densidad baja.

En relación a la Zona Metropolitana de Monterrey su comportamiento es similar a la de Guadalajara, presentando la mayoría de sus municipios densidades muy bajas de población y en el centro formando un patrón espacial con municipios de densidades bajas a medias, rodeando al único municipio con valores altos. Para el caso de la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala las densidades de población muy bajas se registraron en la mayoría de los municipios, sin embargo, al centro se identificó un patrón de comportamiento de los municipios con densidades medias de población.

Por último, la Zona Metropolitana de Toluca registró en su mayoría de municipios densidades muy bajas de población, presentando una distribución espacial homogénea.

Figura 3.9 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Densidad de población, 2015

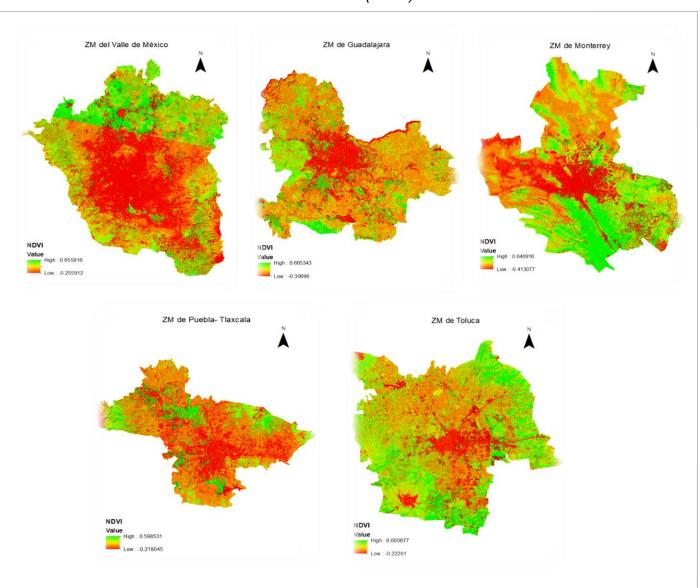


3.4 Distribución espacial del promedio del Índice de Vegetación Normalizado

3.4.1 Índice de Vegetación Normalizado (NDVI)

Los resultados muestran el Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) para las Zonas Metropolitanas de estudio en el rango de -0.2 a 0.65, que ejemplifica la cobertura de vegetación, donde los valores más cercanos a 1 en color verde, representan presencia de vegetación y los valores más cercanos a -1 en color rojo identifican zonas sin cobertura de vegetación (Figura 3.10).

Figura 3.10 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Índice de vegetación normalizado (NDVI)



3.4.2. Promedio del Índice de Vegetación Normalizado

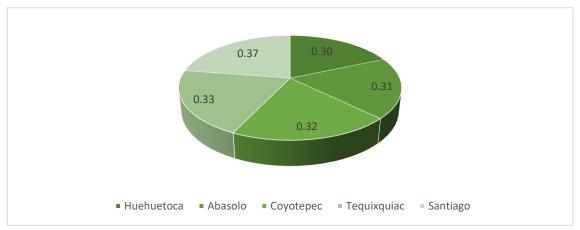
De acuerdo con la herramienta de estadísticas zonales se obtuvieron los promedios de NDVI por municipio de las Zonas Metropolitanas de estudio para el año 2015 (Anexo 5).

En relación a la distribución de los rangos, 15 municipios registraron muy bajos promedios de NDVI que va de 0.05 a 0.10, indican el 9% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio; 35 municipios en el rango bajo que va de 0.11 a 0.15, indican el 22% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, 41 municipios en el rango medio que va de 0.16 a 0.19, indican el 26% del total de municipios que integran las Zonas Metropolitanas de estudio, 36 municipios en el rango alto que va de 0.20 a 0.24, indican el 23% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio y por último 32 municipios en el rango muy alto que va de 0.25 a 0.37, indican el 20% de los municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio.

El rango medio fue el que registro mayor número de municipios con un promedio de NDVI de 0.16 a 0.19, que indica que los municipios de que integran las Zonas Metropolitanas de estudio se encontraban en condiciones intermedias en términos de cobertura de vegetación, lo que representa una problemática ambiental para la calidad de vida de la población que habita en las metrópolis de estudio.

Derivado de la estadística zonal promedio, los resultados muestran que el municipio de Santiago en la Zona Metropolitana de Monterrey registró el mayor promedio de NDVI, con un total de 0.37, le sigue Tequixquiac con 0.33, después Coyotepec con 0.32, estos dos municipios pertenecientes a la Zona Metropolitana del Valle de México, en seguida Abasolo en la Zona Metropolitana de Monterrey con 0.31, por último, Huehuetoca en la Zona Metropolitana del Valle de México con 0.30 (Figura 3.11).

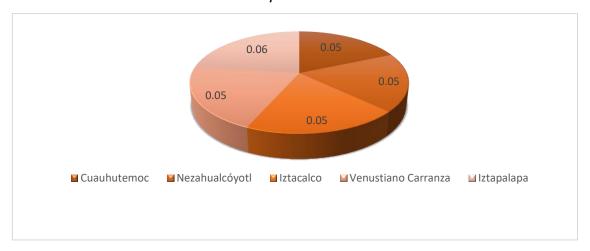
Figura 3.11 México. Zonas Metropolitanas de estudio: alcaldías y municipios con mayor promedio de NDVI



Fuente: elaboración propia (2021).

La alcaldía Cuauhtémoc, el municipio de Nezahualcóyotl, la alcaldía Iztacalco y la alcaldía Venustiano Carranza en la Zona Metropolitana del Valle de México presentaron el menor promedio de NDVI, con un total de 0.05, así como la alcaldía Iztapalapa con 0.6 (Figura 3.12).

Figura 3.12 México. Zonas Metropolitanas de estudio: alcaldías y municipios con menor promedio de NDVI



Fuente: elaboración propia (2021).

Respecto a las Zonas Metropolitanas de estudio; la Zona Metropolitana del Valle de México presentó el mayor promedio de NDVI, con un total de 14.01, le sigue la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala con 6.61, después la Zona Metropolitana de Monterrey con 4.33, posteriormente la Zona Metropolitana de Toluca con 3.18 y por último la Zona Metropolitana de Guadalajara con 1.46 (Cuadro 3.6).

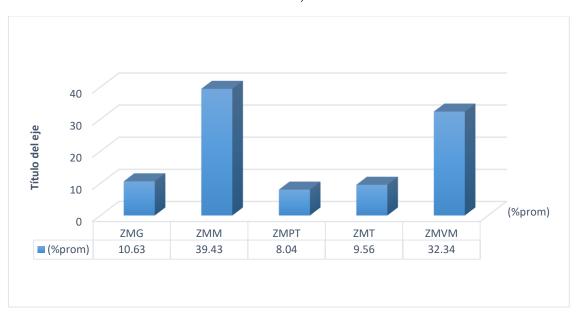
Cuadro 3.6 México. Zonas Metropolitanas de estudio: cobertura de vegetación, 2015

Zona Metropolitana	count	area	mean	std	sum	%
Guadalajara	3823475	3441127500	1.46	0.63	583079.16	10.63
Monterrey	8505067	7654560300	4.33	1.53	2161781.03	39.43
Puebla-Tlaxcala	2656583	2390924700	6.61	2.72	440889.97	8.04
Toluca	2575483	2317934700	3.18	1.11	523988.17	9.56
Valle de México	8733169	7859852100	14.01	5.66	1773527.23	32.34

Fuente: elaboración propia (2020).

En cuanto al porcentaje del promedio de NDVI calculado, la Zona Metropolitana de Monterrey, registró el mayor porcentaje respecto al total del promedio de NDVI, siendo esta, la Zona Metropolitana con más presencia de vegetación y la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala con menos presencia de vegetación en el año 2015 (Figura 3.13).

Figura 3.13 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Porcentaje del promedio de NDVI, 2015



Fuente: elaboración propia (2021).

De acuerdo a la distribución espacial del promedio de NDVI en las Zonas Metropolitanas de estudio, se obtuvo que (Figura 3.14):

La Zona Metropolitana del Valle de México presentó una distribución aleatoria, donde los valores más bajos se concentran en el centro, formando un patrón espacial de alcaldías y municipios con muy bajo promedio de NDVI, al norte se

identificaron los municipios con los valores más altos, al oeste valores bajos y medios y en dirección este valores medios.

En relación a la Zona Metropolitana de Guadalajara, el municipio de Guadalajara y los municipios vecinos en dirección este, presentaron un comportamiento espacial similar con valores bajos de promedio de NDVI, al oeste y sur de la Zona se presentaron valores intermedios.

Para el caso de la Zona Metropolitana de Monterrey, se identificó en la mayoría de sus municipios valores altos de promedio de NDVI, en el centro se registró el único municipio con valores bajos y en dirección oeste se identificaron los municipios con valores medios.

Respecto a la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala, presentó un patrón espacial de comportamiento de los municipios centrales y hacia el sur con valores bajos de promedio de NDVI, los valores medios se distribuyeron aleatoriamente y por último los valores altos se presentaron al norte, este y oeste de la Zona Metropolitana.

En cuanto a la Zona Metropolitana de Toluca, la mayoría de los municipios presentaron valores altos de promedio de NDVI y se distribuyeron aleatoriamente, el municipio de Toluca y los municipios vecinos en dirección este presentaron valores medios y solo dos municipios presentaron valores bajos de promedio de NDVI.

Estados Unidos de América ZM de Monterrey Baja California Sonora Chihuahua Coahuila de Zaragoza ZM de Toluca, Valle de México y Puebla-Tlaxcala Baja California Sur Durango ZM de Guadalajara Tamaulipas Zacatecas San Luis Potosí Golfo de México Yucatán Guanajuato Querétaro Hidalgo Quintana Roo Simbología Ciudad de Méxic Campeche Promedio de NDVI Océano Pacífico Morelos Puebla 0.25 - 0.37 (Muy alto) Tabasco Mar 0.20 - 0.24 (Alto) Caribe Guerrero 0.16 - 0.19 (Medio) Oaxaca Chiapas 0.11 - 0.15 (Bajo) 1,200,000 Guatemala 900,000 0.05 - 0.10 (Muy bajo) Autor: Ronald Sánchez Carrillo Fuente: elaboración propia (2021) Limite estatal Sources: Esri, USGS, NOAA

Figura 3.14 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Promedio de NDVI, 2015

2800000

2000000

1200000

3.5 Distribución espacial del Índice de calidad ambiental urbano

Tras el análisis estadístico, los resultados obtenidos revelan que el porcentaje acumulado en el segundo componente da validez a esta investigación, debido a que registró el 71.38%. A este respecto, la literatura señala que aquel comportamiento en el porcentaje acumulado en el segundo componente mayor al 60%, indica que se trata de valores significativos que dan validez a los resultados de la investigación.

En relación a la distribución de las alcaldías y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México, en los diferentes rangos, se obtuvo que:

En los valores muy buenos (rango de -0.98 a -0.60), se registraron 13 municipios, que representan el 8% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: Isidro Fabela, Tepotzotlán, Axapusco, Jilotzingo y Tepetlixpla y se ubican al noreste, noroeste y sureste.

Los valores buenos, (rango de -0.59 a -0.15), registraron 15 municipios que representan el 9% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: Atlautla, Cuautitlán, Milpa Alta, Amecameca y Tlalmanalco y se ubican aleatoriamente.

Para el caso de los valores regulares (rango de -0.14 a 0.51), se registraron 25 municipios, que representan el 16% del total de municipios de la Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: Chiautla, Atenco, Papalotla, Hueypoxtla, Temascalapa y se ubican principalmente al norte, sureste y suroeste.

Respecto a los valores deficientes (rango de 0.52 a 1.68), se registraron 12 municipios que representan el 8% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: Tláhuac, Naucalpan de Juárez, Chicoloapan, Cuautitlán Izcalli y Atizapán y se ubican como vecinos de los municipios o alcaldías del centro en dirección noroeste, oeste, suroeste y sureste.

De acuerdo a los valores muy deficientes (rango de1.69 a 3.14), se registraron 11 municipios que representan el 7% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: Nezahualcóyotl, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc, Iztacalco y Iztapalapa y se ubican en el centro.

En relación a la distribución de los municipios la Zona Metropolitana de Monterrey, en los diferentes rangos, se obtuvo que:

Los valores con muy buenas condiciones (rango de -0.98 a -0.60), registraron cinco municipios que representan el 3% del total de municipios de la Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: Gral. Zuazua, Ciénega de Flores, Santa Catarina, Pesquería, San Pedro Garza García y se ubican al noreste y suroeste.

Para el caso de los valores con buenas condiciones (rango de -0.59 a -0.15), se registró un municipio, que representa el 1% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, siendo este el municipio de Apodaca y se ubica al noreste.

En relación a los valores regulares (rango de -0.14 a -0.51), se registraron 11 municipios, que representan el 7% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: Monterrey, García, Cadereyta Jiménez, El Carmen y Abasolo y se ubican aleatoriamente.

Por último, los valores con malas condiciones (rango de 0.52 a 1.68), registraron un municipio, que representa el 1% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, siendo este el municipio de San Nicolás de los Garza y se ubica en el centro.

En relación a la distribución de los municipios de la Zona Metropolitana de Guadalajara, en los diferentes rangos, se obtuvo que:

Para los valores con buenas condiciones (rango de -0.59 a -0.15), se registraron dos municipios que representan el 1% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, estos municipios son: Juanacatlán y Ixtlahuacán de los Membrillos, ubicados al sureste.

Los valores regulares (rango de -0.14 a 0.51), registraron cinco municipios que representan el 3% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: Zapotlanejo, Tlajomulco de Zúñiga, Acatlán, Zapopán y El Salto y se ubican aleatoriamente.

Respecto a los valores con malas condiciones (rango de 0.52 a 1.68), se registraron dos municipios que representan el 1% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, siendo estos: Tonalá y Tlaquepaque y se ubican norte y oeste.

De acuerdo a los valores con muy malas condiciones (rango de1.69 a 3.14), se registró un municipio que representan el 1% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio , siendo el municipio de Guadalajara y se ubica al noroeste.

En relación a la distribución de los municipios de la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala en los diferentes rangos, se obtuvo que:

Los valores muy buenos (rango de -0.98 a -0.60), registraron 3 municipios que representan el 2% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: Tepatlaxco de Hidalgo, Chiautzingo y San Gregorio Atzompa y se ubican al este y oste.

Para el caso de los valores buenos (rango de -0.59 a -0.15), se registraron 10 municipios, que representan el 6% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: San Felipe Teotlalcingo, Tetlatlahuca, Teolocholco, Santa Apolonia Teacalco y San Salvador el Verde y se ubican al norte, noroeste sur y noreste.

Los valores con condiciones regulares (rango de -0.14 a 0.51), registraron 23 municipios, que representan el 14% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: Xicohtzinco, Huejotzingo, Acajete, Ixtacuixtla de Mariano Matamoros y Amozoc y se ubican aleatoriamente.

Respecto a los valores con malas condiciones (rango de 0.52 a 1.68), se registraron tres municipios que representan el 2% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, siendo estos: Puebla, Coronango, San Pedro Cholula y se ubican al centro y suroeste.

En relación a la distribución de los municipios de la Zona Metropolitana de Toluca, en los diferentes rangos, se obtuvo que:

Para el caso de los valores con muy buenas condiciones (rango de -0.98 a - 0.60), se registraron seis municipios que representan el 4% del total de

municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: Otzolotepec, Ocoyoacac, Tenango del Valle, Zinacantepec y Xonacatlán y se ubican al noreste, sureste y noroeste.

Respecto a los valores con buenas condiciones (rango de -0.59 a -0.15), se registraron siste municipios que representan el 4% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, algunos de estos son: son: Rayón, Temoaya, San Antonio la Isla, Calimaya y Almoloya de Juárez y se ubican al noroeste, noreste y sureste.

Finalmente, los valores con condiciones regulares (rango de -0.14 a 0.51), registraron tres municipios que representan el 2% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, siendo estos: Metepec, Toluca, San Mateo Atenco y se ubican al centro y este.

En síntesis, en el año 2015, las Zonas Metropolitanas de estudio albergaron 35,614,582 habitantes en 159 municipios. En relación a la distribución de los municipios en los diferentes rangos del Índice de calidad ambiental urbano, se obtuvo que:

Para el rango con valores muy buenos, se registraron 27 municipios, que indican el 17% del total de las Zonas Metropolitanas de estudio, y albergaron 1,849,855 de habitantes. Respecto a los valores buenos, se registraron 35 municipios, que indican el 22% del total con 4,319,224 habitantes. De acuerdo al rango con valores regulares, se registraron 67 municipios, que indican el 42% del total con 9,668,435 habitantes. Para el caso de los valores deficientes, se registraron 18 municipios, que indican el 11% del total con 9,150,999 habitantes. Por último, 12 municipios registraron valores muy deficientes, que indican el 8% del total y albergaron 10,626,069 habitantes.

Dentro de los resultados obtenidos, se obtuvo que el mayor número de municipios presentaron valores regulares, lo que indica que las Zonas Metropolitanas de estudio se encontraban con una Calidad Ambiental Urbana en transición, que si bien no presentan valores deficientes tampoco valores buenos. Otros resultados, indicaron que 30 municipios, clasificados con valores deficientes y muy deficientes, que indican el 19% del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, registraron el 56% del total de población, lo

que indican que más de la mitad de la población del universo de estudio estuvo expuesta a una deficiente Calidad Ambiental Urbana, repercutiendo en su salud (Cuadro 3.7).

Cuadro 3.7 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Total de municipios por rango del Índice de calidad ambiental urbano

Zona Metropolitana	Muy buena	Buena	Regular	Deficiente	Muy deficiente	Total de municipios
Valle de	13	15	25	12	11	76
México						
Monterrey	5	1	11	1	0	18
Guadalajara	0	2	5	2	1	10
Puebla-	3	10	23	3	0	39
Tlaxcala						
Toluca	6	7	3	0	0	16
Total de	27	35	67	18	12	159
municipios						
% %	17	22	42	11	8	100
Total de	1,849,855	4,319,224	9,668,435	9,150,999	10,626,069	35,614,582
habitantes						
% %	5	12	27	26	30	100

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2015).

Como se observa en los resultados, se infiere que la dimensión física a través del indicador de promedio del Índice de Vegetación Normalizado, es el que mayor peso tiene en el Índice, debido a que es el que más mueve al sistema.

En cuanto a la distribución espacial del Índice de calidad ambiental urbano en las Zonas Metropolitanas de estudio, se presenta, una distribución aleatoria de los valores de cada rango; individualmente se observa el comportamiento por cada Zona Metropolitana y se describe a continuación (Figura 3.15):

La Zona Metropolitana del Valle de México, registró una distribución aleatoria, concentrando los valores muy deficientes en el centro, y sus municipios vecinos en dirección oeste valores deficientes, y en dirección este los valores buenos, al norte se identificaron los valores con calidad ambiental urbana regular y al sur los valores de regulares a buenos.

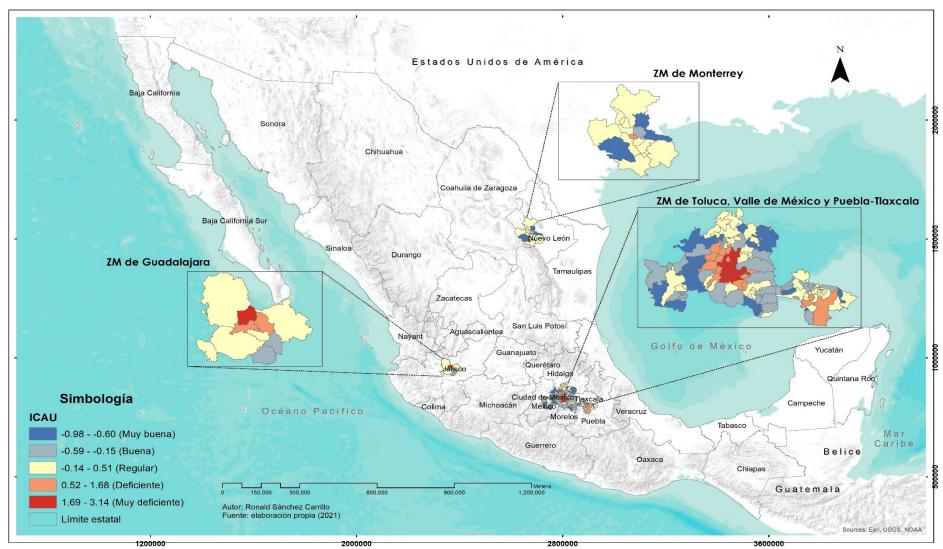
Para el caso de la Zona Metropolitana de Gudalajara, la mayoría de sus municipios presentaron calidad ambiental urbana regular, no siendo así para el caso del municipio de Guadalajara que registró un Índice muy deficiente, así como dos municipios vecinos centrales con valores deficientes.

En la Zona Metropolitana de Monterrey, el mayor número de municipios registró calidad ambiental urbana regular, solo un municipio localizado al centro presentó valores deficientes, y el resto de los municipios valores muy buenos y buenos ubicados al suroeste y noreste de la Zona Metropolitana.

Respecto a la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala, presentó una distribución aleatoria de los valores por cada rango, en el centro se concentraron los valores regulares y deficientes, al norte se identificaron los municipios con valores regulares y buenos, al sur municipios con valores buenos y muy buenos, al este municipios con valores regulares y muy buenos y al oeste municipios con valores de regulares a muy buenos.

Por último, la Zona Metropolitana de Toluca, registro en la mayoría de sus municipios valores buenos y muy buenos de calidad ambiental urbana, el resto de los municipios ubicados en el centro presentaron valores regulares en comparación al resto de municipios analizados de las Zonas Metropolitanas de estudio.

Figura 3.15 México. Zonas Metropolitanas de estudio: Índice de calidad ambiental urbano (ICAU), 2015



Discusión de resultados

Con base en los resultados obtenidos a través del método de análisis de componentes principales, el porcentaje acumulado en el segundo componente obtenido puede variar si se consideran otros indicadores, debido a que las Zonas Metropolitanas de estudio presentan condicionantes específicos que van a explicar el comportamiento de la calidad ambiental urbana, como la circulación de los vientos, el relieve, clima, aspectos culturales, políticas públicas encaminadas a la disminución de la contaminación ambiental, entre otros. Se deduce a partir de los resultados que las variables seleccionadas en el estudio son relevantes en términos estadísticos para la construcción del Índice.

Con base en la caracterización del área de estudio, de acuerdo a las condiciones particulares de cada Zona Metropolitana de estudio, estas van a influir en los resultados obtenidos, debido a que cada una de ellas cuenta con características específicas, tales como: proporción de localidades rurales y urbanas, concentración o dispersión de su población, y diferente vocación económica, así como aspectos físicos entre los que destacan el tipo de clima predominante y el relieve, que van a determinar el comportamiento espacial del Índice de calidad ambiental urbano.

Las Zonas Metropolitanas con mayor número de municipios y ubicadas en el centro del país como la Zona Metropolitana del Valle de México y Puebla-Tlaxcala que se encuentran conurbadas, cuentan con los municipios que registraron los valores más deficientes del Índice de calidad ambiental urbano, compartiendo características similares, entre las que destacan: altas tasas de enfermedades respiratorias, altas emisiones de PM2.5, densidad de población alta y bajo promedio de Índice de vegetación Normalizada (NDVI). A diferencia de las Zonas Metropolitanas que se localizan fuera del centro de México como la Zona Metropolitana de Monterrey y Guadalajara con valores buenos en Índice de calidad ambiental urbano; y la Zona Metropolitana de Toluca con valores regulares entre ambos grupos de Zonas Metropolitanas.

Entre los resultados obtenidos, los municipios centrales de cada Zona Metropolitana de estudio (Nezahualcoyotl, Guadalajara, Guadalupe, Puebla y Toluca), registraron los valores más altos en cada indicador a excepción del

promedio de NDVI, donde presentaron valores bajos, registrando un Índice de Calidad Ambiental Urbano deficiente. A diferencia de los municipios que se localizan en la periferia con valores de regulares a buenos.

Es importante señalar que en los municipios centrales entre los que se encuentran las capitales de los estados de Jalisco, Puebla y Estado de México, concentran la mayoría de población debido a que cuentan con servicios especializados, comercio y fuentes de empleo, por lo que la movilidad hacía estos municipios es alta, lo que representa mayor contaminación y las áreas verdes son insuficientes para mitigar el efecto que se produce por material partículado producido por diferentes fuentes de emisión. Situación que debe de considerase para fines de planeación en servicios de salud entre otros.

En cuanto a la distribución de los rangos del Índice de calidad ambiental urbano, la Zona Metropolitana del Valle de México albergó el mayor número de unidades espaciales con valores deficientes, la Zona Metropolitana de Guadalajara, Monterrey y Puebla- Tlaxcala registraron en la mayoría de sus municipios valores regulares y la Zona Metropolitana de Toluca no presentó valores deficientes; a nivel municipal el comportamiento espacial del Índice de calidad ambiental urbano, concentró los valores deficientes en los municipios centrales y los valores de regulares a buenos se distribuyeron en las periferias.

Con relación a las grandes ciudades, y en base a los resultados obtenidos se identificó que la población que habita en estas zonas ha quedado más expuesta a una deficiente calidad ambiental urbana, debido a que estas áreas geográficas concentran la mayor población, así como los servicios de alto valor agregado.

La mejor Zona Metropolitana en términos de buena Calidad Ambiental Urbana es la de Monterrey aunado a que las tasas de morbilidad por enfermedades respiratorias son bajas, indicador favorable en términos de salud. A diferencia de las Zonas Metropolitanas del centro como la Zona Metropolitana del Valle de México y Puebla Tlaxcala que presentan una deficiente Calidad Ambiental Urbana y altas tasas de morbilidad, lo que indica que es un problema de salud. Para el caso de la Zona Metropolitana de Toluca presenta valores regulares.

Se presentan municipios localizados en las colindancias con la Zona Metropolitana de Toluca y pertenecen a la Zona Metropolitana del Valle de México con valores buenos de Calidad Ambiental Urbana, que favorecen a la población de ambas Zonas Metropolitanas. Lo mismo pasa con municipios colindantes con el estado de Puebla que pertenecen al estado de México y que forman parte de la Zona Metropolitana del Valle de México que presentan indicadores de buena calidad ambiental urbana que favorecen a la población que habita dentro de las áreas conurbadas.

En relación a los indicadores analizados, la densidad de población juega un papel importante en la calidad ambiental urbana, debido a que aquellos municipios que registraron valores desfavorables, tienen altas densidades de población, este indicador permitió revelar la necesidad de considerar estrategias socio-territoriales para reducir las altas densidades de población ante eventos extraordinarios como inundaciones, sismos o pandemias como la que actualmente está afectando a la población por Covid- 19, constituyendo una vulnerabilidad ante este tipo de eventos.

Los contrastes del Índice de calidad ambiental urbano, que se presentan tanto en Zonas Metropolitanas de tamaño medio como la Zona Metropolitana de Toluca y grandes como la Zona Metropolitana del Valle de México, y que al interior se registran municipios con una calidad ambiental urbana alta y baja, por lo que las políticas y estrategias deben ser acorde a este tipo de indicadores en el contexto urbano e intraurbano.

Conclusiones

Los fundamentos teóricos de la Geografía de la salud, la salud urbana y la calidad ambiental urbana, permitieron el abordaje integrado del estado de salud de la población en las Zonas Metropolitanas de estudio, a partir del Índice de calidad ambiental urbano, teniendo en cuenta factores humanos y ambientales.

Derivado del desarrollo de la investigación, se concluye que los objetivos planteados se cubrieron. En relación al objetivo general, se analizaron las diferencias espaciales de las condiciones de salud de la población que reside en las Zonas Metropolitanas de estudio, identificando entornos urbanos saludables, moderadamente saludables y no saludables de acuerdo a su Índice de calidad ambiental urbano, con la finalidad de coadyuvar a determinar lugares prioritarios de atención.

De acuerdo al primer objetivo específico, para el año 2015 la Zona Metropolitana de Monterrey contó con una tasa de 28.87 por 100 mil habitantes, considerada la mejor en términos de morbilidad por enfermedades respiratorias, seguida de la Zona Metropolitana de Toluca, continúa la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala, después la Zona Metropolitana del Valle de México y finalmente la Zona Metropolitana de Guadalajara, esta última con condiciones desfavorables en términos en relación a morbilidad por enfermedades respiratorias con una tasa de 89.84 por 100 mil habitantes.

Respecto al segundo objetivo específico, se concluye que las fuentes fijas registraron el mayor porcentaje de emisiones PM_{2.5} con un total de 57% de toneladas en el año 2015, siendo la categoría de fuentes misceláneas y por subcategoría las ladrilleras las que generaron mayores emisiones en las Zonas Metropolitanas de estudio. La Zona Metropolitana que registró mayor porcentaje de emisiones fue la Zona Metropolitana de Puebla- Tlaxcala y la que registró menor porcentaje fue la Zona Metropolitana de Toluca.

Se concluye que el método empleado para determinar las emisiones PM_{2.5}, es idóneo, ya que permitió revelar el total y el porcentaje de emisiones por toneladas anuales por municipio de las Zonas Metropolitanas de estudio, por lo cual este

método se puede replicar para el manejo de bases de datos geoespaciales con diversas fuentes y tipos de emisiones de contaminantes.

De acuerdo al indicador de densidad de población, se concluye que la Zona Metropolitana del Valle de México, registró los municipios con mayor densidad de población, la Zona Metropolitana de Monterrey, así como la Zona Metropolitana de Guadalajara registraron los municipios con menor densidad de población para el año de estudio. Del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, más de la mitad se encontraban con densidades de población bajas. En relación a la densidad de población por Zona Metropolitana, Valle de México presentó la mayor densidad de población y Toluca la menor en el año de estudio.

En relación al indicador del promedio de NDVI, se concluye que, del total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, el 26% de ellos registraron valores intermedios, lo que representa una problemática ambiental para la calidad de vida de la población que habita en las metrópolis de estudio. La Zona Metropolitana de Monterrey, así como Zona Metropolitana del Valle de México, presentaron los municipios con mayores promedios de vegetación, por otra parte, también la Zona Metropolitana del Valle de México presentó los valores menores de promedio de vegetación. En relación al análisis por Zona Metropolitana, Valle de México presentó el mayor promedio de vegetación y la Zona Metropolitana de Guadalajara el menor.

El método empleado para determinar la cobertura de vegetación mediante percepción remota, permitió la construcción del indicador con el cálculo del Índice de Vegetación Normalizado y posteriormente con la herramienta de análisis espacial zonal statistics as table fue posible obtener el promedio de vegetación por municipio de las Zonas Metropolitanas de estudio y su representación espacial, por lo cual este método es factible de utilizar ya que se tiene la certeza que sus resultados son precisos.

Con respecto al tercer objetivo específico, se obtuvo el Índice de calidad ambiental Urbano mediante análisis factorial con el método de componentes principales, en conclusión, este método permitió determinar el Índice en las

Zonas Metropolitanas de estudio en: muy buena, buena, regular, deficiente y muy deficiente.

Del estudio se derivaron cuatro indicadores temáticos (Tasa de morbilidad por enfermedades respiratorias, emisiones de PM_{2.5}, densidad de población y promedio de NDVI), estimados a partir de bases de datos geográficas y de imágenes de satélite Landsat 8 OLI, los resultados son consistentes al mostrar que los indicadores están correlacionados entre sí.

El porcentaje acumulado en el segundo componente de la varianza total explicada del método de análisis de componentes principales da validez al Índice de calidad ambiental urbano, debido a que este es superior al 60%.

La metodología planteada en el trabajo de investigación mediante el empleo de análisis factorial con el método de análisis de componentes principales, logró la integración de los indicadores seleccionados de la investigación para alcanzar los objetivos establecidos, ya que permitió analizar la distribución espacial de la morbilidad por enfermedades respiratorias, así mismo permitió obtener los indicadores de emisiones por PM_{2.5}, la densidad de población, el promedio de NDVI, y por último determinar el Índice de calidad ambiental urbano de las Zonas Metropolitanas de estudio, esto hizo posible integrar una base de datos geográfica de los condicionantes para la salud urbana y calidad ambiental urbana.

Finalmente se concluye, que esta metodología es innovadora, sencilla y permite llegar a resultados integrados por el empleo de geotecnologías actuales como la percepción remota; implementación de bases de datos georreferenciadas y Sistemas de Información Geográfica (SIG), por lo que esta metodología se puede replicar a otras Zonas Metropolitanas u otros universos de estudio con la certeza de obtener indicadores de manera veraz.

Recomendaciones

Se recomienda analizar la calidad ambiental urbana en otras metrópolis, ciudades, conurbaciones y centros urbanos, con la finalidad de proponer políticas públicas focalizadas a territorios específicos.

En relación a la clasificación del Índice de calidad ambiental urbano, se recomienda lo siguiente:

Para los municipios con calidad ambiental urbana muy buena y buena se deben de proponer políticas o estrategias para continuar con estos indicadores bajos o inclusive reducirlos, enfocados al logro de los objetivos del desarrollo sostenible (ODS), en relación a garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades y la reducción del impacto ambiental per cápita de las ciudades, incluso presentando especial atención en la calidad del aire.

Con respecto a los municipios con condiciones intermedias de acuerdo al índice de calidad ambiental urbana se deben proponer estrategias para no seguir con el aumento de la mala calidad ambiental urbana, si bien es cierto que se encuentran en un rango medio, las políticas socio-territoriales deben enfocarse a seguir manteniendo una buena calidad ambiental urbana en estos municipios.

En relación a los municipios con mala y muy mala calidad ambiental, deben considerarse prioritarios en las políticas y estrategias socio-territoriales para mejorar las condiciones de vida y de salud de la población y para la construcción de ciudades sostenibles y mejorar la salud de todos y en todas las edades de la población que habita en estos municipios.

En esta investigación el Índice de calidad ambiental urbano refleja la importancia de los indicadores analizados, no obstante, se sugiere complementar con otros indicadores que varían debido a que cada zona metropolitana va a tener condicionantes específicos que también van a explicar el comportamiento de la salud y de la calidad ambiental urbana.

Se sugiere que debido a que solo el 17% de municipios del universo de estudio cuentan con calidad ambiental muy buena, es preciso continuar este tipo de investigaciones en las demás zonas metropolitanas para revelar indicadores de

vulnerabilidad ante eventos de diversa índole sismos, inundaciones o pandemias, para tener certeza en el futuro de las ciudades, principalmente las grandes ciudades.

Agenda de investigación

De acuerdo con el indicador de calidad de aire, se sugiere que en futuros estudios se tomen en cuenta diferentes factores de la composición del aire; la calidad del aire es alterada por las concentraciones de los contaminantes, además por las condiciones meteorológicas (cambios de la temperatura, densidad del aire, radiación solar, presencia de vientos), por fenómenos naturales o la combinación de estos con condiciones propias de las ciudades, de la topografía del terreno, de fenómenos como la inversión térmica, la isla de calor entre otros.

También se sugiere que se deba de contar con información meteorológica (temperatura, velocidad y dirección de los vientos, humedad y precipitación pluvial), para encontrar relación entre contaminantes y factores del medio ambiente. De esta forma se conoce el comportamiento del contaminante y cómo evoluciona.

Para futuras investigaciones relacionadas con la calidad del aire, se sugiere desglosar las emisiones anuales en cuatro subtotales de emisión estacionales, utilizando los perfiles estacionales. Esto se calcula sumando la porción mensual de emisiones o datos de actividad de los tres meses correspondientes a una estación del año: Primavera (marzo, abril, mayo), Verano (junio, julio, agosto), Otoño (septiembre, octubre, noviembre) e Invierno (diciembre, enero, febrero), con la finalidad de analizar variaciones estacionales significativas, por ejemplo las fuentes de emisión que varían con respecto a las estaciones del año incluyen a los vehículos automotores, (debido al posible incremento en el uso durante los periodos vacacionales y de descanso), y los equipos y quemas agrícolas cuyo uso depende de la época de siembra y cosecha.

Se sugiere que para futuros estudios relacionados con la calidad del aire se tomen en cuenta otros contaminantes, así como datos por cada contaminante del promedio: horario diario y mensual.

Finalmente, se sugiere que se realicen estudios por cada fuente de emisión de contaminantes e inclusive por otro tipo de contaminantes, debido a que el contexto es diferente en cada zona metropolitana respecto a su calidad del aire.

Para futuras investigaciones relacionadas con la calidad ambiental urbana se sugiere que se considere el comportamiento espacial de la morbilidad general, y de indicadores que condicionen el comportamiento de este fenómeno, tales como, el uso de suelo, calidad del agua, densidad de viviendas, redes de comunicación entre otros.

Se recomienda que se hagan estudios de la variabilidad geográfica de la salud y calidad ambiental urbana mediante métodos de análisis espacial tales como regresión geográficamente ponderada (GWR), algebra de mapas, análisis de conglomerados, entre otros, con el objetivo de analizar esa variabilidad en el territorio, e incluso incluyendo otras variables e indicadores para enriquecer el estudio.

Esta investigación abordó el análisis factorial mediante el método de componentes principales para el total de municipios de las Zonas Metropolitanas de estudio, sin embargo, se sugiere que en futuros estudios se pudiera emplear este mismo método para el análisis individual de los municipios que integran cada Zona Metropolitana.

Se sugiere que se realicen trabajos comparativos longitudinales, espaciotemporales, para analizar los cambios que se han presentado en la distribución de los indicadores seleccionados.

Bibliografía

- Akerman, M., Almazán, R., Barrera, I., Castillo, C., Cebrián, A., Corriols, M., ... Teixeira, P. (2008). *Primera Reunión del Foro Regional de Salud Urbana de la Organización Panamericana de la Salud*. Ciudad de México: OPS.
- Álvarez, I., & Cadena, E. (2006). Índice de Vulnerabilidad Social en los países de la OCDE. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 8(2), 248–274.
- Bazant, J. (2016). *Evaluación de impacto ambiental urbano*. Ciudad de México: Trillas.
- Begg, S., Vos, T., Barker, B., Stevenson, C., Stanley, L., & López, A. (2007). *The burden of disease and injury in Australia 2003*. Camberra, Australia: AIHW.
- Bernal, J., Martínez, S., & Sánchez, J. (2004). Modelización de los factores más importantes que caracterizan un sitio en la red. *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, 5(1), 1–14.
- Bertoux, L., & González, D. (2015). Vulnerabilidad y resiliencia urbana frente al cambio climático: El caso de la Zona Metropolitana de Guadalajara, México. *Revista urbano*, 18(31), 24–31.
- Buzai, G. (2015a). Conceptos fundamentales del análisis espacial que sustentan la investigación científica basada en geotecnologías. En M. Fuenzalida, G. Buzai, A. Moreno, & A. García de León (Eds.), *Geografía, geotecnologías y análisis espacial: tendencias, métodos y aplicaciones* (pp. 56–72). Santiago de Chile: Triángulo.
- Buzai, G. (2015b). *Análisis espacial en Geografía de la Salud. Resoluciones con Sistemas de Información Geográfica*. Lujan, Argentina: Lugar.
- Buzai, G., & Baxendale, C. (2012). *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Lujan, Argentina: Lugar.
- Cadena, E. (2020). Criterios de validación en la implementación de índices.

- Carreto, F., & González, R. (2016). *Geografía, ambiente y sociedad*. Toluca, México: UAEM.
- CEPAL. (2009). Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe.

 Recuperado de https://www.cepal.org/es/publicaciones/5502-guia-metodologica-desarrollar-indicadores-ambientales-desarrollo-sostenible
- De las Heras, D., Adame, S., Cadena, E., & Campos, J. (2020). Análisis espacial del Índice de Sustentabilidad Ambiental Urbana en la Megalópolis de México. *Investigaciones Geográficas*, (73), 147–169.
- Delgado, G. (2017). Ciudades saludables para la población adulta mayor. Caso de la ciudad de Toluca, Estado de México. UAEM, Toluca, México.
- Dennis, M., Cook, P., James, P., Wheater, C., & Lindley, S. (2020). Relationships between health outcomes in older populations and urban green infrastructure size, quality and proximity. *BMC Public Health*, 20(626), 1-15.
- DGIS. (2015). Cubos dinámicos. Recuperado el 15 de septiembre de 2019, de Secretaría de Salud website: https://www.gob.mx/salud/
- ESRI. (2021). Como funciona estadísticas zonas. Recuperado el 26 de enero de 2020, de ArcGIS Desktop website: https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-desktop/resources
- Garza, G. (1998). El Área Metropolitana de Monterrey en el año 202. *Estudios demográficos y urbanos*, 13(3), 667–673.
- Gómez, F., Gil, L., & Jabaloyes, J. (2004). Experimental investigation on the thermal comfort in the city: relationship with the green areas, interaction with the urban microclimate. *Building and Environment*, 39(9), 1077–1086.
- Gómez, J. (1994). Las técnicas tradicionales del análisis geográfico. *Lurralde:* investigación y espacio, (17), 341–356.

- H. Ayuntamiento de Toluca. (2019). *Plan de Desarrollo Municipal de Toluca* 2019_2021. Recuperado de https://www.ipomex.org.mx/ipo3/lgt/ind ice/TOLUCA/art_94_i_a2/1.web
- Higueras, A. (2003). *Teoría y método de la Geografía. Introducción al análisis geográfico regional.* Recuperado de https://puz.unizar.es/
- Huang, B., & Wang, J. (2020). Big spatial data for urban and environmental sustainability. *Geo-spatial Information Science*, 23(2), 125–140.
- INEGI. (2010). Población rural y urbana. Recuperado el 12 de junio de 2019, de Cuéntame de México website: https://www.inegi.org.mx/
- INEGI. (2015). Encuesta intercensal 2015. Recuperado el 4 de marzo de 2020, de Encuestas en hogares website: https://www.inegi.org.mx/
- INEGI. (2020). Densidad de población. Recuperado el 20 de mayo de 2020, de Cuéntame de México website: https://www.inegi.org.mx/
- Íñiguez, L., & Barcellos, C. (2003). Geografía y salud en América Latina: evolución y tendencias. *Revista Cubana de Salud Pública*, 29(4), 330–343.
- Jaramillo, E., & Stanford, A. (2016). Objetivo de la Red. Recuperado el 13 de abril de 2019, de Salud. Red Mexicana de Municipios por la Salud A.C. website: http://www.promocion.salud.gob.mx/red/index.html
- Javanbakht, M., Darvishi, A., Kiavarz, M., Neisany, N., Zebardast, L., & Zangiabadi, M. (2021). Spatial-temporal analysis of urban environmental quality of Tehran, Iran. *Ecological Indicators*, 120(106901), 1–12.
- Levy, S., Phelan, M., & Perdomo, J. (2020). *Indicadores Multidimensionales de Desarrollo. Base de datos para apoyar las políticas públicas (Fase 1)*. Caracas, Venezuela: SELA.

- Liu, C., Chen, R., Sera, F., Vicedo, A., Guo, Y., Shilu, D., ... Kan, H. (2019). Ambient Particulate Air Pollution and Daily Mortality in 652 Cities. *The New England journal of medicine*, 381(8), 705–715.
- Manzanares, J. (2019). Expresiones de salud pública en el contexto del fenómeno de urbanización en México: egresos hospitalarios por Rinitis alérgica en zonas metropolitanas. *Papeles de población*, *25*(101), 51–81.
- Martínez, C., & Leal, G. (2005). El cuidado de la salud de la población urbana en condiciones de pobreza. *Papeles de población*, *11*(43), 149–165.
- Mateo, J. (2004). *El mundo en el siglo XXI y los desafíos para la Geografía*.

 Recuperado de http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/2070
- Montaño, R., Vieyra, A., & Rodríguez, J. (2011). Transformación hacia una estructura urbana difusa por cambios en los sectores industrial y laboral en la Zona Metropolitana de Guadalajara. *Intersticios sociales*, (5), 1–30.
- Nichol, J., & Wong, M. (2005). Modelling urban environmental quality in a tropical city. *Landscape and Urban Planning*, (73), 49–58.
- OECD. (2015). OECD Territorial Reviews Valle de México, México. *OECDE Publishing*, 1–305.
- Olivera, A. (1993). Espacios y sociedades, Geografía de la Salud. Madrid, España: Síntesis.
- Ordoñez, T. (1991). Cuatro enfoques en geografía. Revista de la academia de ciencias geográficas, 40(124), 1–11.
- Ortega, R. (2017). Cartografía participativa para salud pública de la Zona Metropolitana de Toluca (UAEM, Toluca, México). Recuperado de http://hdl.handle.net/20.500.11799/68151
- PAHO & WHO. (2021). Salud Urbana. Recuperado el 7 de noviembre de 2019, de Pan American Health Organization website: https://www.paho.org/en

- Parkes, A., Kearns, A., & Atkinson, R. (2002). What makes people dissatisfied with their neighbourhoods? *Urban studies*, 39(13), 2413–2438.
- Peña, D. (2014). Análisis de componentes principales en la estimación de índices de empoderamiento en mujeres de Colombia (Universidad de Granada, Granada, España). Recuperado de https://masteres.ugr.es
- Pillet, F. (2004). La geografía y las distintas acepciones del espacio geográfico. *Investigaciones Geográficas*, (34), 141–154.
- Ramírez, M. (2010). La moderna geografía da la salud y las tecnologías de la información geográfica. Revista de investigaciones y ensayos geográficos, (4), 53–64.
- Rodríguez, A., Galeana, E., Bollo, M., & Figueroa, B. (2020). Análisis espacial de la morbilidad por asma en la ciudad de Morelia, México, para la década 2000-2010. *Revista Atención Primaria*, *52*(8), 578–579.
- Rojas, A. (2011). Calidad de vida, calidad ambiental y sustentabilidad como conceptos urbanos complementarios. *Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 21(61), 176–207.
- Santana, G., Santana, M., Serrano, R., Manzano, L., & Pineda, N. (2020). Tendencia de la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la población adulta mayor de las Zonas Metropolitanas con menos de 150,000 habitantes. En M. Santana, G. Hoyos, G. Santana, R. Huitrón, & B. González (Eds.), Ordenación territorial: una revisión desde los objetivos de desarrollo sostenible (pp. 245–261). Toluca, México: UAEM.
- Santana, M., Galindo, M., Do Carmo, S., Santana, G., Contreras, C., Amancio, J.,
 & Cadena, I. (2014). Geografía de la salud sin fronteras, desde
 Iberoamérica. Toluca, México: UAEM.
- Santana, M., Mireya, E., Manzano, L., Santana, G., & Pineda, N. (2013). Las geotecnologías en la construcción de ciudades saludables: Zona

- Metropolitana de Toluca, México. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, (5), 64–95.
- Santana, M., Rosales, E., Manzano, L., Santana, G., & Serrano, R. (2015). El ordenamiento territorial y su papel en la construcción de lugares saludables, caso: zona metropolitana de Toluca, México. *Revista ciencias espaciales*, 8(2), 178–192.
- Santana, M., Santana, G., Sánchez, C., Sánchez, R., & Ortega, R. (2020). Covid-19 en México: asociación espacial de cara a la fase tres. *Revista Brasileira* de Geografia Médica e da Saúde, (Edición especial), 36–48.
- Saravia, J., Lee, G., Lomnicki, S., Dellinger, B., & Cormier, S. (2013). Particulate matter containing environmentally persistent free radicals and adverse infant respiratory health effects: a review. *Journal of biochemical and molecular toxicology*, *27*(1), 56–68.
- Secretaría de Economía. (2010). Delegaciones de la SE. Puebla. Recuperado el 17 de febrero de 2021, de Secretaría de Economía website: www.economia.gob.mx
- SEDATU & CONAPO. (2018). Sistema Urbano Nacional 2018. México: SEGOB.
- SEDATU, CONAPO e INEGI. (2018). Anexo estadístico y cartográfico. En *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2015* (pp. 63–280). México: SEGOB.
- SEDESOL & CONAPO. (2012). Sistema Urbano Nacional 2012. México: SEGOB.
- SEMARNAT. (2019). Inventario Nacional de Emisiones 2016. Recuperado el 5 de agosto de 2020, de Documentos del Inventario Nacional de Emisiones website: https://www.gob.mx/semarnat
- Siso, G. (2010). ¿Qué es la Geografía? *Terra nueva etapa*, 26(39), 147–182.
- Suárez, C. (2017). *Modelo de Salud Urbana y Plan de Implementación*. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Salud.

- SUIVE & DGE. (2015). Anuario de Morbilidad 1984 2019. Recuperado de Secretaría de Salud website: https://www.gob.mx/salud/
- Teixeira, W., Ribeiro, F., Dayrell, A., Di Lorenzo, C., Passos, V., & Proietti, A. (2008). Saúde urbana: a cidade é uma estranha senhora, que hoje sorri e amanhã te devora. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13(6), 1785–1796.
- Tucker, C., & Sellers, P. (1986). Satellite Remote Sensing of Primary Production. *International Journal of Remote Sensing*, *7*, 1395–1416.
- Unikel, L., Ruiz, C., & Garza, G. (2016). *El desarrollo urbano de México*. México: El Colegio de México.
- USGS. (2021). Earth Explorer. Recuperado el 3 de marzo de 2020, de USGS science for a changing world website: https://earthexplorer.usgs.gov/
- Velasco, A., Cruz, A., Martínez, K., Martínez, L., & García, L. (2021). Estructura territorial de las ciudades multiculturales y salud urbana en Oaxaca, México: un análisis bayesiano. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 36(2), 445–491.
- WHO. (2015). Sustainable Development Goals. Recuperado el 25 de agosto de 2019, de World Health Organization website: https://www.who.int/
- Wirth, L. (1938). Urbanism as a Way of Life. *The American Journal of Sociology*, 44(1), 1–24.
- Xu, J., Wang, F., Chen, L., & Zhang, W. (2021). Perceived urban green and residents' health in Beijing. SSM Population Health, 14(100790), 1–12.

Anexos

Anexo 1. Municipios y alcaldías que integran las Zonas Metropolitanas de estudio

Clave			
municipal	Zona Metropolitana	Entidad	Municipio/Alcaldías
09017	Valle de México	Ciudad de México	Venustiano Carranza
09015	Valle de México	Ciudad de México	Cuauhtémoc
09002	Valle de México	Ciudad de México	Azcapotzalco
09009	Valle de México	Ciudad de México	Milpa Alta
09013	Valle de México	Ciudad de México	Xochimilco
09011	Valle de México	Ciudad de México	Tláhuac
09005	Valle de México	Ciudad de México	Gustavo A. Madero
09004	Valle de México	Ciudad de México	Cuajimalpa de Morelos
09007	Valle de México	Ciudad de México	Iztapalapa
09010	Valle de México	Ciudad de México	Álvaro Obregón
09012	Valle de México	Ciudad de México	Tlalpan
09006	Valle de México	Ciudad de México	Iztacalco
09003	Valle de México	Ciudad de México	Coyoacán
09008	Valle de México	Ciudad de México	La Magdalena Contreras
09016	Valle de México	Ciudad de México	Miguel Hidalgo
09014	Valle de México	Ciudad de México	Benito Juárez
13069	Valle de México	Hidalgo	Tizayuca
14039	Guadalajara	Jalisco	Guadalajara
14002	Guadalajara	Jalisco	Acatlán de Juárez
14124	Guadalajara	Jalisco	Zapotlanejo
14101	Guadalajara	Jalisco	Tonalá
14120	Guadalajara	Jalisco	Zapopan
14098	Guadalajara	Jalisco	Tlaquepaque
14070	Guadalajara	Jalisco	El Salto
			Ixtlahuacán de los
14044	Guadalajara	Jalisco	Membrillos
14097	Guadalajara	Jalisco	Tlajomulco de Zúñiga
14051	Guadalajara	Jalisco	Juanacatlán
15112	Valle de México	México	Villa del Carbón
15065	Valle de México	México	Otumba
15016	Valle de México	México	Axapusco
15061	Valle de México	México	Nopaltepec
15013	Valle de México	México	Atizapán de Zaragoza
15094	Valle de México	México	Tepetlixpa
15023	Valle de México	México	Coyotepec
15017	Valle de México	México	Ayapango
15069	Valle de México	México	Papalotla
15092	Valle de México	México	Teotihuacán
15058	Valle de México	México	Nezahualcóyotl
15068	Valle de México	México	Ozumba
15015	Valle de México	México	Atlautla

15057	Valle de México	México	Naucalpan de Juárez
15002	Valle de México	México	Acolman
15009	Valle de México	México	Amecameca
15091	Valle de México	México	Teoloyucan
15053	Valle de México	México	Melchor Ocampo
15031	Valle de México	México	Chimalhuacán
15075	Valle de México	México	San Martín de las Pirámides
15103	Valle de México	México	Tlalmanalco
15089	Valle de México	México	Tenango del Aire
15106	Toluca	México	Toluca
15084	Valle de México	México	Temascalapa
15036	Valle de México	México	Hueypoxtla
15122	Valle de México	México	Valle de Chalco Solidaridad
15033	Valle de México	México	Ecatepec de Morelos
15115	Toluca	México	Xonacatlán
15025	Valle de México	México	Chalco
15070	Valle de México	México	La Paz
15024	Valle de México	México	Cuautitlán
15087	Toluca	México	Temoaya
15087	Valle de México	México	Temamatla
15090	Toluca	México	Tenango del Valle
15037	Valle de México	México	Huixquilucan
15057	Valle de México	México	Juchitepec
15104	Valle de México	México	Tlalnepantla de Baz
15104	Valle de México	México	Tultitlán
15060	Valle de México	México	Nicolás Romero
15034	Valle de México	México	
15034	Valle de México		Ecatzingo Isidro Fabela
	Valle de México	México México	
15096 15100	Valle de México	México México	Tequixquiac
15067		México	Tezoyuca
	Toluca		Otzolotepec
15022	Valle de México	México	Cocotitlán
15099	Valle de México	México	Texcoco
15018	Toluca	México	Calimaya
15120	Valle de México	México	Zumpango
15051	Toluca	México	Lerma
15062	Toluca	México	Ocoyoacac
15055	Toluca	México	Mexicaltzingo
15035	Valle de México	México	Huehuetoca
15095	Valle de México	México	Tepotzotlán
15076	Toluca	México	San Mateo Atenco
15005	Toluca	México	Almoloya de Juárez
15011	Valle de México	México	Atenco
15093	Valle de México	México	Tepetlaoxtoc
15046	Valle de México	México	Jilotzingo
15121	Valle de México	México	Cuautitlán Izcalli
15029	Valle de México	México	Chicoloapan
15010	Valle de México	México	Apaxco

45070	- .	B.4.7	Б ′
15072	Toluca	México	Rayón
15073	Toluca	México	San Antonio la Isla
15108	Valle de México	México	Tultepec
15081	Valle de México	México	Tecámac
15027	Toluca	México	Chapultepec
15059	Valle de México	México	Nextlalpan
15028	Valle de México	México	Chiautla
15118	Toluca	México	Zinacantepec
15039	Valle de México	México	Ixtapaluca
15054	Toluca	México	Metepec
15020	Valle de México	México	Coacalco de Berriozábal
15044	Valle de México	México	Jaltenco
15030	Valle de México	México	Chiconcuac
15125	Valle de México	México	Tonanitla
19026	Monterrey	Nuevo León	Guadalupe
19049	Monterrey	Nuevo León	Santiago
19009	Monterrey	Nuevo León	Cadereyta Jiménez
19045	Monterrey	Nuevo León	Salinas Victoria
19031	Monterrey	Nuevo León	Juárez
19039	Monterrey	Nuevo León	Monterrey
19041	Monterrey	Nuevo León	Pesquería
19006	Monterrey	Nuevo León	Apodaca
19025	Monterrey	Nuevo León	Gral. Zuazua
19001	Monterrey	Nuevo León	Abasolo
19046	Monterrey	Nuevo León	San Nicolás de los Garza
19047	Monterrey	Nuevo León	Hidalgo
19012	Monterrey	Nuevo León	Ciénega de Flores
19021	Monterrey	Nuevo León	Gral. Escobedo
19010	Monterrey	Nuevo León	Carmen
19048	Monterrey	Nuevo León	Santa Catarina
19018	Monterrey	Nuevo León	García
19019	Monterrey	Nuevo León	San Pedro Garza García
21001	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Acajete
21181	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Tlaltenango
21114	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Puebla
21143	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Salvador el Verde
21122	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Felipe Teotlalcingo
21074	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Huejotzingo
21119	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Andrés Cholula
21115	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Gregorio Atzompa
21090	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Juan C. Bonilla
21132	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Martín Texmelucan
21106	Puebla-Tlaxcala	Puebla	
	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Ocoyucan
21136			San Miguel Xoxtla
21140	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Pedro Cholula
21163	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Tepatlaxco de Hidalgo
21015	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Amozoc
21048	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Chiautzingo

21041	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Cuautlancingo
21034	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Coronango
21060	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Domingo Arenas
29044	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Zacatelco
29023	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Natívitas
29032	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Tetlatlahuca
29025	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	San Pablo del Monte
29057	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Santa Apolonia Teacalco Acuamanala de Miguel
29022	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Hidalgo Ixtacuixtla de Mariano
29015	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Matamoros
29054	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	San Lorenzo Axocomanitla
29028	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Teolocholco
29051	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	San Jerónimo Zacualpan
29056	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Santa Ana Nopalucan Mazatecochco de José
29017	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	María Morelos
29027	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Tenancingo
29029	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Tepeyanco
29019	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Tepetitla de Lardizábal
29053	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	San Juan Huactzinco
29059	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Santa Cruz Quilehtla
29041	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Papalotla de Xicohténcatl
29058	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Santa Catarina Ayometla
29042	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Xicohtzinco

Anexo 2. México. Zonas Metropolitanas de estudio: base de datos geoespacial de la dimensión epidemiológica

Clave	Zona			Tasas
municipal	Metropolitana	Entidad	Municipio	ER
29044	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Zacatelco	283.47
29023	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Natívitas	203.57
29032	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Tetlatlahuca	201.28
15112	Valle de México	México	Villa del Carbón	195.12
29025	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	San Pablo del Monte	192.90
15065	Valle de México	México	Otumba	161.59
15016	Valle de México	México	Axapusco	158.79
29057	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Santa Apolonia Teacalco	153.54
14039	Guadalajara	Jalisco	Guadalajara	150.46
			Acuamanala de Miguel	
29022	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Hidalgo	135.02
15061	Valle de México	México	Nopaltepec	133.93
29015	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	127.86
29015	Puebla-Haxcala	Haxbala	San Lorenzo	127.00
29054	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Axocomanitla	124.60
09017	Valle de México	Ciudad de México	Venustiano Carranza	119.36
09015	Valle de México	Ciudad de México	Cuauhtémoc	118.67
09002	Valle de México	Ciudad de México	Azcapotzalco	115.20
14002	Guadalajara	Jalisco	Acatlán de Juárez	112.30
09009	Valle de México	Ciudad de México	Milpa Alta	111.65
15013	Valle de México	México	Atizapán de Zaragoza	111.41
09013	Valle de México	Ciudad de México	Xochimilco	111.08
15094	Valle de México	México	Tepetlixpa	110.87
29028	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Teolocholco	110.75
15023	Valle de México	México	Coyotepec	107.63
09011	Valle de México	Ciudad de México	Tláhuac	106.75
29051	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	San Jerónimo Zacualpan	106.19
29056	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Santa Ana Nopalucan	102.92
15017	Valle de México	México	Ayapango	101.39
15069	Valle de México	México	Papalotla	100.93
09005	Valle de México	Ciudad de México	Gustavo A. Madero	100.13
15092	Valle de México	México	Teotihuacán	100.01
15058	Valle de México	México	Nezahualcóyotl	99.92
15068	Valle de México	México	Ozumba	99.61
09004	Valle de México	Ciudad de México	Cuajimalpa de Morelos	96.88
09007	Valle de México	Ciudad de México	Iztapalapa	94.76
09010	Valle de México	Ciudad de México	Álvaro Obregón	94.54
15015	Valle de México	México	Atlautla	93.71
15057	Valle de México	México	Naucalpan de Juárez	92.63
15002	Valle de México	México	Acolman	92.46
15009	Valle de México	México	Amecameca	92.33
			Mazatecochco de José	
29017	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	María Morelos	91.73
15091	Valle de México	México	Teoloyucan	91.70

45050	\			00.00
15053	Valle de México	México	Melchor Ocampo	90.99
15031	Valle de México	México	Chimalhuacán	89.58
09012	Valle de México	Ciudad de México	Tlalpan	86.84
29027	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Tenancingo	85.71
45075	\	B.4.7. *	San Martín de las	05.04
15075	Valle de México	México	Pirámides	85.31
15103	Valle de México	México	Tlalmanalco	84.41
29029	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Tepeyanco	83.01
09006	Valle de México	Ciudad de México	Iztacalco	82.23
29019	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Tepetitla de Lardizábal	80.72
15089	Valle de México	México	Tenango del Aire	80.19
21001	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Acajete	78.40
15106	Toluca	México	Toluca	77.73
15084	Valle de México	México	Temascalapa	77.68
15036	Valle de México	México	Hueypoxtla	77.65
			Valle de Chalco	
15122	Valle de México	México	Solidaridad	76.48
14124	Guadalajara	Jalisco	Zapotlanejo	75.89
15033	Valle de México	México	Ecatepec de Morelos	75.88
15115	Toluca	México	Xonacatlán	73.58
09003	Valle de México	Ciudad de México	Coyoacán	73.46
14101	Guadalajara	Jalisco	Tonalá	73.12
15025	Valle de México	México	Chalco	70.70
09008	Valle de México	Ciudad de México	La Magdalena Contreras	70.52
14120	Guadalajara	Jalisco	Zapopan	70.26
21181	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Tlaltenango	70.18
15070	Valle de México	México	La Paz	68.77
14098	Guadalajara	Jalisco	Tlaquepaque	67.30
21114	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Puebla	67.06
21143	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Salvador el Verde	66.97
21122	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Felipe Teotlalcingo	66.95
29053	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	San Juan Huactzinco	66.57
09016	Valle de México	Ciudad de México	Miguel Hidalgo	65.31
15024	Valle de México	México	Cuautitlán	62.86
15024	Toluca	México	Temoaya	61.64
15087	Valle de México	México	Temamatla	61.61
21074				
	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Huejotzingo	61.00
15090	Toluca	México	Tenango del Valle	60.20
15037	Valle de México	México	Huixquilucan	60.11
15050	Valle de México	México	Juchitepec	58.97
15104	Valle de México	México	Tlalnepantla de Baz	58.37
15109	Valle de México	México	Tultitlán	57.82
21119	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Andrés Cholula	57.54
14070	Guadalajara	Jalisco	El Salto	56.70
29059	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Santa Cruz Quilehtla	55.80
21125	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Gregorio Atzompa	55.79
15060	Valle de México	México	Nicolás Romero	54.62
15034	Valle de México	México	Ecatzingo	53.11
19026	Monterrey	Nuevo León	Guadalupe	53.01

29041 Puebla-Tlaxcala Tlaxcala Papalotla de Xicohténcat! 52.69 21090 Puebla-Tlaxcala Puebla Juan C. Bonilla 51.76 15038 Valle de México México Isidro Fabela 51.76 21130 Puebla-Tlaxcala Puebla Ocoyucan 49.61 15096 Valle de México Mexico Tequixquiac 48.78 21136 Puebla-Tlaxcala Puebla San Miguel Xoxtla 48.62 21136 Puebla-Tlaxcala Puebla San Miguel Xoxtla 48.62 211404 Guadalajara Jalisco Membrillos 47.13 15000 Valle de México México Tezoyuca 45.97 29058 Puebla-Tlaxcala Puebla Santa Catarina Ayometla 45.97 21140 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15022 Valle de México México Cocotitlán 41.63 15099 Valle de México México Calimaya 40.65 15120 <t< th=""><th>00044</th><th>Decable Thereals</th><th>Tlala</th><th>Developed a Vissbette and</th><th>50.00</th></t<>	00044	Decable Thereals	T lala	Developed a Vissbette and	50.00
15038 Valle de México México Isidro Fabela 51.17 21132 Puebla-Tlaxcala Puebla San Martín Texmelucan 50.64 21106 Puebla-Tlaxcala Puebla Ocoyucan 49.61 15096 Valle de México México Tequixquiac 48.78 21136 Puebla-Tlaxcala Puebla San Miguel Xoxtla 48.62 19049 Monterrey Nuevo León Santiago 47.16 14044 Guadalajara Jalisco Membrillos 47.13 15100 Valle de México México Tezoyuca 45.97 29058 Puebla-Tlaxcala Puebla Santa Catarina Ayometa 45.97 29058 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15067 Toluca México Cocotitián 41.63 15022 Valle de México México Cocotitián 41.63 15038 Toluca México Zumpango 40.65 15018 Toluca México				-	
21132 Puebla-Tlaxcala Puebla San Martin Texmelucan 50.64 21106 Valle de México México Tequixquiac 48.78 21136 Puebla-Tlaxcala Puebla San Miguel Xoxtla 48.62 19049 Monterrey Nuevo León Santago 47.16 14044 Guadalajara Jalisco Membrillos 47.13 15100 Valle de México México Tezoyuca 45.97 29058 Puebla-Tlaxcala Tlaxcala Santa Catarina Ayometla 45.97 21140 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15022 Valle de México México Cocotitán 41.63 15099 Valle de México México Texococo 40.71 15110 Valle de México México Zumpango 40.65 15018 Toluca México Lerma 39.55 15018 Toluca México Lerma 39.55 15051 Toluca México Mexi					
21106 Puebla-Tlaxcala (15096) Valle de México (15096) Mexico (15096) Tequixquiac (15096) 49.61 21136 Puebla-Tlaxcala (15096) Puebla (15096) Tequixquiac (15096) 48.78 21136 Puebla-Tlaxcala (15096) Puebla (15096) Santiago (15096) 47.16 19049 Monterrey (15096) Nuevo León (15096) Santiago (15096) 47.13 14044 Guadalajara (15006) Jalisco (15096) Membrillos (15096) 47.13 15100 Valle de México (15006) México (15096) Tezoyuca (15.97) 45.97 29058 Puebla-Tlaxcala (15006) Teles (15096) 41.63 45.97 21140 Puebla-Tlaxcala (15002) Puebla (16096) San Pedro Cholula (16096) 41.63 15022 Valle de México (15006) México (15096) Cocotitián (16096) 41.63 15099 Valle de México (15006) México (15096) Calimaya (16096) 40.65 15120 Valle de México (15006) México (15096) Lerma (15096) 39.28 15051 Toluca (15096) México (15096) Méxi					
15096 Valle de México México Tequíxquiac 48.78 21136 Puebla-Tlaxcala Puebla San Miguel Xoxtla 48.62 19049 Monterrey Nuevo León Santiago 47.16 14044 Guadalajara Jalisco Membrillos 47.13 15100 Valle de México México Tezoyuca 45.97 29058 Puebla-Tlaxcala Tlaxcala Santa Catarina Ayometla 45.37 15067 Toluca México Otzolotepec 44.96 21140 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15022 Valle de México México Cocotittán 41.65 15029 Valle de México México Zumpango 40.71 15120 Valle de México México Zumpango 40.19 21163 Puebla-Tlaxcala Puebla Tepatlaxco de Hidalgo 40.65 15051 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México				San Martín Texmelucan	
21136 Puebla-Tlaxcala Puebla San Miguel Xoxtla 48.62 19049 Monterrey Nuevo León Santiago 47.16 14044 Guadalajara Jalisco Membrillos 47.13 15100 Valle de México México Tezoyuca 45.97 29058 Puebla-Tlaxcala Tlaxcala Santa Catarina Ayometla 45.97 21140 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15022 Valle de México México Cocotitlán 41.63 15018 Toluca México Calimaya 40.65 15018 Toluca México Zumpango 40.19 21163 Puebla-Tlaxcala Puebla Tepatlaxco de Hidalgo 40.06 15051 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.67 15005 Toluca México Tepotz	21106		Puebla	Ocoyucan	49.61
19049 Monterrey Nuevo León (Ixtlahuacán de los Ixtlahuacán de los Ixtlahuacán de los Membrillos 47.13 14044 Guadalajara Jalisco Membrillos 47.13 15100 Valle de México México Tezoyuca 45.97 29058 Puebla-Tlaxcala Tlaxcala Santa Catarina Ayometia 45.37 15067 Toluca México Otzolotepec 44.96 21140 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15022 Valle de México México Cocotitán 41.63 15099 Valle de México México Calimaya 40.65 15120 Valle de México México Zumpango 40.19 15120 Valle de México México Lerma 39.55 15051 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México Mexicaltzingo 39.28 15055 Toluca México Huehuetoca 37.36 15035 Valle de México México </td <td>15096</td> <td>Valle de México</td> <td>México</td> <td></td> <td>48.78</td>	15096	Valle de México	México		48.78
14044 Guadalajara Jalisco Membrillos 47.13 15100 Valle de México México Tezoyuca 45.97 29058 Puebla-Tlaxcala Tlaxcala Santa Catarina Ayometla 15067 Toluca México Otzolotepec 44.96 21140 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15022 Valle de México México Cocotitlán 41.63 15099 Valle de México México Texcoco 40.71 15018 Toluca México Calimaya 40.65 15120 Valle de México México Zumpango 40.19 21163 Puebla-Tlaxcala Puebla Tepatlaxco de Hidalgo 40.06 15051 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México Mexicatlizingo 39.07 15035 Toluca México Mexicatlizingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 15001 Valle de México México San Mateo Atenco 35.76 15001 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 15093 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 15093 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 15093 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 15093 Valle de México México Atenco 33.66 15093 Valle de México México Tepetlaoxtoc 32.59 15093 Valle de México México Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 15093 Valle de México México Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 15094 Valle de México México Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 15095 Valle de México México Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 15096 Valle de México México Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.25 15097 Valle de México México Guadalajara Juanac	21136	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Miguel Xoxtla	48.62
14044 Guadalajara Jalisco Membrillos 47.13 15100 Valle de México México Tezoyuca 45.97 29058 Puebla-Tlaxcala Tlaxcala Santa Catarina Ayometla 45.37 15067 Toluca México Otzolotepec 44.96 21140 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15022 Valle de México México Cocotitlán 41.63 15099 Valle de México México Calimaya 40.65 15018 Toluca México Zumpango 40.19 15120 Valle de México México Lerma 39.55 15120 Valle de México México Lerma 39.55 15051 Toluca México Devolaca 39.28 15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.67 15035 Valle de México México Tepottzotlán	19049	Monterrey	Nuevo León		47.16
15100 Valle de México México Tezoyuca 45.97 29058 Puebla-Tlaxcala Tlaxcala Santa Catarina Ayometla 45.37 15067 Toluca México Otzolotepec 44.96 21140 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15022 Valle de México México Cocotitián 41.63 15099 Valle de México México Texcoco 40.71 15018 Toluca México Zumpango 40.65 15120 Valle de México México Zumpango 40.06 15051 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Huehuetoca 37.36 15035 Valle de México México Tepotzottán 37.16 15035 Valle de México México Cadereyta Jiménez <t< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></t<>					
29058 Puebla-Tlaxcala Tlaxcala México Santa Catarina Ayometla 45.37 15067 Toluca México Otzolotepec 44.96 21140 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15022 Valle de México México Cocotitlán 41.63 15099 Valle de México México Calimaya 40.65 15018 Toluca México Zumpango 40.19 21163 Puebla-Tlaxcala Puebla Tepatlaxco de Hidalgo 40.06 15051 Toluca México Lerma 39.5 15052 Toluca México Ocoyoacac 39.28 15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.67 15035 Valle de México México Tepotzotlán 37.36 15076 Toluca México Cadereyta Jiménez 36.64 15076 Toluca México Almoloya		-			
15067 Toluca México Otzolotepec 44.96 21140 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15022 Valle de México México Cocotitlán 41.63 15099 Valle de México México Texcoco 40.71 15018 Toluca México Zumpango 40.65 15120 Valle de México México Zumpango 40.06 15120 Valle de México México Lerma 39.55 15051 Toluca México Lerma 39.28 15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.28 15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.26 15035 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15035 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 15095 Valle de México México Almoloya de Juárez 36.64 15076 Toluca México Almoloya de Juárez 35.18				•	
21140 Puebla-Tlaxcala Puebla San Pedro Cholula 41.85 15022 Valle de México México Cocotitlán 41.63 15099 Valle de México México Texcoco 40.71 15018 Toluca México Calimaya 40.65 15120 Valle de México México Zumpango 40.19 21163 Puebla-Tlaxcala Puebla Tepatlaxco de Hidalgo 40.06 15051 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México Ocoyoacac 39.28 15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 15095 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 15095 Valle de México México Almoloya de Juárez 36.64 15076 Toluca México Almoloya de Juárez 35.76 15011 Valle de México México Almoloya de J				-	
15022 Valle de México México Cocotitlán 41.63 15099 Valle de México México Texcoco 40.71 15018 Toluca México Calimaya 40.65 15120 Valle de México México Zumpango 40.06 15120 Valle de México México Lerma 39.55 15061 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.67 15035 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 15076 Toluca México San Mateo Atenco 35.76 15011 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán <t< td=""><td>15067</td><td>Toluca</td><td>México</td><td>Otzolotepec</td><td>44.96</td></t<>	15067	Toluca	México	Otzolotepec	44.96
15099 Valle de México México Texcoco 40.71 15018 Toluca México Calimaya 40.65 15120 Valle de México México Zumpango 40.19 21163 Puebla-Tlaxcala Puebla Tepatlaxco de Hidalgo 40.06 15051 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México Ocoyoacac 39.28 15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.67 15035 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 19009 Monterrey Nuevo León Cadereyta Jiménez 36.64 15076 Toluca México Almoloya de Juárez 35.76 15011 Valle de México México Atenco 33.62 15011 Valle de México México Salinas Victoria <td>21140</td> <td>Puebla-Tlaxcala</td> <td>Puebla</td> <td>San Pedro Cholula</td> <td>41.85</td>	21140	Puebla-Tlaxcala	Puebla	San Pedro Cholula	41.85
15018 Toluca México Calimaya 40.65 15120 Valle de México México Zumpango 40.19 21163 Puebla-Tlaxcala Puebla Tepatlaxco de Hidalgo 40.06 15051 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México Ocoyoacac 39.28 15055 Toluca México Mexicaltizingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.67 15035 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 19009 Monterrey Nuevo León Cadereyta Jiménez 36.64 15076 Toluca México San Mateo Atenco 35.76 15011 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 15093 Valle de México México Tepetlaoxtoc	15022	Valle de México	México	Cocotitlán	41.63
15120 Valle de México México Zumpango 40.19 21163 Puebla-Tlaxcala Puebla Tepatlaxco de Hidalgo 40.06 15051 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México Ocoyoacac 39.28 15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.36 15035 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 19009 Monterrey Nuevo León Cadereyta Jiménez 36.64 15076 Toluca México San Mateo Atenco 35.76 15005 Toluca México Almoloya de Juárez 35.18 15011 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 15093 Valle de México México Tepetlaoxto	15099	Valle de México	México	Texcoco	40.71
21163 Puebla-Tlaxcala Puebla Tepatlaxco de Hidalgo 40.06 15051 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México Ocoyoacac 39.28 15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.66 15035 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 19009 Monterrey Nuevo León Cadereyta Jiménez 36.64 15076 Toluca México San Mateo Atenco 35.76 15005 Toluca México Almoloya de Juárez 35.18 15011 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 15093 Valle de México México Tepetlaoxtoc 32.59 19031 Monterrey Nuevo León Juárez <td>15018</td> <td>Toluca</td> <td>México</td> <td>Calimaya</td> <td>40.65</td>	15018	Toluca	México	Calimaya	40.65
15051 Toluca México Lerma 39.55 15062 Toluca México Ocoyoacac 39.28 15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.67 15035 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 19009 Monterrey Nuevo León Cadereyta Jiménez 36.64 15076 Toluca México San Mateo Atenco 35.76 15005 Toluca México Almoloya de Juárez 35.76 15011 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 19045 Monterrey Nuevo León Salinas Victoria 33.22 15093 Valle de México México Benito Juárez 32.59 19031 Monterrey Nuevo León Benito Juárez </td <td>15120</td> <td>Valle de México</td> <td>México</td> <td>Zumpango</td> <td>40.19</td>	15120	Valle de México	México	Zumpango	40.19
15062 Toluca México Ocoyoacac 39.28 15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.67 15035 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 19009 Monterrey Nuevo León Cadereyta Jiménez 36.64 15076 Toluca México San Mateo Atenco 35.76 15005 Toluca México Almoloya de Juárez 35.76 15011 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 19045 Monterrey Nuevo León Salinas Victoria 33.22 15093 Valle de México México Tepetlaoxtoc 32.59 19031 Monterrey Nuevo León Juárez 32.09 19014 Valle de México México Benito	21163	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Tepatlaxco de Hidalgo	40.06
15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.67 15035 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 19009 Monterrey Nuevo León Cadereyta Jiménez 36.64 15076 Toluca México San Mateo Atenco 35.76 15005 Toluca México Almoloya de Juárez 35.18 15011 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 19045 Monterrey Nuevo León Salinas Victoria 33.22 15093 Valle de México México Tepetlaoxtoc 32.59 19031 Monterrey Nuevo León Juárez 32.09 19014 Valle de México Ciudad de México Benito Juárez 31.62 21015 Puebla-Tlaxcala Puebla<	15051	Toluca	México	Lerma	39.55
15055 Toluca México Mexicaltzingo 39.07 14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.67 15035 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 19009 Monterrey Nuevo León Cadereyta Jiménez 36.64 15076 Toluca México San Mateo Atenco 35.76 15005 Toluca México Almoloya de Juárez 35.18 15011 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 19045 Monterrey Nuevo León Salinas Victoria 33.22 15093 Valle de México México Tepetlaoxtoc 32.59 19031 Monterrey Nuevo León Juárez 32.09 09014 Valle de México Ciudad de México Benito Juárez 31.62 21015 Puebla-Tlaxcala Puebla<	15062	Toluca	México	Ocoyoacac	39.28
14097 Guadalajara Jalisco Tlajomulco de Zúñiga 37.67 15035 Valle de México México Huehuetoca 37.36 15095 Valle de México México Tepotzotlán 37.16 19009 Monterrey Nuevo León Cadereyta Jiménez 36.64 15076 Toluca México San Mateo Atenco 35.76 15005 Toluca México Almoloya de Juárez 35.18 15011 Valle de México México Atenco 33.66 14051 Guadalajara Jalisco Juanacatlán 33.42 19045 Monterrey Nuevo León Salinas Victoria 33.22 15093 Valle de México México Tepetlaoxtoc 32.59 19031 Monterrey Nuevo León Juárez 32.09 19014 Valle de México Ciudad de México Benito Juárez 31.62 21015 Puebla-Tlaxcala Puebla Amozoc 31.56 15046 Valle de México Méxic	15055	Toluca	México	-	39.07
15035Valle de MéxicoMéxicoHuehuetoca37.3615095Valle de MéxicoMéxicoTepotzotlán37.1619009MonterreyNuevo LeónCadereyta Jiménez36.6415076TolucaMéxicoSan Mateo Atenco35.7615005TolucaMéxicoAlmoloya de Juárez35.1815011Valle de MéxicoMéxicoAtenco33.6614051GuadalajaraJaliscoJuanacatlán33.4219045MonterreyNuevo LeónSalinas Victoria33.2215093Valle de MéxicoMéxicoTepetlaoxtoc32.5919031MonterreyNuevo LeónJuárez32.0919044Valle de MéxicoCiudad de MéxicoBenito Juárez31.6221015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoGuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoRayón30.1615072TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMé	14097		Jalisco	_	37.67
15095Valle de MéxicoMéxicoTepotzotlán37.1619009MonterreyNuevo LeónCadereyta Jiménez36.6415076TolucaMéxicoSan Mateo Atenco35.7615005TolucaMéxicoAlmoloya de Juárez35.1815011Valle de MéxicoMéxicoAtenco33.6614051GuadalajaraJaliscoJuanacatlán33.4219045MonterreyNuevo LeónSalinas Victoria33.2215093Valle de MéxicoMéxicoTepetlaoxtoc32.5919031MonterreyNuevo LeónJuárez32.0909014Valle de MéxicoCiudad de MéxicoBenito Juárez31.6221015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50	15035	-			37.36
19009MonterreyNuevo LeónCadereyta Jiménez36.6415076TolucaMéxicoSan Mateo Atenco35.7615005TolucaMéxicoAlmoloya de Juárez35.1815011Valle de MéxicoMéxicoAtenco33.6614051GuadalajaraJaliscoJuanacatlán33.4219045MonterreyNuevo LeónSalinas Victoria33.2215093Valle de MéxicoMéxicoTepetlaoxtoc32.5919031MonterreyNuevo LeónJuárez32.0909014Valle de MéxicoCiudad de MéxicoBenito Juárez31.6221015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315027TolucaMéxicoChapultepec25.95					
15076TolucaMéxicoSan Mateo Atenco35.7615005TolucaMéxicoAlmoloya de Juárez35.1815011Valle de MéxicoMéxicoAtenco33.6614051GuadalajaraJaliscoJuanacatlán33.4219045MonterreyNuevo LeónSalinas Victoria33.2215093Valle de MéxicoMéxicoTepetlaoxtoc32.5919031MonterreyNuevo LeónJuárez32.0909014Valle de MéxicoCiudad de MéxicoBenito Juárez31.6221015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50				•	
15005TolucaMéxicoAlmoloya de Juárez35.1815011Valle de MéxicoMéxicoAtenco33.6614051GuadalajaraJaliscoJuanacatlán33.4219045MonterreyNuevo LeónSalinas Victoria33.2215093Valle de MéxicoMéxicoTepetlaoxtoc32.5919031MonterreyNuevo LeónJuárez32.0909014Valle de MéxicoCiudad de MéxicoBenito Juárez31.6221015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50		•		-	
15011Valle de MéxicoMéxicoAtenco33.6614051GuadalajaraJaliscoJuanacatlán33.4219045MonterreyNuevo LeónSalinas Victoria33.2215093Valle de MéxicoMéxicoTepetlaoxtoc32.5919031MonterreyNuevo LeónJuárez32.0909014Valle de MéxicoCiudad de MéxicoBenito Juárez31.6221015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50					
14051GuadalajaraJaliscoJuanacatlán33.4219045MonterreyNuevo LeónSalinas Victoria33.2215093Valle de MéxicoMéxicoTepetlaoxtoc32.5919031MonterreyNuevo LeónJuárez32.0909014Valle de MéxicoCiudad de MéxicoBenito Juárez31.6221015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMenterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50				<u>.</u>	
19045MonterreyNuevo LeónSalinas Victoria33.2215093Valle de MéxicoMéxicoTepetlaoxtoc32.5919031MonterreyNuevo LeónJuárez32.0909014Valle de MéxicoCiudad de MéxicoBenito Juárez31.6221015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50					
15093Valle de MéxicoMéxicoTepetlaoxtoc32.5919031MonterreyNuevo LeónJuárez32.0909014Valle de MéxicoCiudad de MéxicoBenito Juárez31.6221015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50		•			
19031MonterreyNuevo LeónJuárez32.0909014Valle de MéxicoCiudad de MéxicoBenito Juárez31.6221015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50		•			
09014Valle de MéxicoCiudad de MéxicoBenito Juárez31.6221015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50				•	
21015Puebla-TlaxcalaPueblaAmozoc31.5615046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50		•			
15046Valle de MéxicoMéxicoJilotzingo31.5615121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50					
15121Valle de MéxicoMéxicoCuautitlán Izcalli31.2615029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50					
15029Valle de MéxicoMéxicoChicoloapan30.8715010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50				<u> </u>	
15010Valle de MéxicoMéxicoApaxco30.6715072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50					
15072TolucaMéxicoRayón30.1615073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50				•	
15073TolucaMéxicoSan Antonio la Isla29.3819039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50				•	
19039MonterreyNuevo LeónMonterrey28.9419041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50				₹	
19041MonterreyNuevo LeónPesquería27.5315108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50					
15108Valle de MéxicoMéxicoTultepec26.6315081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50		•		•	
15081Valle de MéxicoMéxicoTecámac26.0119006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50		•		•	
19006MonterreyNuevo LeónApodaca25.9515027TolucaMéxicoChapultepec25.50				·-	
15027 Toluca México Chapultepec 25.50					
		•		-	
15059 Valle de México México Nextlalpan 25.21					
	15059	Valle de México	México	Nextlalpan	25.21

21048	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Chiautzingo	24.46
15028	Valle de México	México	Chiautla	24.01
19025	Monterrey	Nuevo León	Gral. Zuazua	23.78
19001	Monterrey	Nuevo León	Abasolo	23.46
19046	Monterrey	Nuevo León	San Nicolás de los Garza	22.78
15118	Toluca	México	Zinacantepec	22.23
19047	Monterrey	Nuevo León	Hidalgo	21.68
19012	Monterrey	Nuevo León	Ciénega de Flores	21.07
19021	Monterrey	Nuevo León	Gral. Escobedo	20.70
15039	Valle de México	México	Ixtapaluca	20.58
19010	Monterrey	Nuevo León	Carmen	18.27
21041	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Cuautlancingo	17.82
15054	Toluca	México	Metepec	16.68
15020	Valle de México	México	Coacalco de Berriozábal	16.17
29042	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Xicohtzinco	14.67
21034	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Coronango	14.65
19048	Monterrey	Nuevo León	Santa Catarina	14.48
15044	Valle de México	México	Jaltenco	14.38
19018	Monterrey	Nuevo León	García	13.74
21060	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Domingo Arenas	13.48
15030	Valle de México	México	Chiconcuac	11.74
19019	Monterrey	Nuevo León	San Pedro Garza García	10.56
15125	Valle de México	México	Tonanitla	10.28
13069	Valle de México	Hidalgo	Tizayuca	6.70

Anexo 3. México. Zonas Metropolitanas de estudio: base de datos geoespacial de la dimensión ambiental

Clave Municipal 21140	Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala	Municipio San Pedro Cholula	ton/año PM 2.5	% ton/año PM 2.5
21170	i ucbia-i iaxcaia	Sarri Caro Orioldia	5802.66	11.07
21034	Puebla-Tlaxcala	Coronango	3136.30	5.98
09005	Valle de México	Gustavo A. Madero	3060.72	5.84
19041	Monterrey	Pesquería	2154.51	4.11
21114	Puebla-Tlaxcala	Puebla	1599.82	3.05
19018	Monterrey	García	1586.97	3.03
21090	Puebla-Tlaxcala	Juan C. Bonilla	1584.99	3.02
14120	Guadalajara	Zapopan	1448.60	2.76
19048	Monterrey	Santa Catarina	1230.63	2.35
19039	Monterrey	Monterrey	1127.21	2.15
15106	Toluca	Toluca	1061.73	2.03
14101	Guadalajara	Tonalá	1040.58	1.98
19046	Monterrey	San Nicolas de los Garza	1023.70	1.95
14098	Guadalajara	San Pedro Tlaquepaque	970.81	1.85
15005	Toluca	Almoloya de Juárez	917.50	1.75
14039	Guadalajara	Guadalajara	917.30 856.38	1.73
14097	Guadalajara	Tlajomulco de Zúñiga	845.90	1.63
15033	Valle de México	Ecatepec de Morelos	834.54	1.59
21132	Puebla-Tlaxcala	San Martin Texmelucan	777.09	1.48
14002	Guadalajara	Acatlán de Juárez	769.16	1.47
14070	Guadalajara	El Salto	745.40	1.42
15002	Valle de México	Acolman	670.47	1.28
21041	Puebla-Tlaxcala	Cuautlancingo	666.42	1.27
21074	Puebla-Tlaxcala	Huejotzingo	655.24	1.25
19009	Monterrey	Cadereyta Jiménez	650.53	1.24
15057	Valle de México	Naucalpan de Juárez	567.50	1.08
15120	Valle de México	Zumpango	556.72	1.06
15104	Valle de México	Tlalnepantla de Baz	521.30	0.99
19006	Monterrey	Apodaca	471.00	0.99
15058	Valle de México	Nezahualcoyotl	47 1.00	0.50
15121	Valle de México	Cuautitlán Izcalli	468.21	0.89
.0.2.	vano do moznos	Guadillari izsalli	456.58	0.87
15099	Valle de México	Texcoco	427.72	0.82
15025	Valle de México	Chalco	385.69	0.74
15051 19021	Toluca Monterrey	Lerma General Escobedo	361.91	0.69
10021	Montory	Concra E0000000	353.96	0.68

15118	Toluca	Zinacantonoc	000.40	0.04
19026		Zinacantepec	336.40	0.64
	Monterrey Valle de México	Guadalupe Tultitlan	307.95	0.59
15109			301.89	0.58
15081	Valle de México	Tecámac	301.79	0.58
15070	Valle de México	La Paz	300.56	0.57
15039	Valle de México	Ixtapaluca	299.19	0.57
15087	Toluca	Temoaya —	298.72	0.57
13069	Valle de México	Tizayuca	287.19	0.55
15031	Valle de México	Chimalhuacán	268.30	0.51
15060	Valle de México	Nicolas Romero	266.97	0.51
09016	Valle de México	Miguel Hidalgo		
09010	Valle de México	Azcapotzalco	263.20	0.50
14124		•	243.86	0.47
	Guadalajara	Zapotlanejo	243.60	0.46
21001	Puebla-Tlaxcala	Acajete	227.21	0.43
15013	Valle de México	Atizapán de Zaragoza	225.16	0.43
19019	Monterrey	San Pedro Garza	220.10	0.10
		García	207.22	0.40
15112	Valle de México	Villa del carbón		
			206.79	0.39
09007	Valle de México	Iztapalapa	202.42	0.39
15059	Valle de México	Nextlalpan	188.81	0.36
15018	Toluca	, Calimaya	186.91	0.36
09010	Valle de México	Álvaro Obregón	177.46	0.24
15024	Valle de México	Cuautitlán	177.46	0.34
15024	Toluca	Tenango del Valle	175.95	0.34
15090	Toluca	renango dei valle	171.89	0.33
15095	Valle de México	Tepotzotlán	164.17	0.31
14051	Guadalajara	Juanacatlán	163.61	0.31
21119	Puebla-Tlaxcala	San Andrés Cholula		0.01
			160.60	0.31
21015	Puebla-Tlaxcala	Amozoc	158.36	0.30
09015	Valle de México	Cuauhtémoc	154.01	0.29
15067	Toluca	Otzolotepec	142.50	0.27
15016	Valle de México	Axapusco	140.56	0.27
29025	Puebla-Tlaxcala	San Pablo del Monte	400.40	2.27
15005	Valla da Máxica	Lluchustoss	139.49	0.27
15035	Valle de México	Huehuetoca	138.84	0.26
09014	Valle de México	Benito Juárez	138.07	0.26
29015	Puebla-Tlaxcala	Ixtacuixtla de Mariano		
		Matamoros	132.72	0.25
09011	Valle de México	Tláhuac	131.52	0.25
14044	Guadalajara	Ixtlahuacán de los		
	•	Membrillos	129.15	0.25
15054	Toluca	Metepec	128.90	0.25
15084	Valle de México	Temascalapa	127.44	0.24
19031	Monterrey	Juárez	126.24	0.24
15037	Valle de México	Huixquilucan	125.72	0.24
15009	Valle de México	Amecameca	123.73	0.24
-			.20.70	0.27

09003	Valle de México	Coyoacán	122.54	0.23
21136	Puebla-Tlaxcala	San Miguel Xoxtla	118.55	0.23
09012	Valle de México	Tlalpan	115.01	0.22
09006	Valle de México	Iztacalco	113.54	0.22
15122	Valle de México	Valle de Chalco	113.54	0.22
.0.22	valle de Mexico	Solidaridad		
22247	N/ II - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1		112.70	0.21
09017	Valle de México	Venustiano Carranza	109.11	0.21
29044	Puebla-Tlaxcala	Zacatelco	109.06	0.21
15020	Valle de México	Coacalco de Berriozábal		
4=000		a	108.62	0.21
15029	Valle de México	Chicoloapan	107.93	0.21
15010	Valle de México	Apaxco	107.59	0.21
15036	Valle de México	Hueypoxtla	105.63	0.20
15050	Valle de México	Juchitepec	102.80	0.20
15062	Toluca	Ocoyoacac	100.89	0.19
19049	Monterrey	Santiago	100.17	0.19
15096	Valle de México	Tequixquiac	97.23	0.19
15065	Valle de México	Otumba	95.87	0.18
15091	Valle de México	Teoloyucan	93.82	0.18
15015	Valle de México	Atlautla	89.48	0.17
21060	Puebla-Tlaxcala	Domingo Arenas	00.22	0.47
21143	Puebla-Tlaxcala	San Salvador el Verde	88.33	0.17
21170	i ucbia-riaxcaia	Gair Gaivador er verde	84.48	0.16
19012	Monterrey	Ciénega de Flores	00.00	0.40
			82.02	0.16
15100	Valla de Máxico	Tultonoo		
15108	Valle de México	Tultepec	80.86	0.15
15093	Valle de México	Tepetlaoxtoc	80.86 78.05	0.15 0.15
15093 09013	Valle de México Valle de México	Tepetlaoxtoc Xochimilco	80.86 78.05 76.91	0.15 0.15 0.15
15093 09013 15011	Valle de México Valle de México Valle de México	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco	80.86 78.05 76.91 75.86	0.15 0.15 0.15 0.14
15093 09013 15011 15125	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10	0.15 0.15 0.15 0.14 0.14
15093 09013 15011 15125 29028	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19	0.15 0.15 0.15 0.14 0.14
15093 09013 15011 15125 29028 29023	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78	0.15 0.15 0.15 0.14 0.14 0.13
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62	0.15 0.15 0.15 0.14 0.14 0.13 0.13
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50	0.15 0.15 0.15 0.14 0.14 0.13 0.13 0.13
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09	0.15 0.15 0.15 0.14 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Puebla-Tlaxcala	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11	0.15 0.15 0.15 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092 15068	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan Ozumba	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11 58.96	0.15 0.15 0.15 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.11
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092 15068 09009	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Valle de México	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan Ozumba Milpa Alta	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11	0.15 0.15 0.15 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092 15068	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan Ozumba	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11 58.96 54.26	0.15 0.15 0.15 0.14 0.14 0.13 0.13 0.13 0.11 0.11 0.11
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092 15068 09009 21163	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan Ozumba Milpa Alta Tepatlaxco de Hidalgo	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11 58.96 54.26	0.15 0.15 0.15 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.11 0.11 0.10
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092 15068 09009 21163	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Valle de México	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan Ozumba Milpa Alta Tepatlaxco de Hidalgo Xonacatlán	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11 58.96 54.26 54.12	0.15 0.15 0.14 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.11 0.11 0.10 0.10
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092 15068 09009 21163 15115 21106	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Puebla-Tlaxcala Toluca Puebla-Tlaxcala	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan Ozumba Milpa Alta Tepatlaxco de Hidalgo Xonacatlán Ocoyucan	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11 58.96 54.26	0.15 0.15 0.15 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.11 0.11 0.10
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092 15068 09009 21163 15115 21106 29019	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Toluca Puebla-Tlaxcala	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan Ozumba Milpa Alta Tepatlaxco de Hidalgo Xonacatlán Ocoyucan Tepetitla de Lardizábal	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11 58.96 54.26 54.12	0.15 0.15 0.14 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.11 0.11 0.10 0.10
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092 15068 09009 21163 15115 21106	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Puebla-Tlaxcala Toluca Puebla-Tlaxcala	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan Ozumba Milpa Alta Tepatlaxco de Hidalgo Xonacatlán Ocoyucan	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11 58.96 54.26 54.12 50.42 49.92	0.15 0.15 0.14 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.11 0.10 0.10 0.10 0.10 0.10
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092 15068 09009 21163 15115 21106 29019	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Puebla-Tlaxcala Toluca Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan Ozumba Milpa Alta Tepatlaxco de Hidalgo Xonacatlán Ocoyucan Tepetitla de Lardizábal Cuajimalpa de Morelos	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11 58.96 54.26 54.12 50.42 49.92	0.15 0.15 0.14 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.11 0.10 0.10 0.10
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092 15068 09009 21163 15115 21106 29019	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Toluca Puebla-Tlaxcala	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan Ozumba Milpa Alta Tepatlaxco de Hidalgo Xonacatlán Ocoyucan Tepetitla de Lardizábal	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11 58.96 54.26 54.12 50.42 49.92	0.15 0.15 0.15 0.14 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.11 0.10 0.10 0.10 0.10 0.10
15093 09013 15011 15125 29028 29023 15103 15094 21048 15092 15068 09009 21163 15115 21106 29019	Valle de México Valle de México Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México Valle de México Puebla-Tlaxcala Valle de México Puebla-Tlaxcala Toluca Puebla-Tlaxcala Puebla-Tlaxcala Valle de México	Tepetlaoxtoc Xochimilco Atenco Tonanitla Teolocholco Nativitas Tlalmanalco Tepetlixpa Chiautzingo Teotihuacan Ozumba Milpa Alta Tepatlaxco de Hidalgo Xonacatlán Ocoyucan Tepetitla de Lardizábal Cuajimalpa de Morelos	80.86 78.05 76.91 75.86 73.10 68.19 66.78 65.62 61.50 60.09 59.11 58.96 54.26 54.12 50.42 49.92 49.65 48.88	0.15 0.15 0.15 0.14 0.14 0.13 0.13 0.13 0.12 0.11 0.11 0.10 0.10 0.10 0.10 0.09 0.09

15034	Valle de México	Ecatzingo	44.15	0.08
15046	Valle de México	Jilotzingo	42.09	0.08
21122	Puebla-Tlaxcala	San Felipe Teotlalcingo	41.88	0.08
15023	Valle de México	Coyotepec	41.38	0.08
15017	Valle de México	Ayapango	37.93	0.08
19045	Monterrey	Salinas Victoria	37.33	0.07
	·		37.53	0.07
15076	Toluca	San Mateo Atenco	37.41	0.07
29032	Puebla-Tlaxcala	Tetlatlahuca	36.18	0.07
21125	Puebla-Tlaxcala	San Gregorio Atzompa		
04404	Decable Thereads	TI-11	36.15	0.07
21181	Puebla-Tlaxcala	Tlaltenango	35.66	0.07
15028	Valle de México	Chiautla	33.94	0.06
09008	Valle de México	La Magdalena	24 54	0.06
15038	Valle de México	Contreras Isidro Fabela	31.51 31.00	0.06
15075	Valle de México	San Martin de las	31.00	0.06
13073	valle de Mexico	Pirámides	29.69	0.06
15072	Toluca	Rayón	29.57	0.06
29056	Puebla-Tlaxcala	Santa Ana Nopalucan	20.07	0.00
		•	29.51	0.06
29017	Puebla-Tlaxcala	Mazatecocho de Jose		
		Maria Morelos	29.12	0.06
29042	Puebla-Tlaxcala	Xicohtzinco	28.71	0.05
15073	Toluca	San Antonio la Isla	20.7	0.00
			28.70	0.05
15089	Valle de México	Tenango del Aire	26.06	0.05
29041	Puebla-Tlaxcala	Papalotla de	20.00	0.05
200+1	i debia i laxedia	Xicohtencatl	25.03	0.05
29054	Puebla-Tlaxcala	San Lorenzo		
		Axocomanitla	20.80	0.04
29027	Puebla-Tlaxcala	Tenancingo	20.42	0.04
19010	Monterrey	El Carmen	20.09	0.04
29059	Puebla-Tlaxcala	Santa Cruz Quilehtla	40.00	0.04
15044	Valle de México	laltonco	19.02	0.04
15044	Valle de México	Jaltenco Chiconcuac	18.97	0.04
15030	Valle de México	Cocotitlán	18.84	0.04
29058	Puebla-Tlaxcala	Santa Catarina	18.77	0.04
29056	Puebla-Haxcala	Ayometla	18.44	0.04
29029	Puebla-Tlaxcala	Tepeyanco	18.39	0.04
15100	Valle de México	Tezoyuca	18.01	0.03
29057	Puebla-Tlaxcala	Santa Apolonia	10.01	0.00
		Teacalco	16.16	0.03
19025	Monterrey	General Zuazua	40.00	
15055	Taluas	Mayiaaltaiaga	16.06	0.03
15055	Toluca	Mexicaltzingo	14.96	0.03
29022	Puebla-Tlaxcala	Acuamanala de Miguel Hidalgo		
		rildaigo	14.91	0.03
15083	Valle de México	Temamatla	13.65	0.03

29053	Puebla-Tlaxcala	San Juan Huactzinco		
			13.05	0.02
15027	Toluca	Chapultepec	11.72	0.02
29051	Puebla-Tlaxcala	San Jerónimo		
		Zacualpan	9.47	0.02
19047	Monterrey	Hidalgo	8.17	0.02
15069	Valle de México	Papalotla	5.90	0.01
19001	Monterrey	Abasolo	2.63	0.01

Anexo 4. Mèxico. Zonas Metropolitanas de estudio: base de datos geoespacial de la dimensiòn poblacional

Clave	Zona	-		Densidad de
municipal	Metropolitana	Entidad	Municipio	población
09006	Valle de México	Ciudad de México	Iztacalco	16915
15058	Valle de México	México	Nezahualcoyotl	16449
09015	Valle de México	Ciudad de México	Cuauhtémoc	16387
09007	Valle de México	Ciudad de México	Iztapalapa	16165
09014	Valle de México	Ciudad de México	Benito Juárez Gustavo A.	15645
09005	Valle de México	Ciudad de México	Madero Venustiano	13257
09017	Valle de México	Ciudad de México	Carranza	12627
15031	Valle de México	México	Chimalhuacán	12504
09002	Valle de México	Ciudad de México	Azcapotzalco	11946
09003	Valle de México	Ciudad de México	Coyoacán Ecatepec de	11293
15033	Valle de México	México	Morelos	10750
14039	Guadalajara	Jalisco	Guadalajara Tlalnepantla de	9674
15104	Valle de México	México	Baz Valle de Chalco	8728
15122	Valle de México	México	Solidaridad Coacalco de	8496
15020	Valle de México	México	Berriozábal	8127
15109	Valle de México	México	Tultitlán	7889
09016	Valle de México	Ciudad de México	Miguel Hidalgo	7856
15070	Valle de México	México	La Paz	7846
09010	Valle de México	Ciudad de México	Olvaro Obregón San Nicolás de	7827
19046	Monterrey	Nuevo León	los Garza	7155
15044	Valle de México	México	Jaltenco	5938
19026	Monterrey	Nuevo León	Guadalupe	5803
14098	Guadalajara	Jalisco	Tlaquepaque	5688
15013	Valle de México	México	Atizapán	5640
15108	Valle de México	México	Tultepec	5615
			Naucalpan de	
15057	Valle de México	México	Juárez	5351
15029	Valle de México	México	Chicoloapan	4948
15121	Valle de México	México	Cuautitlán Izcalli	4828
09011	Valle de México	Ciudad de México	Tláhuac	4215
15053	Valle de México	México	Melchor Ocampo La Magdalena	4081
09008	Valle de México	Ciudad de México	Contreras	3849
15030	Valle de México	México	Chiconcuac	3739
15024	Valle de México	México	Cuautitlán	3663
09013	Valle de México	Ciudad de México	Xochimilco San Mateo	3648
15076	Toluca	México	Atenco	3601
19039	Monterrey	Nuevo León	Monterrey	3420

14101	Guadalajara	Jalisco	Tonalá	3394
15054	Toluca	México	Metepec	3376
21114	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Puebla	2947
21041	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Cuautlancingo	2942
19021	Monterrey	Nuevo León	Gral. Escobedo	2847
15081	Valle de México	México	Tecámac	2846
			Cuajimalpa de	
09004	Valle de México	Ciudad de México	Morelos	2802
19006	Monterrey	Nuevo León	Apodaca	2659
15100	Valle de México	México	Tezoyuca San Andrés	2538
21119	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Cholula	2173
09012	Valle de México	Ciudad de México	Tlalpan	2155
15091	Valle de México	México	Teoloyucan	2144
15106	Toluca	México	Toluca	2048
14070	Guadalajara	Jalisco	El Salto	1978
15037	Valle de México	México	Huixquilucan	1899
29042	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Xicohtzinco	1863
15060	Valle de México	México	Nicolás Romero	1765
15002	Valle de México	México	Acolman	1756
			San Pedro	
19019	Monterrey	Nuevo León	Garza García San Martín	1741
21132	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Texmelucan San Pedro	1699
21140	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Cholula	1679
20052	Duchla Tlavada	Tlovesle	San Juan	1640
29053	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Huactzinco	1649
13069	Valle de México	Hidalgo Máxico	Tizayuca	1556
15039	Valle de México	México	Ixtapaluca	1531
15025	Valle de México	México	Chalco San Miguel	1527
21136	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Xoxtla	1484
15028	Valle de México	México	Chiautla	1455
29044	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Zacatelco	1448
19031	Monterrey	Nuevo León	Juárez Santa Cruz	1349
29059	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Quilehtla San Pablo del	1319
29025	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Monte Papalotla de	1312
29041	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Xicoténcatl	1307
15069	Valle de México	México	Papalotla	1254
			San Lorenzo	0.
29054	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Axocomanitla	1250
14120	Guadalajara	Jalisco	Zapopan	1153
21034	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Coronango	1115
15055	Toluca	México	Mexicaltzingo	1093
15125	Valle de México	México	Tonanitla San Antonio la	1077
15073	Toluca	México	Isla	1077

15035	Valle de México	México	Huehuetoca	1074
15023	Valle de México	México	Coyotepec	1048
15027	Toluca	México	Chapultepec	1018
15022	Valle de México	México	Cocotitlán	976
29027	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Tenancingo	969
15115	Toluca	México	Xonacatlán	966
21090	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Juan C. Bonilla	954
			Tepetitla de	
29019	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Lardizábal	912
15120	Valle de México	México	Zumpango	891
			Santa Catarina	
29058	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Ayometla	874
20056	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Santa Ana	0.46
29056			Nopalucan	846
21015	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Amozoc Tlajomulco de	823
14097	Guadalajara	Jalisco	Zúñiga	815
14007	Odadalajara	Jansco	San Gregorio	013
21125	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Atzompa	761
			Mazatecochco	
			de José María	
29017	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Morelos	745
15067	Toluca	México	Otzolotepec	738
29029	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Tepeyanco	736
15059	Valle de México	México	Nextlalpan	726
15011	Valle de México	México	Atenco	713
15092	Valle de México	México	Teotihuacán	686
15051	Toluca	México	Lerma	636
15068	Valle de México	México	Ozumba	615
15118	Toluca	México	Zinacantepec	609
15072	Toluca	México	Rayón	577
			Santa Apolonia	
29057	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Teacalco	573
15099	Valle de México	México	Texcoco	563
15087	Toluca	México	Temoaya	558
15018	Toluca	México	Calimaya	550
29032	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Tetlatlahuca	514
	- · · · - ·	-	San Jerónimo	
29051	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Zacualpan	484
15062	Toluca	México —	Ocoyoacac	478
29023	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Natívitas	478
09009	Valle de México	Ciudad de México	Milpa Alta	463
21060	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Domingo Arenas	461
15094	Valle de México	México	Tepetlixpa	461
15095	Valle de México	México	Tepotzotlán	455
15083	Valle de México	México	Temamatla	444
21074	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Huejotzingo	427
45000	T ,	N47 :	Tenango del	445
15090	Toluca	México	Valle	410
29022	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Acuamanala de Miguel Hidalgo	395
23022	i u c via-i iaxcaid	ilanuala	wiiguei i ilualgu	393

15010	Valle de México	México	Apaxco San Martín de	388
15075	Valle de México	México	las Pirámides	386
21001	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Acajete	368
21001	i dobia Haxoala	i dobia	Almoloya de	000
15005	Toluca	México	Juárez	368
19010	Monterrey	Nuevo León	Carmen	368
19025	Monterrey	Nuevo León	Gral. Zuazua	365
21181	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Tlaltenango	332
15089	Valle de México	México	Tenango del Aire	329
19048	Monterrey	Nuevo León	Santa Catarina	324
29028	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Teolocholco	318
			Ciénega de	
19012	Monterrey	Nuevo León	Flores	308
15096	Valle de México	México	Tequixquiac	302
15103	Valle de México	México	Tlalmanalco	296
15009	Valle de México	México	Amecameca	289
			Tepatlaxco de	
21163	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Hidalgo	285
04440	-	5	San Salvador el	
21143	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Verde	283
19041	Monterrey	Nuevo León	Pesquería	270
21122	Puebla-Tlaxcala	Duchlo	San Felipe	266
21122	Puebla-Haxcala	Puebla	Teotlalcingo Ixtlahuacán de	266
14044	Guadalajara	Jalisco	los Membrillos	264
21048	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Chiautzingo	252
15065	Valle de México	México	Otumba	249
19018	Monterrey	Nuevo León	García	240
15010	Wortency	Nucvo Lcon	Ixtacuixtla de	240
			Mariano	
29015	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	Matamoros	237
21106	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Ocoyucan	236
15084	Valle de México	México	Temascalapa	235
15017	Valle de México	México	Ayapango	195
15050	Valle de México	México	Juchitepec	192
15036	Valle de México	México	Hueypoxtla	187
15015	Valle de México	México	Atlautla	185
15034	Valle de México	México	Ecatzingo	177
15093	Valle de México	México	Tepetlaoxtoc	172
15046	Valle de México	México	Jilotzingo	163
15112	Valle de México	México	Villa del Carbón	156
15038	Valle de México	México	Isidro Fabela	147
14002	Guadalajara	Jalisco	Acatlán	145
14051	Guadalajara	Jalisco	Juanacatlán	130
15061	Valle de México	México	Nopaltepec	109
15016	Valle de México	México	Axapusco	97
14124	Guadalajara	Jalisco	Zapotlanejo	95
17144	Guadalajala	Jansou	Cadereyta	90
19009	Monterrey	Nuevo León	Jiménez	84
-	- 3		-	-

19047	Monterrey	Nuevo León	Hidalgo	81
19049	Monterrey	Nuevo León	Santiago	57
19001	Monterrey	Nuevo León	Abasolo	56
19045	Monterrey	Nuevo León	Salinas Victoria	33

Anexo 5. Mèxico. Zonas Metropolitanas de estudio: base de datos geoespacial de la dimensiòn fisica

Clave				
municipal	Zona Metropolitana	Municipio	Entidad	mean
19049	Monterrey	Santiago	Nuevo León	0.37
15096	Valle de México	Tequixquiac	México	0.33
15023	Valle de México	Coyotepec	México	0.32
19001	Monterrey	Abasolo	Nuevo León	0.31
15035	Valle de México	Huehuetoca	México	0.30
15120	Valle de México	Zumpango	México	0.30
19031	Monterrey	Juárez	Nuevo León	0.29
19009	Monterrey	Cadereyta Jiménez	Nuevo León	0.29
15036	Valle de México	Hueypoxtla	México	0.29
15059	Valle de México	Nextlalpan	México	0.29
19041	Monterrey	Pesquería	Nuevo León	0.28
15016	Valle de México	Axapusco	México	0.28
15084	Valle de México	Temascalapa	México	0.28
15112	Valle de México	Villa del Carbón	México	0.28
15091	Valle de México	Teoloyucan San Martín de las	México	0.27
15075	Valle de México	Pirámides	México	0.27
15010	Valle de México	Apaxco	México	0.27
15065	Valle de México	Otumba	México	0.27
15125	Valle de México	Tonanitla	México	0.26
15053	Valle de México	Melchor Ocampo	México	0.26
15024	Valle de México	Cuautitlán	México	0.26
15094	Valle de México	Tepetlixpa	México	0.26
15034	Valle de México	Ecatzingo	México	0.26
15092	Valle de México	Teotihuacán	México	0.26
19048	Monterrey	Santa Catarina	Nuevo León	0.26
15095	Valle de México	Tepotzotlán	México	0.25
19010	Monterrey	Carmen	Nuevo León	0.25
19047	Monterrey	Hidalgo	Nuevo León	0.25
13069	Valle de México	Tizayuca	Hidalgo	0.25
15038	Valle de México	Isidro Fabela	México	0.25
15061	Valle de México	Nopaltepec	México	0.25
19045	Monterrey	Salinas Victoria	Nuevo León	0.25
19025	Monterrey	Gral. Zuazua	Nuevo León	0.24
15046	Valle de México	Jilotzingo	México	0.24
19019	Monterrey	San Pedro Garza García	Nuevo León	0.24
15067	Toluca	Otzolotepec	México	0.24
15068	Valle de México	Ozumba	México	0.24
15044	Valle de México	Jaltenco	México	0.24
29032	Puebla-Tlaxcala	Tetlatlahuca	Tlaxcala	0.23
15090	Toluca	Tenango del Valle	México	0.23
15081	Valle de México	Tecámac	México	0.23
15062	Toluca	Ocoyoacac	México	0.23
19012	Monterrey	Ciénega de Flores	Nuevo León	0.23

15115	Toluca	Xonacatlán	México	0.23
15118	Toluca	Zinacantepec	México	0.22
15060	Valle de México	Nicolás Romero	México	0.22
19039	Monterrey	Monterrey	Nuevo León	0.22
15051	Toluca	Lerma	México	0.22
21125	Puebla-Tlaxcala	San Gregorio Atzompa	Puebla	0.22
19006	Monterrey	Apodaca	Nuevo León	0.22
21163	Puebla-Tlaxcala	Tepatlaxco de Hidalgo	Puebla	0.22
09009	Valle de México	Milpa Alta	Ciudad de México	0.22
29057	Puebla-Tlaxcala	Santa Apolonia Teacalco	Tlaxcala	0.21
21048	Puebla-Tlaxcala	Chiautzingo	Puebla	0.21
15050	Valle de México	Juchitepec	México	0.21
29023	Puebla-Tlaxcala	Natívitas	Tlaxcala	0.21
15015	Valle de México	Atlautla	México	0.21
15087	Toluca	Temoaya	México	0.21
15037	Valle de México	Huixquilucan	México	0.21
15009	Valle de México	Amecameca	México	0.21
09012	Valle de México	Tlalpan	Ciudad de México	0.20
21122	Puebla-Tlaxcala	San Felipe Teotlalcingo	Puebla	0.20
15103	Valle de México	Tlalmanalco	México	0.20
15072	Toluca	Rayón	México	0.20
29028	Puebla-Tlaxcala	Teolocholco	Tlaxcala	0.20
29044	Puebla-Tlaxcala	Zacatelco	Tlaxcala	0.20
15005	Toluca	Almoloya de Juárez	México	0.20
15108	Valle de México	Tultepec	México	0.20
09008	Valle de México	La Magdalena Contreras	Ciudad de México	0.19
15073	Toluca	San Antonio la Isla	México	0.19
15018	Toluca	Calimaya	México	0.19
15017	Valle de México	Ayapango	México	0.19
09004	Valle de México	Cuajimalpa de Morelos	Ciudad de México	0.18
15039	Valle de México	Ixtapaluca	México	0.18
21143	Puebla-Tlaxcala	San Salvador el Verde	Puebla	0.18
15055	Toluca	Mexicaltzingo	México	0.18
15027	Toluca	Chapultepec	México	0.18
21074	Puebla-Tlaxcala	Huejotzingo	Puebla	0.18
21132	Puebla-Tlaxcala	San Martín Texmelucan	Puebla	0.18
29019	Puebla-Tlaxcala	Tepetitla de Lardizábal	Tlaxcala	0.18
19018	Monterrey	García	Nuevo León	0.17
15099	Valle de México	Texcoco	México	0.17
		San Lorenzo		
29054	Puebla-Tlaxcala	Axocomanitla	Tlaxcala	0.17
21106	Puebla-Tlaxcala	Ocoyucan	Puebla	0.17
19021	Monterrey	Gral. Escobedo	Nuevo León	0.17
15093	Valle de México	Tepetlaoxtoc	México	0.17
19026	Monterrey	Guadalupe	Nuevo León	0.17
21060	Puebla-Tlaxcala	Domingo Arenas	Puebla	0.17
14051	Guadalajara	Juanacatlán	Jalisco	0.17
09013	Valle de México	Xochimilco	Ciudad de México	0.17

29051	Puebla-Tlaxcala	San Jerónimo Zacualpan	Tlaxcala	0.17
15106	Toluca	Toluca	México	0.17
15025	Valle de México	Chalco	México	0.17
15069	Valle de México	Papalotla	México	0.17
10000	valio do Moxido	Ixtacuixtla de Mariano	WOXIOO	0.17
29015	Puebla-Tlaxcala	Matamoros	Tlaxcala	0.17
14002	Guadalajara	Acatlán de Juárez	Jalisco	0.17
29042	Puebla-Tlaxcala	Xicohtzinco	Tlaxcala	0.17
		Acuamanala de Miguel		
29022	Puebla-Tlaxcala	Hidalgo	Tlaxcala	0.17
15028	Valle de México	Chiautla	México	0.16
15002	Valle de México	Acolman	México	0.16
21001	Puebla-Tlaxcala	Acajete	Puebla	0.16
29025	Puebla-Tlaxcala	San Pablo del Monte	Tlaxcala	0.16
14097	Guadalajara	Tlajomulco de Zúñiga	Jalisco	0.16
21119	Puebla-Tlaxcala	San Andrés Cholula	Puebla	0.16
29056	Puebla-Tlaxcala	Santa Ana Nopalucan	Tlaxcala	0.16
29053	Puebla-Tlaxcala	San Juan Huactzinco	Tlaxcala	0.16
15057	Valle de México	Naucalpan de Juárez	México	0.16
14120	Guadalajara	Zapopan	Jalisco	0.16
		Ixtlahuacán de los		
14044	Guadalajara	Membrillos	Jalisco	0.16
20017	Puebla-Tlaxcala	Mazatecochco de José María Morelos	Tlaxcala	0.15
29017 14124			Jalisco	0.15
	Guadalajara Puebla-Tlaxcala	Zapotlanejo		
21015		Amozoc	Puebla	0.15
21136	Puebla-Tlaxcala	San Miguel Xoxtla San Mateo Atenco	Puebla México	0.15 0.15
15076	Toluca			
29029	Puebla-Tlaxcala	Tepeyanco San Pedro Cholula	Tlaxcala	0.15
21140	Puebla-Tlaxcala		Puebla	0.15
15054	Toluca	Metepec	México	0.15
09010	Valle de México	Álvaro Obregón	Ciudad de México	0.15
21181	Puebla-Tlaxcala	Tlaltenango	Puebla	0.15
14070	Guadalajara	El Salto	Jalisco	0.14
21034	Puebla-Tlaxcala	Coronango	Puebla	0.14
15011	Valle de México	Atenco	México	0.14
29041	Puebla-Tlaxcala	Papalotla de Xicoténcatl	Tlaxcala	0.14
15013	Valle de México	Atizapán de Zaragoza	México	0.14
21090	Puebla-Tlaxcala	Juan C. Bonilla	Puebla	0.14
15100	Valle de México	Tezoyuca	México	0.14
21114	Puebla-Tlaxcala	Puebla	Puebla	0.14
15089	Valle de México	Tenango del Aire	México	0.14
29027	Puebla-Tlaxcala	Tenancingo	Tlaxcala	0.14
15083	Valle de México	Temamatla	México	0.14
14101	Guadalajara	Tonal-á	Jalisco	0.13
29059	Puebla-Tlaxcala	Santa Cruz Quilehtla	Tlaxcala	0.13
21041	Puebla-Tlaxcala	Cuautlancingo	Puebla	0.13
09011	Valle de México	Tláhuac	Ciudad de México	0.13
14098	Guadalajara	Tlaquepaque	Jalisco	0.13

		Valle de Chalco		
15122	Valle de México	Solidaridad	México	0.13
15020	Valle de México	Coacalco de Berriozábal	México	0.13
29058	Puebla-Tlaxcala	Santa Catarina Ayometla	Tlaxcala	0.13
15121	Valle de México	Cuautitlán Izcalli	México	0.13
15030	Valle de México	Chiconcuac	México	0.12
15029	Valle de México	Chicoloapan	México	0.12
15022	Valle de México	Cocotitlán	México	0.11
15109	Valle de México	Tultitlán	México	0.11
		San Nicolás de los		
19046	Monterrey	Garza	Nuevo León	0.11
09016	Valle de México	Miguel Hidalgo	Ciudad de México	0.10
09003	Valle de México	Coyoacán	Ciudad de México	0.09
14039	Guadalajara	Guadalajara	Jalisco	0.09
15104	Valle de México	Tlalnepantla de Baz	México	0.09
15070	Valle de México	La Paz	México	0.08
15033	Valle de México	Ecatepec de Morelos	México	0.08
09005	Valle de México	Gustavo A. Madero	Ciudad de México	0.07
15031	Valle de México	Chimalhuacán	México	0.07
09002	Valle de México	Azcapotzalco	Ciudad de México	0.06
09014	Valle de México	Benito Juárez	Ciudad de México	0.06
09007	Valle de México	Iztapalapa	Ciudad de México	0.06
09017	Valle de México	Venustiano Carranza	Ciudad de México	0.05
09006	Valle de México	Iztacalco	Ciudad de México	0.05
15058	Valle de México	Nezahualcóyotl	México	0.05
09015	Valle de México	Cuauhtémoc	Ciudad de México	0.05

Anexo 6. Mèxico. Zonas Metropolitanas de estudio: base de datos geoespacial del Ìndice de calidad ambiental urbano

Clave		Zona		
municipal	Municipio	Metropolitana	Entidad	fac1_1
15058	Nezahualcóyotl	Valle de México	México	3.14
09005	Gustavo A. Madero	Valle de México	Ciudad de México	3.14
09015	Cuauhtémoc	Valle de México	Ciudad de México	3.09
09006	Iztacalco	Valle de México	Ciudad de México	3.05
09007	Iztapalapa	Valle de México	Ciudad de México	2.93
09014	Benito Juárez	Valle de México	Ciudad de México	2.68
09017	Venustiano Carranza	Valle de México	Ciudad de México	2.53
09002	Azcapotzalco	Valle de México	Ciudad de México	2.39
15031	Chimalhuacán	Valle de México	México	2.32
15033	Ecatepec de Morelos	Valle de México	México	2.11
14039	Guadalajara	Guadalajara	Jalisco	2.08
09003	Coyoacán	Valle de México	Ciudad de México	1.92
15104	Tlalnepantla de Baz	Valle de México	México	1.68
15070	La Paz	Valle de México	México	1.54
21140	San Pedro Cholula	Puebla-Tlaxcala	Puebla	1.54
09016	Miguel Hidalgo	Valle de México	Ciudad de México	1.39
19046	San Nicolás de los Garza	Monterrey	Nuevo León	1.34
15109	Tultitlán	Valle de México	México	1.32
4=400	Valle de Chalco			
15122	Solidaridad	Valle de México	México	1.24
09010	Alvaro Obregón	Valle de México	Ciudad de México	1.07
15020	Coacalco de Berriozábal	Valle de México	México	1.06
14098	Tlaquepaque	Guadalajara	Jalisco	1.06
15013	Atizapán	Valle de México	México	0.84
15121	Cuautitlán Izcalli	Valle de México	México	0.75
21034	Coronango	Puebla-Tlaxcala	Puebla	0.75
21114	Puebla	Puebla-Tlaxcala	Puebla	0.74
14101	Tonal	Guadalajara	Jalisco	0.73
15029	Chicoloapan	Valle de México	México	0.72
15057	Naucalpan de Juárez	Valle de México	México	0.72
09011	Tl0huac	Valle de México	Ciudad de México	0.72
19026	Guadalupe	Monterrey	Nuevo León	0.51
15030	Chiconcuac	Valle de México	México	0.47
21041	Cuautlancingo	Puebla-Tlaxcala	Puebla	0.47
21090	Juan C. Bonilla	Puebla-Tlaxcala	Puebla	0.42
14070	El Salto	Guadalajara	Jalisco	0.34
14120	Zapopan	Guadalajara	Jalisco	0.33
09013	Xochimilco	Valle de México	Ciudad de México	0.31
15076	San Mateo Atenco	Toluca	México	0.29
15106	Toluca	Toluca	México	0.27
15022	Cocotitlán	Valle de México	México	0.27
29025	San Pablo del Monte	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	0.27
15054	Metepec	Toluca	México	0.26
15002	Acolman	Valle de México	México	0.24

15100	Tezoyuca	Valle de México	México	0.22
29044	Zacatelco	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	0.17
29059	Santa Cruz Quilehtla	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	0.17
15108	Tultepec	Valle de México	México	0.17
29027	Tenancingo	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	0.13
29058	Santa Catarina Ayometla	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	0.13
21119	San Andrés Cholula	Puebla-Tlaxcala	Puebla	0.10
09008	La Magdalena Contreras	Valle de México	Ciudad de México	0.07
29041	Papalotla de Xicoténcatl	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	0.06
21136	San Miguel Xoxtla	Puebla-Tlaxcala	Puebla	0.05
21132	San Martín Texmelucan	Puebla-Tlaxcala	Puebla	0.04
14002	Acatlán	Guadalajara	Jalisco	0.04
14097	Tlajomulco de Zúñiga	Guadalajara	Jalisco	0.04
09004	Cuajimalpa de Morelos	Valle de México	Ciudad de México	0.03
19021	Gral. Escobedo	Monterrey	Nuevo León	0.03
15025	Chalco	Valle de México	México	0.02
15083	Temamatla	Valle de México	México	0.01
15089	Tenango del Aire	Valle de México	México	0.01
29053	San Juan Huactzinco	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	0.01
29029	Tepeyanco	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	0.00
15036	Hueypoxtla	Valle de México	México	0.00
15084	Temascalapa	Valle de México	México	0.00
15010	Apaxco	Valle de México	México	0.00
15059	Nextlalpan	Valle de México	México	0.00
15023	Coyotepec	Valle de México	México	0.00
15096	Tequixquiac	Valle de México	México	0.00
15125	Tonanitla	Valle de México	México	0.00
15120	Zumpango	Valle de México	México	0.00
	San Martan de las			
15075	Pirámides	Valle de México	México	0.00
15035	Huehuetoca	Valle de México	México	0.00
15034	Ecatzingo	Valle de México	México	0.00
19009	Cadereyta Jiménez	Monterrey	Nuevo León	0.00
19010	Carmen	Monterrey	Nuevo León	0.00
19001	Abasolo	Monterrey	Nuevo León	0.00
19047	Hidalgo	Monterrey	Nuevo León	0.00
19031	Ju0rez	Monterrey	Nuevo León	0.00
19049	Santiago	Monterrey	Nuevo León	0.00
19045	Salinas Victoria	Monterrey	Nuevo León	0.00
	Mazatecochco de José			
29017	María Morelos	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	-0.01
29056	Santa Ana Nopalucan	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	-0.02
19018	Garc8a	Monterrey	Nuevo León	-0.02
20054	San Lorenzo Axocomanitla	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	0.04
29054 15069	Papalotla	Valle de México	México	-0.04 -0.04
21181	Tlaltenango	Puebla-Tlaxcala	Puebla	-0.04 -0.04
19039	G		Nuevo León	-0.04
15011	Monterrey Atenco	Monterrey Valle de México	México	
13011	Alenco	valle de Mexico	IVIEXICO	-0.06

14124	Zapotlanejo Acuamanala de Miguel	Guadalajara	Jalisco	-0.06
29022	Hidalgo	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	-0.07
21015	Amozoc	Puebla-Tlaxcala	Puebla	-0.07
21010	Ixtacuixtla de Mariano	i dobia Haxoaia	1 40014	0.07
29015	Matamoros	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	-0.08
21001	Acajete	Puebla-Tlaxcala	Puebla	-0.09
21074	Huejotzingo	Puebla-Tlaxcala	Puebla	-0.14
29042	Xicohtzinco	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	-0.14
15028	Chiautla	Valle de México	México	-0.14
29051	San Jerónimo Zacualpan	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	-0.15
15044	Jaltenco	Valle de México	México	-0.17
	Ixtlahuacán de los			
14044	Membrillos	Guadalajara	Jalisco	-0.17
29019	Tepetitla de Lardizábal	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	-0.18
09012	Tlalpan	Valle de México	Ciudad de México	-0.20
15099	Texcoco	Valle de México	México	-0.22
15039	Ixtapaluca	Valle de México	México	-0.23
29023	Nat2vitas	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	-0.25
15055	Mexicaltzingo	Toluca	México	-0.27
15027	Chapultepec	Toluca	México	-0.31
15017	Ayapango	Valle de México	México	-0.32
19006	Apodaca	Monterrey	Nuevo León	-0.32
15005	Almoloya de Juárez	Toluca	México	-0.32
14051	Juanacatlán	Guadalajara	Jalisco	-0.33
21106	Ocoyucan	Puebla-Tlaxcala	Puebla	-0.33
15037	Huixquilucan	Valle de México	México	-0.34
21060	Domingo Arenas	Puebla-Tlaxcala	Puebla	-0.35
21143	San Salvador el Verde	Puebla-Tlaxcala	Puebla	-0.35
15093	Tepetlaoxtoc	Valle de México	México	-0.36
15018	Calimaya	Toluca	México	-0.38
29057	Santa Apolonia Teacalco	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	-0.38
15073	San Antonio la Isla	Toluca	México	-0.39
15081	Tec8mac	Valle de México	México	-0.40
29028	Teolocholco	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	-0.40
15053	Melchor Ocampo	Valle de México	México	-0.44
29032	Tetlatlahuca	Puebla-Tlaxcala	Tlaxcala	-0.44
15060	Nicol	Valle de México	México	-0.45
15103	Tlalmanalco	Valle de México	México	-0.47
15009	Amecameca	Valle de México	México	-0.49
15087	Temoaya	Toluca	México	-0.50
09009	Milpa Alta	Valle de México	Ciudad de México	-0.50
21122	San Felipe Teotlalcingo	Puebla-Tlaxcala	Puebla	-0.52
15024	Cuautitlán	Valle de México	México	-0.53
15015	Atlautla	Valle de México	México	-0.53
15072	Ray7n	Toluca	México	-0.56
15051	Lerma	Toluca	México	-0.60
15115	Xonacatlán	Toluca	México	-0.60
15050	Juchitepec	Valle de México	México	-0.60

21125	San Gregorio Atzompa	Puebla-Tlaxcala	Puebla	-0.63
15118	Zinacantepec	Toluca	México	-0.68
21048	Chiautzingo	Puebla-Tlaxcala	Puebla	-0.69
15068	Ozumba	Valle de México	México	-0.69
21163	Tepatlaxco de Hidalgo	Puebla-Tlaxcala	Puebla	-0.70
19019	San Pedro Garza García	Monterrey	Nuevo León	-0.71
19041	Pesquería	Monterrey	Nuevo León	-0.72
15090	Tenango del Valle	Toluca	México	-0.73
15062	Ocoyoacac	Toluca	México	-0.74
19048	Santa Catarina	Monterrey	Nuevo León	-0.77
15091	Teoloyucan	Valle de México	México	-0.77
15061	Nopaltepec	Valle de México	México	-0.78
15067	Otzolotepec	Toluca	México	-0.79
19012	Ci0nega de Flores	Monterrey	Nuevo León	-0.80
15065	Otumba	Valle de México	México	-0.83
13069	Tizayuca	Valle de México	Hidalgo	-0.83
15092	Teotihuacán	Valle de México	México	-0.83
15112	Villa del Carbón	Valle de México	México	-0.84
15094	Tepetlixpa	Valle de México	México	-0.87
15046	Jilotzingo	Valle de México	México	-0.94
19025	Gral. Zuazua	Monterrey	Nuevo León	-0.96
15016	Axapusco	Valle de México	México	-0.96
15095	Tepotzotlán	Valle de México	México	-0.96
15038	Isidro Fabela	Valle de México	México	-0.98