



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA

**APORTACIONES A LA CLIMATOLOGÍA DE LA  
DELEGACIÓN IZTAPALAPA, CIUDAD DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**LICENCIADA EN GEOGRAFÍA**

P R E S E N T A:

**CARMEN ALEJANDRA JIMÉNEZ SÁNCHEZ**

ASESOR DE TESIS:  
**DRA. ROSALÍA VIDAL ZEPEDA**



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., MAYO 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## **Agradecimientos**

Mi total agradecimiento a la doctora Rosalía Vidal Zepeda por ayudarme a lograr este éxito en mi vida. Gracias por compartir sus conocimientos tan valiosos para mi crecimiento profesional, y más aún, por su confianza y aprecio. Siempre es un placer colaborar con usted.

A mis padres, por darme lo mejor para poder alcanzar mis metas y apoyarme en mis decisiones. A Gaby, Claudio y Mateo por estar siempre conmigo, y en especial, a Pau por la revisión de cada punto y coma. Soy muy afortunada por tenerlos a ustedes, mi familia que tanto amo.

A los sinodales, doctora María del Carmen Juárez Gutiérrez, doctora Luz María Oralia Tamayo Pérez, doctora Lucía Guadalupe Matías Ramírez y al maestro Luis Clemente López Bravo, que con sus acertadas observaciones perfeccionaron este trabajo.

A Marcos, Said y Walter que siempre me apoyaron en todo para llegar a este momento; por sus consejos y su cariño incondicional.

## **Índice general**

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Hipótesis</b> .....	3
<b>Objetivo general</b> .....	3
<b>Objetivos particulares</b> .....	3

### **Capítulo 1. Aspectos teórico-metodológicos del clima en Iztapalapa**

<b>y su influencia en la población</b> .....	4
1.1 Antecedentes del estudio del clima en México.....	4
1.2 Historia del clima en la cuenca de México.....	7
1.2.1 Época prehispánica (antes de 1519).....	7
1.2.2 De la Conquista a principios del siglo XIX (1519-1824).....	8
1.2.3 Medios del siglo XIX y siglo XX. La urbanización (1825-1981) .....	8
1.2.4 Finales del siglo XX. Iztapalapa contemporánea (1982-2017).....	10
1.3 Algunos eventos extremos que afectaron Iztapalapa.....	11

### **Capítulo 2. Características del clima en la delegación Iztapalapa**.....

2.1 Ubicación de la delegación Iztapalapa .....	19
2.2 Clima .....	21
2.3 Factores del clima .....	21
2.3.1 Latitud y altitud .....	22
2.3.2 Relieve .....	24
2.3.3 Continentalidad y corrientes marinas .....	25
2.4 Elementos del clima: temperatura y precipitación .....	28
2.4.1 Estaciones meteorológicas .....	28
2.4.2 Estaciones PEMBU.....	36
2.4.3 Temperatura.....	39
2.4.4 Mapas de temperatura .....	44
2.4.5 Precipitación.....	48
2.4.6 Mapas de precipitación .....	49

<b>Capítulo 3. Aspectos socioeconómicos y nivel de exposición de la población a temperaturas extremas y precipitaciones máximas en 24 horas.....</b>	<b>54</b>
3.1 Aspectos socioeconómicos .....	54
3.1.1 Dinámica de poblamiento.....	54
3.1.2 Población Económicamente Activa .....	60
3.1.3 Educación .....	60
3.1.4 Discapacidad.....	61
3.1.5 Salud, derechohabiencia y mortalidad .....	62
3.1.6 Vivienda y hogares.....	67
3.1.7 Marginación urbana.....	68
3.2 Evaluación de la población expuesta a los fenómenos climáticos .....	70
3.2.1 Población expuesta a temperaturas máximas extremas .....	72
3.2.2 Población expuesta a temperaturas mínimas extremas.....	79
3.2.3 Población expuesta a precipitaciones máximas en 24 horas .....	86
3.3 Análisis de eventos extremos mediante imágenes de satélite .....	93
<b>Resultados y conclusiones .....</b>	<b>97</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>100</b>

## Índice de mapas

<b>Mapa 1.</b> Cadenas montañosas que limitan a la cuenca de México.....	19
<b>Mapa 2.</b> Colindancias de Iztapalapa y sus coordenadas extremas.....	20
<b>Mapa 3.</b> Zonas térmicas y altitud de la República Mexicana .....	22
<b>Mapa 4.</b> Altitud de la delegación Iztapalapa.....	23
<b>Mapa 5.</b> Elevaciones de la delegación Iztapalapa. ....	25
<b>Mapa 6.</b> Continentalidad y corrientes marinas .....	27
<b>Mapa 7.</b> Ubicación de las estaciones meteorológicas seleccionadas.....	32
<b>Mapa 8.</b> Ubicación de las estaciones PEMBU cercanas a Iztapalapa.....	37
<b>Mapa 9.</b> Lugares elegidos para el cálculo del gradiente térmico en Iztapalapa ....	42
<b>Mapa 10.</b> Temperatura media anual .....	45
<b>Mapa 11.</b> Temperatura máxima promedio .....	46

<b>Mapa 12.</b> Temperatura máxima extrema .....	46
<b>Mapa 13.</b> Temperatura del mes más cálido .....	47
<b>Mapa 14.</b> Temperatura mínima promedio .....	47
<b>Mapa 15.</b> Temperatura mínima extrema .....	48
<b>Mapa 16.</b> Precipitación total .....	50
<b>Mapa 17.</b> Precipitación máxima en 24 horas .....	51
<b>Mapa 18.</b> Número de días con lluvia .....	51
<b>Mapa 19.</b> Número de días con granizo .....	52
<b>Mapa 20.</b> Número de días con tormenta eléctrica.....	52
<b>Mapa 21.</b> Número de días con niebla .....	53
<b>Mapa 22.</b> Crecimiento de la mancha urbana al oriente de la Ciudad de México. .	56
<b>Mapa 23.</b> Densidad de población por colonia, 2010 .....	59
<b>Mapa 24.</b> Marginación urbana por AGEB 2010.....	70
<b>Mapa 25.</b> Nivel de exposición de la población total a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017 .....	73
<b>Mapa 26.</b> Nivel de exposición de la población menor de 15 años a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017 .....	74
<b>Mapa 27.</b> Nivel de exposición de la población de 65 años y más a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017 .....	76
<b>Mapa 28.</b> Nivel de exposición a temperaturas máximas extremas según índices de marginación, Iztapalapa 2017 .....	77
<b>Mapa 29.</b> Nivel de exposición de la población total a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017 .....	80
<b>Mapa 30.</b> Nivel de exposición de la población menor de 15 años a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017.....	81
<b>Mapa 31.</b> Nivel de exposición de la población de 65 años y más a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017.....	83
<b>Mapa 32.</b> Nivel de exposición a temperaturas mínimas extremas según índices de marginación, Iztapalapa 2017 .....	85
<b>Mapa 33.</b> Nivel de exposición de la población total a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017 .....	87

<b>Mapa 34.</b> Nivel de exposición de la población menor de 15 años a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017.....	88
<b>Mapa 35.</b> Nivel de exposición de la población de 65 años y más a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017.....	90
<b>Mapa 36.</b> Nivel de exposición a precipitaciones máximas en 24 horas según índices de marginación, Iztapalapa 2017 .....	91

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Principales elevaciones en la delegación Iztapalapa.....	24
<b>Tabla 2.</b> Ciclones tropicales del periodo 2006-2017 en los océanos Pacífico y Atlántico.....	27
<b>Tabla 3.</b> Estaciones meteorológicas cercanas a la delegación Iztapalapa .....	29
<b>Tabla 4.</b> Promedio de temperatura media y precipitación total de las estaciones PEMBU .....	39
<b>Tabla 5.</b> Estaciones elegidas para el cálculo del gradiente térmico.....	40
<b>Tabla 6.</b> Lugares elegidos para el cálculo del gradiente térmico .....	41
<b>Tabla 7.</b> Temperaturas máximas extremas obtenidas del cálculo del percentil 99 para cada estación climatológica .....	44
<b>Tabla 8.</b> Datos estadísticos de Población Económicamente Activa, Iztapalapa 2015.....	60
<b>Tabla 9.</b> Datos estadísticos de educación, Iztapalapa 2015.....	61
<b>Tabla 10.</b> Datos estadísticos de discapacidad, Iztapalapa 2010.....	62
<b>Tabla 11.</b> Datos estadísticos de derechohabiencia a servicios de salud, Iztapalapa 2015.....	63
<b>Tabla 12.</b> Principales causas de defunciones en México, 1940 y 1970.....	64
<b>Tabla 13.</b> Datos estadísticos de defunciones, Iztapalapa 2016 .....	65
<b>Tabla 14.</b> Problemas en la salud humana causados por algunos elementos del clima .....	66
<b>Tabla 15.</b> Datos estadísticos de vivienda, Iztapalapa 2015 .....	67
<b>Tabla 16.</b> Datos estadísticos de hogares, INEGI 2015 .....	68

<b>Tabla 17.</b> Dimensiones e indicadores del índice de marginación urbana por AGEB, CONAPO 2010. ....	69
<b>Tabla 18.</b> Nivel de exposición de la población total a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017 .....	72
<b>Tabla 19.</b> Nivel de exposición de la población menor de 15 años a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017 .....	74
<b>Tabla 20.</b> Nivel de exposición de la población de 65 años y más a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017 .....	75
<b>Tabla 21.</b> Nivel de exposición a temperaturas máximas extremas, porcentaje y población total según índices de marginación, Iztapalapa 2017.....	78
<b>Tabla 22.</b> Nivel de exposición de la población total a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017 .....	79
<b>Tabla 23.</b> Nivel de exposición de la población menor de 15 años a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017.....	81
<b>Tabla 24.</b> Nivel de exposición de la población de 65 años y más a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017.....	82
<b>Tabla 25.</b> Nivel de exposición a temperaturas mínimas extremas, porcentaje y población total según su marginación, Iztapalapa 2017 .....	84
<b>Tabla 26.</b> Nivel de exposición de la población total a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017 .....	86
<b>Tabla 27.</b> Nivel de exposición de la población menor de 15 años a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017.....	88
<b>Tabla 28.</b> Nivel de exposición de la población de 65 años y más a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017.....	89
<b>Tabla 29.</b> Nivel de exposición a precipitaciones máximas en 24 horas, porcentaje y población total según su marginación, Iztapalapa 2017 .....	92

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Algunos eventos extremos ocurridos en la cuenca de México (1446-1950).....	13
<b>Figura 2.</b> Afectación por lluvias del 30 de junio de 2011 en avenida Guelatao y calle Transportistas, Iztapalapa .....	14
<b>Figura 3.</b> Afectación por lluvias del 6 de septiembre de 2013 en calzada Ignacio Zaragoza, Iztapalapa.....	14
<b>Figura 4.</b> Inundación del 1 de junio de 2016 en calle Combate de Celaya, Unidad Habitacional Vicente Guerrero, Iztapalapa.....	16
<b>Figura 5.</b> Granizada del 25 de febrero de 2012 sobre avenida Río Churubusco y Eje 5 Sur, Iztapalapa .....	17
<b>Figura 6.</b> Afectaciones del 10 de marzo de 2016 en calzada Ermita Iztapalapa y calle Cascada, Iztapalapa.....	18
<b>Figura 7.</b> Climogramas. Precipitación total y temperatura media anual, 1981-2010 .....	31
<b>Figura 8.</b> Climogramas. Precipitación total y temperaturas media anual, máxima promedio, mínima promedio, máxima extrema y mínima extrema de las estaciones climatológicas. ....	34
<b>Figura 9.</b> Climogramas. Precipitación total y temperatura media, 2012-2015 .....	38
<b>Figura 10.</b> Comparación de temperaturas máximas extremas diarias del 1 de mayo al 30 de junio de 2007 .....	43
<b>Figura 11.</b> Evolución del crecimiento de la población de Iztapalapa .....	55
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de la población por sexo.....	58
<b>Figura 13.</b> Porcentaje de la población por grupos de edad .....	58
<b>Figura 14.</b> Población por grupos de edad y sexo .....	58
<b>Figura 15.</b> Porcentaje de población expuesta a temperaturas máximas extremas según su marginación, Iztapalapa 2017 .....	78
<b>Figura 16.</b> Porcentaje de población expuesta a temperaturas mínimas extremas según su marginación, Iztapalapa 2017 .....	85

<b>Figura 17.</b> Porcentaje de población expuesta a precipitaciones máximas en 24 horas según su marginación, Iztapalapa 2017 .....	92
<b>Figura 18.</b> Fenómenos hidrometeorológicos del 25 de febrero de 2012 .....	94
<b>Figura 19.</b> Fenómenos hidrometeorológicos del 9 de marzo de 2016.....	95
<b>Figura 20.</b> Fenómenos hidrometeorológicos del 1 de junio de 2016 .....	96

## Introducción

Ubicada al oriente de la Ciudad de México, Iztapalapa es la cuarta delegación más grande, con 113.5 km<sup>2</sup>, y la más poblada, con más de 1.8 millones de habitantes, esto es 20.5% de la población total de la ciudad. En tanto que en esta delegación se han realizado diversos trabajos referentes a los peligros y riesgos naturales, como los hidrometeorológicos, que pueden afectar su infraestructura y a su población, es importante contar con un acartografía climática que proporcione información del comportamiento de sus elementos a una escala de detalle.

El Peñón del Arqués, el Cerro de la Estrella y los edificios volcánicos que conforman la Sierra de Santa Catarina son las principales elevaciones que generan variaciones en la temperatura y la precipitación en la demarcación. Estas zonas están altamente habitadas, por lo que esos cambios repercuten en la salud y el bienestar de la población.

Los resultados de esta investigación son útiles para los tomadores de decisiones en la delegación Iztapalapa, principalmente para las áreas dedicadas a la implementación de programas sociales y de protección civil, base fundamental en la elaboración de planes de apoyo para la población. Además, el análisis podría ser aplicable a otros lugares del territorio mexicano para su propio estudio, lo que permitiría beneficiar a las comunidades y a su entorno.

La estructura de esta investigación está compuesta por tres capítulos. En el primero, se mencionan los antecedentes del estudio de la climatología en México, así como las características del clima en la cuenca de México, dividida en cuatro etapas: época prehispánica, la Conquista, el siglo XIX y finales del siglo XX. Además, se mencionan algunos eventos extremos ocurridos en la ciudad de México desde 1446 y otros que han afectado el territorio de la delegación Iztapalapa en años recientes.

En el segundo capítulo, se indican las colindancias, coordenadas extremas y la extensión de la delegación. De acuerdo con su localización geográfica, también se explican cada uno de los factores que determinan las condiciones climáticas de Iztapalapa. Además, se presentan los mapas de temperatura y precipitación realizados a partir de los registros de las estaciones climatológicas cercanas al área de estudio.

En el tercer capítulo, se reúnen las características socioeconómicas de la población, según la Encuesta Intercensal 2015 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2015), y los índices de marginación urbana (Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2010). Con lo anterior, se determinó tanto la cantidad de población expuesta a los elementos climáticos extremos (población total, menores de 15 años y mayores de 65 años), como el número de afectados por su nivel de marginación. Asimismo, se explican mediante imágenes de satélite algunos eventos climáticos a los que recientemente ha estado expuesta Iztapalapa, ello con la finalidad de mostrar más claramente esas afectaciones. Por último, se presentan los resultados y las conclusiones de este trabajo.

## **Hipótesis**

La elaboración de una cartografía climática contribuye a determinar la influencia de los elementos del clima en los habitantes y el territorio de la delegación Iztapalapa.

## **Objetivo general**

Conocer las condiciones del clima de la delegación Iztapalapa y determinar el nivel de exposición de su población.

## **Objetivos particulares**

- Identificar la distribución espacial y temporal de los elementos climáticos en la delegación Iztapalapa.
- Identificar los fenómenos climáticos que pueden repercutir en la población (temperaturas extremas y eventos de precipitación abundantes).
- Estimar la cantidad de población que se encuentra expuesta a los elementos climáticos extremos.

# Capítulo 1. Aspectos teórico-metodológicos del clima en Iztapalapa y su influencia en la población

## 1.1 Antecedentes del estudio del clima en México

Durante siglos, lo que se entendía por *clima* estuvo basado en el conocimiento empírico adquirido año tras año. Con el avance de las ciencias y trabajo de los investigadores, surgieron metodologías y herramientas para el registro de datos climáticos, tales como el termómetro de Galileo en 1592, el pluviómetro de Castelli en 1639, el barómetro de Torricelli en 1643, las escalas termométricas de Fahrenheit y Celsius en 1714 y 1763, respectivamente, y la escala de velocidad del viento de Beaufort a principios del siglo XIX.

En el caso en México, el estudio del clima se impulsó hasta el siglo XX, en beneficio del desarrollo de la agricultura, la protección de la navegación y la prevención de desastres de origen natural. En tanto que se hicieron necesarias las observaciones y los registros del estado del tiempo, así como el intercambio internacional de información, se desarrolló un programa institucional para la creación de un Observatorio Meteorológico Central y una Red Nacional de Observatorios (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2012, p. 13).

En 1972 se creó la Dirección General del Servicio Meteorológico Nacional, la cual se incorporó en 1999 a la Dirección General de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2012, p. 4), para convertirse en la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, actualmente encargada de realizar las observaciones y mediciones de las condiciones atmosféricas del país, así como de pronosticar y alertar sobre los eventos hidrometeorológicos que pueden causar daños al territorio y a la población (Servicio Meteorológico Nacional [SMN], 2017).

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) además de administrar el Banco Nacional de Datos Climatológicos, el cual resguarda datos históricos de 5,000

estaciones que conforman la red climatológica nacional, dirige los 79 observatorios que registran las condiciones atmosféricas en tiempo real, las 16 estaciones de radiosondeo que realizan mediciones de presión, temperatura, humedad y viento de las capas altas de la atmósfera, y los 13 radares meteorológicos que miden la intensidad de la precipitación, la altura y la densidad de las nubes, así como la dirección y la velocidad del viento de todo el país. Asimismo, se encarga del procesamiento de imágenes de satélite que permiten dar seguimiento a los fenómenos meteorológicos desde Canadá hasta Centroamérica, y proporciona, mediante su portal web, boletines diarios e información del pronóstico del tiempo para varias ciudades del país, por hora y día (SMN, 2017a).

Entre las variables climáticas que se registran a diario en las estaciones están la temperatura media, temperatura máxima y mínima, precipitación, niebla, granizo, tormentas eléctricas, evaporación y viento. Con estos datos se realizan promedios mensuales, anuales y por periodos.

Hoy, México es miembro de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), institución que coordina las actividades de los servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales de más de 180 países (CONAGUA, 2012, p. 62).

En cuanto al desarrollo de la climatología, una gran aportación para México fue la adaptación del sistema de clasificación climática de Köppen a las condiciones del país, realizada por la maestra Enriqueta García de Miranda. En 1970, con su estudio *Modificaciones al sistema de clasificación de climas de Köppen para la República Mexicana*, la maestra García toma en cuenta la altitud como factor determinante para delimitar los mesoclimas que existen dentro de los grandes grupos de climas (Trejo, 2000, pp. 175-176). A este estudio se suma la regionalización climática del país descrita en *Las Regiones Climáticas de México* de la doctora Rosalía Vidal, quien contribuyó a la climatología de México mediante la identificación de once zonas que se diferencian por su situación geográfica,

latitud, relieve y vientos dominantes, que marcan contrastes en el régimen de lluvias, marcha anual de la temperatura y oscilación térmica (Vidal, 2005).

Para contribuir a la climatología de la delegación Iztapalapa, este estudio se apoyó ampliamente en los datos registrados por las estaciones climatológicas ubicadas dentro y fuera de la demarcación. Basta decir por ahora que Iztapalapa tiene información climática de dos estaciones que funcionaron dentro de su territorio: Morelos 77, que recabó datos por 41 años (de 1955 a 1996) y Unidad Modelo, que hizo registros por 20 años (de 1961 a 1981) (SMN, 2017b).

A pesar de que también fue interrumpido su trabajo, Iztapalapa tiene una Estación Meteorológica Automática (EMA), ubicada en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), plantel Oriente, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la cual forma parte del Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU) y cuenta con 15 años de registros (Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos [RUOA], 2017).

En la actualidad, en México existen instituciones y organismos que operan estaciones meteorológicas, entre ellas la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a nivel nacional, y el Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA) y el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), de manera local.

Sin duda, es de suma importancia tener en servicio una red de estaciones meteorológicas, pues aportan datos necesarios para estudios de climatología. Si un lugar tiene registros de un periodo igual o mayor a 20 años, podría conocer el estado más frecuente de su atmósfera, sus extremos y sus fluctuaciones, y con ello elaborar programas de apoyo en beneficio de su población.

## **1.2 Historia del clima en la cuenca de México**

Los acontecimientos relacionados con el clima en la zona de estudio se describen en las siguientes etapas.

### **1.2.1 Época prehispánica (antes de 1519)**

A pesar de que en el pasado no se contaba con instrumentos de medición de la temperatura y la precipitación, las condiciones del clima en Iztapalapa pueden inferirse mediante la revisión de documentos, cartas, anales y descripciones que elaboraron los españoles a su arribo a la cuenca de México. Estos datos históricos describen el impacto en la población y las consecuencias de los eventos extremos del clima que tuvieron lugar, como sequías e inundaciones, así como sus efectos en las malas cosechas y escasez de alimentos (Jáuregui, 2000, p. 15).

Iztapalapa fue uno de los pueblos prehispánicos de la región lacustre de la cuenca de México que organizó su espacio en estrecha interdependencia con el ambiente natural (Ávila, 1991, p. 9). Estaba formada por todas las poblaciones establecidas en la denominada Península de Iztapalapa, una pequeña cadena montañosa que dividía los lagos de México y de Chalco-Xochimilco (De León, 1981, p. 7). Dicha península corresponde al Cerro de la Estrella y al conjunto de edificios volcánicos de la Sierra de Santa Catarina.

A principios del siglo XIV, toda la cuenca debió gozar de un clima óptimo, sin extremos climáticos, debido a la influencia de las áreas lacustres, por lo tanto, tuvo que ser un lugar perfecto para el establecimiento de los pueblos, el desarrollo de la agricultura y el aprovechamiento de los recursos de los lagos (Jáuregui, 2000, p. 15). No obstante, el siglo XV marcó un cambio. Entre los eventos climáticos ocurridos en esa época están las nevadas y heladas de los inviernos de 1453 y 1454. El frío extremo originó una epidemia de enfermedades respiratorias y sequías extremas de 1454 a 1456, lo que afectó las cosechas y, en consecuencia, produjo la falta de alimentos (Jáuregui, 2000, p. 17).

Cierto, tras el establecimiento de los pueblos prehispánicos y la demanda de alimentos fue necesario crear espacios fértiles para la agricultura. Este fenómeno fue el inicio del deterioro de los lagos, pues significó la construcción de chinampas, terrenos construidos dentro del espacio lacustre.

### **1.2.2 De la Conquista a principios del siglo XIX (1519-1824)**

A pesar de que los pueblos prehispánicos realizaron modificaciones al paisaje natural con la tala de la vegetación y la construcción de las chinampas que redujeron el área de los lagos, ello no representó un cambio importante ni en el lugar ni en el clima. Fue con la llegada de los españoles que se incrementó la explotación de los recursos naturales, se modificó el uso del suelo y se inició la desecación de los lagos, modificando de manera gradual el ambiente y el clima.

Los cambios económicos, sociales y ecológicos en la Colonia hicieron de Iztapalapa una pequeña comunidad dedicada a la agricultura más que a la pesca, pues esta era una actividad cada vez menos frecuente, ya que el lago de Texcoco se iba reduciendo año tras año (Ávila, 1991, pp. 29-30).

A finales del siglo XVIII, Joaquín Velázquez de León y Antonio Alzate realizaron las primeras observaciones de temperatura y precipitación en la cuenca de México. Ambos la describen con un clima húmedo y señalan que los huracanes no se presentaban dentro de esta. Además, observaron que la temporada de lluvias comenzaba en mayo y que las temperaturas extremas en 1770 alcanzaron  $-3^{\circ}\text{C}$  y  $27^{\circ}\text{C}$  como mínima y máxima, respectivamente (Jáuregui, 2000, pp. 19-21). En la actualidad, las temperaturas máximas suelen ser mucho más elevadas, evidencia de que las condiciones del clima han cambiado a lo largo del tiempo.

### **1.2.3 Medios del siglo XIX y siglo XX. La urbanización (1825-1981)**

Con el paso del tiempo, la transformación de la cuenca se hizo más evidente, las obras realizadas para su desecación, adoptadas desde mediados del siglo XVII

estaban cumpliendo su objetivo. William Bollock, viajero inglés, describe en 1825 que el lago de Texcoco en ese momento ya estaba seco (Jáuregui, 2000, p. 22).

Iztapalapa estaba comunicada con la ciudad de México mediante una red de canales. Durante la Colonia y hasta principios del siglo XIX, el tránsito de canoas se concentraba en los grandes canales de La Viga, Xochimilco y Chalco, que formaban el Canal Nacional. Del canal de La Viga se ramificaban otros canales que se conectaban con Iztapalapa, con el canal de Tezontle y con el canal del Moral (Ávila, 1991, p. 30-31), los cuales, posteriormente, fueron entubados y se convirtieron en las vialidades principales que hoy se identifican con el mismo nombre.

A finales de 1914, Santa María Aztahuacán aún era una zona lacustre con lagunas, ojos de agua y chinampas; hábitat de numerosas aves migratorias y fértil para el cultivo de la milpa hasta finales de los años setenta. En esa década, las ocupaciones de tierra y la demanda de suelo para la vivienda provocaron el aumento y la densificación del área urbana (Delegación Iztapalapa, 2012).

Después de la Revolución, Iztapalapa inicia su transformación de territorio rural a urbano. Las haciendas desaparecieron, se desecaron las reservas de agua y las chinampas. Hasta muy avanzado el siglo XX, los habitantes de Iztapalapa aprovecharon la milpa (Delegación Iztapalapa, 2012), pero en 1981, una de las pocas zonas chinamperas que conservaban desapareció por la construcción de la Central de Abastos (Ávila, 1991, p. 8).

En cuanto a los registros del clima, la mayoría de las estaciones meteorológicas cercanas a Iztapalapa comenzaron a funcionar a mediados del siglo XX, y a pesar de que algunas de ellas ya no operan, sí se cuenta con registros e información.

#### **1.2.4 Finales del siglo xx. Iztapalapa contemporánea (1982-2017)**

Para esta época el proceso de urbanización se aceleró. Las primeras zonas ocupadas fueron las de la calzada Ermita Iztapalapa y la avenida Tláhuac; posteriormente, las de El Salado, las intermediaciones de la calzada Ignacio Zaragoza y las de la Sierra de Santa Catarina. Los nuevos asentamientos, producto de las grandes migraciones procedentes de Oaxaca, Puebla, Michoacán, Guerrero, Estado de México y de la propia ciudad de México, generaron el surgimiento de numerosas colonias y unidades habitacionales ( Delegación Iztapalapa, 2012).

De acuerdo con los censos de población ( INEGI, 1970; INEGI, 1980), en 1970, Iztapalapa tenía 522,095 habitantes y 1,149,411 en 1980, por lo que en solo diez años se duplicó la población, y década tras década, no ha parado su crecimiento. En poco tiempo, el clima de la Ciudad de México se modificó debido tanto a la urbanización desmedida y sin regulación en sus asentamientos, como al escaso interés en la conservación de las áreas verdes.

La situación de la ciudad en esta etapa es totalmente diferente. Cubierta de carpeta asfáltica, fábricas, centros comerciales, tráfico y millones de habitantes, el aumento de la temperatura era inevitable. Así lo advertía ya el climatólogo Moreno y Anda en 1895 cuando, además de mencionar que el aire de la capital era más tibio que el de un sitio rural, determinó los contrastes ciudad-campo que caracterizan la llamada isla de calor urbano (Jáuregui, 1993, p. 32).

Según los datos, el número de las ondas de calor en la Ciudad de México aumentó de seis eventos en 1950 a 16 en 1998, año en que se registró una onda de calor con duración de 15 días. Cabe mencionar que en 1998 también se presentó el fenómeno de El Niño y a nivel mundial fue el año más caluroso de la década de los noventa (Jáuregui, 2009, p. 76).

### 1.3 Algunos eventos extremos que afectaron Iztapalapa

Para que el clima no tenga efectos negativos en la población, es necesaria la prevención de eventos provocados por fenómenos hidrometeorológicos como granizadas, lluvias, heladas, sequías y huracanes, pues estos afectan severamente y provocan pérdidas materiales e incluso humanas.

No hay que perder de vista que los factores climáticos que actúan sobre la cuenca de México hacen variar la precipitación, la temperatura, la presión atmosférica y la dirección y velocidad del viento, lo que origina sus diferentes tipos y subtipos de climas, que van desde los templados subhúmedos hasta los muy semiáridos y muy fríos subhúmedos en las partes más altas de las sierras que la rodean. En la cuenca de México las temperaturas máximas se presentan en mayo y junio; las mínimas, en enero y julio. En temporada de lluvias se observan disminuciones en la temperatura; julio es el mes más lluvioso del año. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 17 °C y hasta -2 °C en las zonas elevadas de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl. La precipitación intensa del verano se identifica por ser de tipo orográfico y convectivo y se registran entre 400 mm y hasta 1,500 mm de lluvia al año (García, 2005, pp. 43-46).

Tomando en cuenta las condiciones climáticas de la región, se entiende por *eventos extremos* aquellos que producen algún daño a la población. Iztapalapa tiene registro de varios eventos (granizadas, vientos fuertes, sequías e inundaciones severas) que han afectado desde el siglo XVI tanto su infraestructura como a sus habitantes (figura 1).

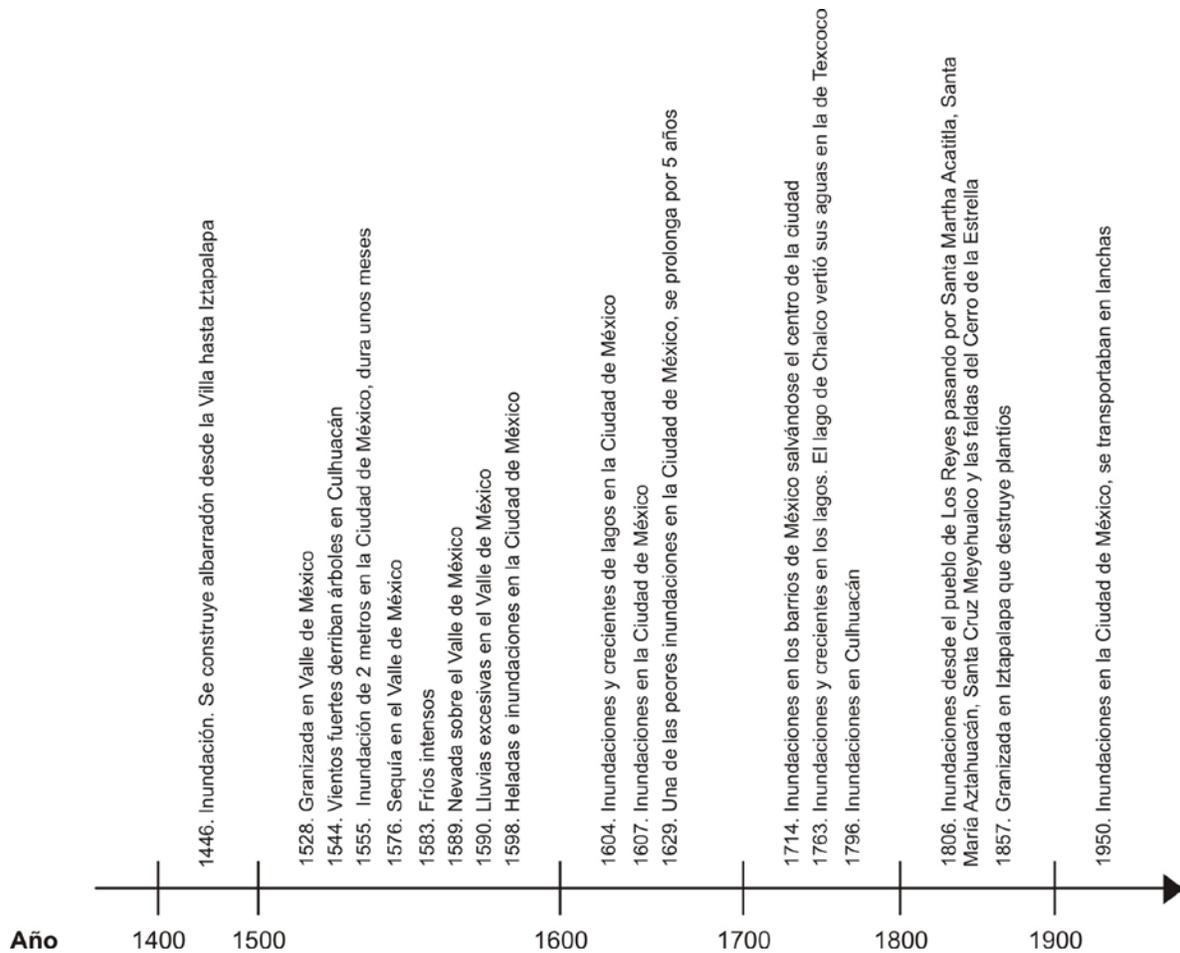
La inundación más importante del periodo colonial ocurrió el 17 de septiembre de 1555, cuando las fuertes lluvias cubrieron la ciudad de México con un tirante de dos metros de agua. Fue tan complicada la situación que algunas familias emigraron hacia Puebla de manera permanente (García, Pérez, Molina, 2003, p. 112).

Históricamente, los principales problemas se han presentado por precipitaciones abundantes. Tal ha sido la recurrencia de los numerosos encaramientos e inundaciones que han generado que hoy en día la delegación tiene identificadas 27 zonas con problemas de inundación. Es necesario tomar en cuenta que no solo las lluvias son las causantes de estos hechos; factores como la deficiencia del sistema hidráulico de la ciudad también contribuyen a ello.

Como lo define el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), una inundación es aquel

evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura (Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED], 2014, p. 5).

En Iztapalapa, la mayor parte de la superficie se encuentra urbanizada. Es poca el agua de lluvia que se infiltra al subsuelo, la mayoría se dirige al drenaje, por lo que, al momento de saturarse ahí, comienza su acumulación y desbordamiento, provocando afectación de vialidades, viviendas e infraestructura entre otros daños.



**Figura 1.** Algunos eventos extremos ocurridos en la cuenca de México (1446-1950). Elaboración propia. Información extraída de Escobar, 2004; García et al., 2003; Legorreta, 2004.

Las últimas inundaciones de relevancia que se presentaron en Iztapalapa son las ocurridas el 30 de junio de 2011, el 6 de septiembre de 2013 y el 1 de junio de 2016. La primera generó tirantes de un metro de altura en viviendas de las unidades habitacionales Ex Lienzo Charro y Peñón del Marqués, al oriente de la delegación, lo que provocó que más de 60 familias fueran trasladadas a albergues provisionales (figura 2). Los reportes de las autoridades mencionaron que el sistema de drenaje profundo de la ciudad se saturó con 26 mil millones de litros de agua (Romero y Salgado, 2011).



**Figura 2.** Afectación por lluvias del 30 de junio de 2011 en avenida Guelatao y calle Transportistas, Iztapalapa. Extraída de Olvera, *La Jornada*.

La lluvia del viernes 6 de septiembre de 2013 fue la más intensa de ese año. La circulación de la avenida Ignacio Zaragoza, una de las más importantes vías de acceso a la ciudad quedó suspendida durante varias horas (figura 3).



**Figura 3.** Afectación por lluvias del 6 de septiembre de 2013 en calzada Ignacio Zaragoza, Iztapalapa. Extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

Esa lluvia originó inundaciones que afectaron a más de 20 colonias en Iztapalapa, entre las que se encuentran Unidad Habitacional El Salado y Unidad Habitacional Santa Cruz Meyehualco. Además, se suspendió el servicio en cinco estaciones del Sistema de Transporte Colectivo Metro y 3,700 viviendas fueron severamente afectadas y otras más tuvieron pérdidas materiales por acumulación de hasta metro y medio de agua (Romero, González, Quintero, 2013).

En cuanto a la inundación ocurrida el 1 de junio de 2016, esta afectó a más de 900 viviendas en 16 puntos de la delegación. Este evento es el más intenso que se haya presentado en los últimos años debido a los daños reportados. Las colonias más afectadas fueron Ejército de Oriente zona ISSSTE, Unidad Habitacional Vicente Guerrero (figura 4), Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Renovación y Santa María Aztahuacán (Delegación Iztapalapa, 2016).

Varios domicilios se vieron afectados por la entrada del agua, como los que se encuentran en la calle de Lancers de Oaxaca, donde se registró un tirante superior a 60 centímetros de altura. Personal del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, de la delegación Iztapalapa, bomberos y la brigada de la Primera Zona Militar ayudaron en los trabajos de limpieza y saneamiento (Alarcón, 2016).



**Figura 4.** Inundación del 1 de junio de 2016 en calle Combate de Celaya, Unidad Habitacional Vicente Guerrero, Iztapalapa. Extraída de Alarcón, *Excélsior*.

El granizo también ha afectado la infraestructura delegacional, como sucedió el 29 y 30 de julio de 2010. Durante el segundo día de granizadas, se acumuló hasta tres centímetros de hielo en 25 minutos, lo que afectó las vialidades de Ermita Iztapalapa, Guelatao, República Federal e Ignacio Zaragoza (Delegación Iztapalapa, 2016).

El 25 de febrero de 2012 también se registró otra fuerte granizada en diferentes delegaciones de la Ciudad de México, entre ellas Iztapalapa (figura 5). Aunque no hubo presencia de lluvia abundante y no se reportaron grandes daños, las calles de la delegación Iztapalapa se cubrieron de granizo de manera considerable (Pantoja, 2012).



**Figura 5.** Granizada del 25 de febrero de 2012 sobre avenida Río Churubusco y Eje 5 Sur, Iztapalapa. Extraída de Estrella, *El Universal*.

Otro de los eventos extremos fueron los vientos de los días 9, 10 y 11 de marzo de 2016 ( figura 6 ), que alcanzaron velocidades de 60 kilómetros por hora y que provocaron afectaciones en algunas viviendas, comercios, estructuras de publicidad y la caída de varios árboles. De los 795 árboles retirados en toda la Ciudad de México por presentar algún riesgo (Romero, Servín, 2016), 80 se cayeron en Iztapalapa y 68 estuvieron en riesgo de caer durante estos tres días. Además, cuatro zonas estuvieron en riesgo por cables de luz, 19 por estructuras dañadas y 13 postes se afectaron (Delegación Iztapalapa, 2016). Tales fueron los daños que el gobierno de la Ciudad de México suspendió clases y activó el Fondo Social de Intervención Emergente para las viviendas que resultaron afectadas (Hernández, Sánchez, 2016).

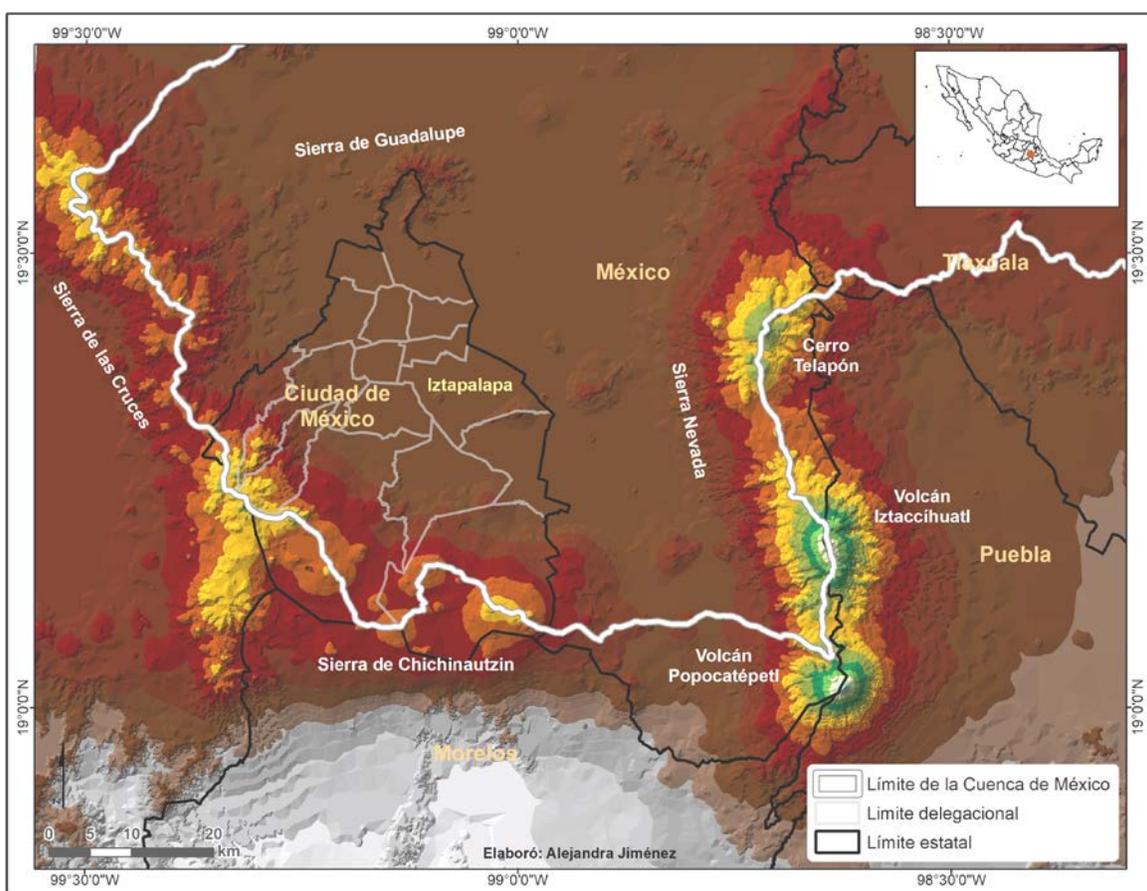


**Figura 6.** Afectaciones del 10 de marzo de 2016 en calzada Ermita Iztapalapa y calle Cascada, Iztapalapa. Extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

## Capítulo 2. Características del clima en la delegación Iztapalapa

### 2.1 Ubicación de la delegación Iztapalapa

La delegación Iztapalapa se localiza dentro de la cuenca de México, en la Sierra Volcánica Transversal. Se encuentra limitada por elevaciones topográficas de origen volcánico: la Sierra de Guadalupe, al norte; la Sierra de Chichinautzin, al sur; la Sierra Nevada, al oriente; y la Sierra de Las Cruces, al poniente (mapa 1).

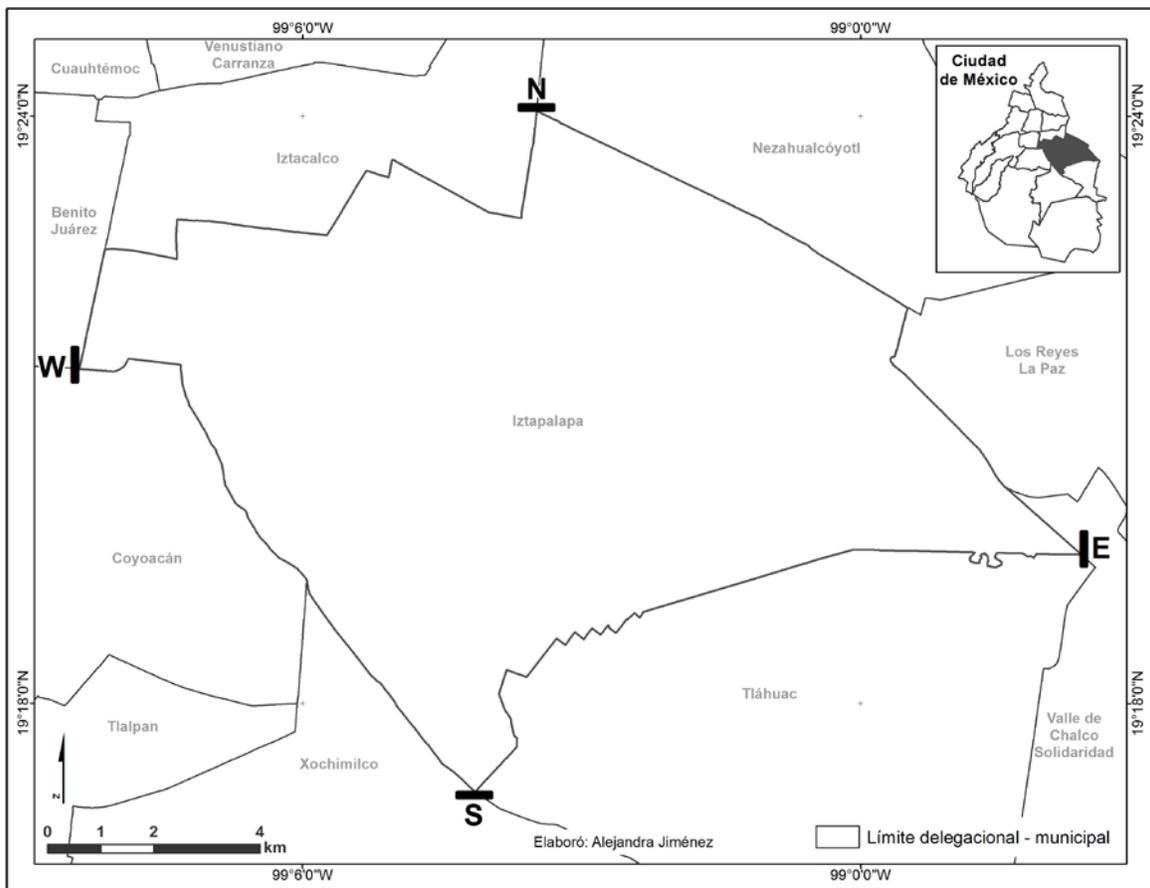


**Mapa 1.** Cadenas montañosas que limitan a la cuenca de México. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

Ubicada al oriente de la Ciudad de México, la delegación Iztapalapa limita al norte con la delegación Iztacalco y el municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México; al sur, con las delegaciones de Tláhuac y Xochimilco; al este, con los municipios de

Los Reyes la Paz y Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México; y al oeste, con las delegaciones Benito Juárez y Coyoacán (mapa 2).

Sus coordenadas extremas son: al norte,  $19^{\circ}24'3''N$ ,  $99^{\circ}3'28''W$ ; al sur,  $19^{\circ}17'5''N$ ,  $99^{\circ}4'8''W$ ; al este,  $19^{\circ}19'31''N$ ,  $98^{\circ}57'37''W$ ; y al oeste,  $19^{\circ}21'24''N$ ,  $99^{\circ}8'24''W$ . Su extensión es de  $113.5 \text{ km}^2$  y la distancia de norte a sur y de oeste a este en sus puntos más extremos y en línea recta es de  $12.9 \text{ km}$  y  $19.2 \text{ km}$ , respectivamente.



**Mapa 2.** Colindancias de Iztapalapa y sus coordenadas extremas. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

## **2.2 Clima**

El estado del tiempo se refiere a las condiciones de la atmósfera en un instante del día y el clima es el promedio de estas condiciones de la atmósfera en un periodo prolongado.

Iztapalapa se localiza dentro de la región climática Centro (Vidal, 2005, p. 87), la cual cuenta con un clima templado, agradable, lo cual tiene sentido pues es la zona más poblada del país.

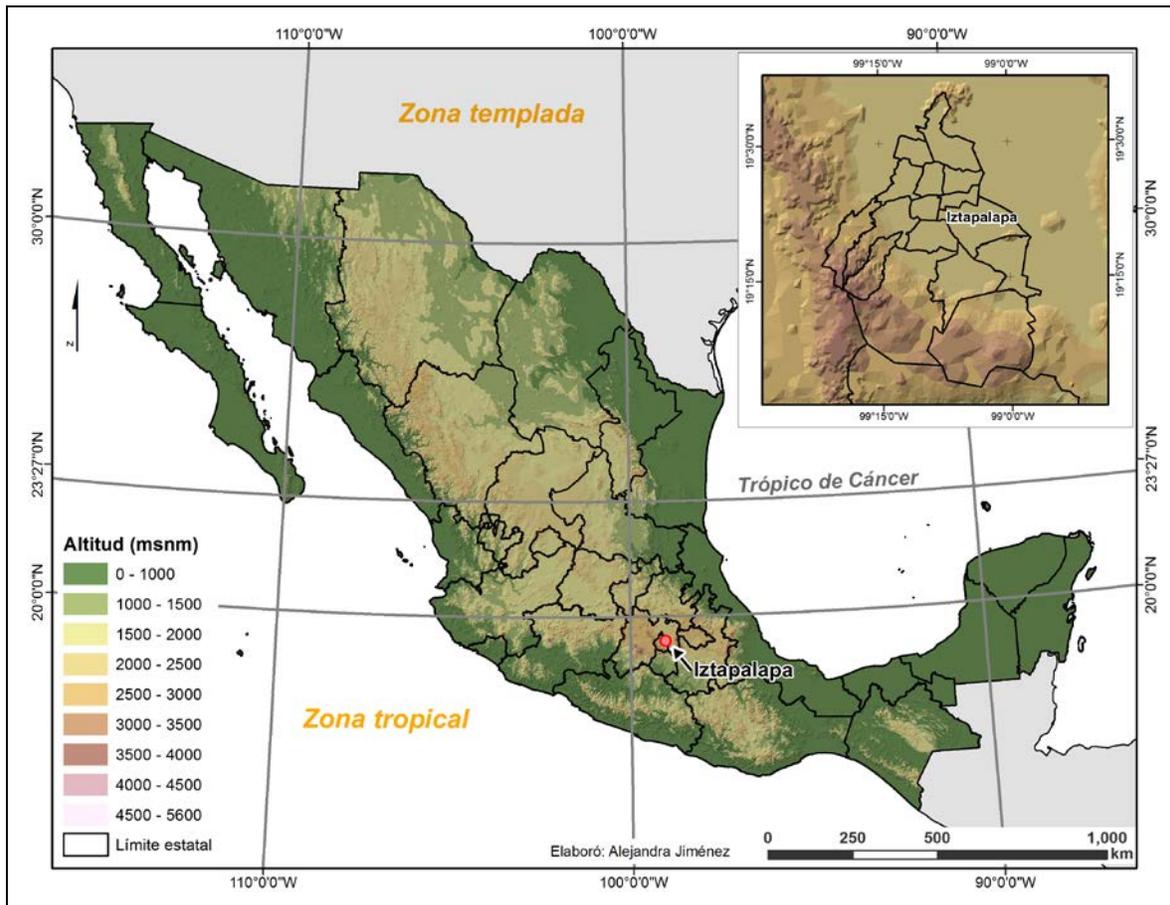
En esta región climática, la temperatura media anual va de 12 °C a 18 °C durante la temporada cálida del año, que comprende el periodo de abril a septiembre. Usualmente, los meses más calurosos son mayo y junio, mientras que julio, agosto y septiembre registran disminuciones en su temperatura debido a la presencia de la temporada de lluvias. Para la mitad fría del año, de octubre a marzo, los meses más fríos son diciembre y enero. La temporada de lluvias se presenta de mayo a octubre con registros de 800 mm a 1,000 mm al año. Julio y agosto son los meses más lluviosos, sin embargo, los ciclones tropicales, tanto del océano Pacífico como del Golfo de México, transportan bastante humedad en septiembre. En cuanto a la temporada seca del año, esta corresponde el periodo de noviembre a abril; febrero y marzo son los más secos.

## **2.3 Factores del clima**

El comportamiento de las propiedades físicas de la atmósfera varía de un lugar a otro influenciado por los factores climáticos: latitud, altitud, relieve, continentalidad y actividad de las corrientes marinas. Estos actúan con diferente intensidad y en combinaciones distintas, originando los diferentes tipos de clima (García, 1967, p. 90-93). Para comprender cómo actúan sobre el territorio de Iztapalapa, se identifican aquí las características de cada uno de los factores.

### 2.3.1 Latitud y altitud

Iztapalapa se encuentra a 19° de latitud norte, esto la sitúa en la zona intertropical, caracterizada por ser cálida y contar con dos épocas de máximo calentamiento al año, el 17 de mayo (primavera) y el 26 de julio (verano), cuando los rayos del Sol pasan por el cenit de la Ciudad de México ( Instituto de Astronomía, 2017). Sin embargo, debido a la altitud a la que se encuentra (de 2,200 a 2,700 msnm), las temperaturas durante el año tienden a disminuir (mapa 3).

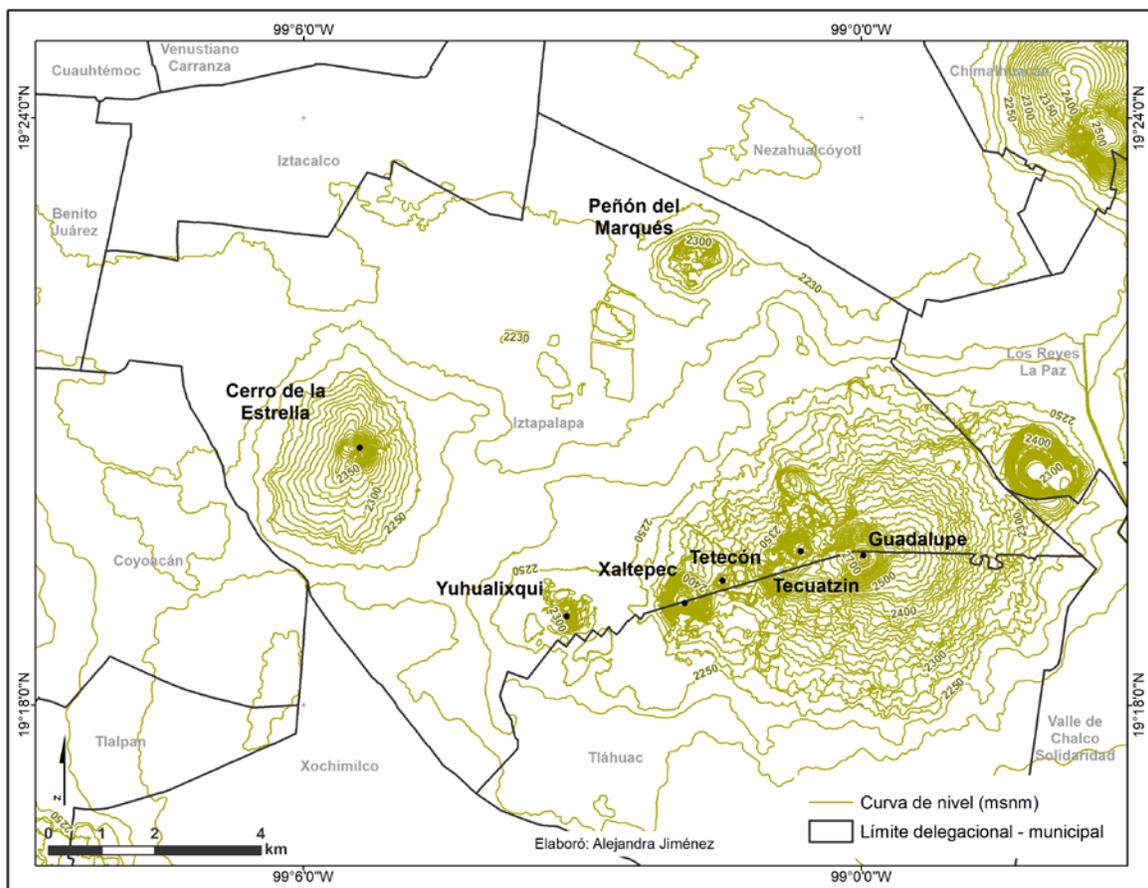


**Mapa 3.** Zonas térmicas y altitud de la República Mexicana. Elaboración propia. Cartografía extraída de INEGI, 2010a.

A la proporción en la que disminuye la temperatura respecto al aumento de la altitud se le conoce como gradiente térmico o gradiente de temperatura. Esta disminución se debe a que la atmósfera inferior es calentada por la superficie

terrestre, por lo tanto, las capas de la atmósfera más lejanas a la superficie son más frías (García, 1967, p. 27). El gradiente térmico se utiliza para el trazo de las isotermas en regiones donde se carece de estaciones meteorológicas.

Partiendo de la zona llana ubicada a 2,200 msnm, la diferencia de altitudes hacia la cúspide de los volcanes de la Sierra de Santa Catarina es de 545 metros; al Cerro de la Estrella, 255 metros; y al Peñón del Marqués 170 metros. Esta diferencia es de gran importancia, pues según aumenta la altitud, disminuye la temperatura (mapa 4).



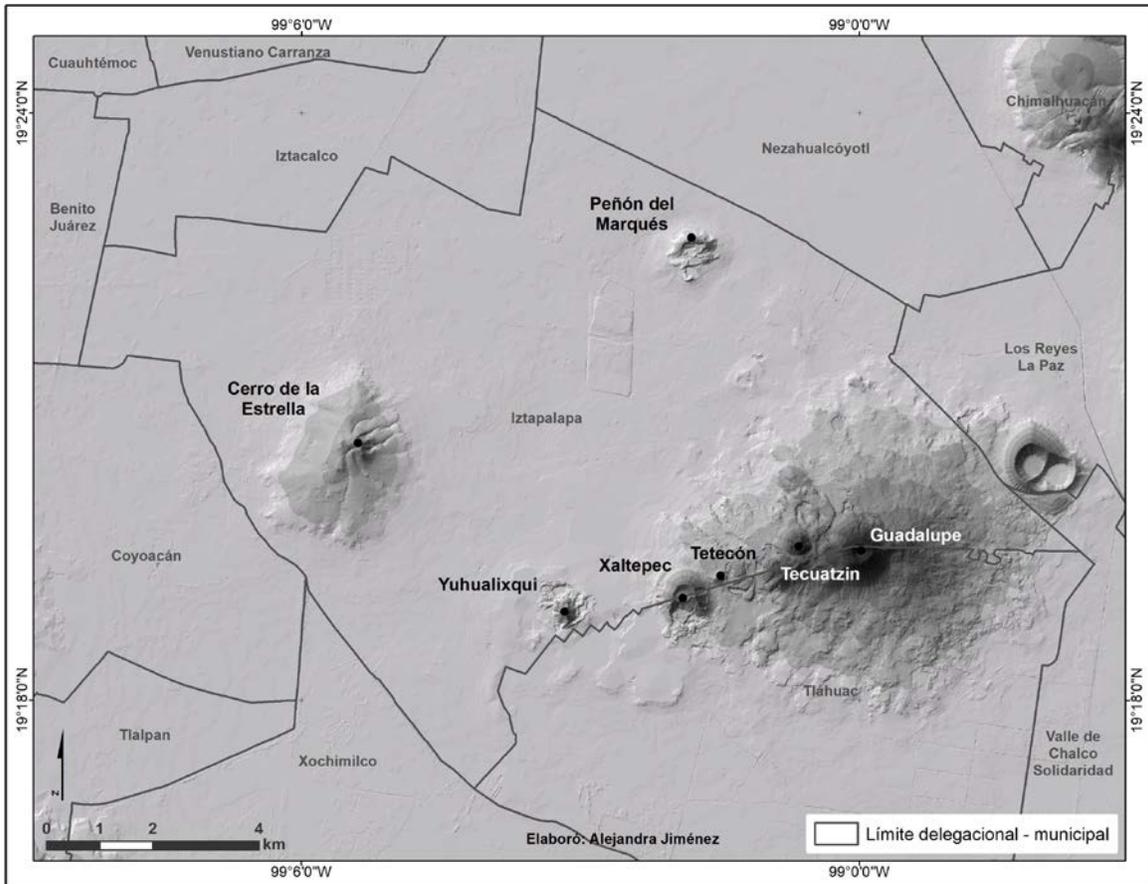
**Mapa 4.** Altitud de la delegación Iztapalapa. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

### 2.3.2 Relieve

Las principales elevaciones que se encuentran en Iztapalapa son el Peñón del Marqués, el Cerro de la Estrella y los edificios volcánicos que conforman la Sierra de Santa Catarina: volcán Yuhualixqui, cerro Tetecón, volcán Xaltepec, cerro Tecuatzin y, por último, el volcán Guadalupe, que representa la mayor altitud de la delegación (tabla 1). El resto de la demarcación cuenta con un relieve plano con una altitud promedio de 2,200 msnm.

Nombre	Altitud (msnm)
Volcán Guadalupe	2,745
Cerro Tecuatzin	2,640
Volcán Xaltepec	2,505
Cerro de la Estrella	2,455
Cerro Tetecón	2,430
Volcán Yuhualixqui	2,420
Peñón del Marqués	2,370

**Tabla 1.** Principales elevaciones en la delegación Iztapalapa. Elaboración propia. Información extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



**Mapa 5.** Elevaciones de la delegación Iztapalapa. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

### 2.3.3 Continentalidad y corrientes marinas

La cercanía a los mares influye en los climas del país debido a que son la fuente principal de humedad. La región centro del país se encuentra rodeada por la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Volcánica Transversal, las cuales actúan como barreras orográficas que impiden el paso de la humedad proveniente del océano Pacífico y del Golfo de México. Las barreras orográficas de la cuenca de México son la Sierra de Guadalupe, la Sierra de las Cruces, Sierra Nevada y la Sierra de Chichinautzin.

Las masas de agua cálida del Golfo de México, que forman parte de la corriente ecuatorial del Atlántico Norte, alimentan de humedad a los vientos alisios del noreste y estos la transportan al interior del país, produciendo precipitaciones. Por

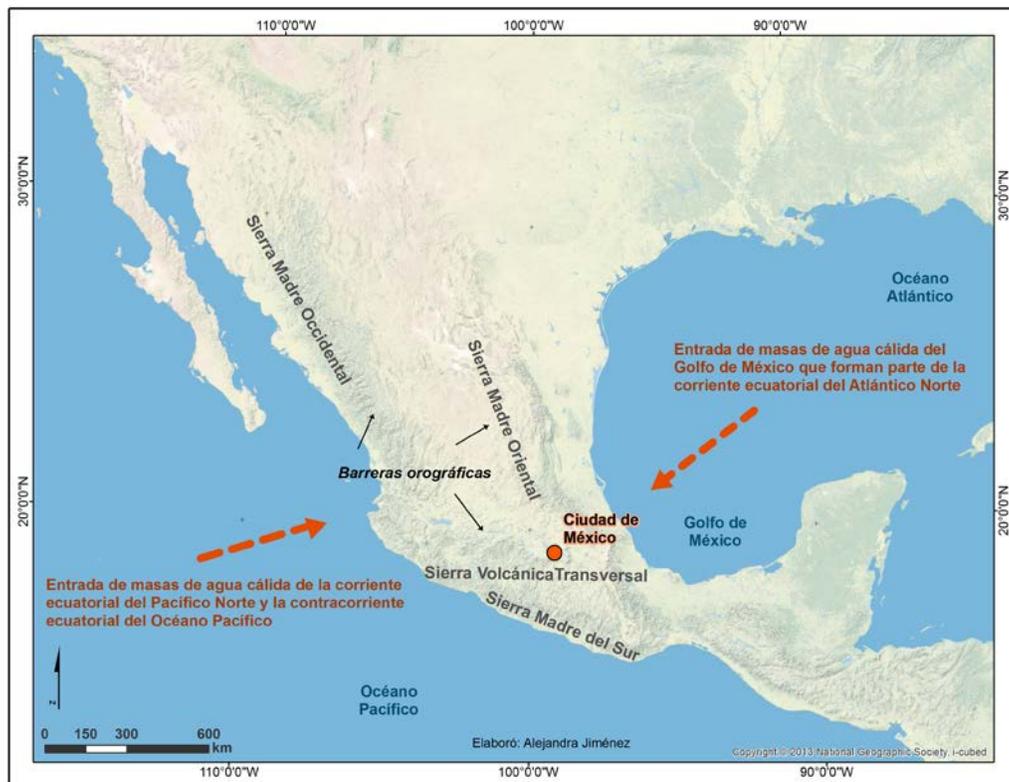
otro lado, los vientos del oeste acumulan humedad de la cálida corriente ecuatorial del Pacífico Norte y la contracorriente ecuatorial del océano Pacífico y la dirige hacia la altiplanicie en forma de lluvia (mapa 6).

Durante la mitad cálida del año, la humedad se incrementa al presentarse fenómenos ciclónicos provenientes tanto del océano Pacífico como del Golfo de México. En temporada fría también se registran algunas lluvias e incluso precipitaciones en forma de nieve y granizo, producidas por las masas de aire polar continental (Vidal, 2005, p. 99).

De los ciclones tropicales que se han presentado en los últimos 11 años, un bajo porcentaje ha impactado en el territorio nacional, sin embargo, se han presentado abundantes lluvias, tormentas eléctricas, caída de granizo y vientos fuertes durante su paso. En la tabla 2 se muestra un resumen de los ciclones tropicales del periodo 2006-2017 ocurridos tanto en el océano Pacífico como en el Atlántico. Observamos que, anualmente se presentan, en promedio, 34 ciclones tropicales, de estos, tres de cada seis que impactan las costas del país son huracanes. Cabe señalar que, el océano Pacífico presentó mayor actividad con respecto al Atlántico, excepto en 2007 y 2010 (SMN, 2017c).

Año	Ciclones tropicales	Depresiones tropicales	Tormentas tropicales	Huracanes	Ciclones que impactaron a México	Huracanes que impactaron a México
2017	39	4	16	19	6	3
2016	38	2	18	18	6	2
2015	34	5	12	17	4	3
2014	30	2	8	20	6	2
2013	33	1	22	10	9	3
2012	36	0	16	20	6	4
2011	32	3	13	16	8	3
2010	33	7	11	15	9	3
2009	31	5	16	10	6	2
2008	35	3	17	15	8	1
2007	33	6	16	11	4	3
2006	30	3	12	15	3	3
PROM	34	3	15	16	6	3

**Tabla 2.** Ciclones tropicales del periodo 2006-2017 en los océanos Pacífico y Atlántico. Elaboración propia. Información extraída de SMN, 2017c.



**Mapa 6.** Continentalidad y corrientes marinas. Elaboración propia. Cartografía extraída de ArcGIS, 2017.

## **2.4 Elementos del clima: temperatura y precipitación**

Los fenómenos climáticos se presentan en la base de la tropósfera, capa de la atmósfera más próxima a la Tierra. En esta zona se genera la turbulencia atmosférica con mayor frecuencia, debido a que se encuentra el 75% de la masa gaseosa y prácticamente todo el vapor de agua y los aerosoles (Barry, Chorley, 1999, p. 16).

Los elementos del clima que son influenciados por los factores mencionados en el primer capítulo son temperatura, precipitación, presión atmosférica y dirección y velocidad del viento. En este trabajo solo se estudiaron la temperatura y la precipitación.

### **2.4.1 Estaciones meteorológicas**

Para el análisis de la temperatura y la precipitación, se consultó la base de datos Normales Climatológicas del SMN del periodo 1981-2010 y se realizó una recopilación de las estaciones más cercanas a la delegación que tuvieran más de 20 años de registros. De estas, solo se seleccionaron once (tabla 3), de las cuales seis cuentan con más de 50 años operando.

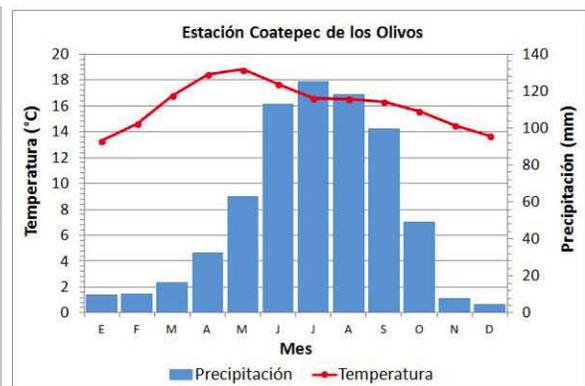
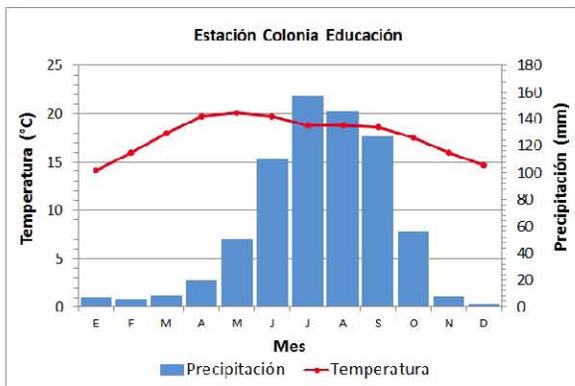
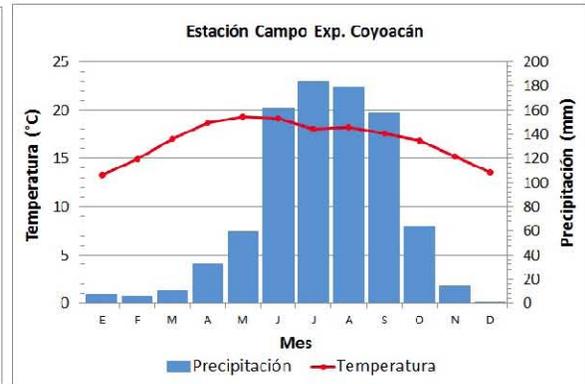
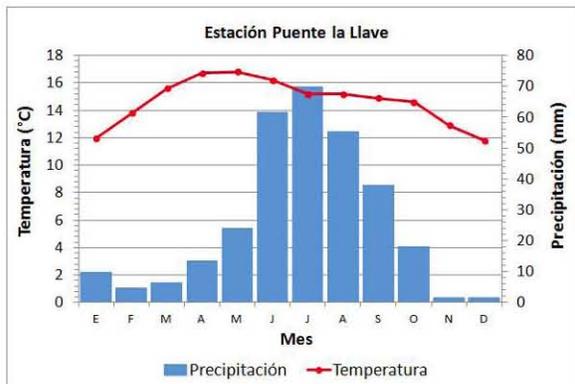
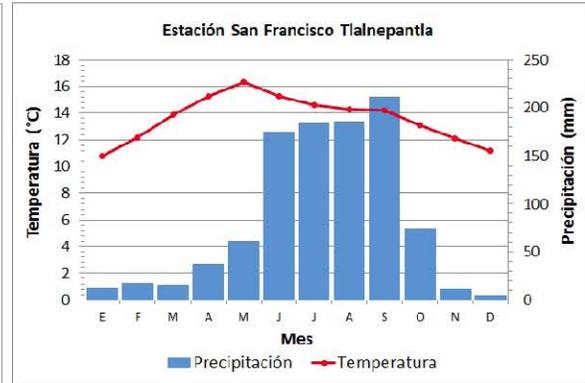
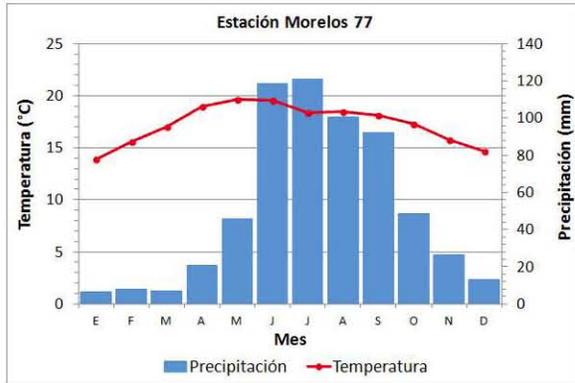
Las estaciones Morelos 77 y Unidad Modelos se localizan dentro del territorio delegacional, cuentan con 41 y 20 años de servicio, respectivamente. No obstante, estas se encuentran suspendidas, por lo que solo se tiene su periodo histórico (mapa 7).

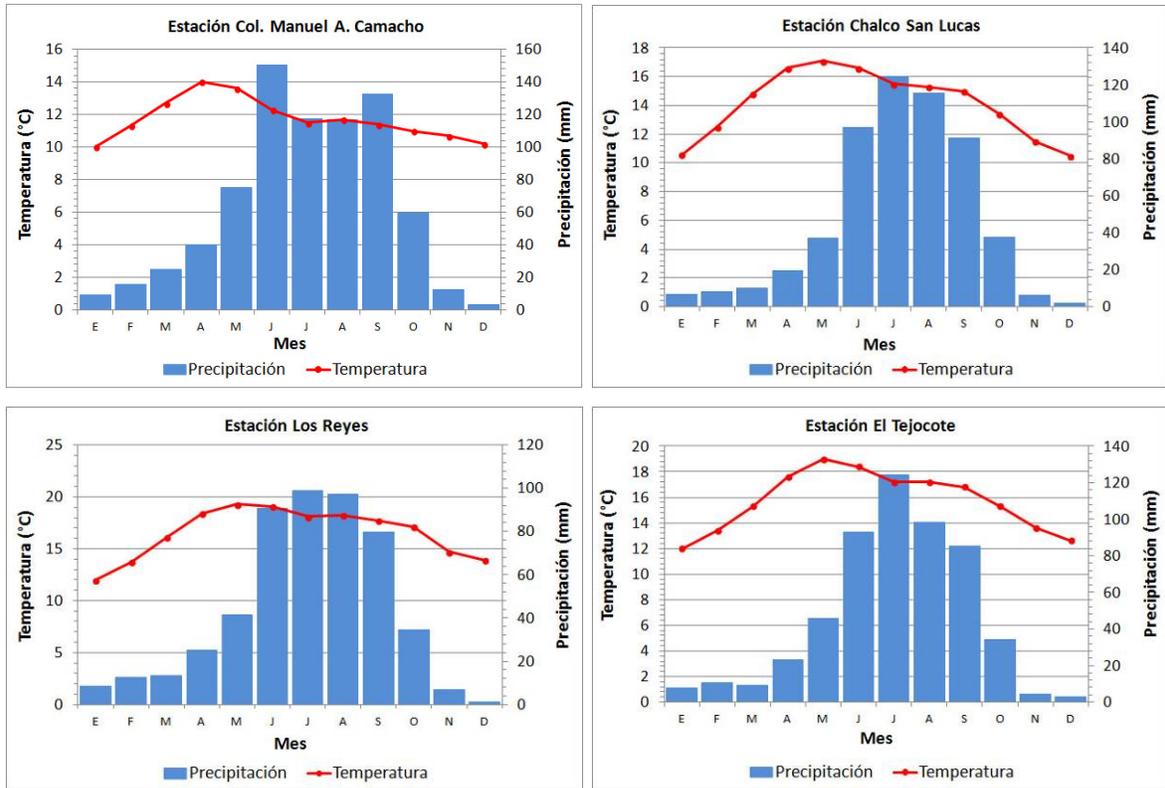
Clave	Estación	Altitud (msnm)	Inicio de operación (año)	Años operando
9026	Morelos 77	2,240	1955	41
9041	San Francisco Tlalnepantla	2,620	1961	56
9052	Unidad Modelo	2,229	1961	20
9068	Puente la Llave	2,234	1976	41
9070	Campo Exp. Coyoacán	2,260	1976	41
9071	Colonia Educación	2,250	1982	35
15017	Coatepec de los Olivos	2,405	1961	56
15018	Colonia Manuel A. Camacho	2,900	1961	56
15020	Chalco-San Lucas	2,240	1961	56
15050	Los Reyes	2,248	1961	56
15167	El Tejocote	2,256	1961	56

**Tabla 3.** Estaciones meteorológicas cercanas a la delegación Iztapalapa. Elaboración propia. Información extraída de SMN, 2017d.

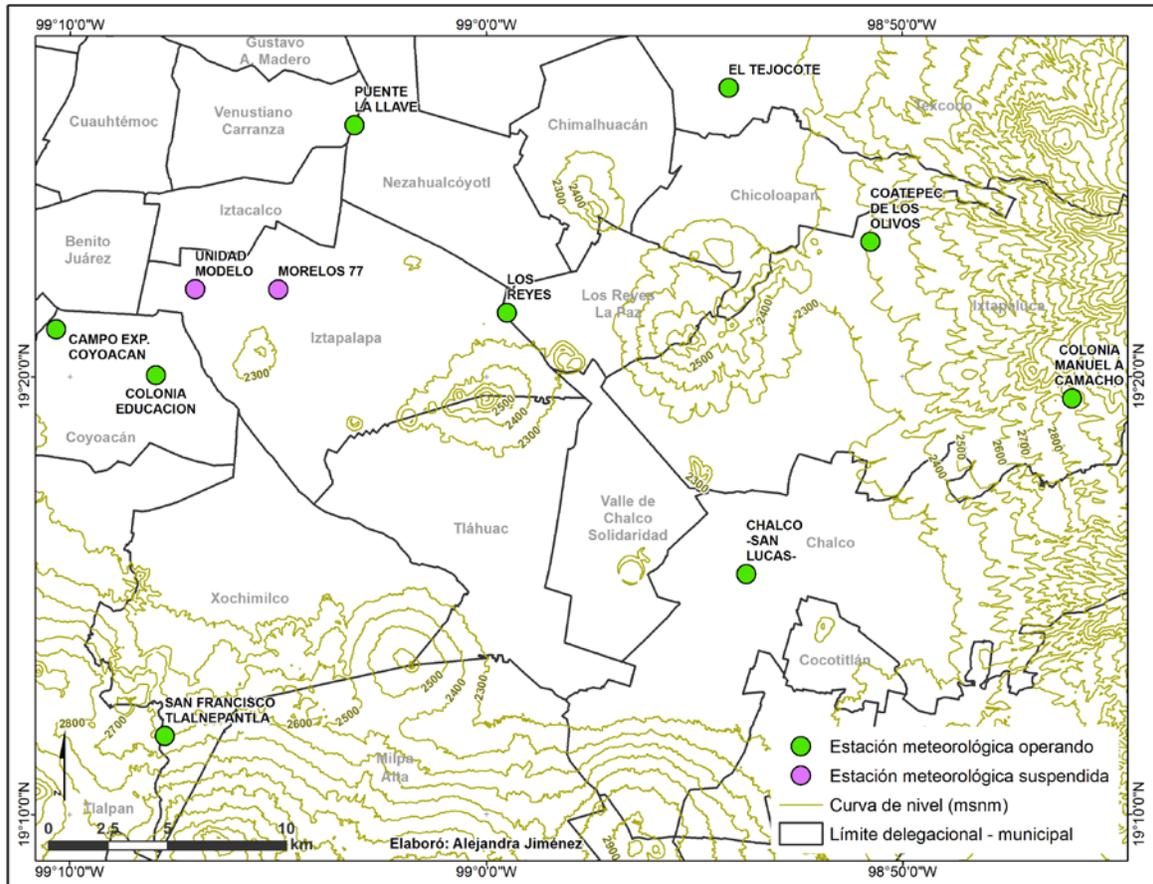
En los climogramas siguientes se muestran las variaciones de la precipitación total y la temperatura media anual del periodo 1981-2010 para cada una de las estaciones, excepto Unidad Modelo, ya que no operó en ese periodo. En ellos se observa claramente que las precipitaciones se presentan durante todo el año, incrementando considerablemente en los meses de junio, julio, agosto y septiembre. Solo en la estación Colonia Manuel A. Camacho se observa la presencia de la canícula, con la disminución de la precipitación en julio y agosto, en el resto de los meses es poca la humedad que llega a precipitar.

También se observa en los climogramas la disminución de la temperatura durante el mes de julio, esto sucede porque las lluvias son más abundantes, por lo tanto, la temperatura tiende a disminuir. Los meses más cálidos corresponden a abril y mayo con temperaturas de entre 14 °C y 20 °C.





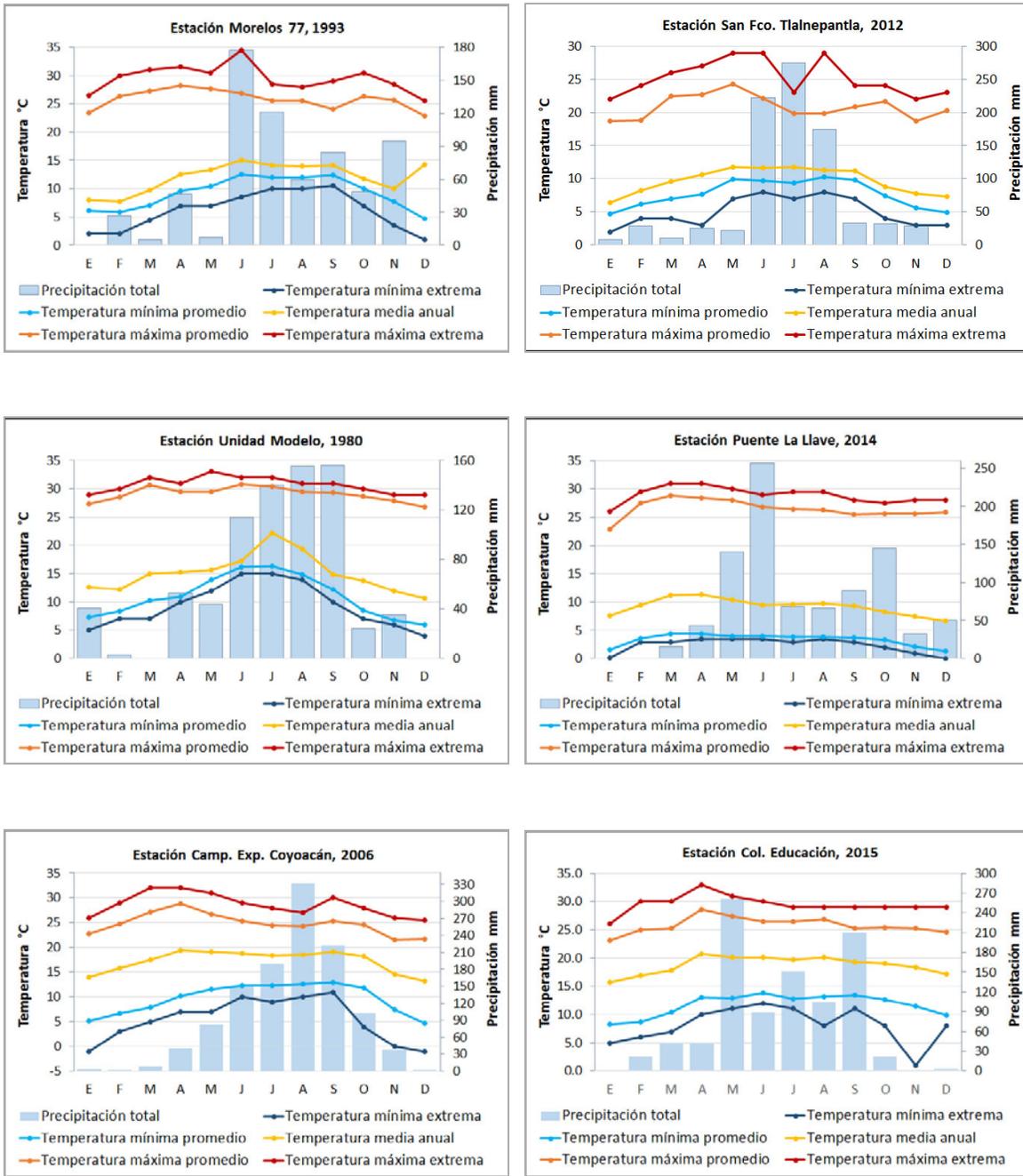
**Figura 7.** Climogramas. Precipitación total y temperatura m edia an ual, 1981-2010. Elaboración propia. Información extraída de SMN, 2017d.

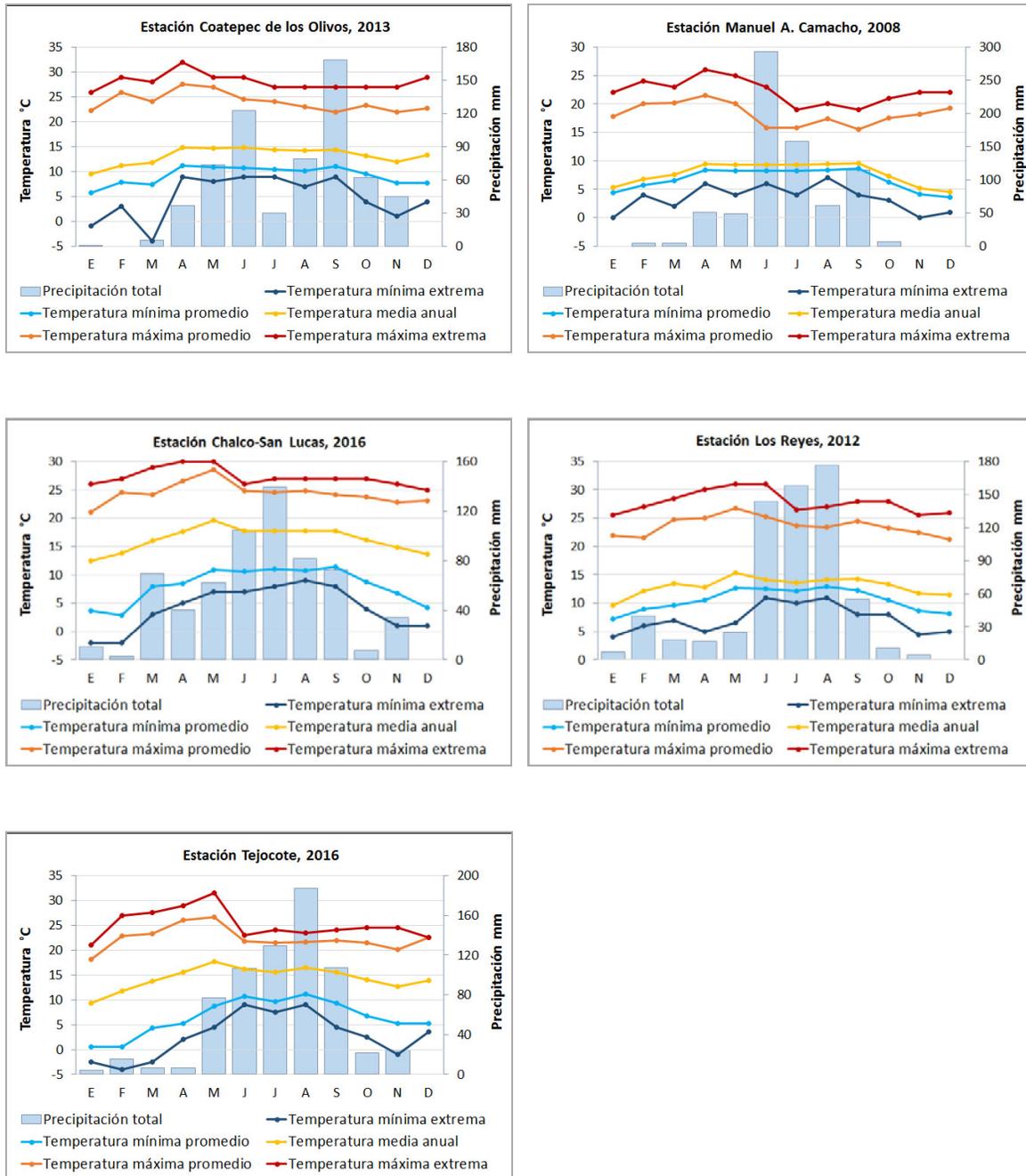


**Mapa 7.** Ubicación de las estaciones meteorológicas seleccionadas. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016 e información extraída de SMN, 2017d.

También se consultaron los registros diarios del Proyecto de Bases Climatológicas proporcionados por el SMN, de donde se tomaron los datos de la precipitación total, temperatura media anual, temperatura máxima promedio, temperatura máxima extrema, temperatura mínima promedio y temperatura mínima extrema de las estaciones meteorológicas. Se obtuvieron datos diarios con registros completos al menos de un año dentro de la última década. Para las estaciones Morelos 77 y Unidad Modelo se consultaron años anteriores debido a que su operación fue suspendida en 1996 y 1981, respectivamente. De estos se eligió el año más reciente para que fueran representativas en los climogramas, y así poder mostrar las variaciones climáticas más actuales.

A pesar de que no se obtuvieron datos del mismo año para todas las estaciones, se observa que la tendencia de la temperatura y precipitación es similar a las medias de 1981-2010. Las precipitaciones son predominantes durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre, mientras que la temperatura media mensual oscila entre 10 °C y 20 °C, como se observa en los climogramas (figura 8).





**Figura 8.** Climogramas. Precipitación total y temperaturas media anual, máxima promedio, mínima promedio, máxima extrema y mínima extrema de las estaciones climatológicas. Elaboración propia. Información extraída de SMN, 2017b.

Los efectos de los ciclones tropicales ocurridos durante estos años y que alcanzaron al territorio delegacional se ven reflejados en las fluctuaciones de la precipitación y las temperaturas registradas en los climogramas. Para verificar dicha información, se consultaron los resúmenes de las temporadas de ciclones tropicales de algunos años (SMN, 2017c) y se obtuvo que:

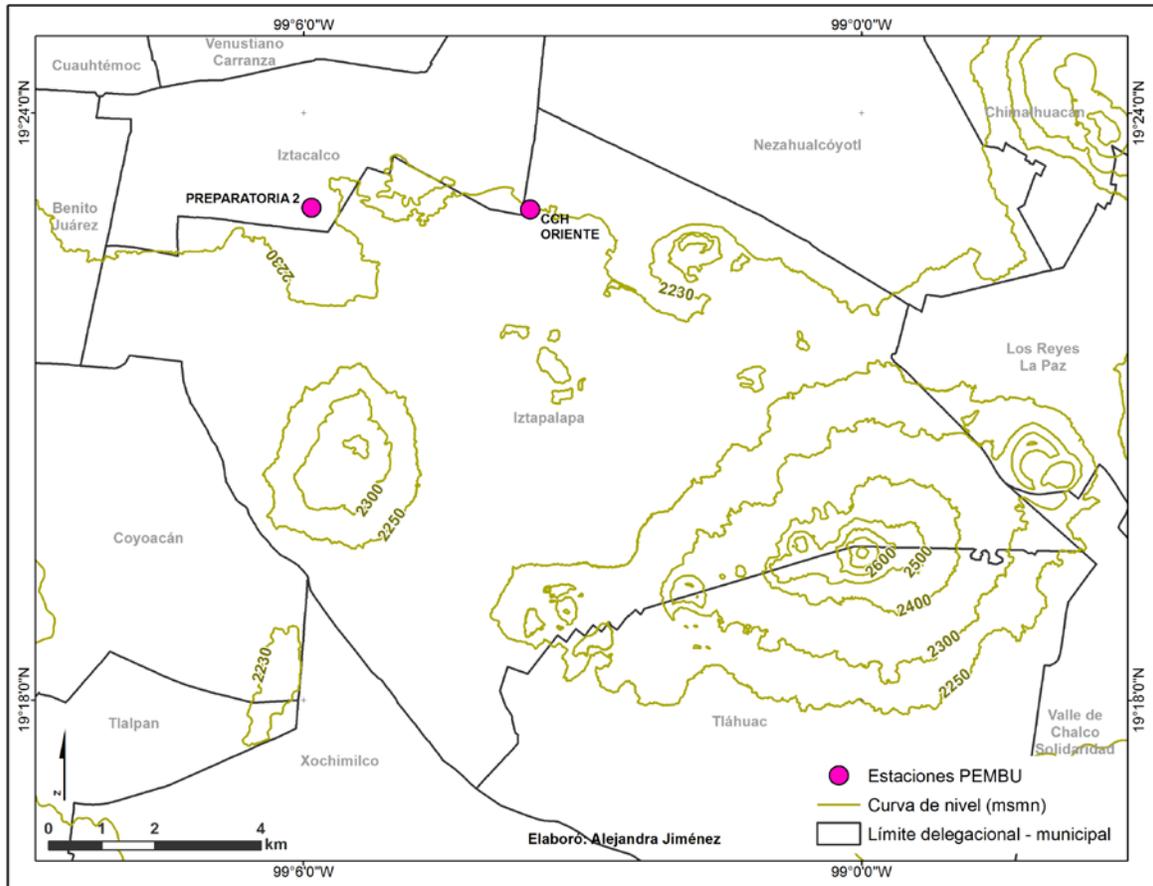
- En 1980, la estación Unidad Modelo registró 155.6 mm de lluvia en agosto y 156.3 mm en septiembre, lo que coincide con el paso del huracán Allen (del 31 de junio al 11 de agosto) y la tormenta tropical Hermine (del 20 al 26 de septiembre), ambos en el océano Atlántico.
- En la estación Morelos 77, en junio de 1993 se acumularon 177.4 mm de precipitación, debido al paso de la tormenta tropical Beatriz en el océano Pacífico (del 18 al 20 de junio).
- La estación Colonia Manuel A. Camacho registró, en 2008, 292.8 mm de lluvia en junio, por los remanentes de la tormenta tropical Arthur, ocurrida en el Atlántico (del 31 de mayo al 1 de junio).
- En 2012 se presentaron los huracanes Carlotta en el Pacífico (del 13 al 16 de junio) y Ernesto en el Atlántico (del 1 al 10 de agosto). El aumento de la precipitación en esos meses se vio reflejado con 275 mm en la estación San Francisco Tlalnepantla y 176.8 mm en la estación Los Reyes.
- Los huracanes Manuel, formado en el Pacífico, e Ingrid, en el Atlántico, afectaron simultáneamente al territorio nacional el 15 de septiembre de 2013 y transportaron mucha lluvia hacia el interior del país. La estación Coatepec de los Olivos registró durante ese mes 168.7 mm de lluvia, de los cuales, 24 mm precipitaron el 21 de septiembre, fecha en la que se reportó una lluvia intensa en la Ciudad de México y 140 encharcamientos, 67 de ellos en Iztapalapa (Quintero, Sánchez, 2013).

- La tormenta tropical Boris tuvo un impacto directo en las costas mexicanas del Pacífico (4 de junio de 2014), presencia que se registró con 256.4 mm en la estación Puente La Llave.
- En junio de 2016, se formaron en el océano Atlántico la tormenta tropical Danielle y la depresión tropical Colin; y en el Pacífico, la depresión tropical núm. 1. Estos transportaron abundantes lluvias, las cuales se ven reflejadas con el aumento de la precipitación en los meses de junio y julio en las estaciones San Lucas y Teolotes. Esta última también registró el paso de la tormenta tropical Earl, en el Atlántico, con 186.9 mm de lluvia en agosto.

#### **2.4.2 Estaciones PEMBU**

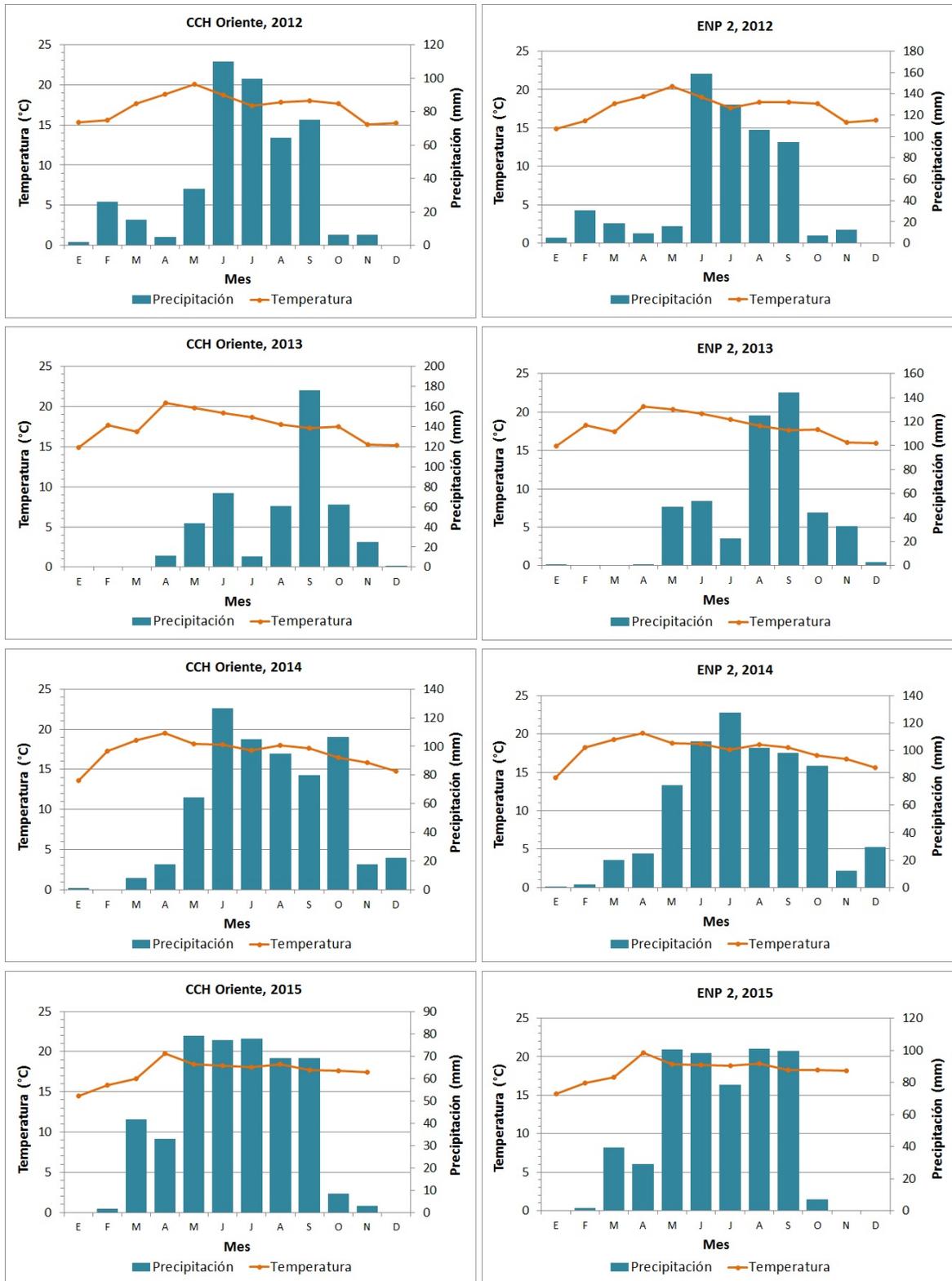
La UNAM instaló hace 25 años una red de estaciones meteorológicas conocida como PEMBU (Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario) compuesta por 15 estaciones instaladas una en cada uno de los planteles de sus Escuelas Preparatorias, Colegios de Ciencias y Humanidades (CCH), y en el Centro de Ciencias de la Atmósfera, en Ciudad Universitaria.

De esta red, la estación CCH Oriente se localiza al norte de la delegación Iztapalapa, sobre Anillo Periférico Canal de San Juan, y ha registrado datos desde 2002. Otra estación cercana es la que opera en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), plantel 2, ubicada en avenida Río Churubusco y avenida Canal de Tezontle, la cual realiza observaciones desde 1996. A pesar de que esta última no se encuentra dentro de los límites de Iztapalapa, brinda información sobre las condiciones del clima al norte de la delegación (mapa 8).



**Mapa 8.** Ubicación de las estaciones PEMBU cercanas a Iztapalapa. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016 e información extraída de RUOA, 2017.

En los climogramas de la figura 9 se muestran los datos de temperatura media y precipitación total de 2012, 2013, 2014 y 2015, consultados de los datos históricos de las estaciones ENP 2 y CCH Oriente (RUOA, 2017). En las dos estaciones se ve que los meses más calurosos son abril y mayo, con más de 20 °C, y los meses más fríos son diciembre y enero, con menos de 15 °C. En este mismo periodo de tiempo, la temperatura media anual de la estación CCH Oriente fue de 17.4 °C en promedio, mientras que la de la estación ENP 2 fue de 17.9 °C.



**Figura 9.** Climogramas. Precipitación total y temperatura media, 2012-2015. Elaboración propia. Información extraída de RUOA, 2017.

En cuanto a la precipitación, se observa variación a lo largo de los años; los meses más lluviosos son junio, julio, agosto y septiembre, con más de 100 mm; no obstante, 2013 registró una disminución considerable en junio y julio. Cabe mencionar que el año con menos precipitación total anual fue 2013 (menos de 500 mm) y el año con mayor precipitación fue 2014, con más de 600 mm (tabla 4).

Año	Temperatura media anual (°C)		Precipitación total anual (mm)	
	CCH Oriente	ENP 2	CCH Oriente	ENP 2
2012	17.3	17.7	443.9	588.6
2013	17.6	18.0	465.9	478.5
2014	17.1	17.8	644.7	687.1
2015	17.5	18.2	460.0	554.9
Promedio	17.4	17.9	503.6	577.3

**Tabla 4.** Promedio de temperatura media y precipitación total de las estaciones P EMBU. Elaboración propia. Información extraída de RUOA, 2017.

### 2.4.3 Temperatura

La energía que recibe la Tierra de los rayos solares a lo largo del año ocurre por factores como el movimiento de rotación de la Tierra, lo que origina que durante el día reciba calor y lo pierda durante la noche, y el movimiento de translación de la Tierra, que ocasiona que la cantidad de energía recibida cuando se encuentra en el perihelio sea distinta que cuando se encuentra más lejana del Sol, en el afelio. La combinación de estos dos movimientos y la inclinación de la Tierra produce que la energía solar recibida no sea la misma en ningún punto del planeta, como lo muestran las zonas térmicas. La transparencia de la atmósfera y la continuidad de la radiación también producen variaciones en la temperatura (García, 1967, p. 10). La temperatura es fundamental para determinar el clima de un lugar, ya que de esta dependen otras variables climáticas, como los cambios en la presión y la velocidad y dirección de los vientos.

Para elaborar los mapas de temperatura se obtuvieron los siguientes datos de las once estaciones seleccionadas: temperatura media anual (promedio de un periodo largo), temperatura máxima promedio (promedio de temperaturas máximas mensuales de un periodo), temperatura máxima extrema (mayor temperatura del periodo registrada en un día), temperatura del mes más cálido (mayor temperatura media mensual de un periodo), temperatura mínima promedio (promedio de temperaturas mínimas mensuales de un periodo) y temperatura mínima extrema (menor temperatura del periodo registrada en un día).

Para el trazo de las isotermas de las distintas temperaturas, se calculó el gradiente térmico en diferentes puntos de la delegación, debido a que en la zona de estudio se carece de información climática. Para ello, se seleccionaron las estaciones Colonia Manuel A. Camacho y Los Reyes, que presentan diferencias en altitud y cuentan con un periodo similar de observaciones en su operación (tabla 5).

Clave	Estación	Altitud (msnm)	Temperatura media anual (°C)
15018	Colonia Manuel A. Camacho	2,900	11.7
15050	Los Reyes	2,248	16.5
Diferencia		652	4.8

**Tabla 5.** Estaciones elegidas para el cálculo del gradiente térmico. Elaboración propia. Información extraída de SMN, 2017d.

Cálculo del gradiente térmico para la temperatura media anual (García, 1967, p. 29):

$$x = \frac{100 \text{ (diferencia en } ^\circ\text{C)}}{\text{Diferencia en altitud (m)}}$$

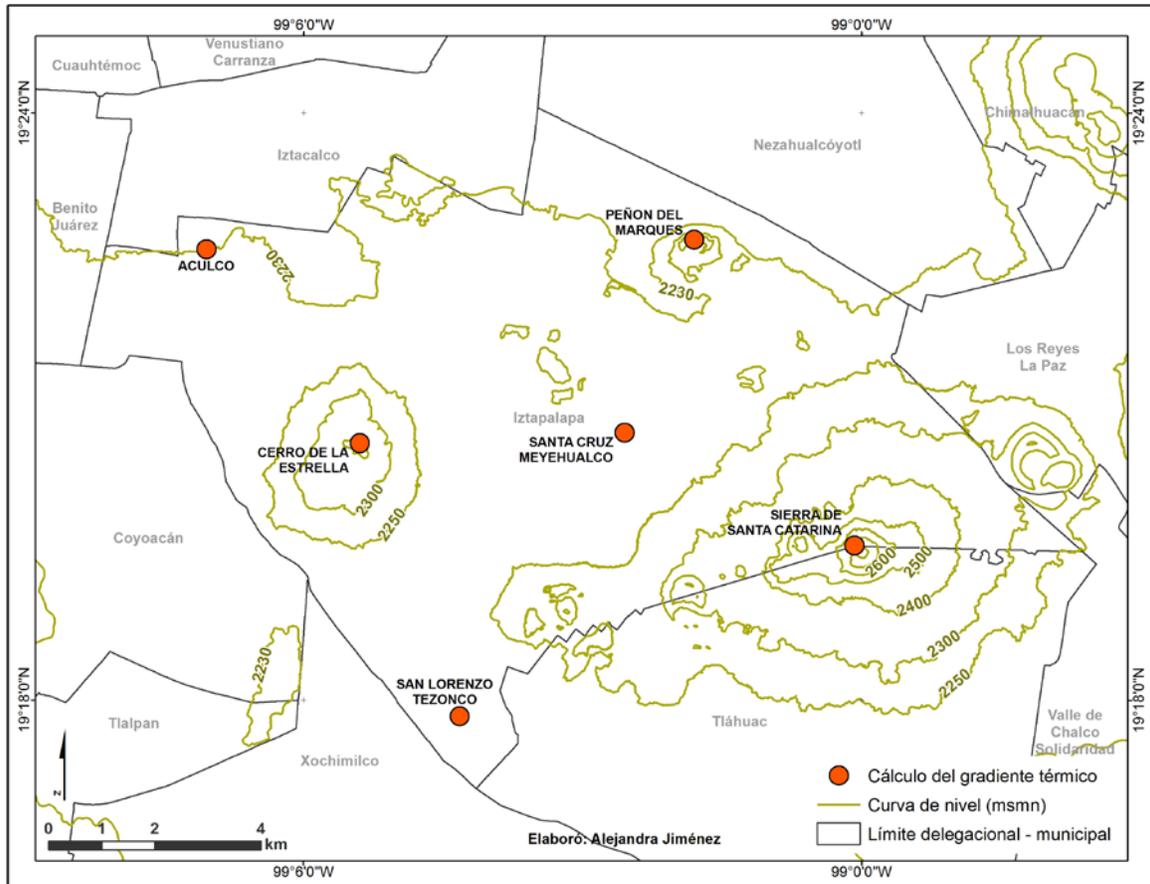
$$x = \frac{100 \text{ (4.8)}}{652} = 0.74 \quad (\text{F1})$$

El gradiente térmico, utilizando la altitud y la temperatura de las estaciones, es de 0.74 °C para la temperatura media anual, es decir, la disminución de temperatura por cada 100 metros de aumento en la altitud es de 0.74 °C en la región.

Para interpolar los datos y trazar las isotermas con mayor detalle, se realizó el cálculo del gradiente térmico (F1) en seis puntos distribuidos dentro de los límites de Iztapalapa (mapa 9), tres de ellos se encuentran en las zonas más altas de la delegación y los restantes en la planicie (tabla 6).

Núm.	Sitios seleccionados	Altitud (msnm)
1	Sierra de Santa Catarina	2,745
2	Cerro de la Estrella	2,455
3	Peñón del Marqués	2,370
4	Santa Cruz Meyehualco	2,235
5	San Lorenzo Tezonco	2,235
6	Aculco	2,230

**Tabla 6.** Lugares elegidos para el cálculo del gradiente térmico. Elaboración propia. Información extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

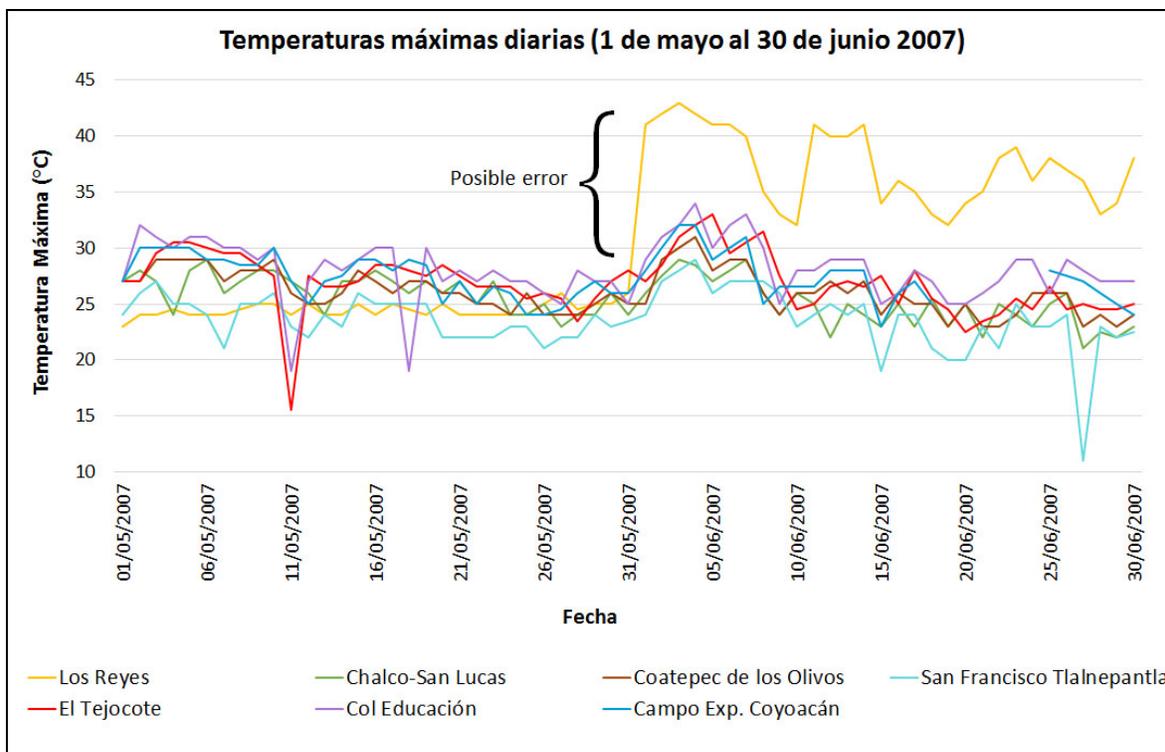


**Mapa 9.** Lugares elegidos para el cálculo del gradiente térmico en Iztapalapa. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

Para la elaboración de los mapas de temperatura, se realizó el trazado de las isotermas en un Sistema de Información Geográfica (SIG), tomando en cuenta la topografía del lugar y los datos de cada una de las estaciones del Servicio Meteorológico, así como el cálculo del gradiente térmico de las diferentes temperaturas en los seis puntos mencionados.

De las temperaturas consultadas en la base de datos Normales Climatológicas, solo la máxima extrema presentó inconsistencias al reportar 43 °C el día 3 de junio de 2007 en la estación 15050 (Los Reyes), por lo que se compararon los datos diarios de mayo y junio de 2007 de todas las estaciones. En la figura 10 puede observarse que los datos graficados no presentan variaciones importantes,

excepto en la estación Los Reyes, que a partir del 1 de junio registra temperaturas superiores a los 40 °C, por lo que se interpreta como un posible error.



**Figura 10.** Comparación de temperaturas máximas extremas diarias del 1 de mayo al 30 de junio de 2007. Elaboración propia. Información extraída de SMN, 2017d.

Por lo anterior, se realizó un análisis estadístico de los datos diarios por medio del cálculo de percentiles. Se considera que un fenómeno meteorológico extremo sería normalmente igual o superior al percentil 90 o igual o menor al percentil 10 de la función de densidad de probabilidad observada (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC, por sus siglas en inglés], 2007, p. 81), por lo tanto, los resultados calculados por encima del percentil 90 (percentiles altos) indican la temperatura máxima extrema.

Para obtener los datos más extremos y elaborar el mapa correspondiente, se tomó en cuenta el cálculo de los percentiles 99 de todas las estaciones (tabla 7).

Clave	Estación	Temperatura máxima extrema
9026	Morelos 77	32.0
9041	San Francisco Tlalnepantla	28.0
9052	Unidad Modelo	32.0
9068	Puente la Llave	32.0
9070	Campo Exp. Coyoacán	31.0
9071	Colonia Educación	33.0
15017	Coatepec de los Olivos	31.0
15018	Colonia Manuel A. Camacho	26.0
15020	Chalco-San Lucas	30.0
15050	Los Reyes	33.0
15167	El Tejocote	31.5

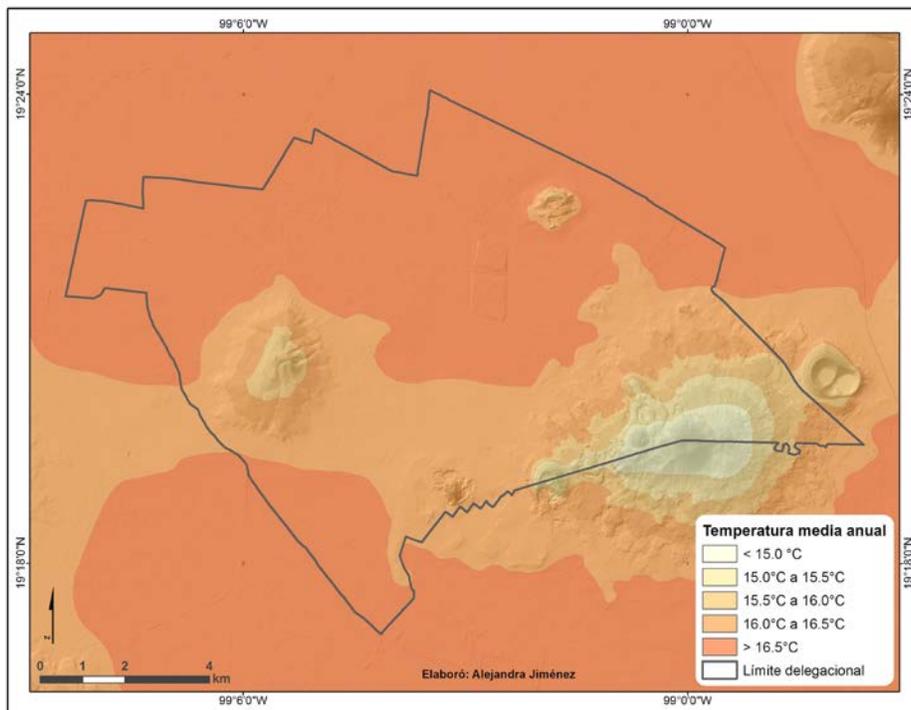
**Tabla 7.** Temperaturas máximas extremas obtenidas del cálculo del percentil 99 para cada estación climatológica. Elaboración propia, 2017.

#### 2.4.4 Mapas de temperatura

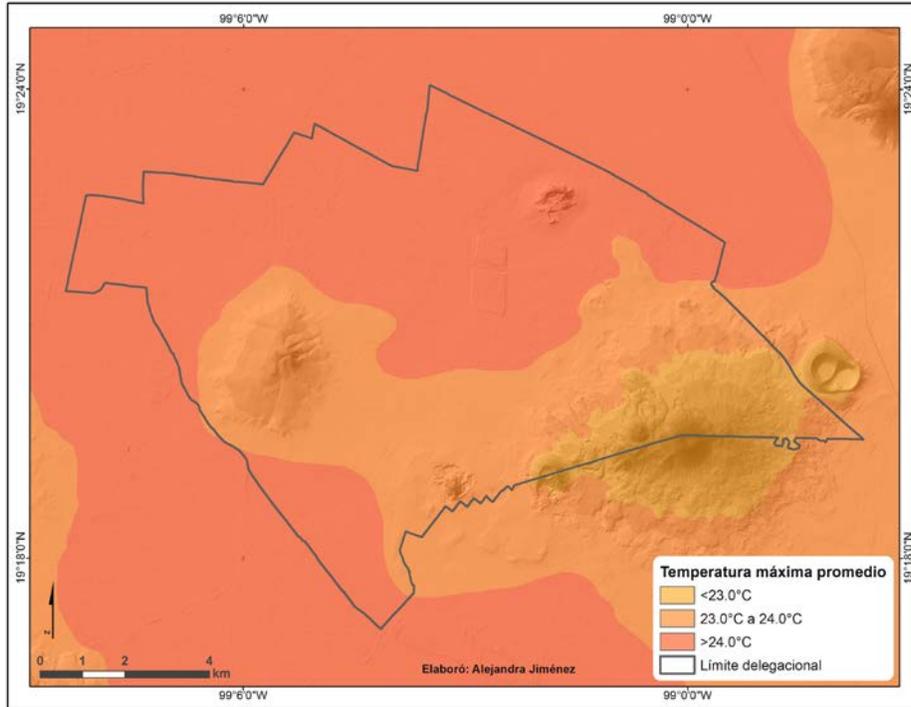
A pesar de que la diferencia de altitudes en el territorio de la delegación no rebasa los 6 00 m etros, se identificaron cambios significativos en las temperaturas medias y las temperaturas extremas. Iztapalapa puede ser muy caluroso en el verano, pero alcanzar temperaturas inferiores a 0 °C durante el invierno.

Las temperaturas cálidas que se presentan en los meses de mayo y junio se perciben más a 2,200 msnm. A esa altitud, la temperatura media anual es superior a 16.5 °C, puede aumentar hasta 24.0 °C como máxima promedio y alcanzar temperaturas máximas extremas de hasta 32.0 °C (mapas 10, 11 y 12). Es evidente que, conforme aumenta la altitud paulatinamente disminuye la temperatura, pues en las laderas de los cerros la temperatura media anual llega a ser inferior a 15.0 °C, aproximadamente a 2,440 m snm. El promedio de las temperaturas máximas promedio llega a 23.0 °C y pueden incrementarse hasta 30.0 °C como temperaturas extremas en la misma altitud. El mes más cálido corresponde a mayo y la temperatura oscila entre 17.0 °C, en las zonas altas, y 19.0 °C, en la planicie de la demarcación (mapa 13).

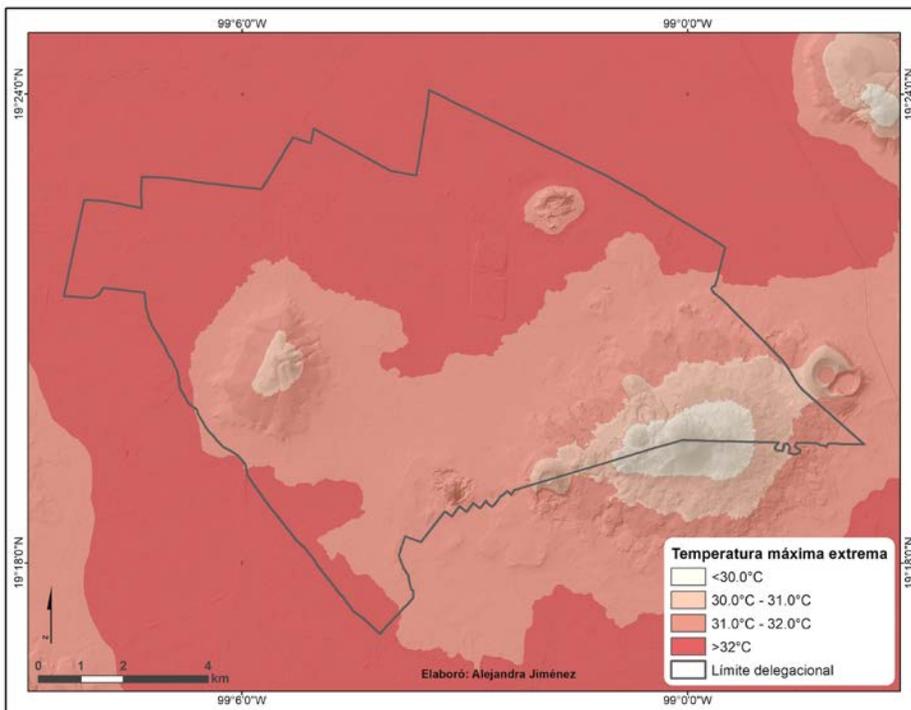
En cuanto a la mitad fría del año, se presentan las temperaturas mínimas generalmente en enero. En gran parte del territorio, en lo que corresponde a la zona de planicie, las temperaturas son de 9.0 °C en promedio (mapa 14) y disminuye en las laderas de los cerros de manera gradual hasta llegar a 7.0 °C en las zonas más altas, cercanas a los 2,520 msnm. No obstante, la temperatura puede disminuir aún más. En las zonas aproximadas a los 2,240 msnm se presentan hasta -5.0 °C de manera extrema y disminuye a -8.0 °C en la zona serrana, a 2,500 msnm (mapa 15).



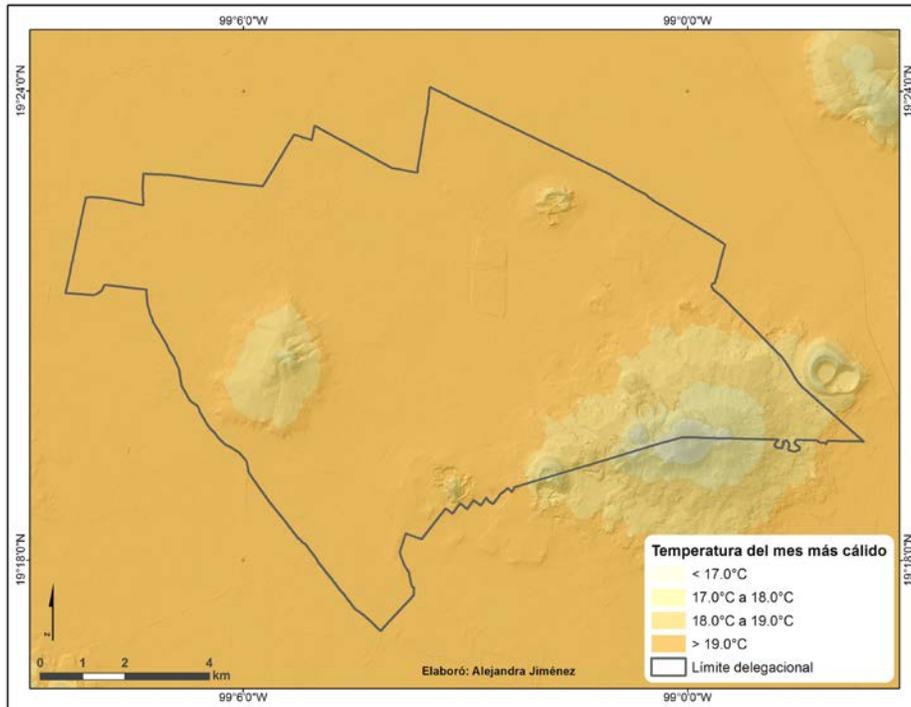
**Mapa 10.** Temperatura media anual. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



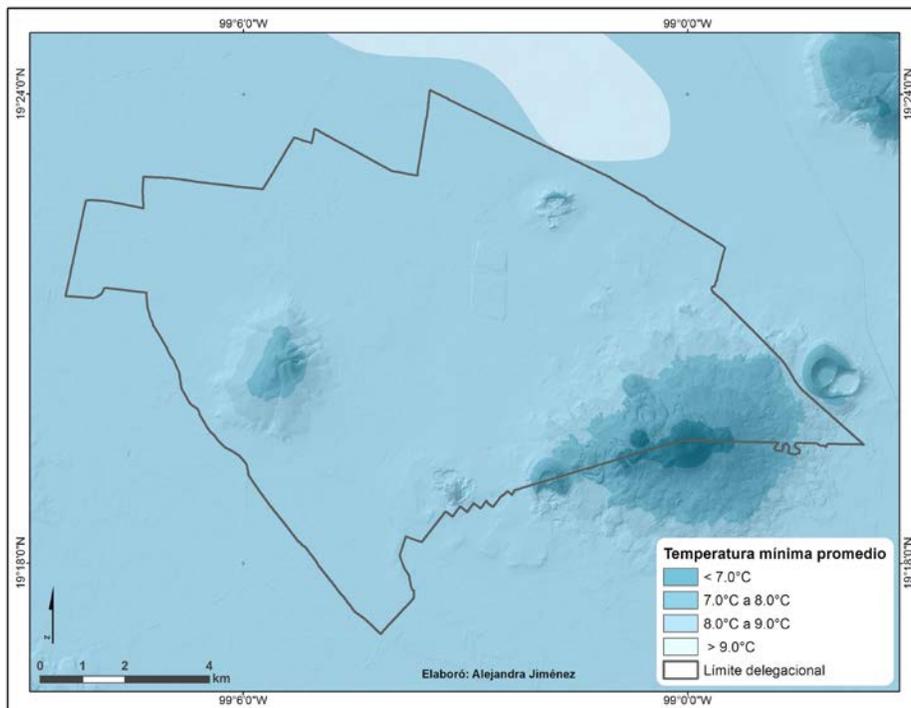
**Mapa 11.** Temperatura máxima promedio. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



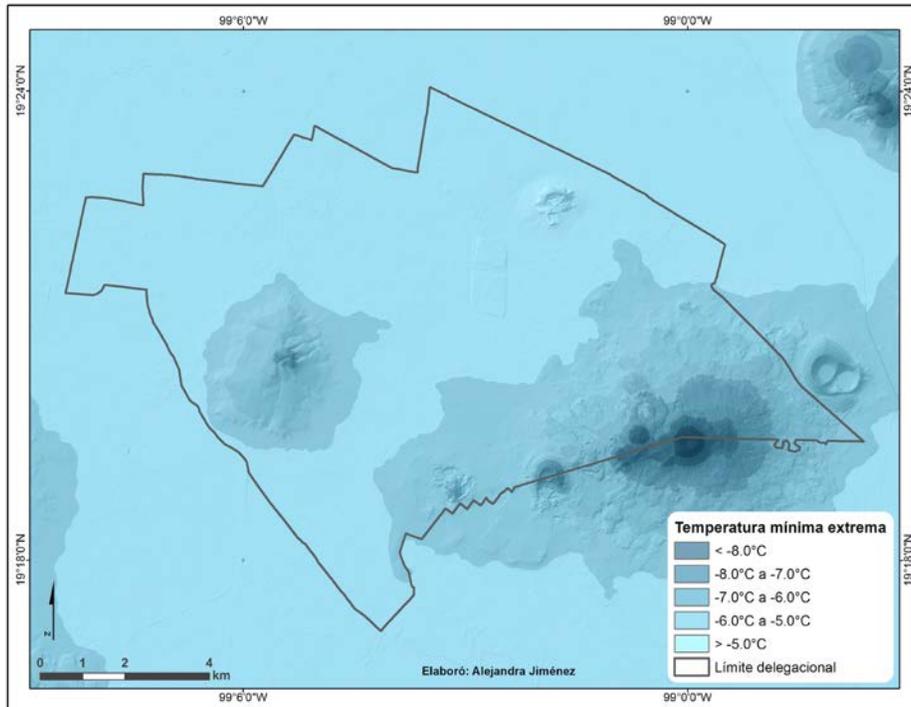
**Mapa 12.** Temperatura máxima extrema. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



**Mapa 13.** Temperatura del mes más cálido. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



**Mapa 14.** Temperatura mínima promedio. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



**Mapa 15.** Temperatura mínima extrema. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

### 2.4.5 Precipitación

La precipitación puede presentarse en estado líquido como llovizna o lluvia, y de manera sólida en forma de lluvia helada, nieve, aguanieve o granizo; la diferencia radica en el tamaño de las gotas y en su temperatura. Por ejemplo, las precipitaciones que no alcanzan la solidificación caen en forma de gotas y las sólidas, como las granizadas, se forman a temperaturas mucho más frías y aumentan su tamaño dependiendo de la cantidad de capas formadas al girar dentro de la nube de desarrollo vertical.

La principal fuente de humedad para la precipitación es la evaporación de los océanos. De acuerdo con Paulini (2005, p. 10), no más de 10% de la precipitación que cae en el continente puede ser atribuida a la evaporación continental y a la evapotranspiración de las plantas.

La distribución geográfica de la precipitación en México es tan íntimamente ligada con la orografía del país como con la distribución de los rasgos más predominantes de la circulación atmosférica (García, 1974, p. 7).

La distribución de la lluvia en México y la humedad anual que recibe, se debe a que, durante la mitad cálida del año, la zona subtropical de alta presión se desplaza hacia el norte provocando que aumente la intensidad de los vientos alisios, los cuales se alimentan de humedad del Golfo de México. Por el contrario, durante la mitad fría del año, la faja subtropical de alta presión y la zona de los alisios se desplazan hacia el sur, provocando que los vientos del oeste en el norte y las partes altas de la atmósfera en el centro del país predominen. También, se presentan los nortes, originados por las masas de aire polar procedentes de Estados Unidos y Canadá, que transportan humedad y bajas temperaturas al país en invierno (García, 1974, pp. 8-9).

Además, una importante fuente de humedad para el territorio nacional durante el verano y parte del otoño son las depresiones, tormentas y ciclones tropicales originados tanto en el océano Pacífico como en el Atlántico.

#### **2.4.6 Mapas de precipitación**

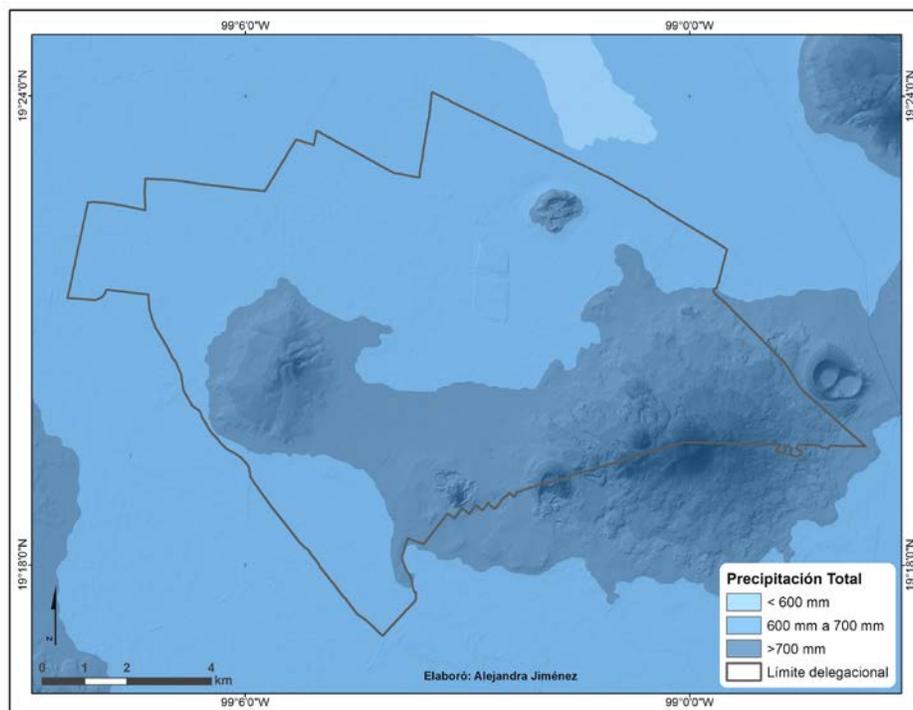
Para la elaboración de los mapas de precipitación, se consultaron los datos de las mismas estaciones del SMN que se utilizaron para los mapas de temperatura y se trazaron las isoyetas en un SIG tomando en cuenta la topografía del lugar, pues la influencia del relieve es determinante en la distribución de la precipitación.

En la zona de la Sierra de Santa Catarina y el Cerro de la Estrella se observa que la lluvia total anual registra más de 700 mm y que la precipitación máxima en 24 horas es mayor de 60 mm. En la zona norte de la delegación, la precipitación total anual es inferior a 600 mm y la precipitación máxima en 24 horas menor de 50 mm (mapas 16 y 17). En la mayor parte del territorio, se tienen de 70 a 90 días de

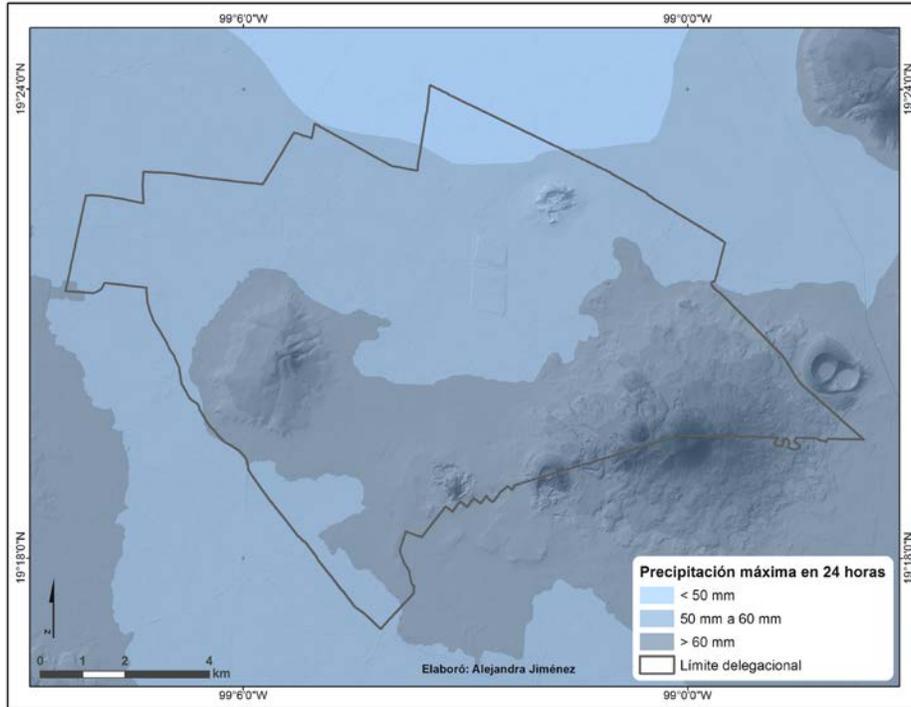
lluvia al año; en el occidente, puede llegar hasta 100 días (mapa 18). Los meses más lluviosos del año son junio, julio, agosto y septiembre.

En contraposición, son muy pocos los días con granizo y tormentas eléctricas. Se identificó que se presenta un día con granizo al año en la mayor parte de la delegación, que pueden llegar hasta tres días al año en la parte norte (mapa 19) y que se registran de una a dos tormentas eléctricas en las zonas serranas y una tormenta al norte de la demarcación (mapa 20).

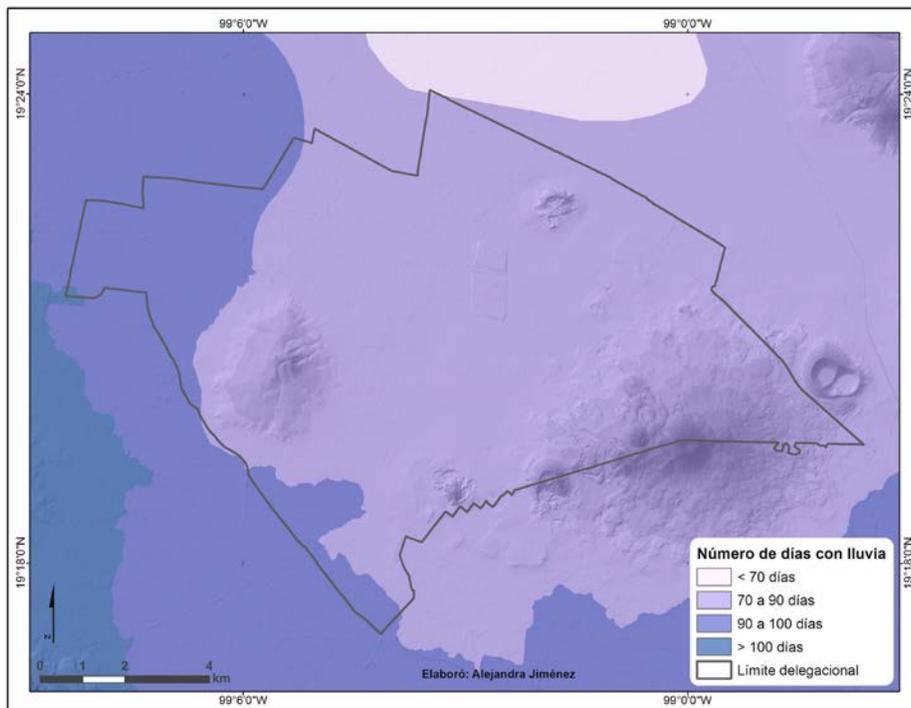
Por último, el número de días con niebla en la Sierra de Santa Catarina y el Cerro de la Estrella son mayores a siete días y en la zona plana varía entre dos y siete días (mapa 21).



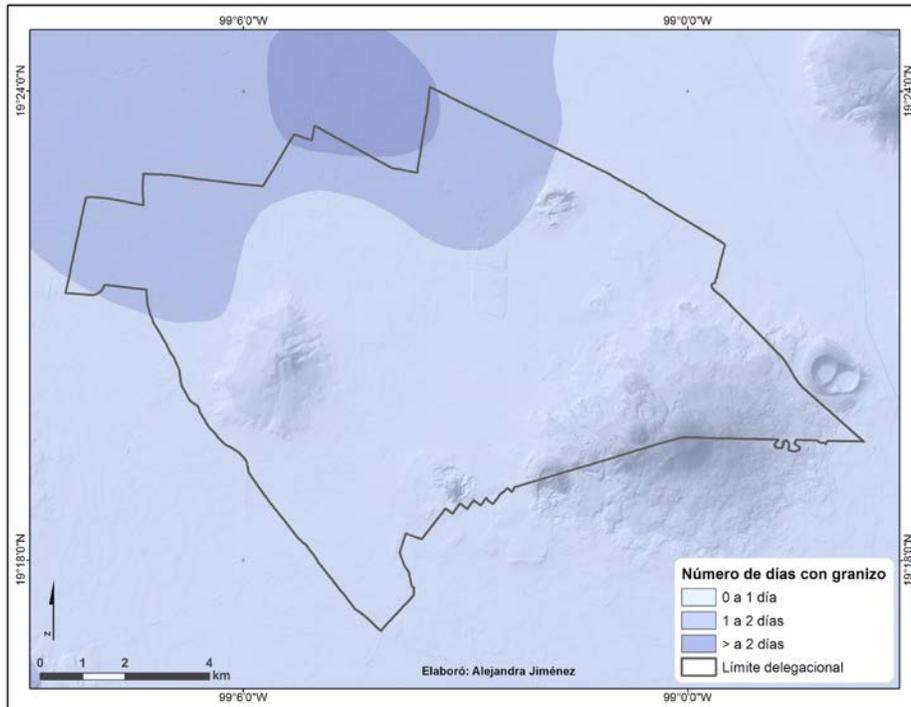
**Mapa 16.** Precipitación total. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



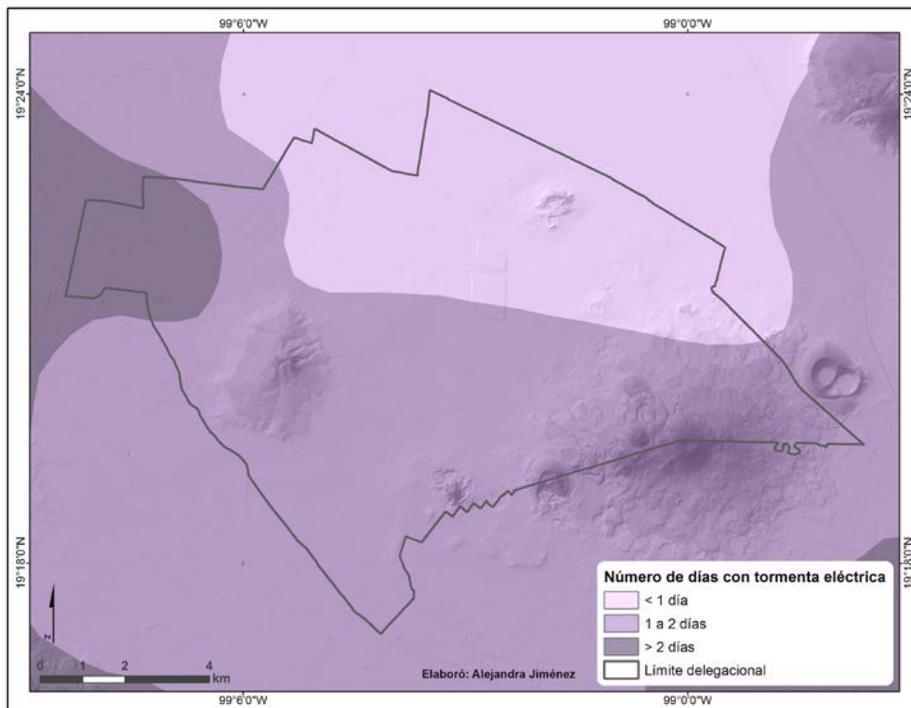
**Mapa 17.** Precipitación máxima en 24 horas. Elaboración por propia cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



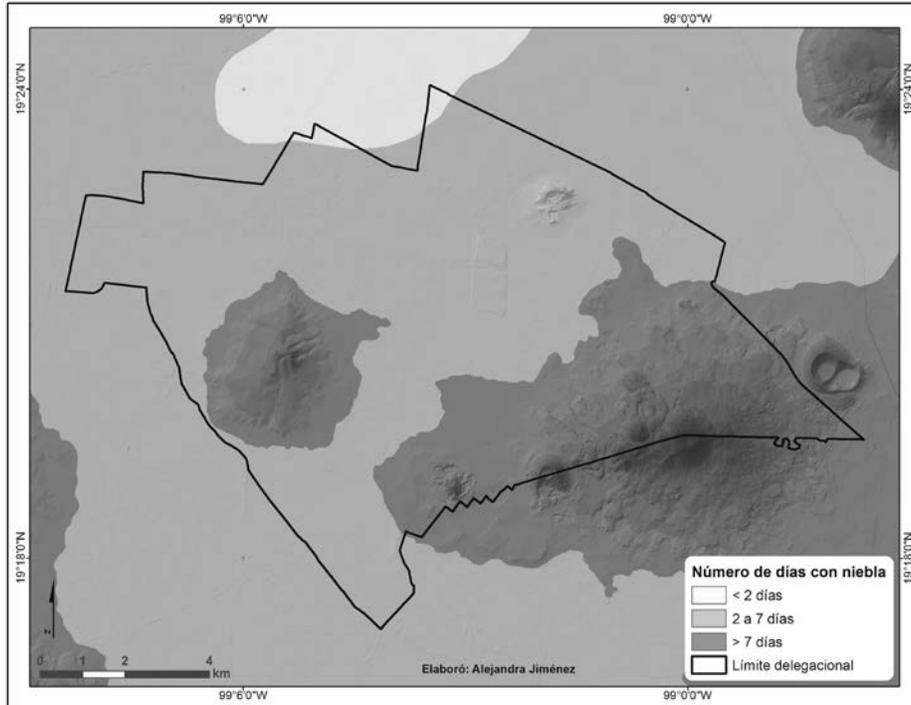
**Mapa 18.** Número de días con lluvia. Elaboración por propia cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



**Mapa 19.** Número de días con granizo. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



**Mapa 20.** Número de días con tormenta eléctrica. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



**Mapa 21.** Número de días con niebla. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

## **Capítulo 3. Aspectos socioeconómicos y nivel de exposición de la población a temperaturas extremas y precipitaciones máximas en 24 horas**

### **3.1 Aspectos socioeconómicos**

Es básico conocer las condiciones de mortalidad y natalidad, población económicamente activa e inactiva, educación, salud, discapacidad, vivienda, hogares y marginación para tener en cuenta la exposición de la población ante las condiciones climáticas, para ello se revisaron los tabulados de la Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2015).

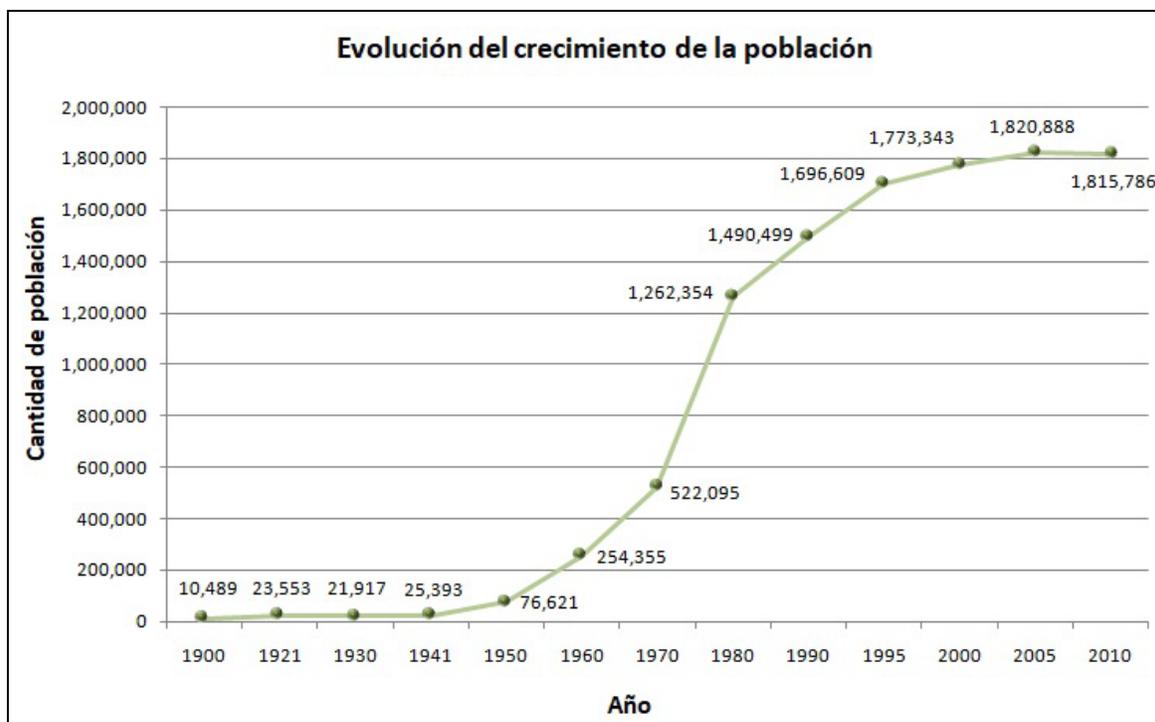
#### **3.1.1 Dinámica de poblamiento**

Durante el siglo XX, el proceso de urbanización en México se aceleró de manera importante debido al desarrollo industrial de las principales ciudades, en especial de la Ciudad de México. El aumento de fuentes de trabajo en la capital generó el desarrollo de vivienda, servicios e infraestructura, sin embargo, también provocó la ocupación del suelo de manera desmedida, sin planeación y de manera irregular (Delgado y Palma, 1993, pp. 7-15).

Durante la década de los treinta y cuarenta, la expansión se dio en todas direcciones. En términos generales, los grupos de mayores ingresos se desplazaron hacia el sur y el occidente, mientras que los de menor ingreso lo hicieron hacia el norte y el oriente (Sánchez, 2012, p. 53).

En Iztapalapa, la gente encontró tierra accesible, ya sea por invasión o por los precios bajos, por tratarse de ejidos o colonias irregulares (Castillo, 2012). Para la década de los setenta, ya se encontraban consolidadas las colonias Unidad Habitacional Santa Cruz Meyehualco, Barrio San Miguel, La Purísima, Albarrada, Jacarandas, Santa Martha Acatitla, Juan Escutia y la zona ejidal de Santa María Aztahuacán.

De acuerdo con los censos realizados desde 1900 hasta 2010, la cantidad de población de Iztapalapa ha ido en aumento (Espinosa, 2003). Durante la primera mitad del siglo XX, la población no alcanzaba los 80 mil habitantes, sin embargo, de 1950 a 1960 incrementó poco más de tres veces. A partir de la década de los cincuenta, el crecimiento fue acelerado y desmedido. En tan solo treinta años, de 1950 a 1980, se multiplicó más de 16 veces (figura 11).



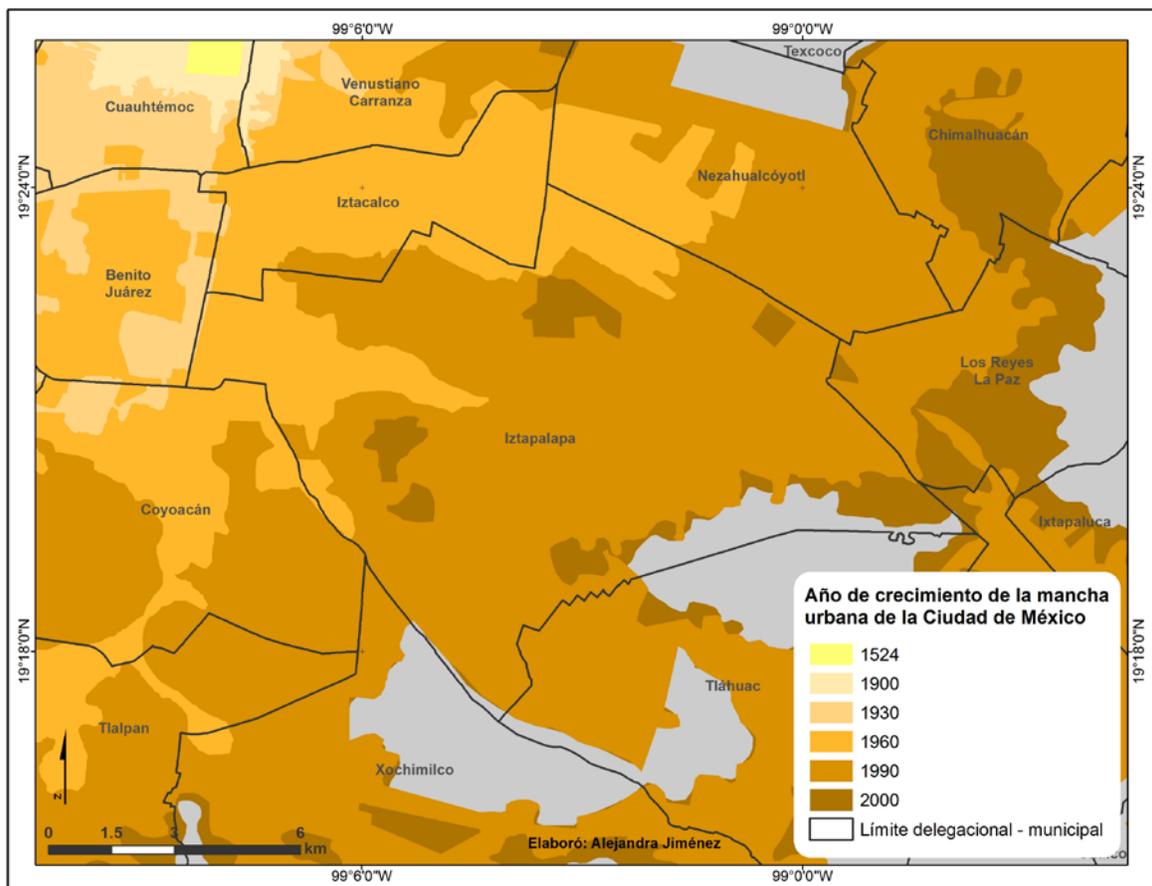
**Figura 11.** Evolución del crecimiento de la población de Iztapalapa. Elaboración propia. Información extraída de Espinosa, 2003; INEGI, 1990; INEGI, 1995; INEGI, 2000; INEGI, 2005; INEGI, 2010 e INEGI, 2015.

La población asentada hace 77 años en la ciudad de México (1,757,530 habitantes) se asemeja a la cantidad de población que hoy habita en la delegación. Actualmente, el 20.5% de la población total de la ciudad vive en Iztapalapa.

De acuerdo con Aguirre (2010), para el año de 1960 el crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de México se dirigió hacia todas partes formando una especie

de corredores, de estas sobresalen los ubicados hacia las carreteras a Pachuca, Querétaro y Puebla. Esta última generó el asentamiento de la población en el occidente del Cerro de la Estrella y la parte norte de la delegación.

En los siguientes 30 años, el crecimiento de la ciudad alcanzó una superficie de 1,160 km<sup>2</sup> y rebasó los 15 millones de habitantes. La zona plana de la delegación y el Peñón de Marqués se cubrieron de casas, además de las laderas del Cerro de la Estrella y las de la Sierra de Santa Catarina. Pocas de las zonas que no fueron ocupadas en los años anteriores, para el año 2000 ya se encontraban totalmente urbanizadas, tal es el caso de la zona oriente de la Sierra de Santa Catarina (mapa 22).

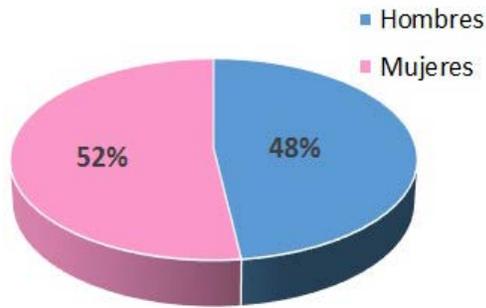


**Mapa 22.** Crecimiento de la mancha urbana del oriente de la Ciudad de México. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016; Aguirre, 2010.

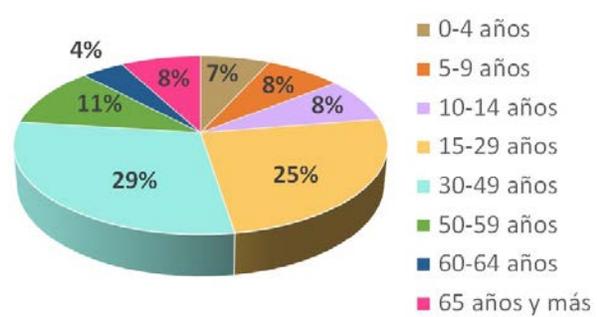
El Instituto Electoral de la Ciudad de México reconoce en la delegación Iztapalapa 293 colonias, de las cuales 75 son unidades habitacionales. Las colonias con menos población son las unidades habitacionales Santa Cruz VI y Santa Cruz VII con 345 y 392, respectivamente. En contraste, las más pobladas son Lomas de San Lorenzo II con 29,449 habitantes y Desarrollo Urbano Quetzalcoatl II con 20,706 habitantes (Delegación Iztapalapa, 2016).

En la actualidad, Iztapalapa es la cuarta delegación más grande en cuanto a extensión y la primera en número de habitantes; su densidad de población es de 16,000 habitantes por km<sup>2</sup>, cifra superior a la densidad de población de la Ciudad de México: 5,967 habitantes por km<sup>2</sup>.

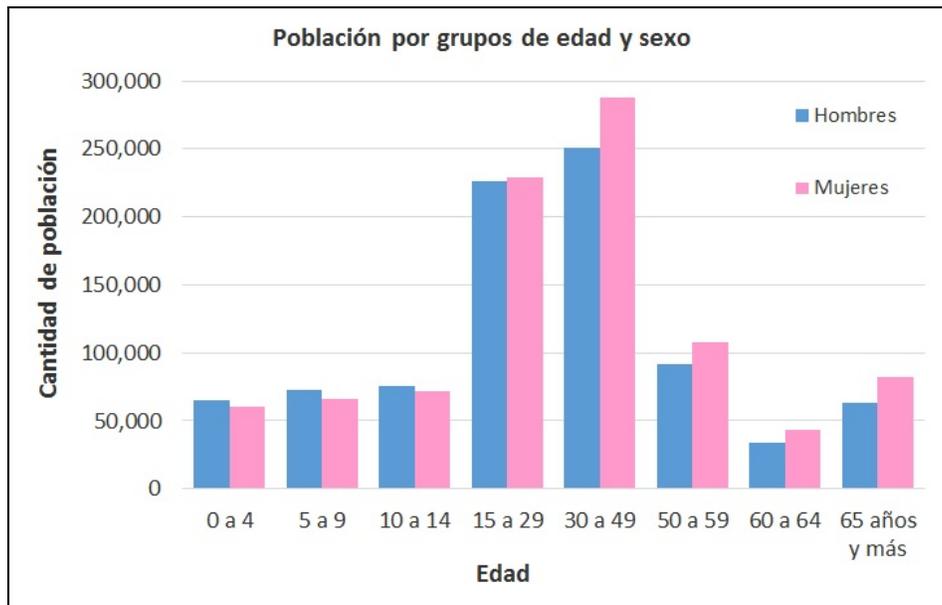
Según la última Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2015), la población total de la delegación era de 1,827,868 habitantes, de los cuales 878,365 son hombres y 949,503 mujeres, 48% y 52%, respectivamente (figura 12). La mayor parte de la población se encuentra entre los rangos de 15 a 29 años y de 30 a 49 años; estos dos grupos de edad representan el 54% de la población total. La población infantil y la mayor de 60 años representan el 46% restante (figura 13). En cuanto a la población de 0 a 14 años, la cantidad de niños es superior a la de las niñas, no así en los grupos de edad posteriores, donde la cantidad de mujeres supera de manera considerable a los hombres (figura 14).



**Figura 12.** Porcentaje de la población por sexo. Elaboración propia. Información extraída de INEGI, 2015.



**Figura 13.** Porcentaje de la población por grupos de edad. Elaboración propia. Información extraída de INEGI, 2015.

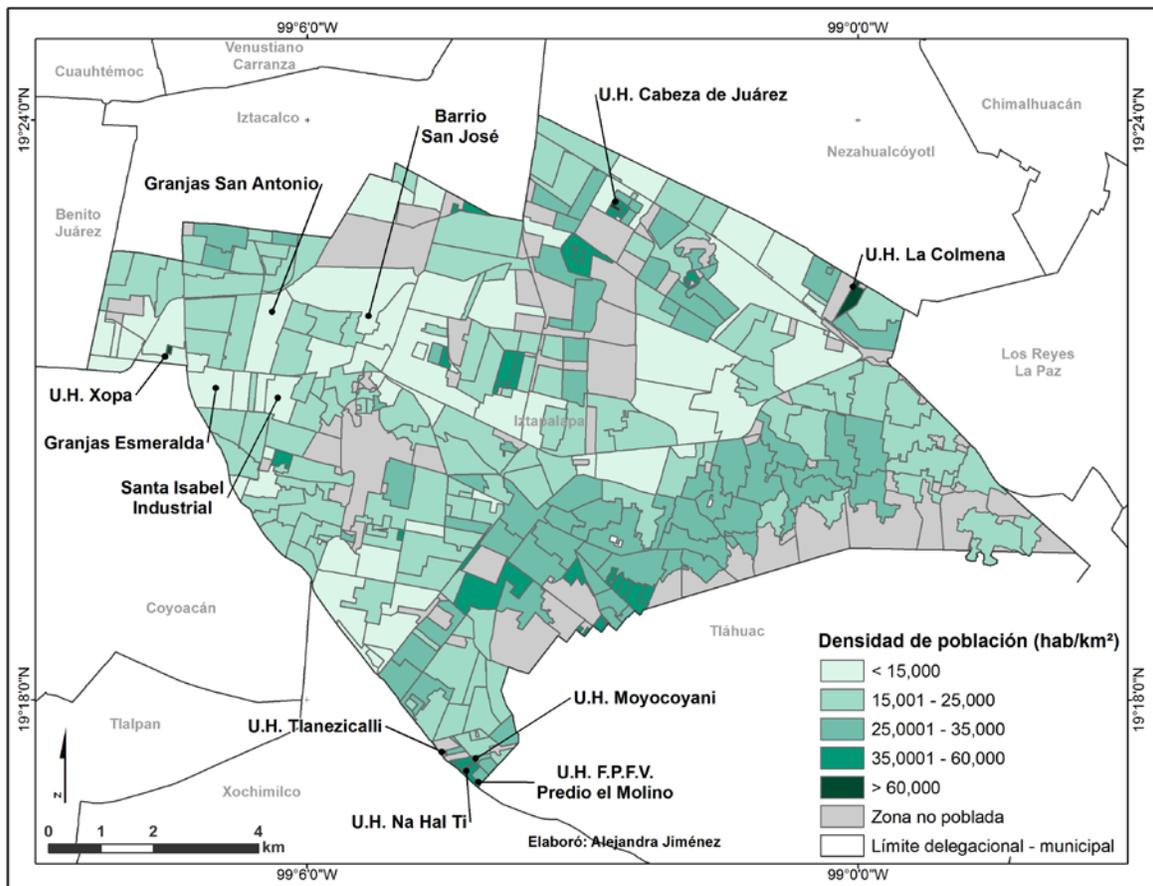


**Figura 14.** Población por grupos de edad y sexo. Elaboración propia. Información extraída de INEGI, 2015.

En lo que respecta a la densidad de población por colonia, la Unidad Habitacional Xopa es la más densamente poblada, con 109,690 habitantes por km<sup>2</sup>, mucho más alta que la densidad delegacional. Las unidades habitacionales Tlanezicalli, Cabeza de Juárez, La Colmena, Nahaliti, F.P.F.V. (Predio el Molino) y Moyocoyani tienen entre 53 y 69 mil habitantes por km<sup>2</sup>.

Las colonias que se encuentran en las laderas de la Sierra de Santa Catarina presentan valores altos de densidad de población (entre 25,000 y 35,000 hab/km<sup>2</sup>), esto pone en evidencia el poblamiento acelerado y repentino de la década de los noventa (mapa 23).

Por el contrario, las colonias que presentan los valores más bajos son Santa Isabel Industrial con 636 habitantes por km<sup>2</sup>, Barrio San José con 3,240 habitantes por km<sup>2</sup>, Granjas Esmeralda con 3,299 habitantes por km<sup>2</sup> y Granjas San Antonio con 4,056 habitantes por km<sup>2</sup>.



**Mapa 23.** Densidad de población por colonia, 2010. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016 e información extraída de INEGI, 2010.

### 3.1.2 Población Económicamente Activa

Se refiere a todas aquellas personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo o estaban buscando emplearse en los próximos días. De la población total delegacional, el 45.2% forma parte de la Población Económicamente Activa (PEA), de los cuales, el 39.4% son mujeres y el 60.6% son hombres (tabla 8). Además, el 40.5% de la población de la Ciudad de México acude a trabajar a otro municipio o delegación, a Iztapalapa acude el 9.8%. (INEGI, 2015).

De acuerdo con datos de la Encuesta Intercensal 2015, se calcula que la razón de dependencia corresponde al 43.8%, esto significa que existen 43 personas en edad de dependencia (población menor de 15 años o de 65 años y más), por cada 100 en edad productiva (resto de la población).

Población Económicamente Activa	Total	%
Población Económicamente Activa	825,520	100
Población masculina económicamente activa	500,506	60.6
Población femenina económicamente activa	325,014	39.4

**Tabla 8.** Datos estadísticos de Población Económicamente Activa, Iztapalapa 2015. Elaboración propia. Información extraída de INEGI, 2015.

### 3.1.3 Educación

Se considera que una persona analfabeta es aquella que ha pasado de la edad escolar y no sabe ni leer ni escribir. Esta condición impide a quienes la padecen estar plenamente incorporados a la sociedad (Narro, Moctezuma, 2012, p. 8). En Iztapalapa, el porcentaje de la población de 6 a 14 años que no sabe leer ni escribir es de 13.44% (tabla 9), el porcentaje de personas de 15 años y más alfabetas es de 97.46% y la tasa de alfabetización de la población de 15 a 24 años es de 99.4%. El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 10.2, es decir, cuentan con primaria terminada, secundaria y alcanza el nivel medio superior.

Educación	Total	% de la población total del rango de edad
Población de 6 a 14 años que sabe leer y escribir	223,067	86.56
Población de 6 a 14 años que no sabe leer y escribir	34,638	13.44
Población de 3 años y más que asiste a la escuela	498,268	28.4
Población de 15 y más años sin escolaridad	35,655	2.52
Población de 15 y más años con Educación Primaria	543,880	38.44
Población de 15 años y más con Educación Superior	307,736	21.75

**Tabla 9.** Datos estadísticos de educación, Iztapalapa 2015. Elaboración propia. Información extraída de INEGI, 2015.

### 3.1.4 Discapacidad

De acuerdo con la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud, presentada en 2001, las personas con discapacidad “son aquellas que tienen una o más deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales y que al interactuar con distintos ambientes del entorno social pueden impedir su participación plena y efectiva en igualdad de condiciones a las demás” (INEGI, 2017). En Iztapalapa, la población sin limitación en la actividad es de 1,704,741 habitantes (tabla 10).

Discapacidad	Total	% de la población total
Población con limitación en la actividad	83,991	4.6
Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	43,433	2.4
Población con limitación para ver, aun usando lentes	25,212	1.4
Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	6,407	0.4
Población con limitación para escuchar	9,294	0.5
Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	3,935	0.2
Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	3,883	0.2
Población con limitación mental	9,213	0.5
Población sin limitación en la actividad	1,704,741	93.9

**Tabla 10.** Datos estadísticos de discapacidad, Iztapalapa 2010. Elaboración propia. Información extraída de INEGI, 2010.

### 3.1.5 Salud, derechohabiencia y mortalidad

Las desigualdades socioeconómicas rurales y urbanas, así como las desventajas de ciertos grupos poblacionales reflejan las diferencias de mortalidad por edad y sexo, las cuales prevalecen en relación con las causas de muerte en la población (CONAPO, 2014, p. 16). Para aumentar la calidad de vida de la población es importante el acceso a la derechohabiencia a servicios de salud. En Iztapalapa, 646,477 hombres y 734,915 mujeres cuentan con servicios de salud en alguna institución, lo que representa un 75.6% del total de la población (tabla 11).

Derechohabiencia	Total	% de la población total
Población derechohabiente a servicios de salud	1,381,392	75.6
Población sin derechohabiencia a servicios de salud	434,850	23.8
Población derechohabiente a servicios de salud del IMSS	586,232	32.1
Población derechohabiente a servicios de salud del ISSSTE	196,838	10.8
Población derechohabiente a Seguro Popular	520,758	28.5
Población derechohabiente a servicios de salud en PEMEX, SEDENA y/o SEMAR	17,128	0.9
Población derechohabiente a servicios de salud en otra institución	30,389	1.7

**Tabla 11.** Datos estadísticos de derechohabiencia a servicios de salud, Iztapalapa 2015. Elaboración propia. Información extraída de INEGI, 2015.

Las enfermedades han ido cambiando por época por lo que las principales causas de muerte no siempre han sido las mismas. El doctor Orvañanos (1889) indica que, para finales del siglo XIX, algunas de las enfermedades respiratorias y digestivas más frecuentes y que causaban mayor número de defunciones en la ciudad de México eran la tuberculosis, fiebre tifoidea, enteritis, colitis, tos ferina, difteria, disentería, peritonitis, neumonía, bronquitis, hemorragia pulmonar, pleuresía y laringitis.

Para 1940 y 1970, las primeras causas de muerte eran la enteritis y otras enfermedades diarreicas. En general los padecimientos respiratorios y gastrointestinales originaban las altas tasas de defunciones en aquellos años (tabla 12).

Año	Tasas de las diez principales causas de defunciones generales en México	Tasas
1940	Enteritis y otras enfermedades diarreicas	488.2
	Influenza ( <i>sic</i> ) y neumonía	379.3
	Paludismo	121.0
	Ciertas causas de la mortalidad perinatal	97.2
	Sarampión	90.7
	Homicidios	66.7
	Bronquitis	66.4
	Tuberculosis	56.7
	Enfermedades del corazón e hipertensivas	54.3
	Accidentes	51.3
1970	Influenza ( <i>sic</i> ) y neumonía	170.2
	Enteritis y otras enfermedades diarreicas	141.4
	Enfermedades del corazón e hipertensivas	68.2
	Ciertas causas de la mortalidad perinatal	51.4
	Accidentes	48.6
	Tumores malignos	37.5
	Bronquitis	29.3
	Enfermedades cerebrovasculares	24.7
	Sarampión	24.2
	Cirrosis hepática	22.8
La tasa está referida a 100,000 habitantes de la población calculada al 30 de junio de cada año.		

**Tabla 12.** Principales causas de defunciones en México, 1940 y 1970. Recuperado de SSA, 1973.

De acuerdo con el INEGI, para el año 2015, entre las principales causas de muerte en la delegación Iztapalapa estaba la neumonía (cuarta causa), enfermedad que puede presentarse por cambios bruscos de temperatura o cambios estacionales (tabla 13).

Causas de defunciones	Total	%
Número de defunciones en la delegación Iztapalapa (2015)	5,400	100.0
Diabetes mellitus	1,184	21.9
Infarto agudo del miocardio	722	13.4
Otras enfermedades del hígado	189	3.5
Neumonía	170	3.1
Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas	158	2.9
Enfermedad alcohólica del hígado	133	2.5
Otras enfermedades de los intestinos y del peritoneo	107	2.0
Insuficiencia renal	104	1.9
Otras enfermedades cerebrovasculares	96	1.8
Otras enfermedades del sistema urinario	87	1.6

**Tabla 13.** Datos estadísticos de defunciones, Iztapalapa 2016. Elaboración propia. Información extraída de INEGI, 2016.

Las variaciones en la intensidad de los elementos climáticos, como el aumento o descenso de la temperatura, impactan sobre la salud de la población (tabla 14). Muchas de estas variaciones se deben al paso de frentes fríos que provocan descensos en la temperatura por periodos de entre 5 y 7 días; después de su paso, la temperatura aumenta y con ello las enfermedades respiratorias, principalmente.

Elemento climático	Problemas en la salud humana
Temperaturas altas	Golpe de calor que causa hipotermia, deshidratación, dolor de cabeza, afectación en el sistema nervioso central y la muerte.
Temperaturas bajas	Patologías frecuentes como gripe, neumonía y varicela. Cuadros de hipotermia y congelaciones, a graves enfermedades crónicas como las cardiovasculares y respiratorias. Además, intoxicación por monóxido de carbono por braceros, estufas y gas que se utilizan para calentarse.

Elemento climático	Problemas en la salud humana
Presión atmosférica	<p>Afectaciones en el aparato cardiovascular y al sistema nervioso central. Personas hipertensas son sensibles a las variaciones principalmente a nivel del mar y en alturas sobre los 1,500 msnm. Si se superan los 3,000 msnm, se sufre del mal de altura, que produce trastornos respiratorios, taquicardia, sensación de falta de aire, dolor de cabeza, pesadez, apatía, disminución de la agudeza auditiva y fatiga muscular.</p>
Humedad atmosférica	<p>Dificulta la sudoración y aumenta la eliminación de líquidos a través del riñón. Afecta el índice de confort corporal.</p>
Precipitación	<p>Problemas respiratorios por la humedad y el frío que causa mojarse por la lluvia. Personas con asma o enfermedad pulmonar obstructiva crónica pueden empeorar por bronquitis o neumonía. Aumentan las enfermedades gastrointestinales y/o diarreicas como la amebiasis, salmonelosis, shigelosis y hepatitis tipo A, debido a la contaminación en los alimentos. En climas tropicales se presentan el paludismo y el dengue.</p>
Lluvia ácida	<p>Los daños a la salud son indirectos, por la acidificación de las aguas subterráneas que son transportadas a los sistemas de agua potable con metales pesados como plomo; pueden dañar los huesos, riñones e hígado.</p>
Viento	<p>Ciclonopatía que se refiere a las alteraciones físicas como el mal humor e irritabilidad causados por los vientos. Los vientos intensos causan estrés térmico, irritabilidad, insomnio, angustia, fatiga o palpitaciones. Causa pérdida de calor, que a su vez puede agravar enfermedades respiratorias.</p>

**Tabla 14.** Problemas en la salud humana causados por algunos elementos del clima. Elaboración propia. Información extraída de Vidal, Ortiz, 2016.

Cabe mencionar que la población más vulnerable a sufrir enfermedades son los ancianos y niños, además de las personas en condición de pobreza y discapacidad.

### 3.1.6 Vivienda y hogares

En Iztapalapa se registró un total de 495,665 viviendas particulares habitadas (tabla 15), de las cuales el 73.2% son de tipo casa, 22.4% son departamentos en edificio y 3.2% de vecindad, con un promedio de 3.9 personas por vivienda. La cantidad de viviendas que cuenta con un solo cuarto es de 32,457 (6.5%) y 2,725 con piso de tierra (0.5%). Solo 347 (0.07%) de las viviendas no cuentan con servicio de luz eléctrica, 22,476 personas (1.23%) no disponen de agua entubada y 1,096 personas (0.06%) no disponen de drenaje.

Vivienda	Total	%
Total de viviendas particulares habitadas	495,665	100.0
Viviendas particulares habitadas con un solo cuarto	32,457	6.5
Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra	492,798	99.4
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	494,532	99.8
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	489,230	98.7
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada	489,577	98.8
Viviendas particulares habitadas que disponen de servicio sanitario	492,699	99.4

**Tabla 15.** Datos estadísticos de vivienda, Iztapalapa 2015. Elaboración propia. Información extraída de INEGI, 2015.

Se entiende por *hogar* al conjunto de personas que pueden ser o no familiares, que comparten una vivienda y se sostienen de un mismo gasto común (INEGI, 2017). En la delegación, se registraron 495,665 hogares, de los cuales el 64.6% lo dirige la figura masculina y el 35.4% la femenina (tabla 16). La población total en

hogares fue de 1,827,868 habitantes y el tamaño promedio de los hogares fue de 3.7 personas.

Hogares	Total	%
Total de hogares censales	495,665	100.0
Hogares censales con jefatura masculina	320,174	64.6
Hogares censales con jefatura femenina	175,491	35.4

**Tabla 16.** Datos estadísticos de hogares, INEGI 2015. Elaboración propia. Información extraída de INEGI, 2015.

### 3.1.7 Marginación urbana

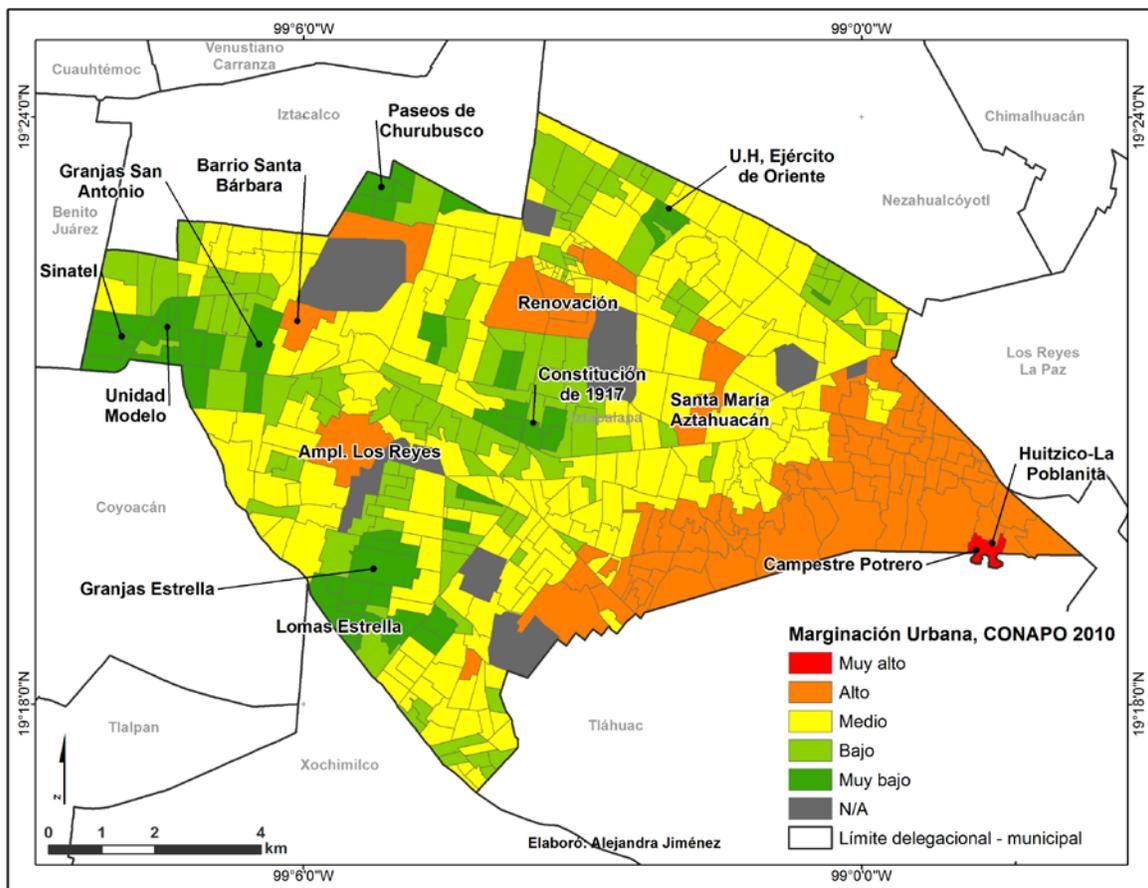
El Consejo Nacional de Población (CONAPO) define como Índice de Marginación Urbana a la “medida-resumen que permite diferenciar zonas urbanas según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a la educación, a los servicios de salud, la residencia en viviendas inadecuadas y la carencia de bienes” (CONAPO, 2010, p. 11). Para 2010, el Consejo calculó a nivel Área Geoestadística Básica (AGEB) el índice con base en diez indicadores que contemplaron las carencias en educación, salud, vivienda y bienes (tabla 17).

Como resultado del análisis de CONAPO, la zona con marginación urbana muy alta es Campestre Potrero y Huitzico-La Poblana, colonias que se encuentran en la parte más alta de la Sierra de Santa Catarina, alejada de todos los servicios. La marginación alta se ubica en las faldas de los cerros de la misma sierra y algunas zonas del Barrio Santa Bárbara, Renovación, Ampliación los Reyes y Santa María Aztahuacán.

Dimensión	Indicador
Educación	Porcentaje de la población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela
	Porcentaje de la población de 15 años o más sin educación básica completa
Salud	Porcentaje de la población sin derechohabencia a los servicios de salud
	Porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres de 15 a 49 años de edad
Vivienda	Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin drenaje conectado a la red pública o fosa séptica
	Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin excusado con conexión de agua
	Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin agua entubada dentro de la vivienda
	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con piso de tierra
	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento
Bienes	Porcentaje de viviendas particulares habitadas sin refrigerador

**Tabla 17.** Dimensiones e indicadores del índice de marginación urbana por AGEb, CONAPO 2010. Elaboración propia. Información extraída de CONAPO, 2010.

En la mayoría del territorio se asignó un nivel de marginación media y las zonas con baja y muy baja marginación se localizan hacia el poniente de la delegación, siendo las colonias Sinatel, Unidad Modelo, Granjas San Antonio, Paseos de Churubusco, Granjas Estrella, Lo mas Estrella y Constitución de 1917 las que presentan menos carencias (mapa 24).



**Mapa 24.** Marginación urbana por AGEB 2010. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016 e información extraída de CONAPO, 2010.

### 3.2 Evaluación de la población expuesta a los fenómenos climáticos

La exposición a los fenómenos climáticos no es la misma para todos, depende de la condición geográfica y las características socioeconómicas de la población. Esta última determina si es mayor o menor la exposición debido a la capacidad de enfrentar y recuperarse de alguna situación. Conocer esas características permite no solo identificar a la población más expuesta, sino también evitar eventos como lo sucedido en Europa en 2003, donde murieron más de 11 mil personas en Francia por la onda de calor ocurrida entre el 1 y 15 de agosto de ese año (algunos afirman que la cifra real llegó a 18 mil decesos). Los ancianos fueron los

más afectados, ya que se encontraban solos en sus casas, se deshidrataron y no tuvieron atención médica oportuna (Pérez, 2017).

Cierto, tanto los adultos mayores como los niños son los sectores más vulnerables, pues dependen en gran medida del resto de la sociedad. De ahí que se considere a la población delegacional menor de 15 años y mayor de 65 años como la población mayormente expuesta a las condiciones climáticas.

Para identificar el nivel de exposición de la población total, menor de 15 años y mayor de 65 años a temperaturas máximas extremas, temperaturas mínimas extremas y a la precipitación máxima en 24 horas, se utilizaron los datos de población por manzana del Censo de Población y Vivienda 2010. Además, con los datos de marginación urbana de CONAPO se determinó el nivel de exposición de la población según su marginación. El cruce de la temperatura máxima extrema con los índices de marginación indica que las zonas más expuestas son las que presentan mayor marginación y las temperaturas más altas, y las zonas menos expuestas son las que presentan marginación muy baja y temperaturas menos cálidas. Este mismo criterio se aplica para la temperatura mínima extrema y la precipitación máxima en 24 horas.

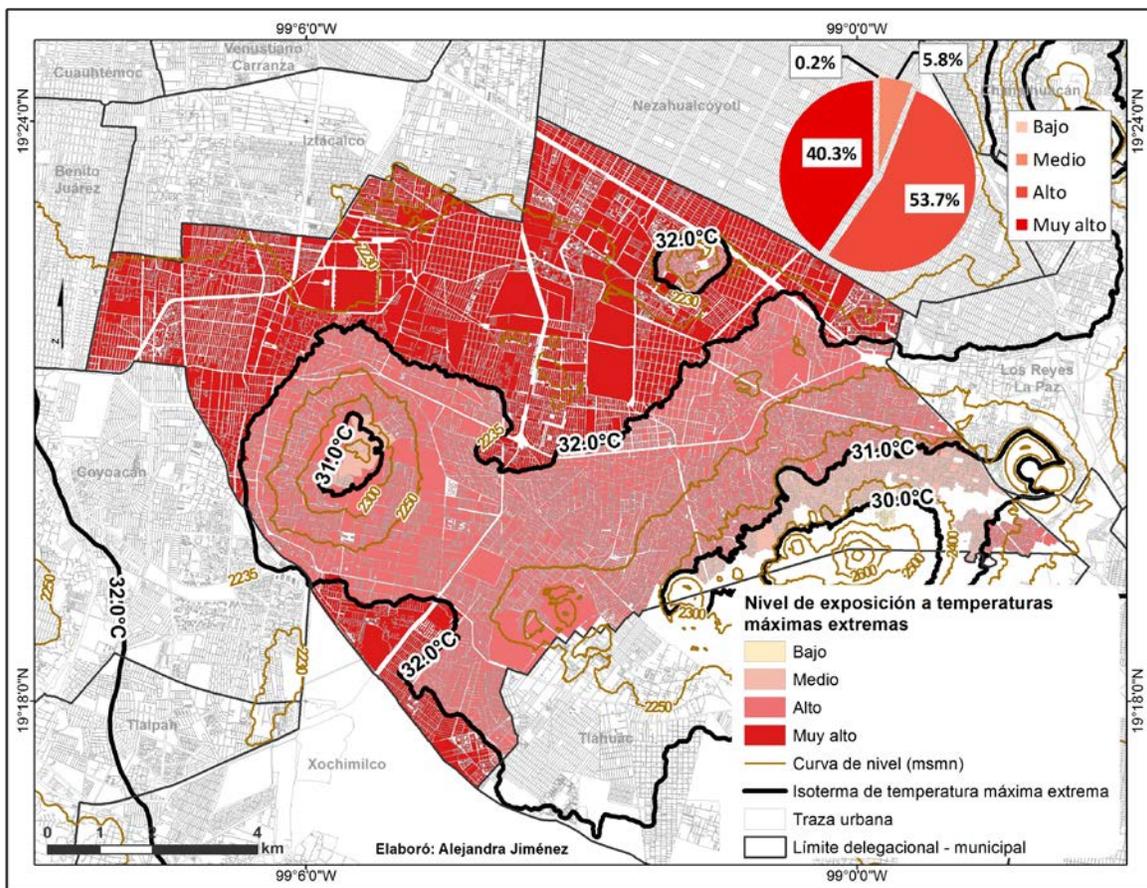
En los mapas de nivel de exposición relacionados con marginación (mapas 28, 32 y 36), se marcan como “sin datos” las zonas donde no pudo identificarse el rango de exposición debido a que esas áreas no presentan datos de marginación.

### 3.2.1 Población expuesta a temperaturas máximas extremas

La población mayormente expuesta a temperaturas máximas extremas radica en las zonas de altitudes menores a 2,235 msnm, cuyas temperaturas son superiores a 32 °C. Ello significa que 731,762 personas, (40.3% del total de la población delegacional) es tá altamente ex puesta. Aunque e n u n r ango m enor, p ero igualmente importante, por ubicarse entre altitudes de 2,235 msnm y 2,330 msnm y tener temperaturas entre 31 °C y 32 °C, hay 975,077 personas (53.7%) que presentan ni veles d e exposición al to. En un nivel de exposición medio se encuentran 105,316 habitantes (5.8%), quienes ocupan regiones con altitudes de entre 2,330 msnm y 2,430 msnm y temperaturas de 30.0 °C a 31.0 °C. Son solo 3,632 los habitantes (0.2%) que presentan bajos niveles de exposición, los cuales se u bican en las z onas m ontañosas superiores a 2, 430 msnm, donde s e presentan temperaturas de hasta 30 °C (tabla 18 y mapa 25).

Nivel de exposición	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Población total	Porcentaje de la población (%)
Bajo	<30.0°	>2,430	3,632	0.2
Medio	30.0° a 31.0°	2,330 a 2,430	105,316	5.8
Alto	31.0° a 32.0°	2,235 a 2,330	975,077	53.7
Muy alto	>32.0°	<2,235	731,762	40.3
Total	-	-	1,815,786	100

**Tabla 18.** Nivel de exposición de la población total a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 25.



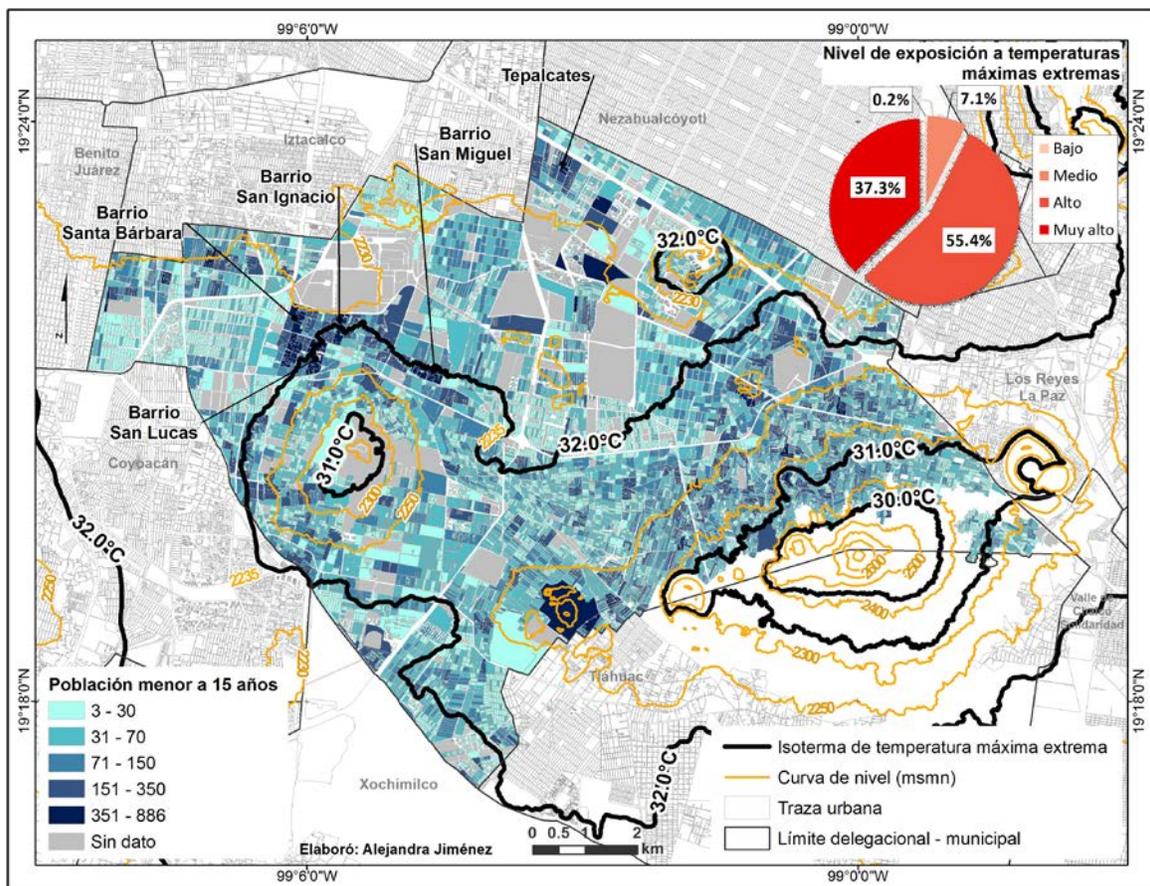
**Mapa 25.** Nivel de exposición de la población total a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

La población menor de 15 años que se encuentra expuesta a temperaturas máximas extremas (449,793 infantes) representa el 24.8% del total de la población de la delegación. De ese porcentaje, 37.3% (167,557 infantes) está expuesto a temperaturas superiores a 32.0 °C, 55.4% (249,235 infantes) a temperaturas de entre 31.0 °C y 32.0 °C, 7.1% (32,019 infantes) de entre 30.0 °C y 31.0 °C, y 0.2% (982 infantes) a temperaturas inferiores a 30.0 °C. Es necesario subrayar que los infantes menos expuestos radican en las zonas de mayor altitud de la Sierra de Santa Catarina y que el mayor número de población menor de 15 años se concentra en las colonias Barrio San Ignacio, Barrio San Lucas, Barrio San Miguel, Barrio Santa Bárbara y Tepalcates, las cuales coinciden con las regiones donde

habita la población con el mayor nivel de exposición a temperaturas máximas extremas (tabla 19 y mapa 26).

Nivel de exposición	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Población menor de 15 años	Porcentaje de la población (%)
Bajo	<30.0°	>2,430	982	0.2
Medio	30.0° a 31.0°	2,330 a 2,430	32,019	7.1
Alto	31.0° a 32.0°	2,235 a 2,330	249,235	55.4
Muy alto	>32.0°	<2,235	167,557	37.3
Total	-	-	449,793	100

**Tabla 19.** Nivel de exposición de la población menor de 15 años a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 26.



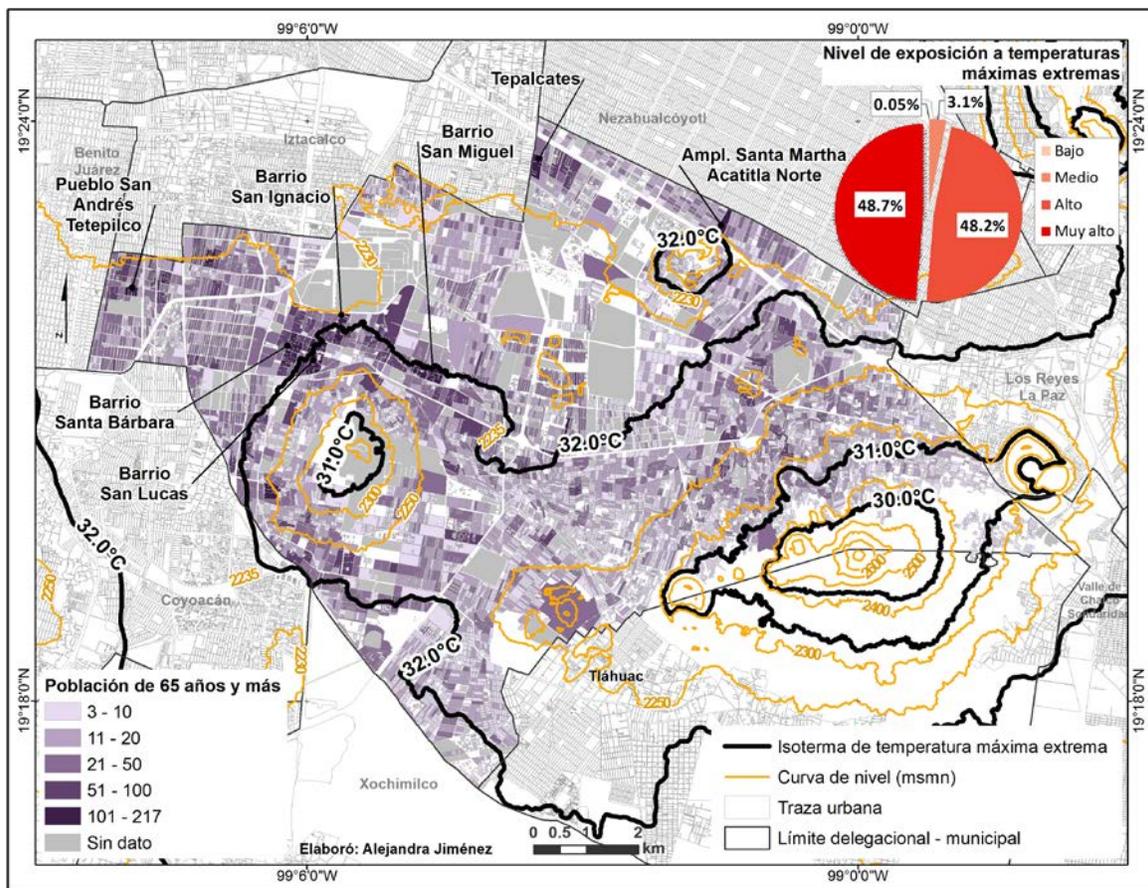
**Mapa 26.** Nivel de exposición de la población menor de 15 años a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

En cuanto a los adultos mayores, la población de 65 años y más que se encuentra expuesta a temperaturas máximas extremas representa el 5.8% (104,452 adultos mayores) del total de la población de la delegación. De ese porcentaje, 48.7% (50,839 adultos mayores) está expuesto a temperaturas superiores a 32.0 °C, es decir, son quienes están en el mayor nivel de exposición. A ellos sigue con un nivel de exposición alto, el 48.2% (50,305 adultos mayores) que habita en las regiones cuya temperatura varía entre 31.0 °C y 32.0 °C. El nivel de exposición medio corresponde al 3.1% (3,260 adultos mayores) residentes de lugares con temperaturas de 30.0 °C a 31.0 °C. El nivel de exposición más bajo lo ocupa el 0.05% (48 adultos mayores), que radica en las zonas más altas de la Sierra de Santa Catarina (tabla 20 y mapa 27).

La mayor concentración de adultos mayores se ubica en las colonias Barrio San Ignacio, Barrio San Lucas, Barrio San Miguel, Barrio Santa Bárbara, Ampliación Santa Martha Acatitla Norte, Tepalcates, y Pueblo San Andrés Tetepilco. Todas dentro de la zona de mayor exposición.

Nivel de exposición	Temperatura ( °C)	Altitud (msnm)	Población de 65 años y más	Porcentaje de la población (%)
Bajo	<30.0°	>2,430	48	0.05
Medio	30.0° a 31.0°	2,330 a 2,430	3,260	3.1
Alto	31.0° a 32.0°	2,235 a 2,330	50,305	48.2
Muy alto	>32.0°	<2,235	50,839	48.7
Total	-	-	104,452	100

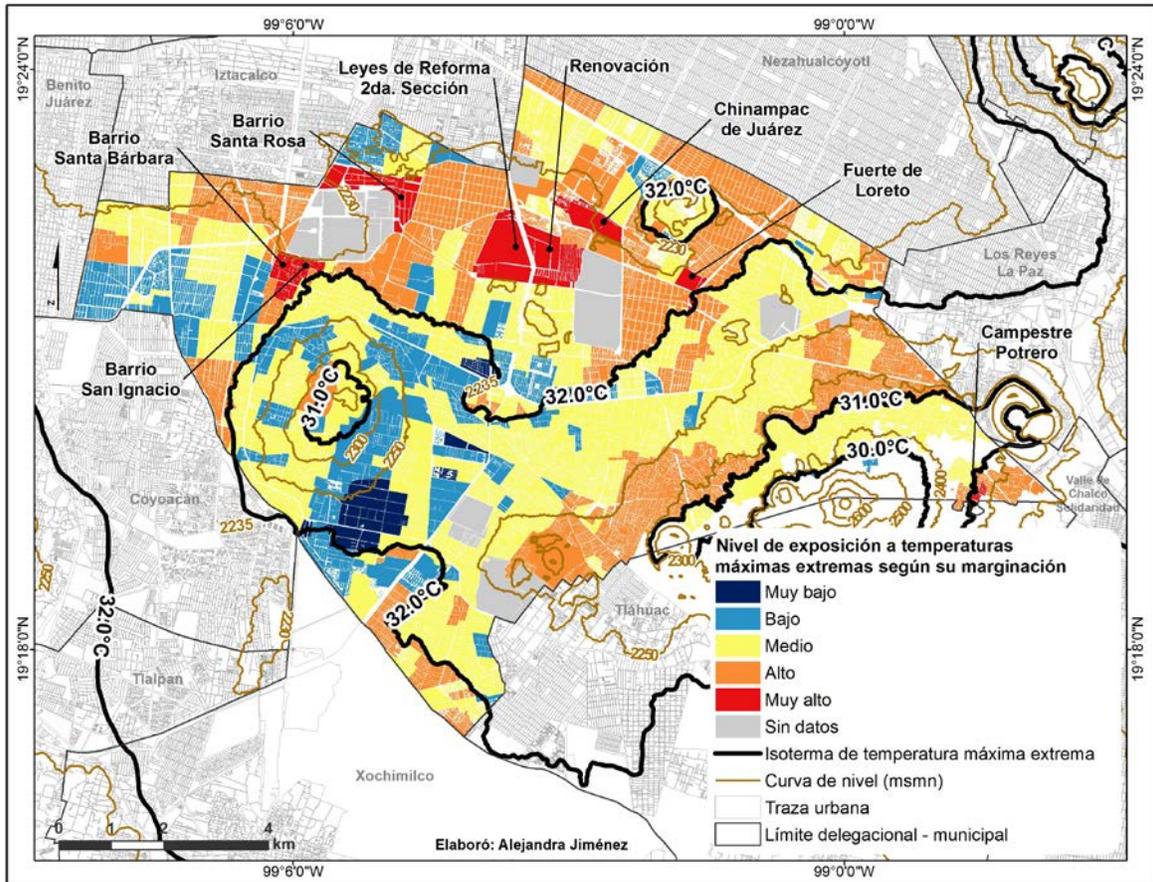
**Tabla 20.** Nivel de exposición de la población de 65 años y más a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 27.



**Mapa 27.** Nivel de exposición de la población de 65 años y más a temperaturas máximas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

Por su alta marginación y por situarse en zonas con temperaturas superiores a 32 °C, Barrio San Ignacio, Barrio Santa Bárbara, Barrio Santa Rosa, Campestre Potrero, Chinampac de Juárez, Fuerte de Loreto, Leyes de Reforma Segunda Sección y Renovación son las colonias con mayor exposición a temperaturas máximas extremas. A este rango pertenece 2.1% del total de la población (38,373 habitantes). La mayoría de los habitantes de Iztapalapa se ubican en un nivel de exposición medio y alto representados por 56.3% (1,022,056 habitantes) y 30.7% (557,301 habitantes), respectivamente. A pesar de que estos se encuentran en un patrón definido en el territorio delegacional, puede observarse que en las laderas de la Sierra de Santa Catarina prevalece el nivel alto de exposición, mientras que el nivel bajo se ve claramente en los alrededores del Cerro de la Estrella, por su

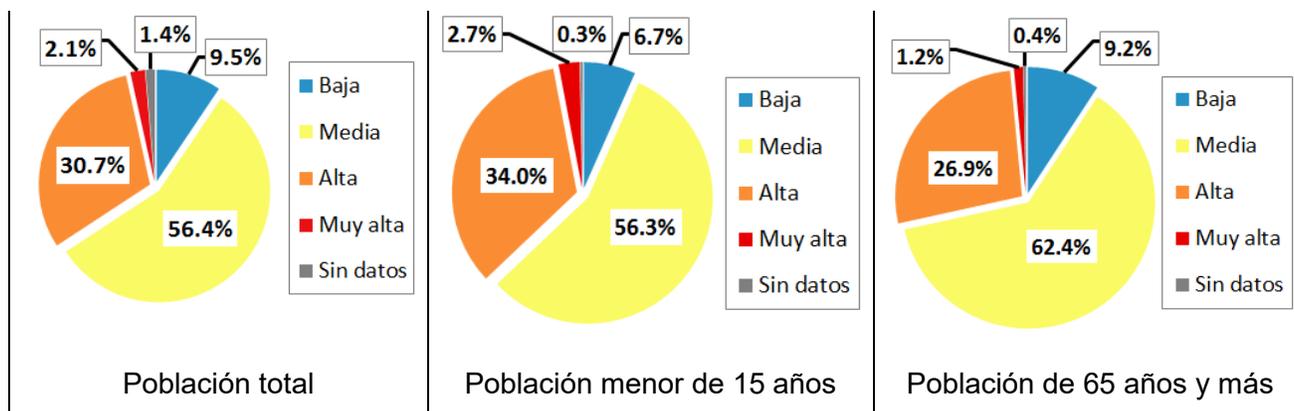
baja marginación y su localización en área de pendiente, donde las temperaturas tienden a disminuir por la altitud. Aquí se halla el 9.4% de la población, esto es, 171,431 habitantes (tabla 21, mapa 28 y figura 15).



**Mapa 28.** Nivel de exposición a temperaturas máximas extremas según índices de marginación, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

Nivel de exposición	Población total	Porcentaje de la población (%)
Bajo	170,684	9.4
Medio	1,024,103	56.4
Alto	557,446	30.7
Muy alto	38,132	2.1
Sin datos	25,421	1.4
Total	1,815,786	100

**Tabla 21.** Nivel de exposición a temperaturas máximas extremas, porcentaje y población total según índices de marginación, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 28.



**Figura 15.** Porcentaje de población expuesta a temperaturas máximas extremas según su marginación, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 28.

### 3.2.2 Población expuesta a temperaturas mínimas extremas

La temperatura mínima extrema que se presenta en el territorio de Iztapalapa es inferior a 0 °C, dato que no hay que pasar por alto, ya que las heladas se originan a esas temperaturas.

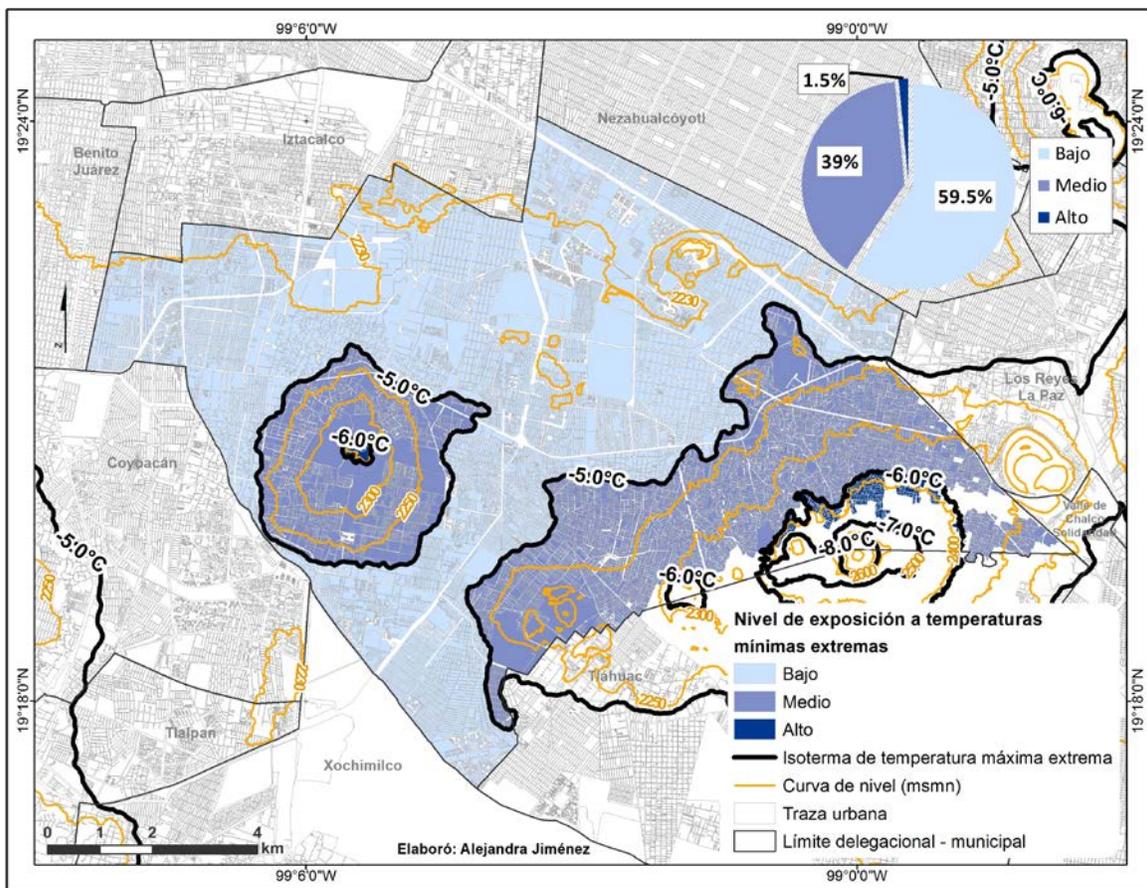
La población más expuesta está ubicada en altitudes superiores a 2,380 msnm, debido a que las temperaturas que ahí se alcanzan son de -6 °C o menores, lo que representa el 1.5% del total de la población delegacional (27,237 habitantes).

El nivel de exposición medio está representado por el 39.0% del total de la población (706,341 habitantes), que radica en zonas de ladera correspondientes a la Sierra de Santa Catarina y el Cerro de la Estrella, esto es a altitudes de entre 2,240 y 2,380 msnm, con temperaturas entre -5.0 °C y -6.0 °C.

Por último, las zonas inferiores a 2,240 msnm —la planicie— son las menos expuestas por presentar temperaturas de -5.0 °C o superiores. A ella corresponde el 59.5% de la población total (1,082,208 personas) (tabla 22 y mapa 29).

Nivel de exposición	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Población total	Porcentaje de la población (%)
Bajo	> -5.0°	<2,240	1,082,208	59.5
Medio	-5.0° a -6.0°	2,240 a 2,380	706,341	39.0
Alto	< -6.0°	>2,380	27,237	1.5
Total	-	-	1,815,786	100

**Tabla 22.** Nivel de exposición de la población total a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 29.



**Mapa 29.** Nivel de exposición de la población total a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

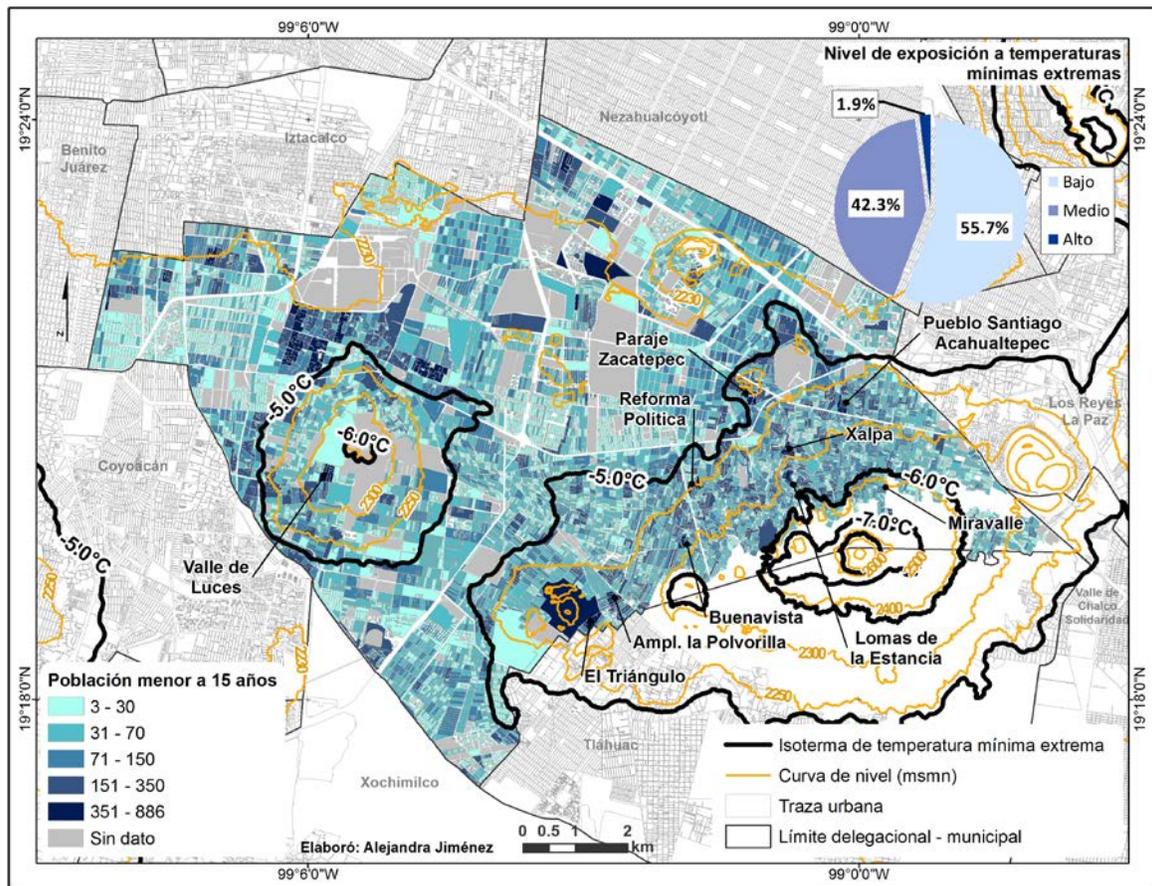
Del total de la población menor de 15 años, el 1.9% (8,733 infantes) está expuesto a temperaturas inferiores a  $-6.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por lo que se encuentra en un nivel de exposición alto; se concentra en la colonia Miravalle, ubicada en la zona más elevada del volcán Guadalupe.

La población menor de 15 años con un nivel medio de exposición representa el 42.3% (190,409 infantes), habita en regiones de temperaturas de entre  $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-6.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y se concentra en las colonias Ampliación la Polvorilla, Buenavista, El Triángulo, Lomas de la Estancia, Paraje Zacatepec, Pueblo Santiago Acahualtepec, Reforma Política, Valle de Luces y Xalpa. Por último, quienes están menos expuestos son quienes radican en zonas con temperaturas de  $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  o

superiores, es to es el 55.7% (250,651 infantes), ubicados en la planicie de la delegación (tabla 23 y mapa 30).

Nivel de exposición	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Población menor a 15 años	Porcentaje de la población (%)
Bajo	> -5.0°	<2,240	250,651	55.7
Medio	-5.0° a -6.0°	2,240 a 2,380	190,409	42.3
Alto	< -6.0°	>2,380	8,733	1.9
Total	-	-	449,793	100

**Tabla 23.** Nivel de exposición de la población menor de 15 años a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 30.

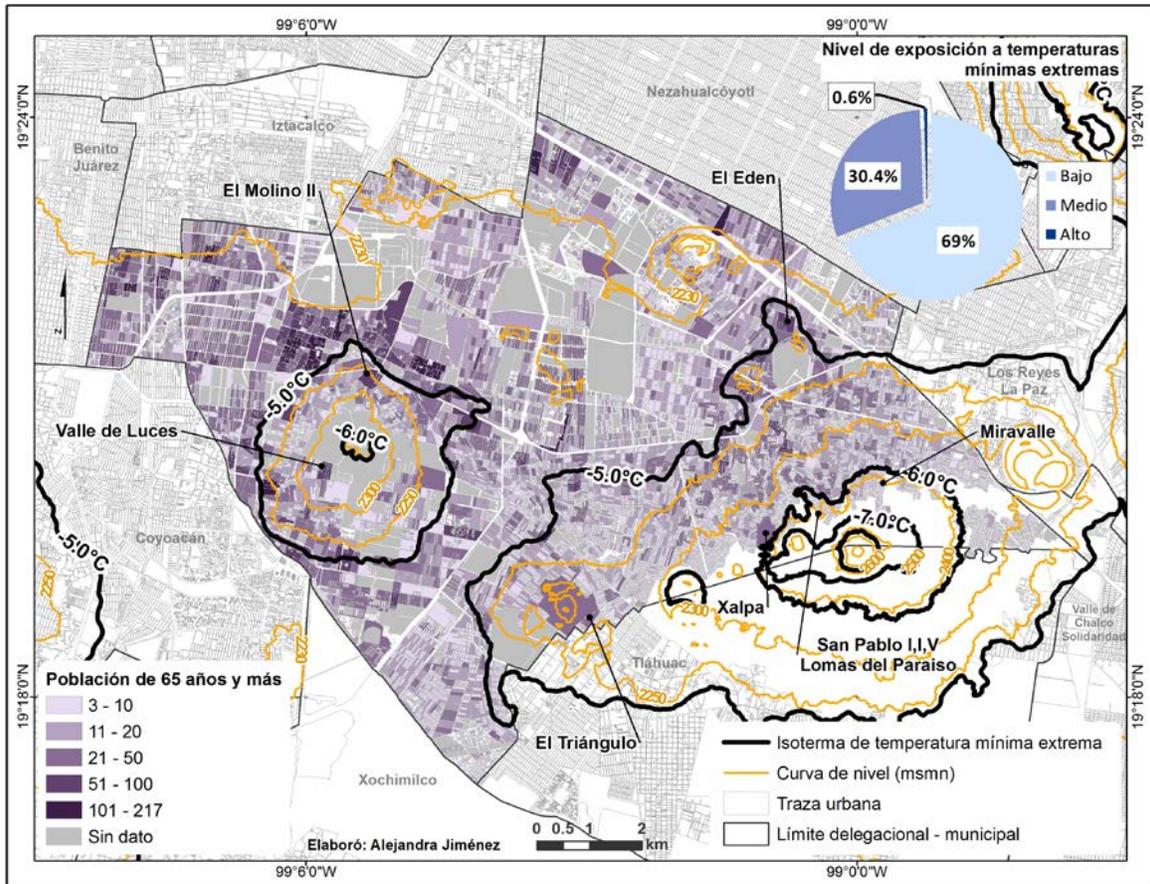


**Mapa 30.** Nivel de exposición de la población menor de 15 años a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

En cuanto a la población de 65 años y más, se calcula que 69.0% (72,080 adultos mayores) es tá expuesto a t emperaturas de  $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , es decir, en un nivel bajo. Conforme a umenta l a altitud, las t emperaturas di sminuyen, s iendo as í q ue e l 30.4% de la población adulta mayor (31,759 personas), que se concentra en las colonias El Edén, El Molino II, El Triángulo y Valle de Luces, está expuesta a nivel medio por ha bitar r egiones c on temperaturas de entre  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . E l 0.6% restante (613 adultos mayores), residentes de las colonias Miravalle, San Pablo I, II, V Lomas del Paraíso y Xalpa, es el más expuesto, por situarse en el rango de temperaturas inferiores a  $-6.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (tabla 24 y mapa 31).

Nivel de exposición	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Altitud (msnm)	Población de 65 años y más	Porcentaje de la población (%)
Bajo	$> -5.0^{\circ}$	$<2,240$	72,080	69.0
Medio	$-5.0^{\circ}$ a $-6.0^{\circ}$	2,240 a 2,380	31,759	30.4
Alto	$< -6.0^{\circ}$	$>2,380$	613	0.6
Total	-	-	104,452	100

**Tabla 24.** Nivel de exposición de la población de 65 años y más a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 31.



**Mapa 31.** Nivel de exposición de la población de 65 años y más a temperaturas mínimas extremas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

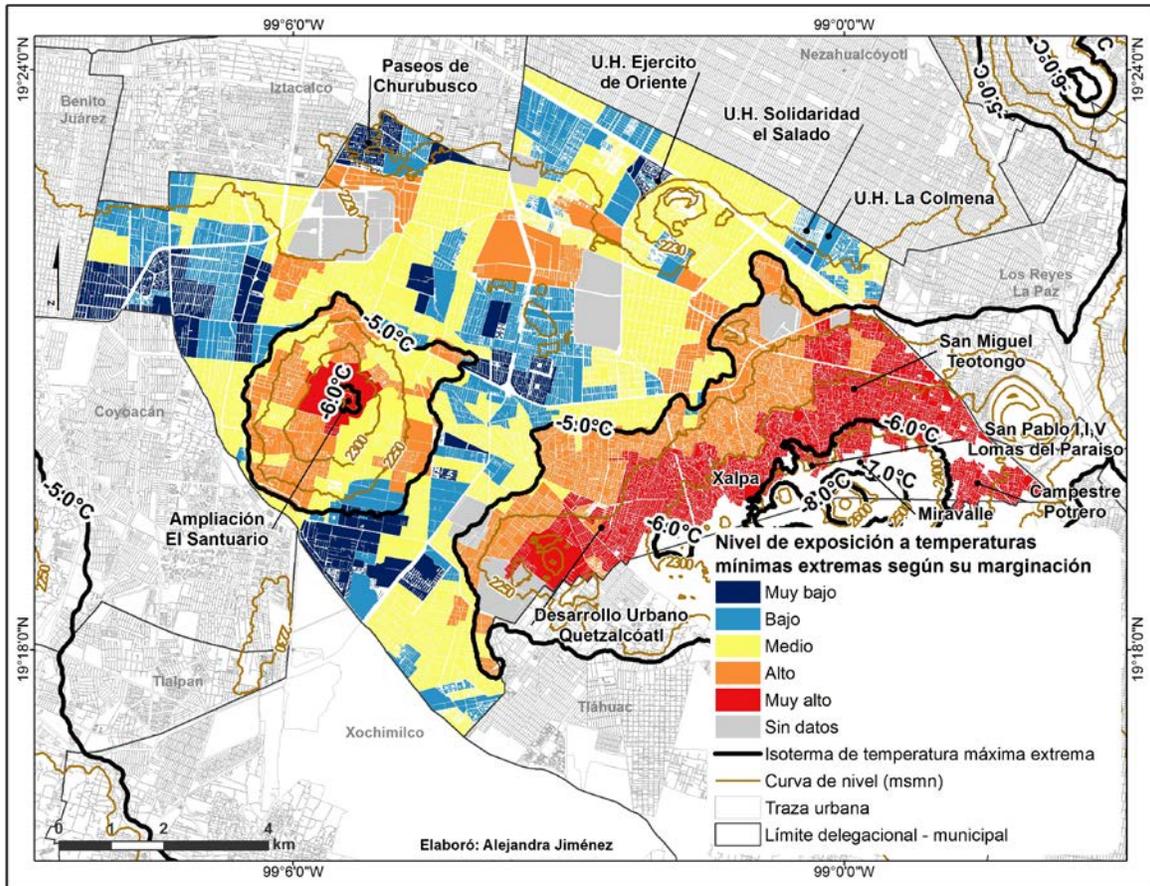
El análisis de la temperatura mínima extrema en relación con la marginación de la población dio como resultado una escala de cinco niveles de exposición, cuyo nivel más alto lo ocupan los habitantes de toda la Sierra de Santa Catarina y los de la cima del Cerro de la Estrella, por eso es que en temporadas de frío, el 18.0% de la población total de Iztapalapa (326,841 habitantes), que vive en las colonias Ampliación El Santuario, Campestre Potrero, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Miravalle, San Miguel Teotongo, San Pablo I, II, V Lomas del Paraíso y Xalpa, requiere mayor atención pues es la más propensa a sufrir los efectos negativos de las bajas temperaturas en su salud y bienestar.

El 20.0% de la población (363,157 personas) se encuentra en el siguiente rango, el de exposición alta, localizada en las faldas de los cerros, rodeando la zona de muy alta exposición.

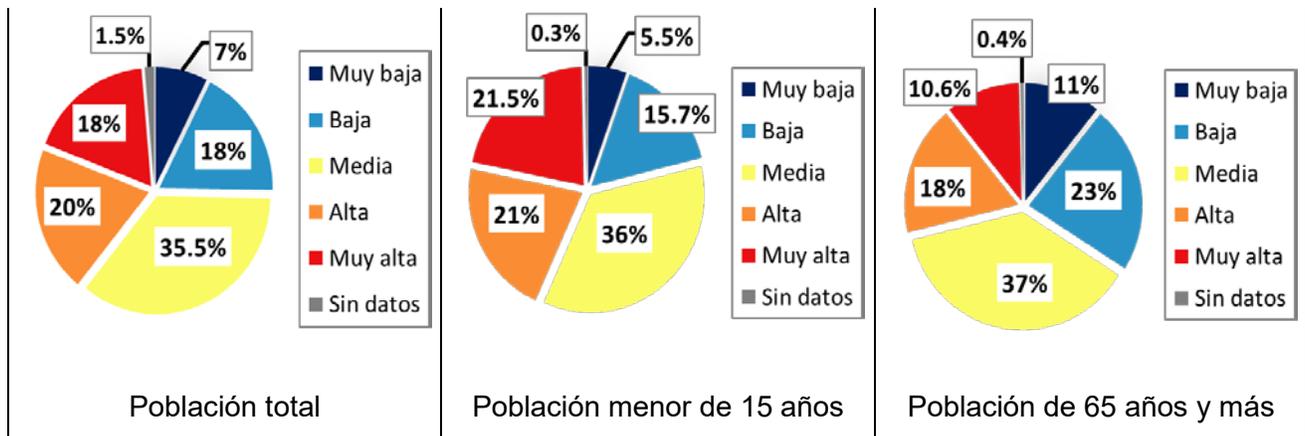
En el nivel de exposición medio se encuentra el 35.5% del total de la población (644,605 personas), distribuida en la zona plana de la delegación. Por último, los niveles de exposición bajo y muy bajo corresponden al 18.0% (326,841 habitantes) y 7.0% (127,105 habitantes) de la población, respectivamente. Se localizan hacia el poniente y centro de la delegación, al sur del Cerro de la Estrella y en colonias como Paseos de Churubusco y las unidades habitacionales Ejército de Oriente, Solidaridad El Salado y La Colmena (tabla 25, mapa 32 y figura 16).

Nivel de exposición	Población total	Porcentaje de la población (%)
Muy bajo	127,105	7.0
Bajo	326,841	18.0
Medio	644,605	35.5
Alto	363,157	20.0
Muy alto	326,841	18.0
Sin datos	27,237	1.5
Total	1,815,786	100

**Tabla 25.** Nivel de exposición a temperaturas mínimas extremas, porcentaje y población total según su marginación, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 32.



**Mapa 32.** Nivel de exposición a temperaturas mínimas extremas según índices de marginación, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.



**Figura 16.** Porcentaje de población expuesta a temperaturas mínimas extremas según su marginación, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 32.

### 3.2.3 Población expuesta a precipitaciones máximas en 24 horas

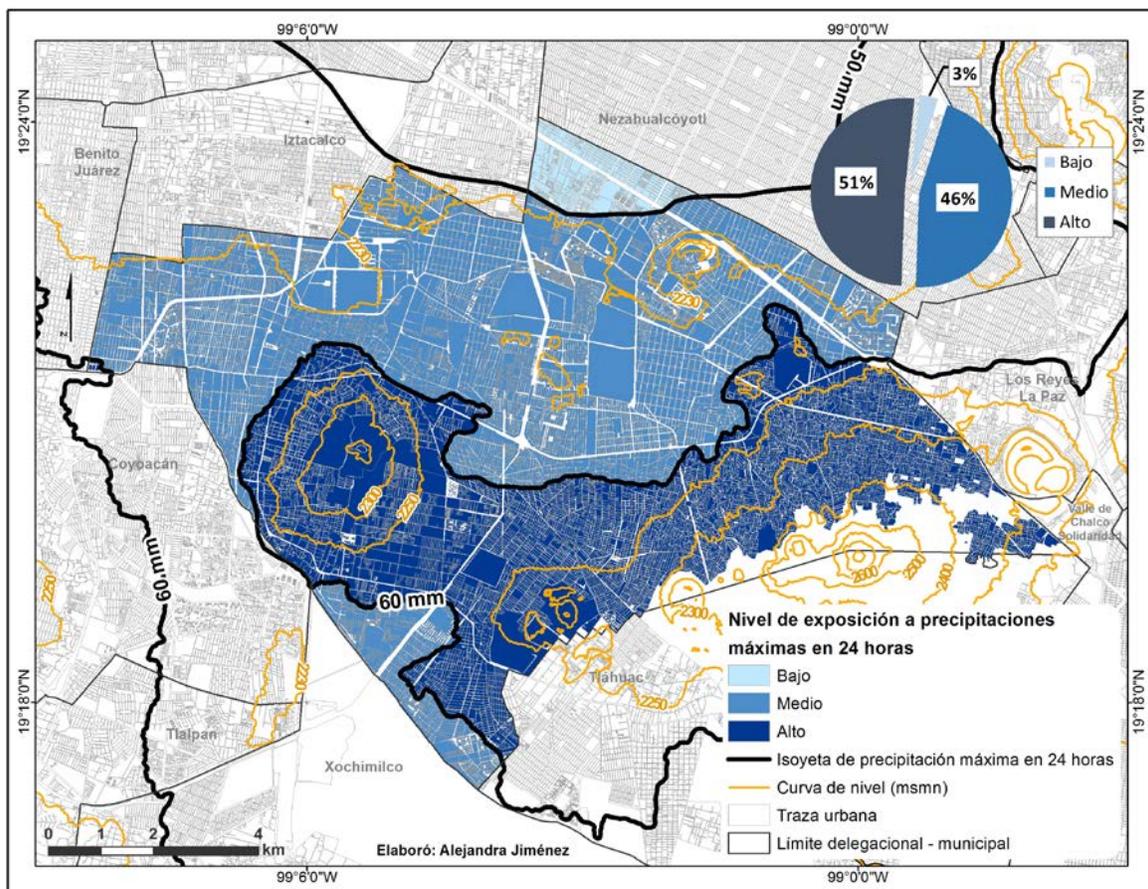
Además de identificar los meses más lluviosos de la temporada húmeda del año, es importante conocer la intensidad de la precipitación máxima en 24 horas, ya que estas pueden causar inundaciones.

La población más expuesta a este tipo de lluvias se ubica en las zonas montañosas superiores a 2,240 msnm, donde se presentan más de 60 mm de precipitación. En tal situación se hallan 926,050 habitantes, es decir, 51.0% de la población total.

El nivel de exposición medio corresponde a las regiones que se ubican entre 2,225 msnm y 2,240 msnm, donde se registran entre 50 a 60 mm de lluvia. En estas zonas viven 835,262 personas, 46.0% del total de la población. Por último, las zonas con altitudes inferiores a 2,225 msnm son las menos expuestas, por presentar menos de 50 mm de precipitación en un día. Esta área se encuentra al norte de la delegación y en ella habitan 54,474 personas, lo que equivale al 3.0% de la población total (tabla 26 y mapa 33).

Nivel de exposición	Precipitación (mm)	Altitud (msnm)	Población total	Porcentaje de la población (%)
Bajo	< 50 mm	< 2,225	54,474	3.0
Medio	50 mm a 60 mm	2,225 a 2,240	835,262	46.0
Alto	> 60 mm	> 2,240	926,050	51.0
Total	-	-	1,815,786	100

**Tabla 26.** Nivel de exposición de la población total a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 33.



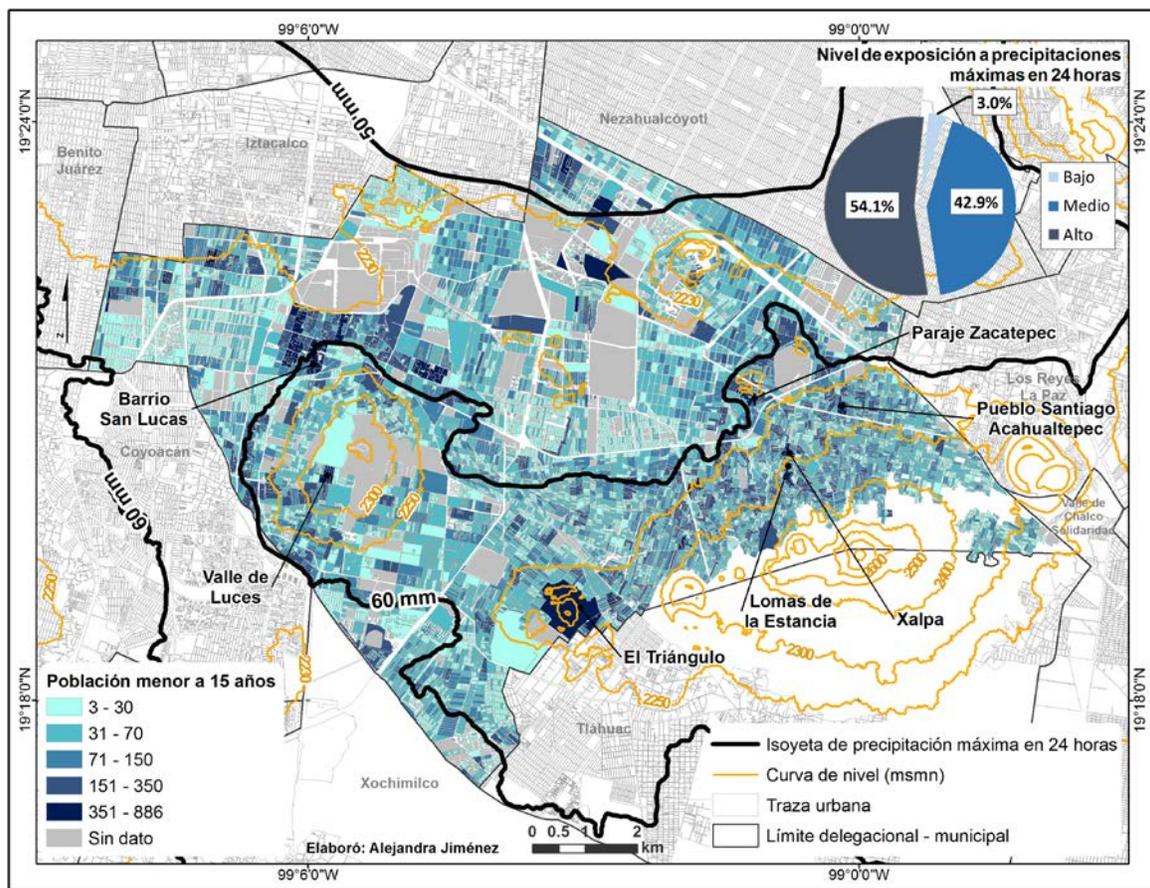
**Mapa 33.** Nivel de exposición de la población total a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

Del total de la población menor de 15 años, el 54.1% (243,346 infantes) es tá expuesto a lluvias mayores a 60 mm, por lo que se encuentra en un nivel de exposición alto. La concentración de infantes se ubica en las colonias El Triángulo, Barrio San Lucas, Lomas de la Estancia, Paraje Zacatepec, Pueblo Santiago Acahualtepec, Valle de Luces y Xalpa.

El nivel medio de exposición lo ocupa el 42.9% (192,925 infantes), por estar expuesta a lluvias de 50 mm a 60 mm, mientras quienes están expuestos a lluvias menores de 50 mm representan el 3.0% (13,522 infantes), ubicados al norte de la delegación (tabla 27 y mapa 34).

Nivel de exposición	Precipitación (mm)	Altitud (msnm)	Población menor a 15 años	Porcentaje de la población (%)
Bajo	< 50 mm	< 2,225	13,522	3.0
Medio	50 mm a 60 mm	2,225 a 2,240	192,925	42.9
Alto	> 60 mm	> 2,240	243,346	54.1
Total	-	-	449,793	100

**Tabla 27.** Nivel de exposición de la población menor de 15 años a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 34.



**Mapa 34.** Nivel de exposición de la población menor de 15 años a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

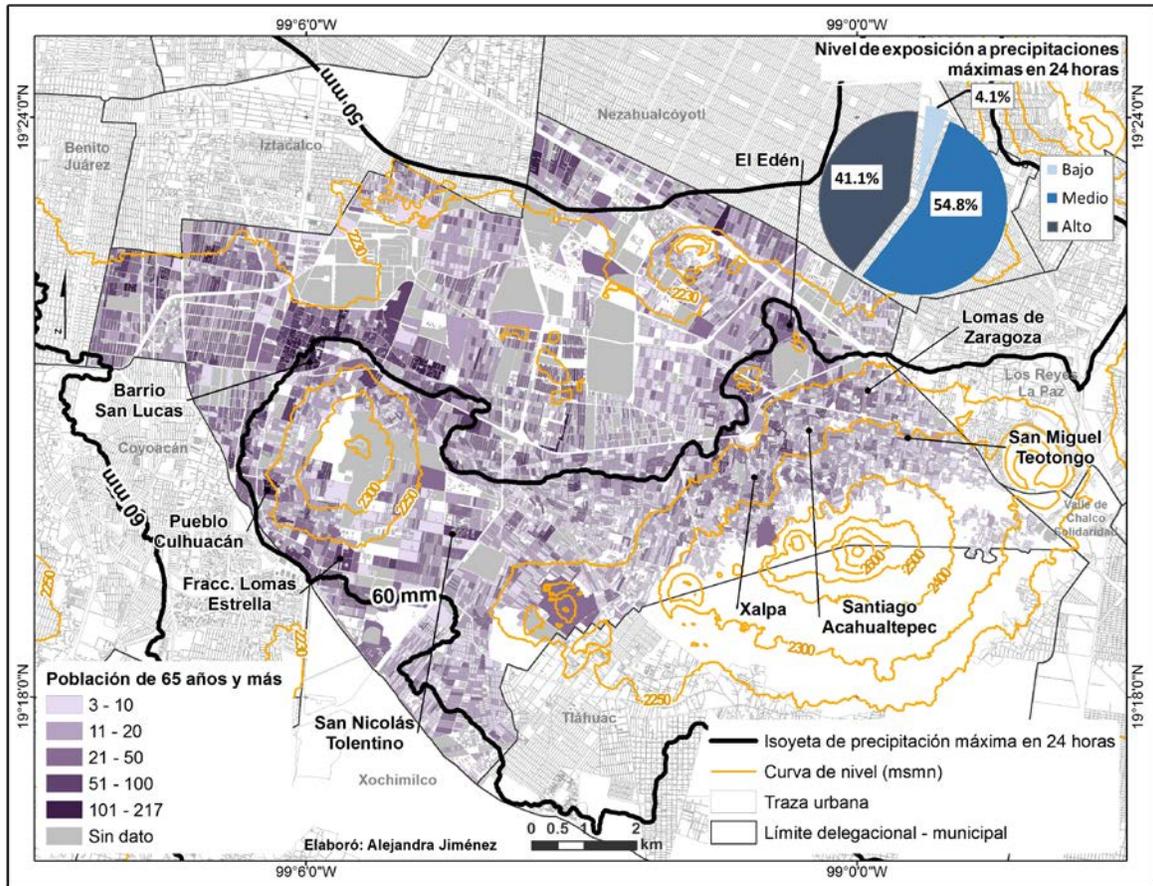
Con respecto a los adultos mayores, el 41.1% (42,925 personas) se encuentra expuesto a lluvias mayores a 60 mm. La concentración de adultos mayores que se ubica dentro de este rango apunta a las colonias Barrio San Lucas, El Edén,

Fraccionamiento Lo mas Estrella, Lomas de Zaragoza, Pueblo Culhuacán, San Nicolás Tolentino, San Miguel Teotongo, Santiago Acahualtepec y Xalpa.

Por las precipitaciones máximas de entre 50 mm y 60 mm en un día, los adultos mayores medianamente expuestos representan el 54.8% (57,211 personas). Finalmente, los adultos mayores que se encuentran en una baja exposición representan 4.1% del total de los adultos mayores (4,316 personas), los cuales se ubican al norte de la delegación (tabla 28 y mapa 35).

Nivel de exposición	Precipitación (mm)	Altitud (msnm)	Población de 65 años y más	Porcentaje de la población (%)
Bajo	< 50 mm	< 2,225	4,316	4.1
Medio	50 mm a 60 mm	2,225 a 2,240	57,211	54.8
Alto	> 60 mm	> 2,240	42,925	41.1
Total	-	-	104,452	100

**Tabla 28.** Nivel de exposición de la población de 65 años y más a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 35.

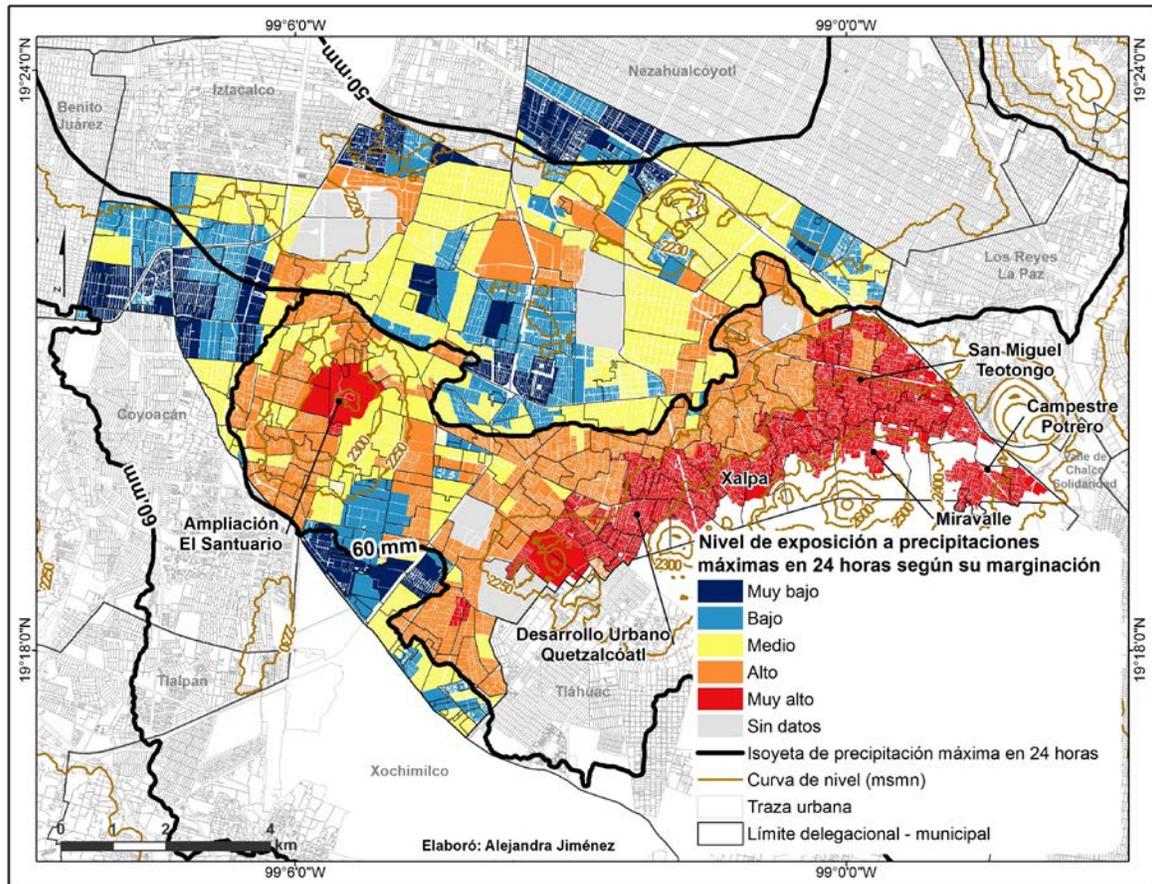


**Mapa 35.** Nivel de exposición de la población de 65 años y más a precipitaciones máximas en 24 horas, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

De los cinco niveles de exposición identificados a partir del análisis de la precipitación máxima en 24 horas en relación con la marginación de la población, el 18.0% (326,572 personas) habita las colonias de las partes altas de los cerros: Ampliación El Santuario, Campestre Potrero, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Miravalle, San Miguel Teotongo y Xalpa, colonias que presentan un muy alto nivel de exposición. En estas zonas de pendiente pueden originarse avenidas súbitas, pues la lluvia arrastra hacia la zona plana el material que se encuentra a su paso, a velocidades fuertes.

El 27.1% de la población (491,897 personas) presenta un nivel alto de exposición. Este sector se ubica en los alrededores de la Sierra de Santa Catarina y el

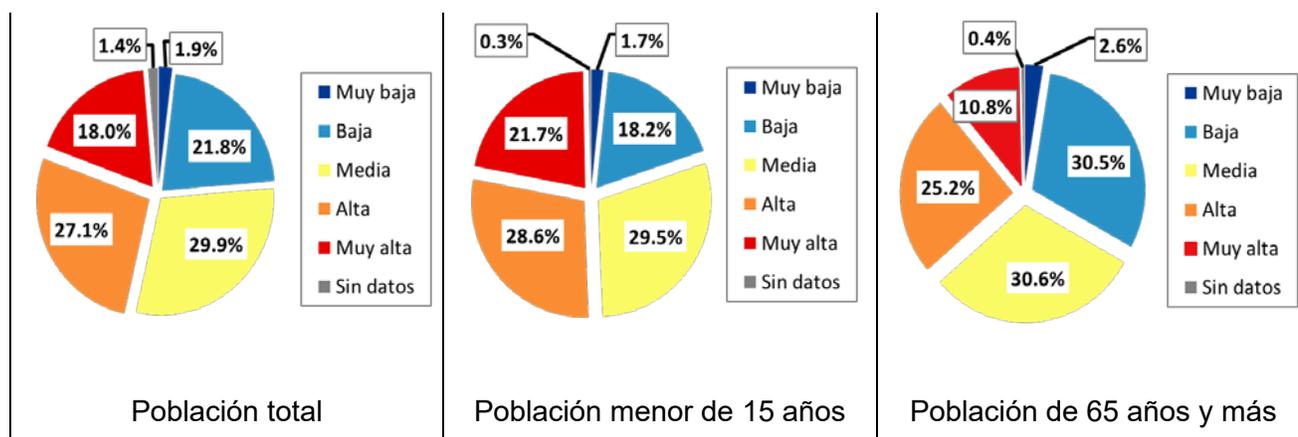
Cerro de la Estrella. A ellos le sigue el 29.9% (542,611 personas), que, aunque no tienen un patrón de finido sobre el territorio, se encuentran en un nivel de exposición medio. Los niveles de exposición bajo y muy bajo lo representan el 21.8% (395,364 habitantes) y el 1.9% (34,749 habitantes) de la población, respectivamente. Se localizan hacia el norte, poniente y centro de la delegación y al sur del Cerro de la Estrella. Cabe mencionar que la exposición a la precipitación máxima en 24 horas no necesariamente corresponde a las zonas inundables, pues influyen factores como el escurrimiento y los flujos del agua, las zonas deprimidas donde pueda acumularse la lluvia y el manejo del sistema hidráulico (tabla 29, mapa 36 y figura 17).



**Mapa 36.** Nivel de exposición a precipitaciones máximas en 24 horas según índices de marginación, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Cartografía extraída de Delegación Iztapalapa, 2016.

Nivel de exposición	Población total	Porcentaje de la población (%)
Muy baja	34,749	1.9
Baja	395,364	21.8
Media	542,611	29.9
Alta	491,897	27.1
Muy alta	326,572	18.0
Sin datos	24,593	1.4
Total	1,815,786	100

**Tabla 29.** Nivel de exposición a precipitaciones máximas en 24 horas, porcentaje y población total según su marginación, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 36.



**Figura 17.** Porcentaje de población expuesta a precipitaciones máximas en 24 horas según su marginación, Iztapalapa 2017. Elaboración propia. Información extraída de mapa 36.

### 3.3 Análisis de eventos extremos mediante imágenes de satélite

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) cuenta con una estación receptora de imágenes tomadas por el satélite meteorológico GOES. Su objetivo es dar seguimiento a los fenómenos meteorológicos como tormentas, frentes fríos y huracanes, para alertar a la población, mediante pronósticos y boletines. Actualmente, presenta diferentes tipos de imágenes (visible, vapor de agua e infrarroja) según la banda del espectro electromagnético que detecten los sensores. Son las imágenes infrarrojas las más utilizadas para la predicción del tiempo atmosférico. Una vez obtenida la imagen, se procesa la información para obtener datos como velocidad y dirección del viento, posición y altura de nubosidad, y lluvia potencial. Posterior al procesamiento, se ponen a disposición en el sitio web oficial a escala mundial, nacional y por regiones del país en cuatro versiones: topos de nubes, vapor de agua, visible y animaciones de las últimas horas. Esta información sirve para detectar y monitorear la contaminación ambiental, incendios forestales, fumarolas de los volcanes, neblinas, nevadas y dirección e intensidad de los huracanes. Además, se incluyen pronósticos meteorológicos y avisos que se emiten a diario (SMN, 2017e).

Para comprender los eventos extremos estudiados en este trabajo de investigación, se consultaron los boletines meteorológicos emitidos por el SMN de los días 25 de febrero de 2012, 9 de marzo de 2016 y 1 de junio de 2016. En ellos se pronostica la cantidad de precipitación máxima en 24 horas, las temperaturas mínimas y máximas, y la velocidad y dirección del viento; también se indican los fenómenos significativos de esas fechas.

La granizada del día 25 de febrero de 2012, fue provocada por una masa de aire polar y el frente frío núm. 36. El descenso de la temperatura en la Ciudad de México a 10.6 °C, junto con la humedad proveniente del Caribe, provocó la formación de granizo en nubes de desarrollo vertical y posteriormente su caída. La probabilidad de lluvia que se reportó ese día fue de 40% y vientos de 20 a 35 km/h (figura 18).

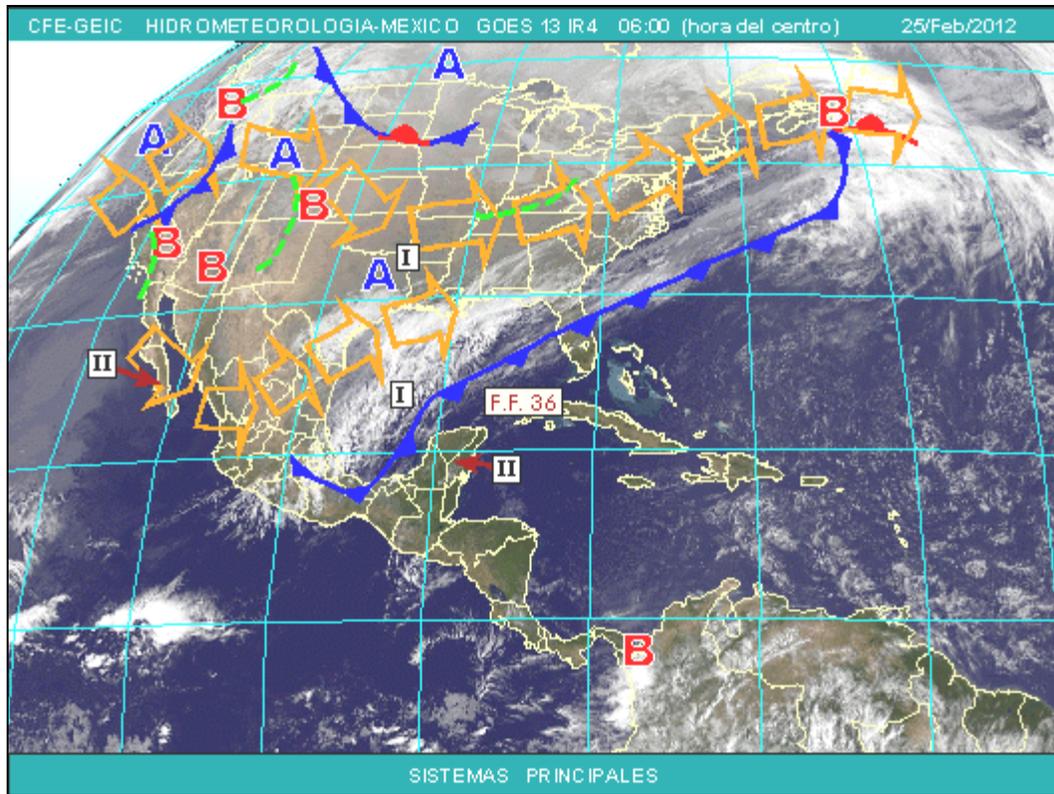
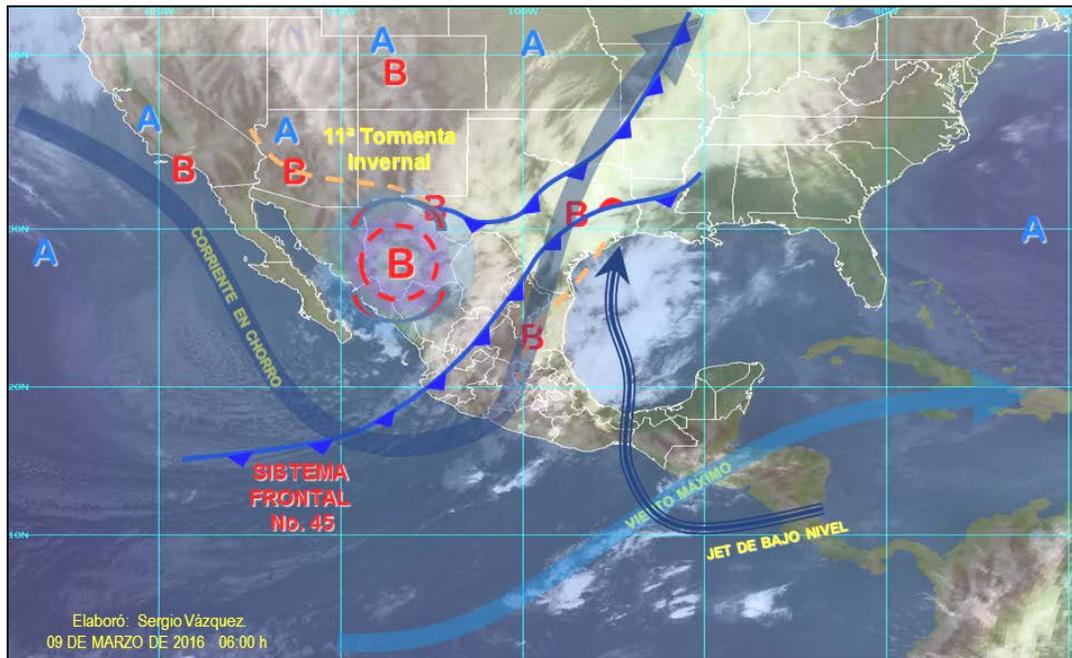


Figura 18. Fenómenos hidrometeorológicos del 25 de febrero de 2012, SMN, 2012.

En la imagen se representa el frente frío n.º 36 con la línea de color azul, su dirección se indica con triángulos apuntando hacia el sureste; se identifica justo en el centro de la República Mexicana, cruza el Golfo de México y Florida, y se extiende por toda la costa este de Estados Unidos. La corriente en chorro se representa con flechas anaranjadas que indican su dirección de suroeste a noreste. Al norte del frente frío se encuentra la zona de alta presión o anticiclónica y al sur se indica la zona de inestabilidad atmosférica o de baja presión, asociada a nubosidades y precipitaciones.

Otro evento fue el de los vientos fuertes que se presentaron el 9 de marzo de 2016, generados debido a que la zona de baja presión que se extendió por toda la República Mexicana, el frente frío n.º 45 y la circulación anticiclónica presente en el Golfo de México originaron que la velocidad de la corriente en chorro que circuló de occidente a oriente alcanzara velocidades extremas en la tropopausa.

Esas velocidades se reflejaron en la superficie con vientos de entre 40 y 60 km/h, en la mayor parte del país. Este evento sucedió a finales de la mitad fría del año, cuando la potencia de la corriente en chorro es mucho mayor, en contraste con el verano (figura 19).

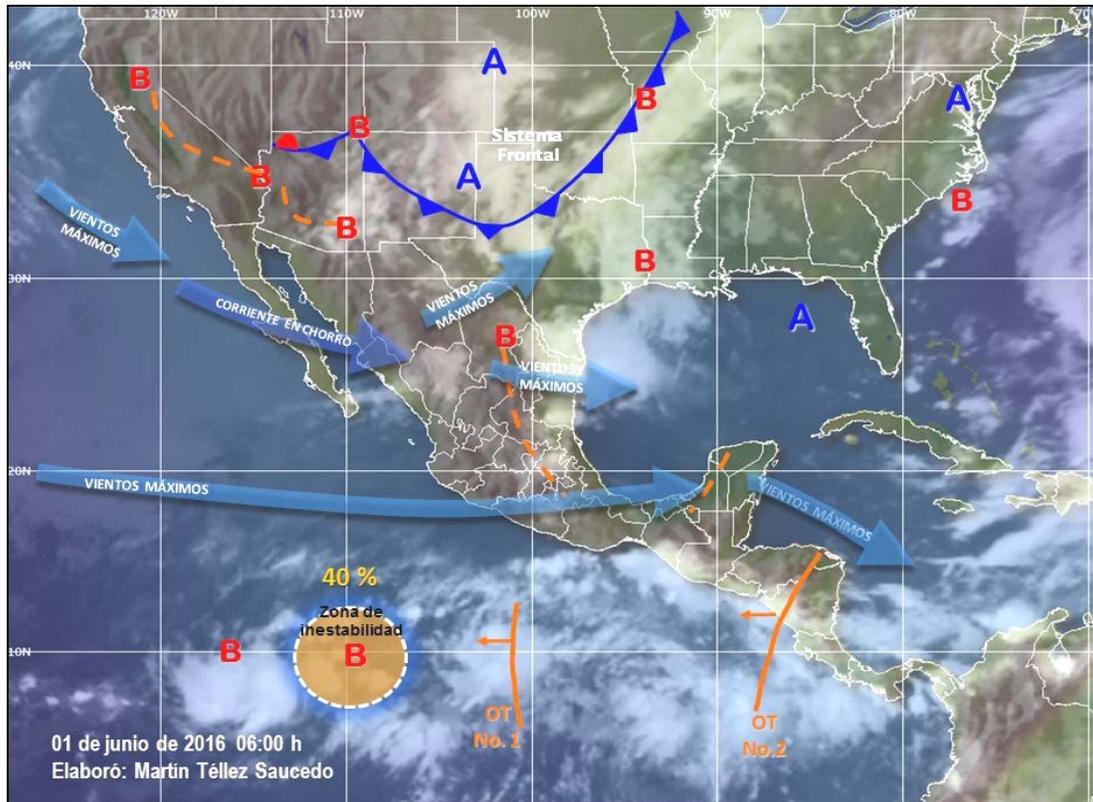


**Figura 19.** Fenómenos hidrometeorológicos del 9 de marzo de 2016, SMN, 2016.

En la imagen se observa la corriente en chorro con una trayectoria de oeste a este en forma de v aguada que cruza al territorio mexicano. Esta formación indica la penetración de aire frío hacia el sur, lo que causa inestabilidad atmosférica que da origen a borrascas en superficie. Así fue como se afectó la capital los días 9, 10 y 11 de marzo de ese año.

En cuanto a los datos del tiempo en la Ciudad de México, para esos días se reportaron 37.0 mm de lluvia máxima en las últimas 24 horas, temperaturas máximas de 22.5 °C y mínimas 12 °C.

Por último, los fenómenos meteorológicos del 1 de junio de 2016 que produjeron la inundación de ese día en Iztapalapa fueron el sistema de baja presión que se presentó en todo el territorio nacional y la entrada de humedad que transportaron las ondas tropicales número 1 y 2. Esto provocó movimientos convectivos alimentados de abundante humedad que, al cruzar las barreras orográficas, precipitó en la parte de sotavento, es decir, en la zona centro del país (figura 20).



**Figura 20.** Fenómenos hidrometeorológicos del 1 de junio de 2016, SMN, 2016a.

En la interpretación de la imagen de satélite se identifica un sistema frontal que afectó al norte del país de manera principal. Se observa la presencia de un sistema de alta presión en el Golfo de México y los sistemas de baja presión presentes en todo el país. Con líneas anaranjadas se identifica la trayectoria de las ondas tropicales 1 y 2 que transportaron la humedad hacia el interior del país, donde se registraron precipitaciones superiores a 25.0 mm con pronósticos de hasta 95.0 mm al oriente de la Ciudad de México.

## Resultados y conclusiones

El crecimiento desmedido de la Ciudad de México y lo que esto conlleva provocó que la sensación térmica en la ciudad se modificara un poco en el último siglo. La sustitución de áreas verdes y cuerpos de agua por carpeta asfáltica, el establecimiento de zonas industriales, el tráfico, la contaminación y los millones de personas que la habitan, generaron la llamada isla de calor de la ciudad. En particular, la delegación Iztapalapa ha sufrido muchos cambios en su paisaje; perdió las zonas de chinampas y las grandes áreas verdes en todas sus elevaciones. Hoy el 91.5% de su superficie está totalmente urbanizada.

Además de la pérdida de los cauces naturales de bido al arreglo urbano, el pavimento impermeable, que disminuye la capacidad de infiltración al subsuelo, y la infraestructura hidráulica, que pocas veces es eficiente, generan zonas inundables. Como se menciona en el Atlas de Riesgos de la delegación (SEDESOL, 2011), las inundaciones en Iztapalapa son consecuencia de la falta de planificación territorial en zonas naturalmente susceptibles a inundarse; asimismo, las características del relieve (en mayoría, planicie) ocasionan daños en las viviendas y generan conflictos viales, principalmente.

De acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas (Dirección de Mejora Normativa, 2008, p. 19), en la Ciudad de México, las obras deben cumplir con ciertos requisitos básicos de ingeniería; por ejemplo, para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial, se tiene que tomar en cuenta la intensidad de la precipitación en mm/hr y el cálculo del gasto pluvial, dato que debe obtenerse de la estación meteorológica más cercana, con el fin de que las obras sean eficientes para la ciudad, especialmente para las zonas consideradas como inundables. Pero no solamente la lluvia es la causante de una inundación, también influye la calidad de la infraestructura, su mantenimiento y su gestión.

Este trabajo presenta las condiciones climáticas a las que se encuentra expuesta la población de Iztapalapa y pretende ser una herramienta básica para la prevención de efectos negativos relacionados con la temperatura y la precipitación que puedan afectarla.

Como primer resultado se obtuvo que la temperatura media anual varía entre 16.5 °C y 15 °C, según aumenta la altitud, incrementando a temperaturas entre 17 °C y 19 °C en los meses más cálidos. Las temperaturas máximas extremas van de 30 °C a 32 °C; las mínimas extremas disminuyen hasta -8 °C en las zonas serranas, lo cual afecta a la población con marginación muy alta, que en este caso se encuentra en la Sierra de Santa Catarina. El mes más cálido para la delegación es mayo y el más frío es en enero. Se sugiere estudiar de manera particular los periodos específicos de las temperaturas extremas, máximas y mínimas, con el fin de identificar su frecuencia y temporalidad.

También se concluye que durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre aumenta la precipitación, esto es debido a la presencia de perturbaciones tropicales que transportan humedad de ambos océanos. Además, se determinó que normalmente precipita entre 600 mm y 700 mm al año y que pueden presentarse hasta 60 mm de lluvia máxima en 24 horas, lo que puede causar inundaciones en zonas identificadas con esta problemática y originar avenidas súbitas en las calles con pendientes pronunciadas. Las zonas serranas son las más expuestas por presentar los valores más altos de precipitación, en comparación con el resto de la delegación. Cabe señalar que no deben confundirse las zonas llanas de nivel de exposición bajo y muy bajo con las menos propensas a sufrir daños, ya que es en la planicie donde se presentan las mayores inundaciones.

Para ambos casos es recomendable poner especial atención en los menores y adultos mayores, ya que son los grupos más expuestos a la deshidratación, los golpes de calor y las enfermedades respiratorias y gastrointestinales ocasionados

por cambios bruscos de temperatura. Esta población representa 43% de la población total. De acuerdo con los resultados, la gente que habita en la zona serrana es la más expuesta a temperaturas mínimas y precipitaciones máximas, mientras que la población asentada en la planicie está más expuesta a temperaturas máximas.

Finalmente, es importante contar con un monitoreo más detallado de las condiciones meteorológicas, por lo que se recomienda la instalación de estaciones que realicen lecturas diarias y horarias, tanto en lugares superiores a 2,440 msnm, para contar con registros que ayuden a la prevención durante la temporada fría del año, como en la planicie, para dar información que identifique golpes de calor e insolación generados por las temperaturas altas de los meses cálidos. De esta manera, se tendría detalle del comportamiento climático y se podría estar preparados para enfrentar eventos extremos como los expuestos en este estudio.

## Bibliografía

- Aguirre, R. (2010). *Estudios sobre los remanentes de cuerpos de agua en la Cuenca de México*. Colección: Geografía para el siglo XXI. Serie: Libros de investigación, núm 7. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- Alarcón, R. (2016, junio 2). Tumba de la noche i nunda c olonias de I ztapalapa. *Excélsior*. Recuperado agosto 2017, de <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2016/06/02/1096313#imagen-1>
- Alarcón, R. (2016). [Fotografía]. Recuperado de <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2016/06/02/1096313#imagen-1>
- ArcGIS. (2007). USA Topo Maps. ESRI, USGS y © 2007 National Geographic Society. [Servicio de mapa topográfico]. Recuperado de [http://goto.arcgisonline.com/maps/USA\\_Topo\\_Maps](http://goto.arcgisonline.com/maps/USA_Topo_Maps)
- Ávila, R. (1991). *Chinampas de Iztapalapa, D.F.* Serie Arqueológica. México: INAH.
- Barry, R., Chorley, R. (1999). *Atmósfera, tiempo y clima*. Séptima edición. España: Omega.
- Castillo, N. (2012). *Cuando la ciudad llegó a mi puerta. Una perspectiva histórica de los pueblos lacustres, la explotación demográfica y la crisis del agua en Iztapalapa*. México: UAM, Abate Faria.
- CENAPRED. (2014). *Inundaciones*. Serie Fascículos. México: Secretaría de Gobernación.
- CONAGUA. (2012). *Servicio Meteorológico Nacional: 135 años de historia en México*. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAPO. (2010). *Índice de marginación urbana 2010*. Recuperado de [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice\\_de\\_marginacion\\_urbana\\_2010](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indice_de_marginacion_urbana_2010)
- CONAPO. (2014). *Dinámica demográfica 1990-2010 y proyecciones de población 2010-2030. Distrito Federal*. Recuperado de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/dinamica-demografica-1990-2010-y-proyecciones-de-poblacion-2010-2030>
- De León, J. (1981). *Estudio geográfico histórico de la Delegación Iztapalapa*. (Tesis de Licenciatura en Geografía). Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. México.
- Delegación Iztapalapa. (2012). *Iztapalapa. Turismo y Cultura*. Manuscrito no publicado, Coordinación de Cultura de la Delegación Iztapalapa. México.

- Delegación Iztapalapa. (2016). Sistema de Información Geográfica de Iztapalapa. Unidad Departamental de Información Geoestadística, México.
- Delgado, J., Palma, F. (1993). *“Asentamientos Irregulares” Delegación Iztapalapa (El Manto)*. (Tesis de licenciatura en Sociología). UAM Iztapalapa. México.
- Dirección de Mejora Normativa. (2008). *Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas*, CDMX. Recuperado diciembre 2017, de [http://www3.contraloriadf.gob.mx/prontuario/index.php/normativas/Template/ver\\_mas/58614/39/1/0](http://www3.contraloriadf.gob.mx/prontuario/index.php/normativas/Template/ver_mas/58614/39/1/0)
- Escobar, A. (2004). *Desastres agrícolas en México*. Catálogo histórico. Tomo II. Siglo XIX (1822-1900). Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. México: FCE.
- Espinosa, E. (2003). *Ciudad de México. Compendio cronológico de su desarrollo urbano. 1521-2000*. México: IPN.
- Estrella, R. (2012). [Fotografía]. Recuperado de [http://fotos.eluniversal.com.mx/coleccion/muestra\\_fotogaleria.html?idgal=12539](http://fotos.eluniversal.com.mx/coleccion/muestra_fotogaleria.html?idgal=12539)
- García, E. (1967). *Apuntes de Climatología*. Según el programa vigente en las carreras de Biólogos UNAM de la FES de Cuautitlán. UNAM y de la UAM. México.
- García, E. (1974). Distribución de la precipitación en la República Mexicana. *Investigaciones Geográficas: Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (5), 7-20.
- García, E. (2001). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- García, E. (2005). Los climas del Valle de México según el Sistema de Clasificación Climática de Köppen Modificado por la autora. En R. Orellana y R. Vidal (Editores), *Enriqueta Garciae, Antología*. (p. 41-58). México: Instituto de Geografía, UNAM, CICY.
- García, V., Pérez, J., Molina, A. (2003). *Desastres agrícolas en México*. Catálogo histórico. Tomo I. Épocas prehispánica y colonial. (958-1822). Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. México: FCE.
- Hernández, E., Sánchez, J. (2016, marzo 11). Estos vientos, los más desastrosos en 40 años. *El Universal*. Recuperado agosto 2017, de <http://www.eluniversal.com>

- com.mx/articulo/metropoli/df/2016/03/11/estos-vientos-los-mas-desastrosos-en-40-anos
- INEGI. (1970). Censo General de Población 1970. [Base de datos]. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/1970/default.html>
- INEGI. (1980). Censo General de Población y Vivienda 1980. [Base de datos]. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/1980/default.html>
- INEGI. (1990). Censo General de Población y Vivienda 1990. [Base de datos]. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/1990/default.html>
- INEGI. (1995). Conteo de Población y Vivienda 1995. [Base de datos]. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/1995/default.html>
- INEGI. (2000). Censo General de Población y Vivienda 2000. [Base de datos]. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2000/default.html>
- INEGI. (2000a). Conjunto de datos vectoriales de la Serie Topográfica Escala 1:1'000,000. [Base de datos]. Recuperado de [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/topografia\\_1m.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/topografia_1m.aspx)
- INEGI. (2005). Conteo de Población y Vivienda 2005. [Base de datos]. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2005/default.html>
- INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. [Base de datos]. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/default.html>
- INEGI. (2015). Encuesta Intercensal 2015. [Base de datos]. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>
- INEGI. (2016). Consulta interactiva de Datos de mortalidad. [Base de datos]. Recuperado de [http://www.inegi.org.mx/est/lista\\_cubos/consulta.aspx?p=adm&c=4](http://www.inegi.org.mx/est/lista_cubos/consulta.aspx?p=adm&c=4)
- INEGI. (2017). *Cuéntame. Población de México*. Recuperado de <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/default.aspx?tema=P>
- Instituto de Astronomía. (2017). *Anuario del Observatorio Astronómico Nacional*. Edición CXXXVI. México: UNAM.
- IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis*. Recuperado de [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)
- Jáuregui, E. (1993). La isla de calor urbano de la Ciudad de México a finales del siglo XIX. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía*, UNAM, (26), 31-39.

- Jáuregui, E. (2000). *El clima de la Ciudad de México*. México: Plaza y Valdés.
- Jáuregui, E. (2009). The heat spells of Mexico City. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, (70), 71-76.
- Legorreta, J. (2004, junio 25). Memoria de la Ciudad/Efectos de la fuerza de Tláloc: La incapacidad para desalojar agua residual, causa de históricas inundaciones. *La Jornada*. Recuperado agosto 2017, de <http://www.jornada.unam.mx/2004/06/25/02an1cul.php?printver=1&fly=2>
- Matías, G. (1997). *Climatología del huracán Roxanne y sus efectos en el litoral del Golfo de México*. (Tesis de Licenciatura en Geografía). UNAM. México.
- Narro, J., M octezuma, D. (2012). Analfabetismo en México: Una deuda social. Realidad, datos y espacio. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, INEGI, Vol. 3. (Número 3 septiembre-diciembre 2012), 5-17 Recuperado de [http://www.inegi.org.mx/rde/RDE\\_07/Doctos/RDE\\_07\\_Art1.pdf](http://www.inegi.org.mx/rde/RDE_07/Doctos/RDE_07_Art1.pdf)
- Olvera, F. (2011). [Fotografía]. Recuperado de <http://www.jornada.unam.mx/2011/07/01/capital/036n1cap>
- Organización Meteorológica Mundial. (2013). *El estado del clima mundial 2001-2010. Un decenio de fenómenos climáticos extremos*. Recuperado de [https://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo\\_1119\\_en.pdf](https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1119_en.pdf)
- Orvañanos, D. (1889). *Ensayo de Geografía Médica y Climatología de la República Mexicana*. Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento. México.
- Pantoja, S. (2012, febrero 25). Reportan fuente lluvia y granizo en norte y centro del DF. *El Universal*. Recuperado agosto 2017, de <http://www.eluniversal.com.mx/notas/832522.html>
- Paulini, A. (2005). *Evaluación de la disponibilidad del recurso hídrico en la Cuenca alta del Río Quiroz*. (Tesis de licenciatura en Ingeniería Civil). Universidad de Piura. Lima. Recuperado de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1176/ICI\\_137.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1176/ICI_137.pdf?sequence=1)
- Pérez, M. (2017). El 30% de la población mundial, expuesta a olas de calor letales. *El Mundo*. Recuperado agosto 2017, de <http://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2017/06/20/5947f762ca4741592d8b462c.html>
- Quintero, J., Sánchez, T. (2013, septiembre 22). Causa lluvia un muerto, deslaves e inundaciones en 10 delegaciones. *La Jornada*. Recuperado agosto 2017, de <http://www.jornada.unam.mx/2013/09/22/capital/030n1cap>

- Romero, G., González, R., Quintero, J. (2013, Septiembre 7). Inunda tromba 20 mil viviendas en 20 colonias de Iztapalapa: delegado. *La Jornada*. Recuperado agosto 2017, de <http://www.jornada.unam.mx/2013/09/07/capital/027n1cap>
- Romero, G., Salgado A. (2011, julio 1). Saturan 26 mil millones de litros de lluvia el drenaje profundo. *La Jornada*. Recuperado agosto 2017, de <http://www.jornada.unam.mx/2011/07/01/capital/036n1cap>
- Romero, G., Sevín, M. (2016, marzo 11). Saldo blanco, reportan autoridades. *La Jornada*. Recuperado agosto 2017, de <http://www.jornada.unam.mx/2016/03/11/capital/031n1cap>
- RUOA. (2017). *Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos*. Recuperado de <http://www.ruoa.unam.mx/>
- Sánchez, A. (2012). *La evolución de la Ciudad de México, factores para el desarrollo social*. Informe del desarrollo social en el Distrito Federal. Evalúa. México. Recuperado de [http://evalua.cdmx.gob.mx/storage/app/media/uploaded-files/files/Atribuciones/inf-est/evo\\_cmexico.pdf](http://evalua.cdmx.gob.mx/storage/app/media/uploaded-files/files/Atribuciones/inf-est/evo_cmexico.pdf)
- SEDESOL. (2011). *Atlas de Riesgos Naturales de la Delegación Iztapalapa*, D.F. Recuperado de [http://www.normateca.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/2612/Atlas\\_Estados/09007\\_IZTAPALAPA/1\\_ATLAS\\_DE\\_RIESGOS.pdf](http://www.normateca.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/2612/Atlas_Estados/09007_IZTAPALAPA/1_ATLAS_DE_RIESGOS.pdf)
- SMN. (2012). Pronóstico Meteorológico General, Aviso 56. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx/es/pronosticos/pronosticossubmenu/pronostico-meteorologico-general>
- SMN. (2016). Pronóstico Meteorológico General, Aviso 137. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx/es/pronosticos/pronosticossubmenu/pronostico-meteorologico-general>
- SMN. (2016a). Pronóstico Meteorológico General. Aviso 305. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx/es/pronosticos/pronosticossubmenu/pronostico-meteorologico-general>
- SMN. (2017). *Historia del Servicio Meteorológico Nacional*. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx/es/smn/historia>
- SMN. (2017a). *Funciones y objetivos del Servicio Meteorológico Nacional*. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx/es/smn/funciones-y-objetivos>

- SMN. (2017b). Proyecto de bases de datos climatológicas. [Base de datos]. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. Archivos de datos climatológicos diarios consultados en diciembre 2017, Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA, México.
- SMN. (2017c). *Información histórica de ciclones tropicales*. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx/es/ciclones-tropicales/informacion-historica>.
- SMN. (2017d). *Normales climatológicas*. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica>
- SMN. (2017e). *Observando el Tiempo*. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx/es/observando-el-tiempo>
- SSA. (1973). *Atlas de la Salud de la República Mexicana*, Primera Convención Nacional de Salud. Secretaría de Salubridad y Asistencia. México.
- Trejo, I. (2000). Enriqueta García Amaro de Miranda (Una investigadora incansable). *Investigaciones Geográficas. Boletín de Instituto de Geografía*, UNAM, (41), 175-176.
- Vidal, R. (2005). *Las regiones climáticas de México*. Colección Temas Selectos de Geografía de México. México: Instituto de Geografía. UNAM.
- Vidal, R. y Ortiz, M. (2016). Clima, salud y población. En Serano, A., *Geografía de la Salud*. Capítulo 7. (p. 137-164). México: Palibrio.