

I. TEXTOS MONOGRÁFICOS:
4. URBANIZACIÓN

EL CLIMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Ernesto Jáuregui Ostos



TEMAS SELECTOS DE
GEOGRAFÍA DE MÉXICO

EL CLIMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

I.4.1

J. Jáuregui Ostos
270502

Ernesto Jáuregui Ostos



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. Juan Ramón de la Fuente
Rector

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario General

Dr. Daniel Barrera Pérez
Secretario Administrativo

Dr. Francisco Ramos Gómez
Secretario de Rectoría

Dra. Elvia Arcelia Quintana Adriano
Abogada General

Dr. José Narro Robles
Coordinador General de Reforma Universitaria

Dr. René Drucker Colín
Coordinador de la Investigación Científica

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

Dr. José Luis Palacio Prieto
Director

Dra. María Teresa Sánchez Salazar
Secretaria Académica

Dra. Atlántida Coll-Hurtado
Editor Académico

Lic. Mayela Lara Morales
Secretaria Administrativa

Diseño de portada: Laboratorio de Fotomecánica,
Instituto de Geografía, UNAM
Plaza y Valdés, S. A. de C. V.

Responsables de edición: Diana Otero Andrés
Martha Pavón

Revisor de estilo: Eva Saavedra Silva

Primera edición: junio del 2000

EL CLIMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO I.4.1

© Ernesto Jáuregui Ostos
© Instituto de Geografía
© Plaza y Valdés, S. A. de C. V.

Derechos exclusivos de edición reservados para todos los países de habla española. Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización escrita de los editores.

Plaza y Valdés, S. A. de C. V.
Manuel María Contreras núm. 73
Col. San Rafael, C. P. 06470
México, D. F. Tel. 57-05-51-20

ISBN: UNAM (Obra General): 968-36-8090-9
ISBN: UNAM 968-36-8171-9
ISBN: 968-856-819-8

HECHO EN MÉXICO

ÍNDICE

Presentación	9
Resumen	11
Introducción	13
I. El clima de la cuenca de México durante el período azteca y principios de la colonia	15
II. Observaciones del clima en el período colonial	19
III. Período instrumental de observaciones climáticas	23
IV. Breve descripción del clima presente de la cuenca de México	31
Los datos climatológicos	33
El clima termal	35
La temperatura media anual	35
Las temperaturas mínimas	35
Las temperaturas máximas	37
Las temperaturas extremas	38
Frecuencia de heladas	43
El régimen pluvial	44
Frecuencia de las lluvias	44
Lluvia máxima en 24 horas	46

Las tormentas eléctricas	46
El granizo	47
Las nieblas	47
V. Los vientos	51
Los vendavales	53
La circulación del aire en la ciudad	59
Los vientos de la tarde	59
Los vientos nocturnos	60
VI. El clima higrotérmico	65
La humedad	65
VII. La calidad del aire	69
VIII. El clima de la Ciudad de México en el siglo XXI.	73
IX. Nota final	77
Reconocimiento	79
Glosario	81
Apéndice	87
Tablas climatológicas	89
Climogramas	105
Rosas de viento	121
Bibliografía	129

PRESENTACIÓN

Para cualquiera es evidente que el clima afecta su vida: desde el confort intra y extramuros hasta el precio de los alimentos modificado por sequías, heladas, etc.; desde la selección del vestuario cotidiano hasta el diseño de su habitación; desde el congestionamiento vial causado por un aguacero hasta el retraso en la salida y llegada de vuelos por niebla en el aeropuerto; desde la claridad o contaminación del aire local hasta el calentamiento global causado por el aumento antropógeno del efecto invernadero; desde pescar un resfriado en la urbe hasta broncearse en la playa, entre otros. Las condiciones atmosféricas inciden en casi todos los proyectos y actividades humanas; la temperatura, la lluvia, el viento, la humedad ambiente, los contaminantes, las heladas, la niebla, las inversiones térmicas, etc., son las variables y fenómenos que en conjunto constituyen el clima.

Naturalmente, el clima afecta de modo distinto a cada quien, dependiendo de los gustos personales o el trabajo que realice, llegando al extremo de ser contrarios: en la ciudad se le llama buen tiempo al cielo raso, en cambio en el campo es mal tiempo, pues la lluvia generalmente beneficia a la agricultura, la ganadería, la silvicultura, entre otras actividades, y en la urbe se percibe como incomodidad, malestar e incluso enfermedad respiratoria.

Este libro trata del clima de la Ciudad de México, que alberga recursos humanos y materiales excesivos a escala nacional. La importancia intrínseca del clima en cualquier parte, en esta zona me-

tropolitana se amplifica por la concentración de habitantes, instalaciones, etcétera.

El clima de la Ciudad de México es una obra de consulta cultural para todo mundo y de apoyo técnico para los profesionales de diversas disciplinas. Para los primeros contiene relatos amenos sobre la historia del clima capitalino a través de varios siglos; su evolución, causada principalmente por la mano del hombre; describe el clima actual, sus variaciones a lo largo del año y a lo ancho de la cuenca, conocida también como valle de México, que abarca una región mucho mayor que la mancha urbana. Para los profesionales que buscan elementos para su trabajo, el libro contiene gran cantidad de información, desplegada mensual y geográficamente, sobre muchas variables del clima y otras próximas a él, presentada en forma de mapas, tablas, climogramas y rosas de viento. En la evolución secular del clima de Anáhuac destacan dos rasgos: el deterioro de la calidad del aire y la disminución de la humedad por la desecación de lagos, la deforestación, etc.; esta sequedad menoscaba el confort y la salud, y hace extremoso el clima.

El autor es un destacado investigador y profesor universitario, experto internacional en climatología urbana, sobre todo de la Ciudad de México, por lo cual es el más calificado para abordar el tema. Terminó haciendo votos porque su obra incrementara la cultura científica de los pobladores, les facilite su vida y su trabajo, sea útil en la creación, mantenimiento, mejoría y preservación de la infraestructura y los servicios urbanos. Que este esfuerzo editorial contribuya a despertar conciencia, interés y vocaciones para acrecentar estos conocimientos.

René Garduño L.

Centro de Ciencias de la Atmósfera
Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad Universitaria, D. F., mayo de 2000

RESUMEN

En esta obra se describen en lenguaje llano los principales rasgos del clima de la Ciudad de México y los probables cambios observados desde la llegada de los españoles hasta el presente. Si bien las características generales del clima de la cuenca han permanecido invariables en los últimos siglos en cuanto a su “estacionalidad” (es decir, sigue observándose una estación de lluvias y otra de secas), el cambio de uso de suelo, la desecación de los lagos, la tala de bosques y la creciente urbanización, han modificado la temperatura, la humedad y quizá la lluvia en el ámbito de la ciudad. Pero sin duda y como se ilustra aquí, la componente que ha sufrido una mayor alteración y deterioro es la calidad del aire que respiramos y que está en el origen de las diversas enfermedades respiratorias y cardiovasculares que padece la población en la capital. Por su ubicación geográfica y su altitud, *el clima higrotérmico** de la ciudad es agradable, pues los extremos de frío y de calor en un ciclo diurno y a lo largo del año sólo excepcionalmente son molestos. En épocas pasadas, cuando a estas cualidades se agregaban la transparencia y la pureza del aire, la ciudad era motivo de admiración de propios y extraños. En este texto se presentan mapas que ilustran la distribución en la ciudad y en la cuenca (que comúnmente se le conoce como el valle de México) de los diversos componentes del clima,

* El significado de las palabras escritas en cursivo, puede consultarse en el Glosario anexo.

como las temperaturas y la precipitación, así como los vientos y la frecuencia de nieblas, lluvias intensas y vendavales. Los últimos capítulos se dedican al confort higrotérmico y a la calidad de la atmósfera de la ciudad. Finalmente se agregan un glosario que explica algunos términos importantes contenidos en esta obra y un apéndice de tablas climatológicas, climogramas y rosas de viento de estaciones que se utilizaron en el estudio.

INTRODUCCIÓN

El clima de un lugar es esencialmente variable en las diversas escalas de tiempo: en un día, en una estación y a través de los años, y desde luego en períodos de tiempo aun mayores. Estas variaciones están impuestas por la situación geográfica (si se trata de un valle, un punto en la costa, etc.), o por los sistemas regionales de tiempo atmosférico que llegan de puntos lejanos (como los ciclones, las masas de aire polar o “nortes”, las tormentas tropicales) y finalmente por la acción del hombre, como es el caso de la alteración del clima de las ciudades por la urbanización o el calentamiento de la atmósfera debido al llamado *efecto invernadero*. Aquí se intenta hacer una descripción somera de los rasgos del clima de la cuenca de México, en particular de la Ciudad de México y su conurbación, primero a partir de breves referencias climatológicas en documentos históricos de los siglos XVI al XIX y después, luego de la instalación del Observatorio Meteorológico Nacional y de otras estaciones climatológicas en la cuenca, un examen de algunas variables meteorológicas y sus fluctuaciones.

I. EL CLIMA DE LA CUENCA DE MÉXICO DURANTE EL PERÍODO AZTECA Y PRINCIPIOS DE LA COLONIA

Una forma de averiguar los rasgos generales del clima de una región en el pasado, cuando todavía no se habían inventado los instrumentos para medirlo (termómetros para medir la temperatura del aire, pluviómetros para evaluar la cantidad de lluvia que cae, etc.), es recurriendo a datos históricos que describan el impacto en la población y las consecuencias de eventos extremos del clima, tales como sequías, inundaciones, malas cosechas y escasez de alimentos.

Al aplicar esta metodología y buscar en los documentos relativos a la fundación de la ciudad de Tenochtitlan y al posterior desarrollo del imperio azteca, encontramos que podemos inferir algunas características del clima de la cuenca en dicho período.

A principios del siglo XIV, cuando las tribus mexicas ocupaban las islas de Tenochtitlan y Tlatelolco, toda la cuenca y su vasta zona lacustre debió gozar de un clima óptimo sin extremos climáticos para el establecimiento de asentamientos humanos, como lo atestigua la decisión de los migrantes nahuas de establecerse aun en lugares inhóspitos, “poblando entre los cañaverales que había muchos porque todo lo demás estaba ya ocupado y las tierras tomadas y poseídas todas por los que vinieron primero”, según relato de Bernardino de Sahagún (véase la versión publicada en 1977) en su *His-*

toria general de las cosas de la Nueva España. De modo que para los nahuas no había duda que el hermoso valle debía ser su lugar de residencia.

Lo anterior señala el atractivo que debió haber tenido el lugar, tanto por la fertilidad de los suelos y los recursos acuáticos, como por la bondad de un clima modulado por las extensas áreas lacustres. Así, tanto los lagos como los abundantes bosques ayudaron para que al evaporar la humedad, las temperaturas al mediodía no fueran tan elevadas, ni los fríos llegaran a ser tan intensos, como corresponde a un lugar continental alejado de los mares.

Un siglo después de su arribo al valle, al declinar el señorío hegemónico de Azcapotzalco, se inició el desarrollo de las dos ciudades nahuas. Aun cuando la evolución del imperio fue gradual, la presión de la población creciente de la cuenca, estimada a finales del siglo xv en 1.5 millones de habitantes distribuidos en más de 100 poblados (Escrura y Mazari, 1996), dio inicio al deterioro de los bosques, cuya madera sirvió para la construcción de casas, templos y embarcaciones, la cocción de alimentos, la calefacción en el invierno, etcétera.

La tala de la vegetación arbórea abrió, a su vez, nuevos espacios para labrar la tierra, dando así inicio a la gradual alteración del clima de la cuenca. Al analizar las variaciones del nivel de las aguas de los antiguos lagos de la cuenca de México a lo largo de los siglos (aplicando métodos de *paleolimnología*), la geógrafa de la Universidad de Oxford, Sara Metcalfe (1987), ha concluido que el período del imperio azteca (1325-1521) fue probablemente más húmedo que en la actualidad. Esto refuerza lo dicho anteriormente, de que el clima de la cuenca era entonces localmente no riguroso (es decir, sin extremos marcados de temperatura).

Si bien estas casi ideales condiciones climáticas locales (tanto para el bienestar ambiental de los habitantes como para las actividades productivas) prevalecían durante largos períodos, también ocurrieron situaciones anómalas del clima originadas por fenómenos principalmente de escala regional y global. Tal es el caso del enfriamiento de la atmósfera del planeta en diversos períodos del pasado.

Según el historiador del clima Le Roi Ladurie (1990), el clima registró un enfriamiento general en los siglos XIV y XV. Utilizando la cronología glacial (es decir, midiendo los movimientos de los glaciares de Europa, Islandia y Groenlandia), el historiador escandinavo Gustav Utterstrom (1955) menciona que el avance de los glaciares comenzó después de 1200, continuó en Islandia durante los siglos XIV y XV y aun en el siglo XVI, llegando a su máximo en los siglos XVII y XVIII. Fue precisamente en el siglo XIV, durante el arribo de las tribus nahuas a la cuenca de México, cuando simultáneamente las colonias nórdicas de Groenlandia fueron abandonadas por los vikingos, a causa del frío extremo que impidió las cosechas. Quizá fue el clima riguroso del norte de donde procedían, el que obligó a los nahuas a emigrar al valle que luego nombrarían de Anáhuac.

Si bien el tiempo en que se desarrolló y floreció la cultura azteca correspondió a un período frío (que en la literatura científica se denomina como la Pequeña Edad Glacial), esto no significa que todos los años de esos siglos hayan sido extremadamente fríos en el hemisferio norte, ya que como es sabido, el clima, que es esencialmente variable, manifiesta oscilaciones considerables de un año al otro o de una década a la siguiente.

Una de estas variaciones extremas del clima de aquel período frío se observó en la cuenca de México alrededor del inicio del segundo siglo en la historia de los mexicas. En el códice Telleriano-Remensis está consignado el evento de una serie de nevadas y heladas que sorprendieron y asolaron a la población del valle durante el invierno de 1453-1454.

Esta anomalía del clima quedó consignada en la historia, tanto por el frío extremo que originó una epidemia de enfermedades respiratorias, como por las sequías extremas que se presentaron en los años de 1454, 1455 y 1456, a tal grado que se perdieron cosechas y se agotaron las reservas de alimentos. De la hambruna resultante murieron miles (Kingsborough, 1830-1848). El historiador Fernando de Alba Ixtlixóchitl afirma, en su *Historia chichimeca*, que dicho nefasto evento climático desató una epidemia de enfermedades respiratorias, que atribuyó al intenso frío que se abatió sobre el valle de México (*ibidem*).

Otro acontecimiento semejante, aunque de menor relevancia, se presentó en los años de 1504 y 1506 cuando ocurrieron en la cuenca sequías que ocasionaron escasez de alimentos y hambrunas, y que pudieron ser consecuencia de inviernos largos y fríos, aunque en esta ocasión los cronistas de principios de la colonia no mencionan la ocurrencia de nevadas (Cook, 1946).

Una mayor frecuencia de invasiones de masas de aire frío a la cuenca (y en general a todo el país), como parece que ocurrió entonces, favorecería la presencia de aguas oceánicas del Pacífico más frías. Esta condición, que se conoce ahora como el fenómeno de “La Niña”, promueve la abundancia de lluvias en el centro de México, lo que confirmaría que el imperio azteca floreció en un clima generalmente más húmedo y más fresco que el presente.

II. OBSERVACIONES DEL CLIMA EN EL PERÍODO COLONIAL

En 1575 el protomédico del rey Felipe II, Francisco Hernández, describe el clima de la cuenca de la siguiente manera: “es templado y algo húmedo por las lagunas; en mayo empiezan las lluvias y terminan en septiembre” (Somolinos, 1971). Es decir, que el *régimen pluviométrico* entonces, como ahora, es básicamente el mismo, lo cual no es sorprendente, ya que está regido por las grandes corrientes atmosféricas que invaden alternadamente el centro de México: los *alisios* húmedos (de mayo a octubre) y los vientos secos y frescos del oeste provenientes de Norteamérica durante el resto del año.

Otra observación interesante de Hernández es el efecto que la altitud de la cuenca y la correspondiente nitidez y ligereza del aire tienen sobre la fisiología humana: en una típica mañana soleada de la estación seca en aquel límpido cielo del valle en el siglo xvi, los rayos del sol quemaban por la ausencia de impurezas en el aire que atenuaran la radiación, mientras que en la sombra, el aire era frío por la considerable altura de la ciudad, y así dice Hernández: “aquí te hielas (en la sombra) y allá te quemas (en el rayo del sol)”, se supone que en los meses fríos (*ibidem*).

Dos siglos después, a finales del siglo xviii, Joaquín Velázquez de León (1775) y Antonio Alzate (Moreno, 1977) realizan las primeras observaciones instrumentales (de temperatura y lluvia). Acerca del clima, Velázquez de León dice: “el aire del valle es húmedo y su electricidad baja (por las lagunas) y es benéfico y saludable” (More-

mido para luego pasar por las lagunas” (*ibidem*). Esta condición se observa en la actualidad y suponemos que se origina por las montañas de la serranía de Guadalupe que hacen estrecho el paso de la corriente de aire que, viniendo de norte a sur, sopla ahí produciéndose una aceleración considerable del viento por el efecto llamado de *Venturi*.

Velázquez de León observa también que “los vientos del sur, cuando soplan ahuyentan las lluvias en primavera y son de mala naturaleza pues traen las fiebres” (*ibidem*). Esta situación persiste en la actualidad y caracteriza el clima de la cuenca en los meses de transición (marzo-abril), cuando se advierte ya la presencia de aire del *alisio* (del este) en los niveles bajos de la atmósfera (los primeros 2 kilómetros), mientras que arriba predominan los vientos secos del oeste desalentando el crecimiento de las nubes de lluvia. Estos vientos levantan (entonces y ahora) los polvos del suelo seco dando lugar a las tolvaneras que propician la propagación de enfermedades respiratorias y gastrointestinales (Jáuregui y Luyando, 1998).

Otros rasgos del clima descritos por dicho autor se refieren a que los vientos violentos (de un huracán) no se presentan jamás en la cuenca de México, refiriéndose al hecho de que los ciclones se atenúan considerablemente al penetrar al interior montañoso del país. Asimismo, señala que “los truenos son más frecuentes en mayo, cuando comienza el tiempo de lluvias” (Moreno, *op. cit.*); atestigua así, dos siglos después que Hernández, la constancia del régimen pluviométrico en la cuenca. Finalmente, da una idea de los extremos de temperatura que observó en la Ciudad de México en aquellos años: en enero de 1770 dice, “la temperatura bajó a -3°C , lo que aquí es raro y muchos hombres de edad aseguran no haber experimentado tales temperaturas”, mientras que la temperatura más alta que observó llega a los 22°Reaumur , es decir, 27.5°C . Vemos así que, dada la pequeña extensión que tenía la ciudad, las temperaturas mínimas al amanecer eran más bajas que las que en la actualidad se observan en el Centro Histórico. Las temperaturas máximas en la ciudad son ahora, en cambio, más elevadas que entonces, como se verá más adelante.

Velázquez de León menciona también que, en aquellos años, “la laguna de México no tiene otra manera de evacuarse que la lenta pero segura evaporación”. Si suponemos de manera conservadora que se evapora 1 m de *tirante* de agua en el año (las mediciones contemporáneas son del orden de 2 m) se obtendría un volumen de unos 2 200 millones de m³ de agua. Este volumen líquido, convertido en vapor de agua, tuvo que influir en hacer más benigno y húmedo el aire de la cuenca, particularmente en la estación de secas en general, como lo confirman las observaciones de los autores citados. Las obras de desecación de las lagunas iniciadas desde mediados del siglo XVII, transformaron drásticamente el bello paisaje lacustre de la planicie en un verdadero páramo; así lo describe el viajero inglés William Bullock en 1825 cuando anota: “avanzamos varias millas por la antigua calzada que conduce a Veracruz pasando por lo que en otros tiempos fue el Lago de Texcoco y que no es hoy más que un pedazo de tierra seca. En estos tiempos (Pentecostés) ese conjunto forma un gran desierto árido tan caluroso que si se tratara de un país menos alto, las consecuencias serían desastrosas” (Glantz, 1964).

III. PERÍODO INSTRUMENTAL DE OBSERVACIONES CLIMÁTICAS

Las primeras observaciones pluviométricas que abarcan un año o más se inician en la Ciudad de México desde 1824, después continúan en la Hacienda Buenavista en Xochimilco, abarcando con interrupciones los primeros tres cuartos del siglo XIX. La gráfica de la Figura 2 muestra las variaciones de la precipitación en varios puntos de la cuenca durante los siglos XIX y XX (Figura 2). En general, la lluvia anual osciló en el siglo pasado en rangos que son similares, aunque algo menores que los observados en el presente siglo. Sin embargo, se aprecia en el período de 21 años de existencia de la Hacienda Buenavista que la variabilidad de la lluvia fue considerable, mostrando una correspondencia con el período corto de ocho años registrado en la Escuela Preparatoria que se ubica en el centro de la capital (en la calle de San Ildefonso). Es curioso observar que en la hacienda llovía menos que en la Preparatoria. Aunque desconocemos el sitio exacto de la hacienda, ésta debió situarse viento abajo del Cerro de la Estrella, lo que pudo reducir ahí la cantidad de lluvia en relación con otros puntos del sur de la cuenca, donde la precipitación es más abundante que hacia la ciudad.

En los primeros años del régimen de Porfirio Díaz se estableció la primera red de estaciones climatológicas en el país. El Observatorio Meteorológico Central se instaló en el Palacio Nacional en marzo de 1877. A partir de esa fecha se comenzó a conocer, con datos instrumentales, el régimen de temperatura, lluvias, vientos y de otros

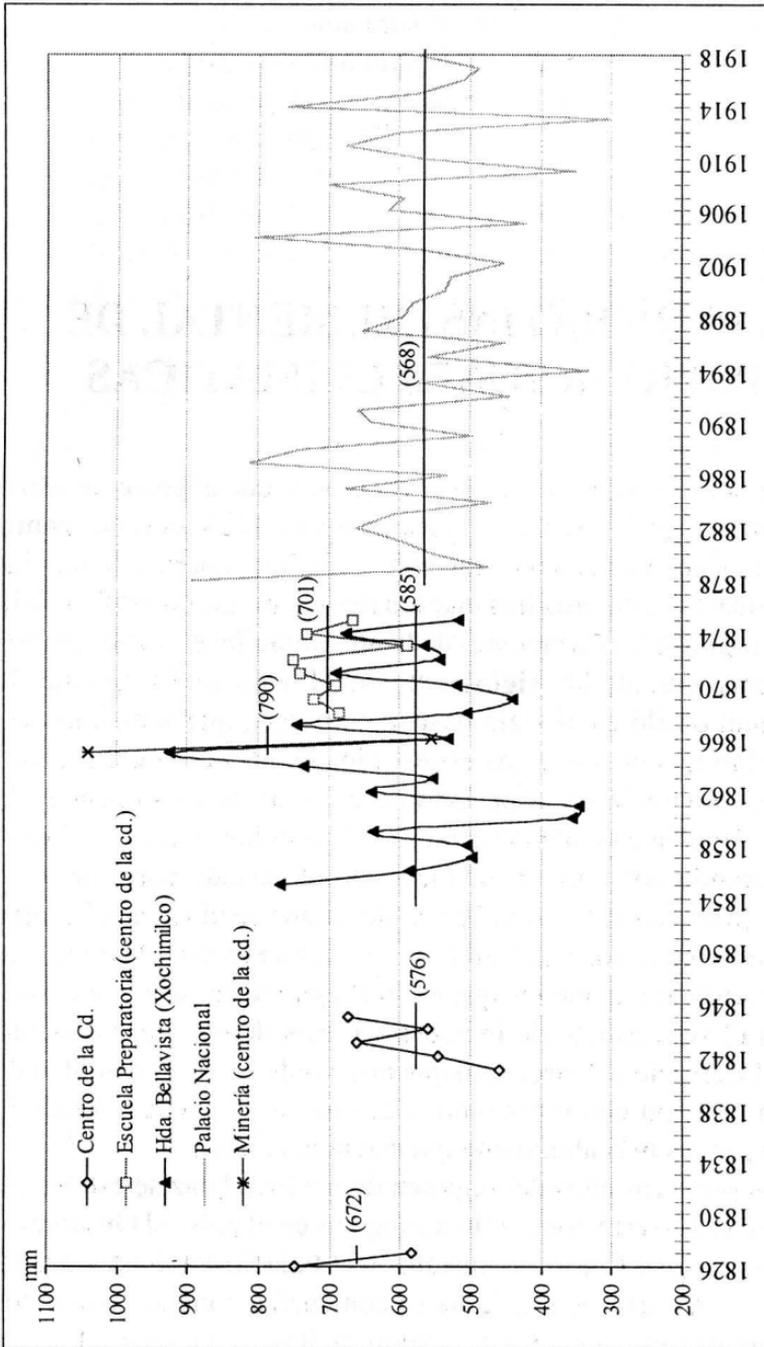


Figura 2. Evolución de la precipitación anual en varios sitios de la cuenca de México en el siglo XIX.

parámetros que determinan el clima de un lugar, por lo que ya al finalizar el siglo XIX, aparecieron las primeras publicaciones del Servicio Meteorológico Nacional relativas al clima de diversos lugares del país, y en especial aquellas orientadas al clima de la Ciudad de México.

Entre estos estudios destaca el relativo a las tormentas invernales que se abatieron en la Ciudad de México en las últimas décadas del siglo XIX.

El período 1878-1895 se caracterizó por inviernos fríos y sólo en un año, 1880, no se presentaron las tormentas invernales, según se desprende del estudio realizado por el climatólogo Puga (1895), quien señala que además de las bajas temperaturas, las borrascas de viento (que sucedieron entre diciembre y marzo) estuvieron acompañadas de cielos nublados, lluvias y, en ocasiones, de nevadas. Las precipitaciones de verano que ocurrieron en estos años de finales del siglo XIX en la cuenca fueron, en general, deficitarias (es decir, por debajo del valor promedio), según se aprecia en la Figura 2.

En esta época de observaciones instrumentales sistemáticas de fines del siglo XIX, Mariano Bárcena (1893) publica un estudio estadístico sobre el clima de la Ciudad de México utilizando las observaciones del Observatorio Meteorológico Central ubicado en el Palacio Nacional. Este autor describe el clima de la cuenca como “templado y agradable sin que los extremos del frío y del calor lleguen a límites molestos”. En aquellos años la extensión de los cuerpos de agua de la cuenca, aun cuando se habría reducido considerablemente, era mayor que en la actualidad. Esta discrepancia en los niveles de humedad atmosférica de un siglo a la fecha, se puede estimar utilizando los datos de Bárcena y los contemporáneos del Observatorio de Tacubaya. En la Figura 3 se advierte cómo el déficit medio de saturación del vapor de agua del período 1877-1892, comparado con el de la mitad del siglo XX (1941-1970), ha aumentado, sobre todo en los meses secos de enero, febrero y marzo. En los meses de lluvia, el *déficit de saturación* de vapor de agua (es decir, lo que le falta al aire para llegar a la saturación) es sensiblemente igual (o aun mayor ahora) que hace 100 años. En resumen, se puede

decir que la reducción de las áreas lacustres de la cuenca se ha reflejado en un abatimiento de la humedad ambiente, particularmente en los meses de secas. El impacto de la reducción de las “lagunas” sobre el clima de la cuenca fue estudiado por los climatólogos del Servicio Meteorológico para el período 1880-1919 (Anónimo, 1924). En este lapso, las superficies lacustres de la planicie de la cuenca se redujeron de 30 000 a 15 000 ha, respectivamente, habiéndose registrado (en el Centro Histórico donde se ubicaba el Observatorio) un ligero descenso en las temperaturas mínimas (por la menor humedad), aunque la precipitación anual se mantuvo sin cambio significativo (alrededor de unos 600 mm/año), según se aprecia en la Tabla 1.

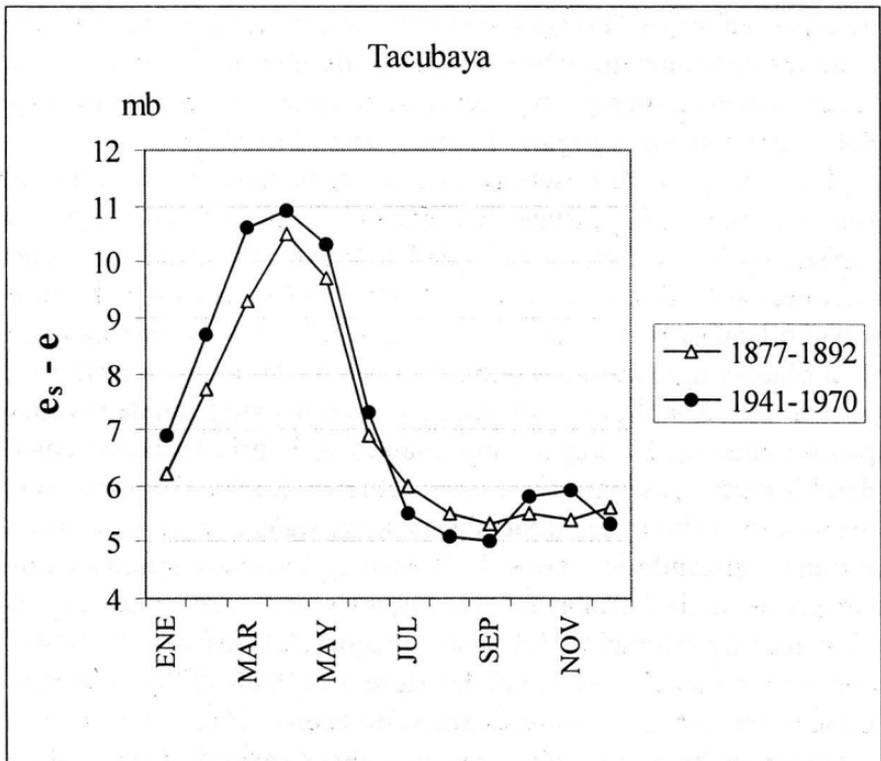


Figura 3. Variación secular del déficit de saturación del vapor de agua de los siglos XIX al XX.

**Tabla 1. Variaciones en la extensión del área lacustre en la cuenca de México.
Período 1770-1913.**

	1770	1878	1885	1888	1896	1898	1902	1905	1912	1913	1929	1988	1993
Área (miles de ha)	124	34.4	9.3	33.2	2.5	18.5	4.0	20.9	0.8	18.1	12.9	1.2	1.2
Precipitación (mm/año)	—	894	676	760	452	594	527	419	676	607	640	535	169
Evaporación (mm/año)	—	2620	2169	2271	2202	2859	2875	2547	2926	—	1371	2242	1686

Fuente: Adaptado de Anónimo, 1924.

Los autores mencionados concluyen que la reducción de las áreas lacustres en el período señalado (1880-1919) no repercutió en un cambio drástico del clima de la cuenca, estimado por los datos de temperatura-humedad (*relativa*) y precipitación observados en el Palacio Nacional, y distante unos 10 kilómetros de las riberas del lago. Quizá, de haber contado entonces con datos climatológicos de un sitio cercano a la ribera del lago, se habría detectado un efecto más significativo en el régimen higrotérmico. En el período 1929 a 1950 se redujo todavía más el área lacustre de unas 12 900 ha (medidas en un mapa del Distrito Federal de fines de los años veinte) a alrededor de unas 1 200 ha. Los datos recientes señalan una tendencia decreciente de la lluvia sin cambio aparente en la evaporación, con respecto a las condiciones climáticas que prevalecían a fines del siglo XIX y principios del presente siglo, según se aprecia en la Tabla 1. Un impacto claro y palpable en el clima de la planicie de la cuenca fue la erosión de las extensas llanuras de suelos desnudos de vegetación, que quedaron expuestas a la acción del viento por la desecación gradual de los lagos, lo que dio lugar a las tormentas de polvo durante los meses secos. Ya en el último tercio del SIGLO XIX, el ingeniero Francisco de Garay señalaba que dichas tempestades de polvo “pueden ser comparadas con las de los desiertos de África” (citado en Anónimo, 1924). Este es un ejemplo de un efecto adverso causado por el hombre sobre el clima de una parte de la cuenca. Afortunadamente, las acciones de repastización, creación de cuerpos de agua (de unas 1 300 ha de extensión), protección de laderas contra la erosión hidráulica, etc. que se han tomado para proteger los suelos de lo que fueron los antiguos lagos (el llamado Plan Texcoco) han restituido, al menos en parte, la ecología del lugar, y las tolvaneras intensas han disminuido considerablemente su frecuencia. La influencia positiva de estas acciones es ya evidente (Jáuregui, 1990-1991).

Es sabido que los cambios en la circulación general de la atmósfera a escala planetaria inducen modificaciones en el clima a escala regional. Además del ya mencionado en el capítulo, otros cambios climáticos han ocurrido posteriormente a la Pequeña Edad Glacial,

como el de finales del siglo XIX, que produjo mayor frecuencia de tormentas invernales y sequías en el centro de México, además de otro más reciente en la década de los años sesenta (Jáuregui, 1997). Dichos cambios climáticos a escala global repercuten con frecuencia en el México central, en forma de ciclos de lluvias escasas o sequías (y ondas de calor), e inviernos más severos y prolongados. Aunque los cambios climáticos a escala global tienen diversos períodos de duración en el transcurso de su presencia, en la escala regional se puede presentar una mayor variabilidad, tanto de las lluvias como de la temperatura. Así, si bien en la década de los años sesenta aparecieron algunas señales de un cambio de clima, tales como las sequías que se presentaron en el centro del país, una nevada en la cuenca de México, y el avance del glaciar del Ventorrillo en el volcán Popocatepetl (Delgado, 1993), dichas señales no persistieron todo el tiempo en que tuvo lugar el cambio en la circulación general observada en el hemisferio norte (Lamb, 1967; Jáuregui, 1997).

IV. BREVE DESCRIPCIÓN DEL CLIMA PRESENTE DE LA CUENCA DE MÉXICO

El clima de la cuenca de México es tropical (por su régimen de lluvias) atemperado por la altitud a la que se ubica en el centro del país. De acuerdo con una clasificación climática universal (Köppen) es templado en su porción centro y sur, y seco de tipo estepa en la parte norte y oriente, donde las lluvias son deficitarias (Figura 4). Otra zona semiárida (BS en la clasificación de Köppen) de la cuenca se encuentra enclavada en la porción centro-oriente de la ciudad (Figura 4) donde la lluvia anual varía entre 400 y 550 mm (Figura 5), mientras que la temperatura anual oscila entre 15 y 17° C. Esta relativa aridez se explica por la *subsistencia* del aire en el centro de la cuenca durante el día, originada por el desplazamiento del aire superficial en dirección cuesta arriba de las montañas (vientos de valle). Así, durante la estación lluviosa, las nubes convectivas que se forman en el centro de la cuenca se ven parcialmente frenadas en su desarrollo vertical y, por tanto, un menor número de esas nubes se llega a precipitar ahí. En los años de lluvias escasas en la cuenca se acentúa la sequedad o aridez de esta parte enclavada en la ciudad, generándose entonces una mayor incidencia de las tolvaneras (Jáuregui, 1971, 1989). Las lluvias son abundantes en el piemonte por el levantamiento orográfico, aumentando a un máximo en el parteaguas de las montañas al oeste, sur y sureste, donde caen entre

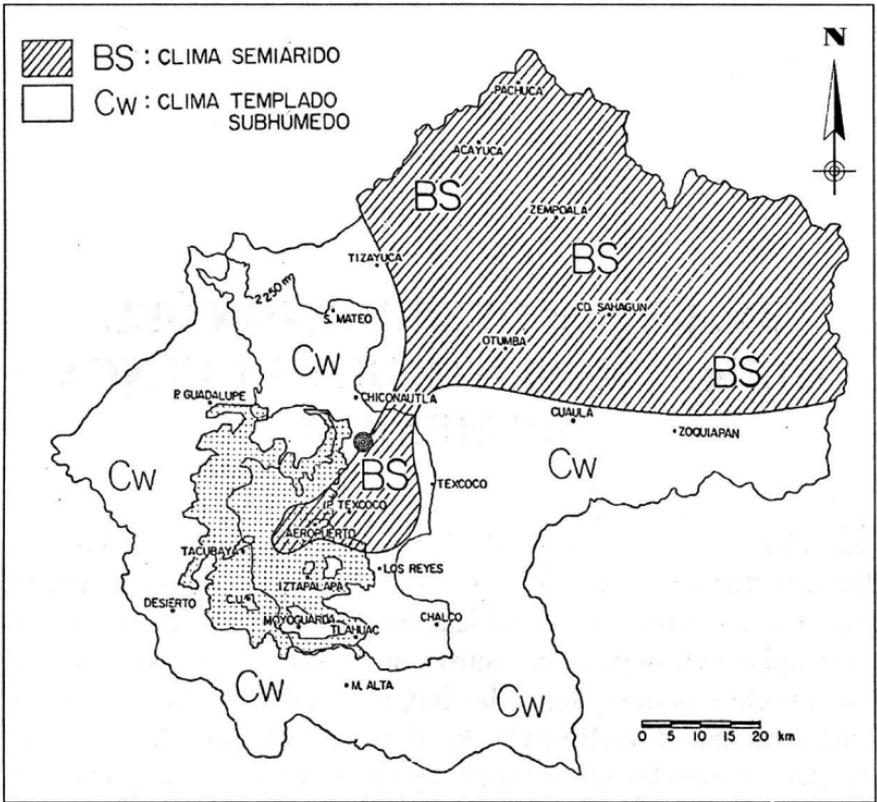


Figura 4. Los climas de la cuenca de México.

Fuente de los datos: Servicio Meteorológico Nacional.

700 y 1 200 mm de lluvia al año en promedio. En el centro de la cuenca y hacia el noreste, las precipitaciones son deficitarias y más variables (Figura 5).

El proceso acelerado de urbanización que se ha observado en la ciudad capital ha inducido un aumento en la frecuencia de aguaceros intensos. Esto se aprecia en la Figura 6a, que muestra que la precipitación mayo-octubre en Tacubaya (estación urbana ubicada al oeste de la ciudad) acusa un incremento significativo en el período 1941-1995, mientras que la tendencia de la lluvia correspondiente a un sitio en los suburbios del oriente (San Juan de Aragón), relativamente fuera de la influencia del área urbana, se ha mantenido es-

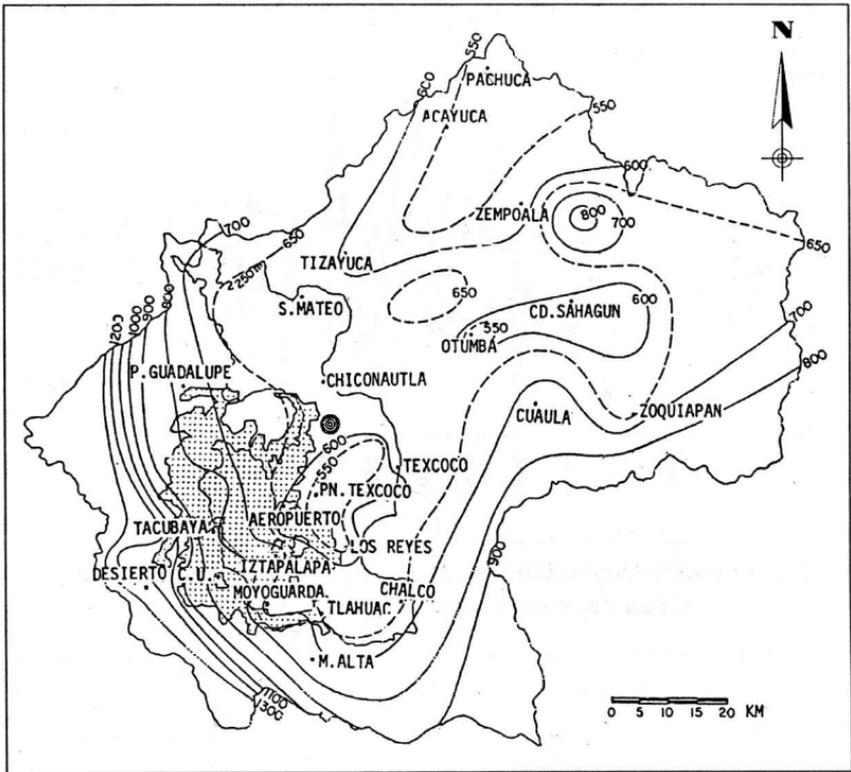


Figura 5. Precipitación media anual.

Fuente de los datos: Servicio Meteorológico Nacional.

tacionaria para el mismo período. Por otra parte, es evidente que la ciudad ha inducido una mayor frecuencia de aguaceros intensos (mayores de 20 mm/h), como se aprecia en la Figura 6b, pues mientras estos fenómenos ocurrían a razón de cuatro eventos en la década de los años cuarenta, en los años ochenta se quintuplicaron.

Los datos climatológicos

En los mapas de la cuenca que a continuación se presentan, se han utilizado los datos de las diversas variables (por ejemplo temperatu-

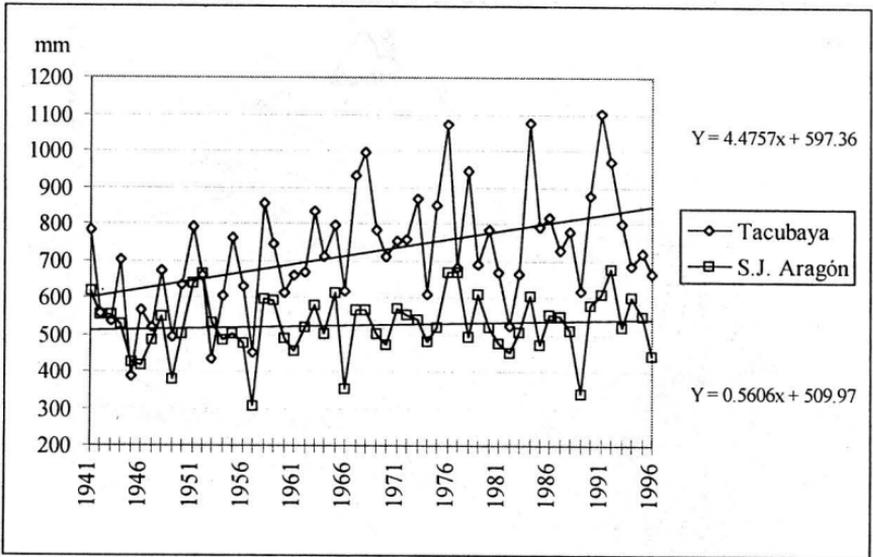


Figura 6a. Precipitación mensual (mayo-octubre) en Tacubaya y San Juan de Aragón. Período 1941-1996.

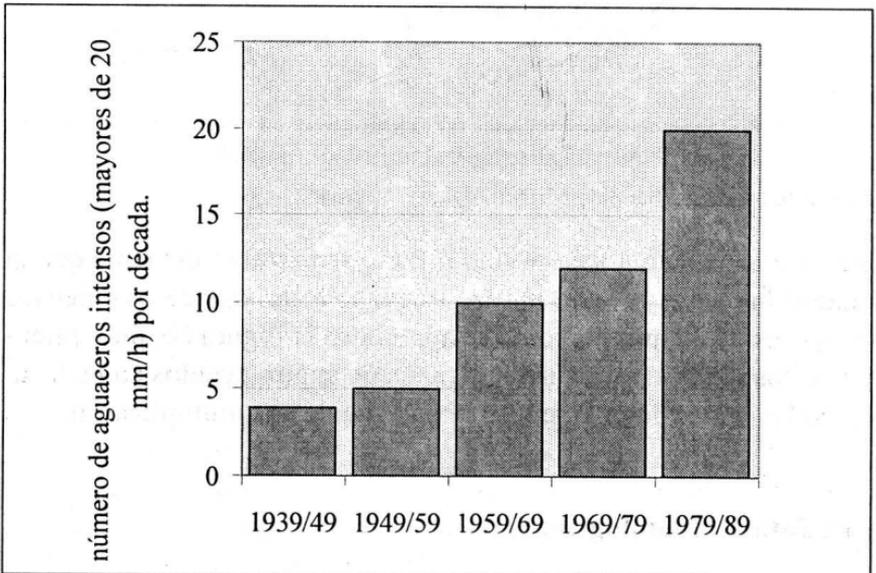


Figura 6b. Frecuencia de aguaceros intensos (mayores de 20 mm/h) de julio a septiembre. Período 1939-1989.

ra, lluvia, etc.) correspondientes a los valores normales de 30 años del período de 1951-1980, preparados por el Servicio Meteorológico Nacional, y que no han sido publicados. Al comenzar la década de los años ochenta, y debido a la crisis económica en el país, se ha ido reduciendo el número de estaciones climatológicas de la cuenca, además de que en aquellas que subsisten la información es fragmentada. Aun así, se ha intentado en lo posible actualizar estos mapas climáticos, considerando aquellas pocas estaciones que contaron con información climática reciente y continua.

El clima termal

La temperatura media anual

El régimen térmico se encuentra, en general, dentro de los límites ideales de comodidad ambiental, definido por unos 15 o 16° C de temperatura media anual en la planicie de la cuenca y el piemonte, y de fresco a frío (12 a 14° C) en las montañas cerca del parteaguas (Figura 7). Las temperaturas son, en general, más frescas (1 o 2° C) en la porción sur que hacia el centro de la cuenca.

Las temperaturas mínimas

Mientras que las temperaturas mínimas en el mes más frío (enero) bajan en promedio a cerca de cero grados (fuera de los centros urbanos), sobre todo en las llanuras semiáridas del norte (Figura 8), en la Ciudad de México, sin embargo, éstas son considerablemente más elevadas, debido a la urbanización. A este fenómeno, que consiste en la presencia de aire más tibio posado sobre las ciudades, se le denomina *isla de calor* (Jáuregui, 1995) y se ilustra en la Figura 9. Se aprecia que en las mañanas frías de enero se observan, en la planicie de la cuenca, temperaturas 8° C más bajas que en el centro de la ciudad.

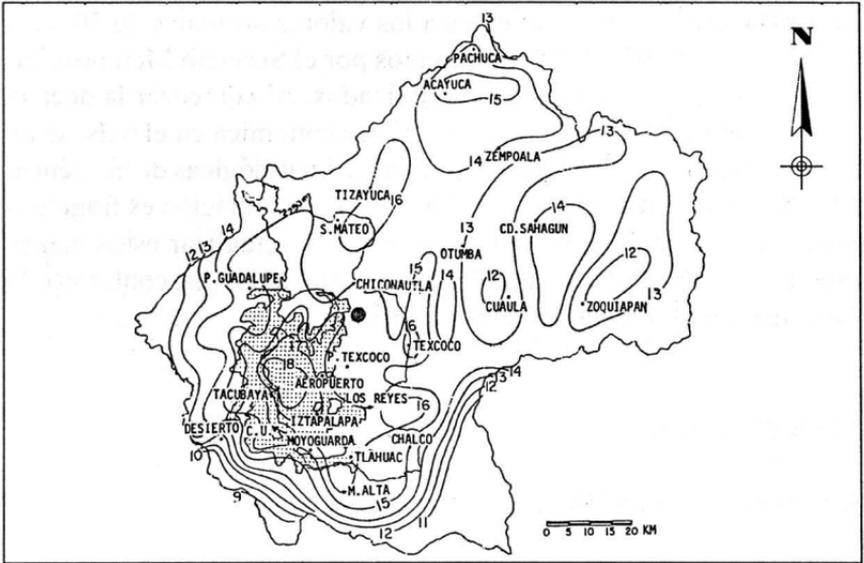


Figura 7. Temperatura media anual (° C).

Fuente de los datos: Servicio Meteorológico Nacional.

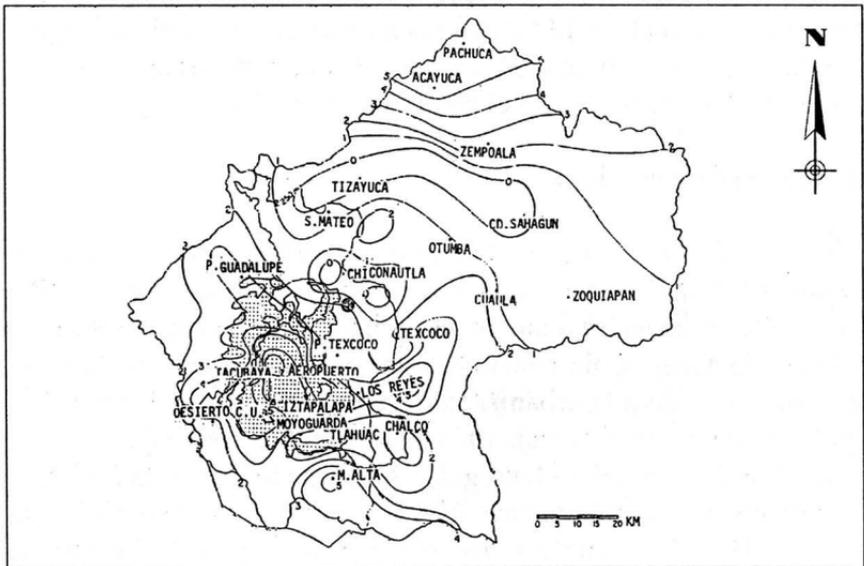


Figura 8. Temperatura media mínima mensual (enero).

Fuente de los datos: Servicio Meteorológico Nacional.

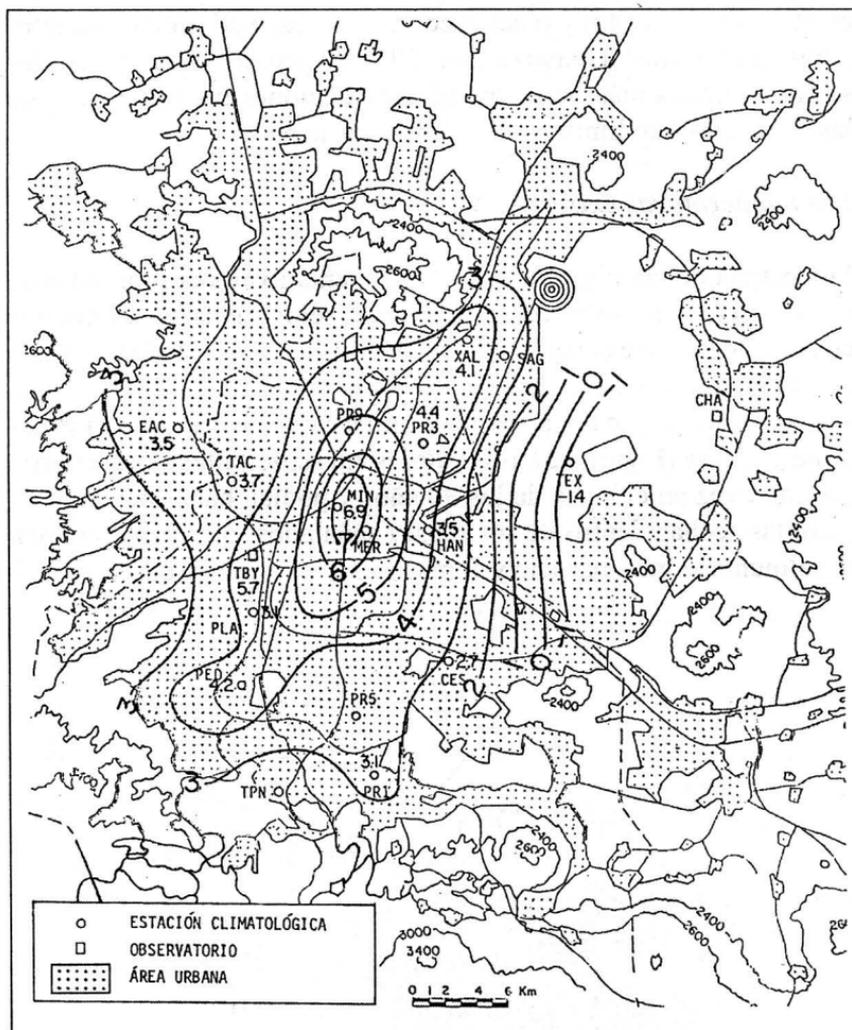


Figura 9. La isla de calor en la Ciudad de México el 13 de enero de 1997 a las 6 horas ($^{\circ}$ C).

Las temperaturas máximas

En cuanto a las temperaturas máximas (Figura 10), los sitios más calurosos se ubican tanto en la ciudad como en el centro y norte de la

cuenca, donde la alta insolación con cielos despejados eleva las temperaturas (en abril o mayo) a unos 29° C en promedio, encontrándose las máximas más bajas en las inmediaciones del parteaguas de las montañas que limitan a la cuenca por la parte sur.

Las temperaturas extremas

Los mapas de las Figuras 8 y 10 representan valores promedio de las temperaturas mínimas y máximas registradas en la cuenca de México durante el período 1950-1980. Para dar una idea de hasta dónde llegaron los extremos de la temperatura en 30 años, se presentan los mapas de temperatura mínima extrema (Figura 11) y máxima extrema (Figura 12). Los valores ahí representados ocurrieron sólo una vez en el lapso de los 30 años y podían haber ocurrido en distintas fechas dentro de los meses señalados, que corresponden usualmente al mes más frío y al más caluroso del año (enero y abril,

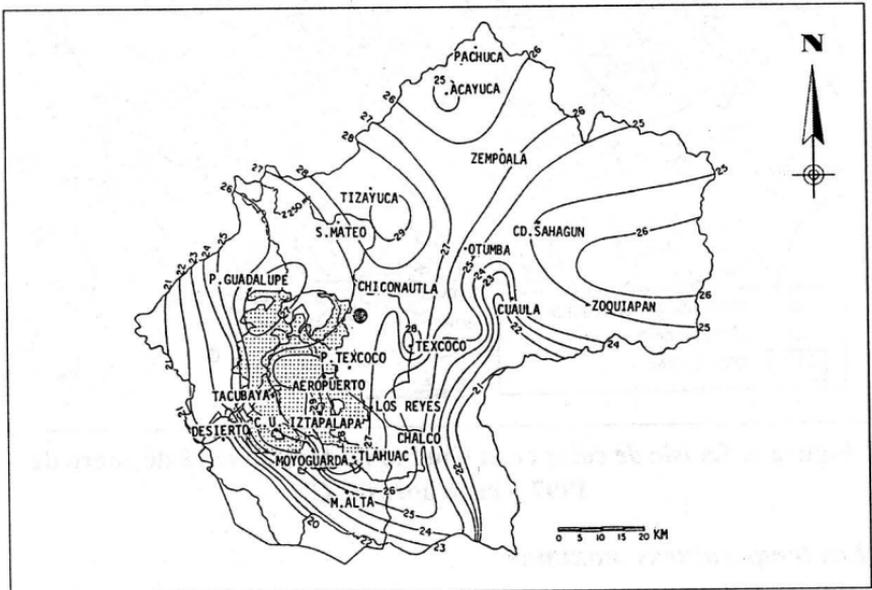


Figura 10. Temperatura media máxima mensual (abril).

Fuente de los datos: Servicio Meteorológico Nacional.

geométrico de la ciudad, donde se ubica la llamada *isla de calor*; un segundo máximo aparece al oriente del centro, en ciudad Nezahualcóyotl. Nuevamente conviene señalar que estas temperaturas ocurrieron una vez en un período de 30 años. ¿Con qué frecuencia se observan las *ondas de calor* en la capital? Para nuestro caso, definiremos *onda de calor* como un evento en el cual se presenta una secuencia de dos días o más en que la temperatura ascendió arriba de 30°C en el observatorio de Tacubaya. Esta definición parecerá, seguramente, muy por debajo del umbral de agobio por calor para los habitantes de ciudades norteñas, donde es usual que en el verano suba el termómetro más allá de los 40°C . Sin embargo, para el habitante del altiplano central, la incomodidad por calor comienza a sentirse a partir de los 30°C , y es cuando en la prensa y los medios se habla de una *onda de calor*. Por otra parte, las temperaturas máximas extremas en la cuenca de México sólo llegan excepcionalmente a los $36\text{--}38^{\circ}\text{C}$ (Figura 12), y es a este rango de calor al

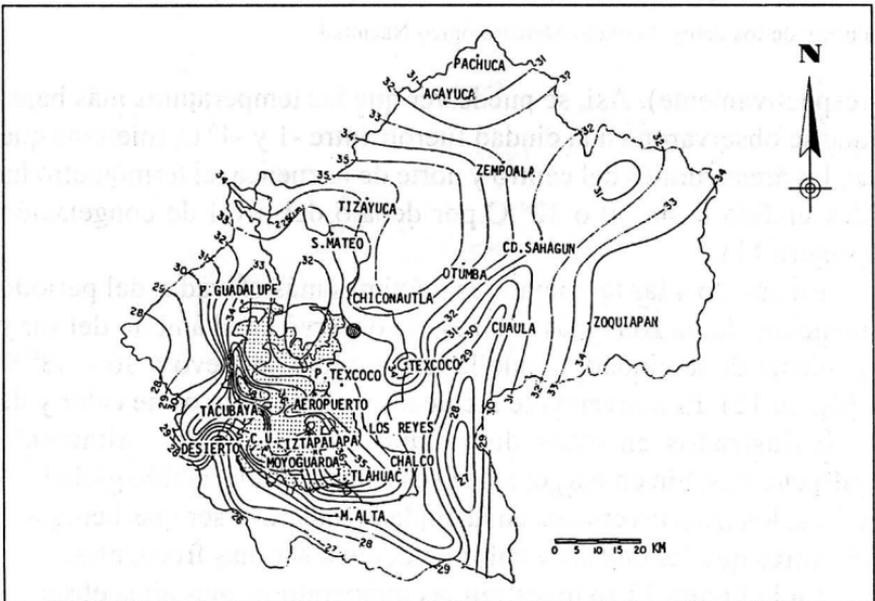


Figura 12. Temperatura máxima extrema (abril).

Fuente de los datos: Servicio Meteorológico Nacional.

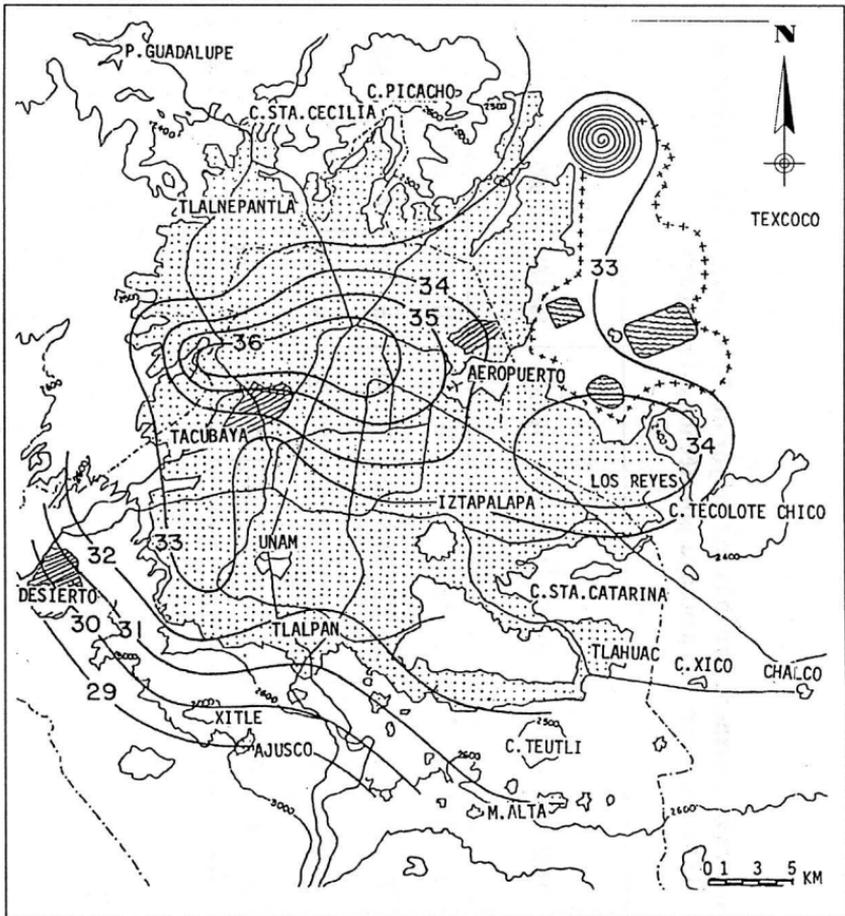


Figura 13. Temperaturas máximas extremas observadas en la Ciudad de México (° C). Período 1951-1980.

que está aclimatada la población de la cuenca de México. Para dar una idea de la evolución que han tenido las *ondas de calor* en el Distrito Federal se presenta la Tabla 2, donde se registra su número a lo largo del siglo xx. No se advierte una tendencia hacia un mayor número de estas ondas, que en promedio suman seis por década; sin embargo, es posible advertir un ligero aumento en su duración a partir de los años veinte.

Tabla 2. Frecuencia de las ondas de calor (temperatura máxima mayor de 30 °C durante dos o más días consecutivos) en el Observatorio de Tacubaya por décadas. 1900-1998.

	1900-09	1900-19	1920-29	1930-39	1940-49	1950-59	1960-69	1970-79	1980-89	1990-98	Promedio ondas de calor mes/década
Mes	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	1) 2)	
Abril	1 4	3 6	6 25	7 22	6 15	6 18	4 12	7 40	5 23	4 18	5.0
Mayo	1 7	3 10	9 32	9 33	3 14	4 11	8 26	7 24	6 22	4 18	5.4
Junio	1 2	0 0	0 0	2 4	0 0	0 0	2 4	0 0	3 10	1 3	1

1) Número de ondas de calor/década.

2) Número de días onda de calor/década.

Frecuencia de heladas

Cuando el termómetro colocado en la caseta meteorológica marca cero grados centígrados, el observador anota que hubo una helada, no obstante que, en ocasiones, el pasto que rodea la estación puede presentar cristales de hielo, aun cuando el termómetro marque un par de grados por encima del cero. Este parámetro es de gran relevancia en la planeación agrícola, afectando también una serie de actividades dentro de la ciudad (e.g. la industria de la construcción, el transporte, etc.).

En el mapa de la Figura 14 se aprecia que la mayor frecuencia de heladas se localiza en las planicies semiáridas del norte oriente y partes bajas de la cuenca, donde el clima propicia el enfriamiento

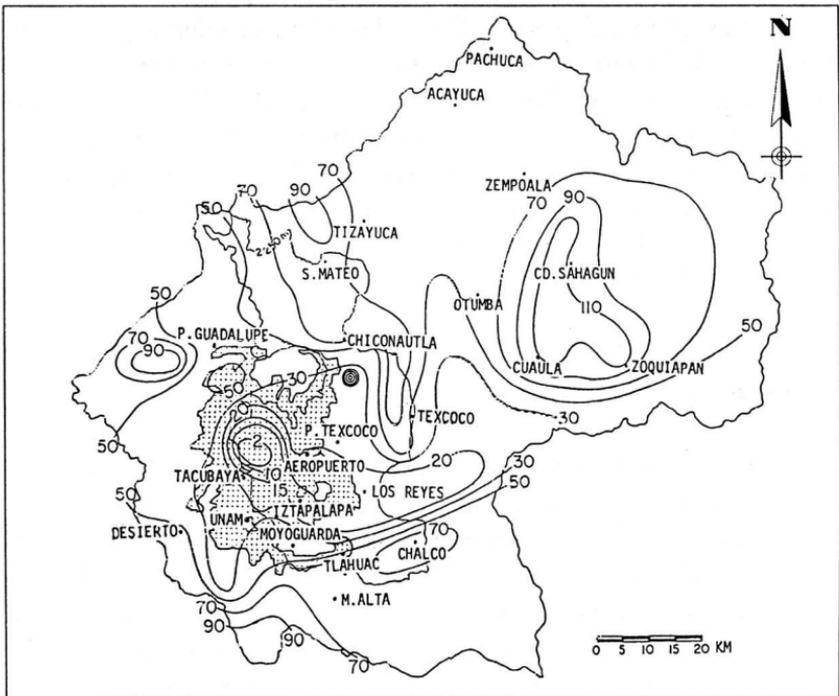


Figura 14. Frecuencia anual de días con heladas

Fuente de los datos: Servicio Meteorológico Nacional.

nocturno con cielos despejados, mientras que el menor número de heladas ocurre en el ámbito urbano de la capital originado por la llamada isla de calor (Jáuregui, 1986; 1995).

El régimen pluvial

Ya en la sección tres se adelantaron algunos aspectos del régimen de lluvias de la cuenca de México y así se vió que, a pesar de la fenomenal tala de bosques ocurrida en siglos anteriores (y hasta el presente), la estación húmeda se mantiene sensiblemente invariable en el tiempo, aunque como se presentó en la sección III, localmente la humedad ha decrecido (en el noreste de la ciudad), mientras que los aguaceros intensos en el poniente de la capital son ahora más frecuentes que en el pasado. De hecho, a lo largo del siglo xx, os aguaceros de 30 mm de lluvia ocurridos en 24 horas tuvieron una frecuencia de entre 10 y 15 eventos por década desde principios del siglo y hasta la década de los años cincuenta, habiendo elevado su incidencia a unos 25 aguaceros fuertes desde entonces hasta la presente década, según se aprecia en la Figura 15 (Jáuregui y Romales, 1996).

En esta sección se examinan otros aspectos complementarios de la lluvia en la cuenca.

Frecuencia de las lluvias

En la Figura 16 se muestra el número de días en que se observó la lluvia y que, en general, son días comprendidos entre mayo y octubre, ya que las lluvias invernales son muy escasas. Como era de esperarse, la zona norte semiárida de la cuenca cuenta con un menor número de días lluviosos, mientras que las partes montañosas del oriente y sur-poniente son aquellas con más días con presencia de precipitación (más de 100 días). La zona norte de la capital registra un menor número de días con lluvia debido a la sombra pluviométrica de la Serranía de Guadalupe, la cual desalienta la precipitación del lado de sotavento (sur) de ésta.

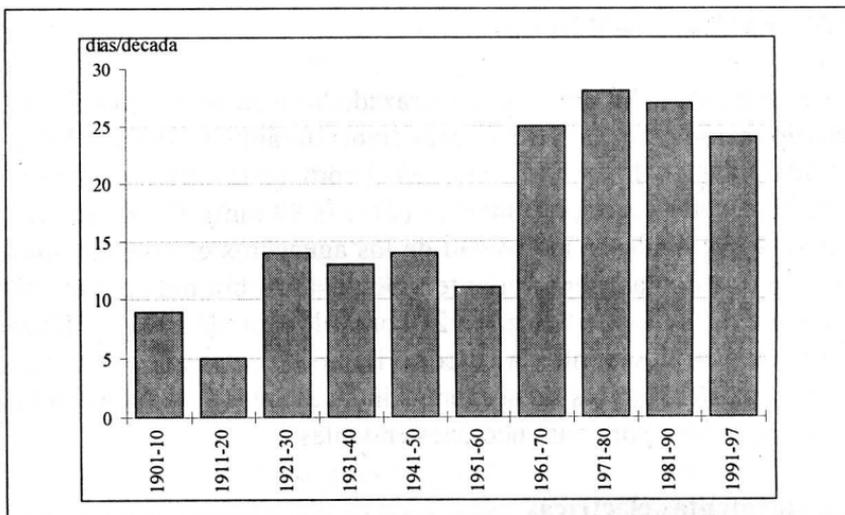


Figura 15. Frecuencia de la precipitación máxima en 24 horas mayor de 30 mm en Tacubaya.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

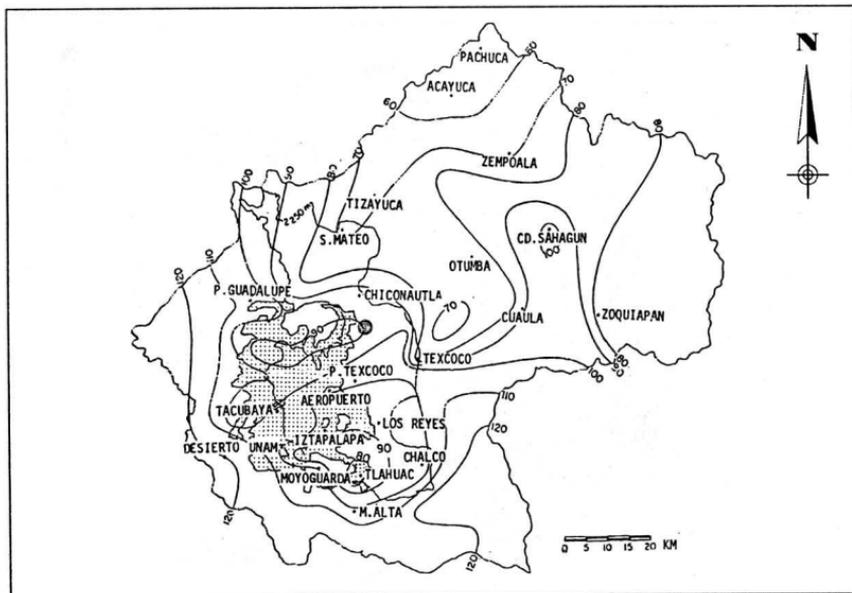


Figura 16. Número de días con lluvia apreciable (mm).

Fuente de los datos: Servicio Meteorológico Nacional.

Lluvia máxima en 24 horas

En el mapa de la Figura 17 se han trazado las isolíneas de la máxima precipitación ocurrida en 24 horas (mm) durante el período 1951-1980. Destacan dos zonas rurales en el norte de la cuenca, donde se han observado aguaceros intensos (de más 80 mm). Por otra parte, otros sitios, donde la intensidad de los aguaceros es considerable, rodean a la ciudad por el oriente y poniente, sobre todo estos últimos, donde la lluvia máxima en 24 horas alcanza los 100 mm. Estas tormentas de lluvia intensa en corto tiempo son las que ocasionan mayores daños por las subsecuentes inundaciones y deslaves en laderas ocupadas por construcciones endeblas.

Las tormentas eléctricas

Las nubes que generan las tempestades eléctricas son aquellas de gran desarrollo vertical que, durante la estación de lluvia, se abaten

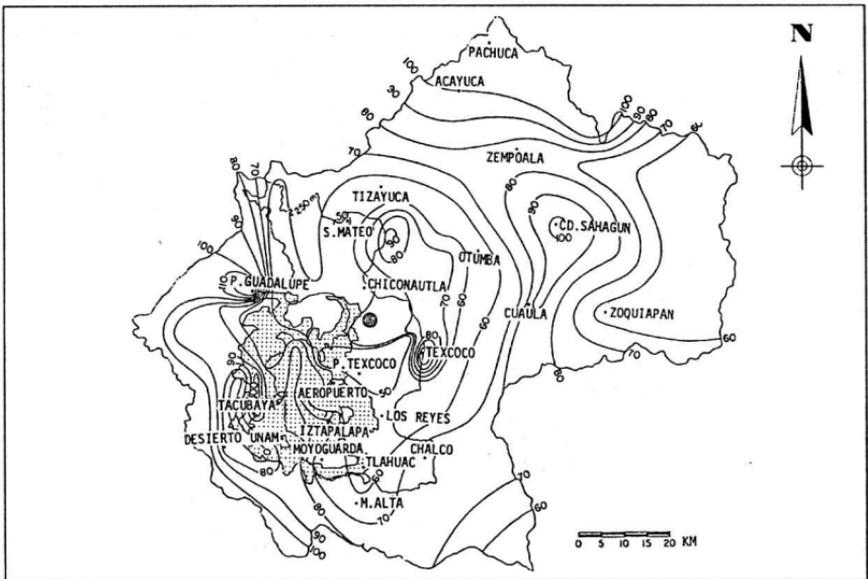


Figura 17. Lluvia máxima en 24 horas (mm).

Fuente de los datos: Servicio Meteorológico Nacional.

sobre la ciudad. Cuando las descargas tienen lugar de la nube al suelo (o viceversa) implican grave riesgo para la población. Si, como ya se vio, la ciudad intensifica las nubes de lluvia, es lógico esperar que ahí se registren más descargas eléctricas en comparación con las áreas rurales circundantes. En la Tabla 3 que muestra la frecuencia de tormentas eléctricas observadas en Tacubaya para un período reciente, se advierte que, como era de esperar, la actividad de rayos se concentra en la estación lluviosa cuando, en promedio, dichas tormentas se registran arriba de 20 días/mes.

El granizo

Las tormentas eléctricas son señal de una fuerte actividad convectiva (es decir, formada de corrientes ascendentes y descendentes dentro de la nube) que da origen a fuertes granizadas. La precipitación de la lluvia con granizo es más frecuente e intensa hacia el poniente de la ciudad y en el piemonte, donde las nubes son impulsadas a desarrollarse aun más al subir por la pendiente de las montañas, formando una especie de “corredor del granizo” que va desde las cuestas del Ajusco hacia Álvaro Obregón, Tacubaya, Naucalpan y Tlanepantla, registrándose ahí, en promedio, de seis a veinte granizadas por año. Hacia el oriente de la capital, este fenómeno, aunque menos frecuente (menos de tres por año), es igualmente intenso: destruye las plantas de cultivo y áreas verdes; derriba ramas de árboles que cortan la energía eléctrica ocasionando caos vial. La capa de granizo causa, además, daños en viviendas que, por estar construidas con material precario, no soportan el peso del hielo sobre los techos de cartón, afectando severamente a la población.

Las nieblas

Cuando ocurre la *condensación* del vapor de agua cerca del suelo, usualmente por el enfriamiento del aire en noches despejadas, se deposita el rocío sobre pastos y arbustos, mientras que si la capa de aire húmedo es más profunda, se presenta la niebla baja matuti-

Tabla 3. Frecuencia de tormentas eléctricas en Tacubaya. Período 1981-1986.

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1981	0	2	5	3	17	21	23	21	16	20	2	3	11.1
1982	0	6	11	12	25	20	30	23	15	12	3	2	13.3
1983	1	1	2	1	8	18	26	24	16	11	3	2	9.4
1984	2	3	1	3	14	22	24	26	11	16	2	3	10.6
1985	2	3	4	19	17	19	13	18	16	9	5	0	10.4
1986	0	1	0	13	17	24	20	18	16	10	0	0	9.9
<i>Promedio</i>	<i>0.8</i>	<i>2.7</i>	<i>3.8</i>	<i>8.5</i>	<i>16.3</i>	<i>20.7</i>	<i>22.7</i>	<i>21.7</i>	<i>15.0</i>	<i>13.0</i>	<i>2.5</i>	<i>1.7</i>	<i>10.8</i>

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

na, reduciéndose la visibilidad. En general, las nieblas ocurren por el escurrimiento del aire frío nocturno (que es más pesado) hacia las partes más bajas de la cuenca de México.

Como se aprecia en la Figura 18, los lugares más neblinosos en la ciudad capital son la zona norte y la correspondiente a la planicie que antes fuera zona lacustre y donde ahora se ubica el aeropuerto internacional. Aquí, la presencia desde hace más de dos décadas de un gran cuerpo de agua (alrededor de 1 000 ha de extensión) ha contribuido a aumentar la frecuencia de las nieblas en dicho lugar. Si bien la formación de nieblas en esa área origina problemas de tráfico aéreo, las ventajas de contar con un lago artificial que constituye un refugio a donde llegan a invernar miles de aves migratorias, amén de otros muchos beneficios que se derivan de la creación del

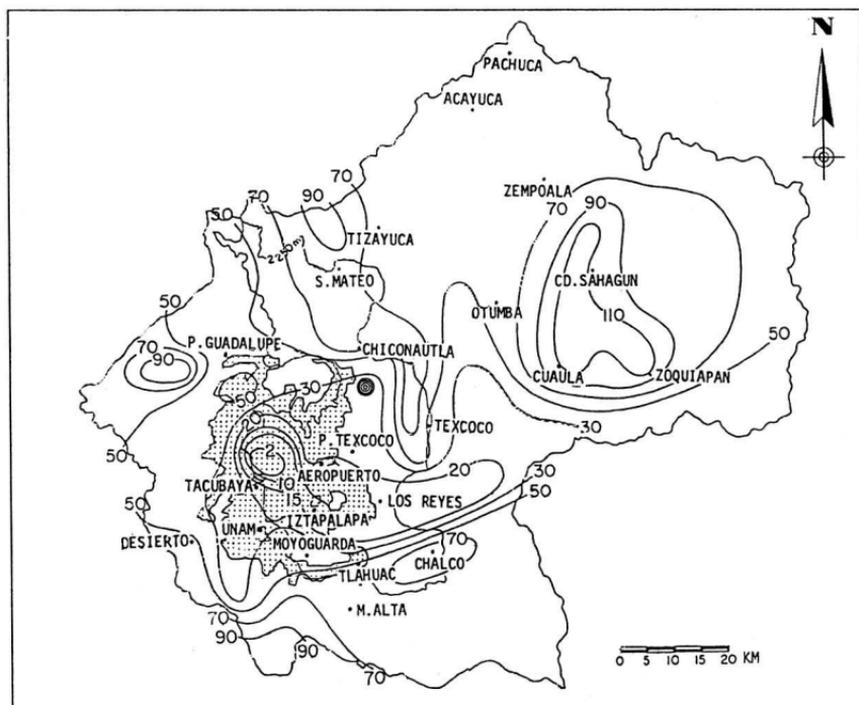


Figura 18. Frecuencia anual de nieblas.

Fuente de los datos: Servicio Meteorológico Nacional.

llamado Plan Texcoco (por ejemplo, la reducción de las molestas tolvaneras), compensan los inconvenientes de un ocasional retraso de la actividad aérea. Otra zona de alta incidencia de nieblas es aquella donde se encuentra el aeropuerto militar en Santa Lucía, al sur de Tizayuca, ubicado también en otra planicie en el fondo de la cuenca de México.

V. LOS VIENTOS

La circulación del aire en un valle es la impuesta por los contrastes térmicos que se originan durante el día por el asoleamiento diferencial entre las laderas y la planicie, lo que resulta en vientos que van hacia el perímetro del valle (vientos de valle), mientras que por la noche el flujo del aire es opuesto; es decir, el aire frío de las partes altas de las laderas que bordean el valle baja por gravedad hacia el fondo de la planicie. Este vaivén se ve perturbado por las corrientes atmosféricas de escala regional que visitan la cuenca de México: durante el período de secas (noviembre a abril) predominan los vientos secos del oeste, que a su paso levantan con frecuencia nubes de polvo, tanto en la de la cuenca como en las laderas de las montañas del sur, donde los bosques están siendo sustituidos por una caótica y creciente urbanización. Conviene señalar que, desde los años setenta, se ha creado una reserva (de unas 10 000 ha) en lo que fue el antiguo lago de Texcoco, cuyos logros han sido, entre muchos otros, la creación de un enorme lago (cerca de 1 000 ha de superficie), además de otros más pequeños que son ahora refugio de fauna acuática migratoria y nativa. Los lagos reciben aguas pluviales y del drenaje de la ciudad que, tras un tratamiento de purificación, sirven para restituir las pérdidas por evaporación, las cuales, tan sólo durante los meses de secas, llegan a ser equivalentes a unos 500 litros/segundo. Por otra parte, la repastización de los erosionados suelos ha contribuido a mitigar el impacto de los vientos y así reducir la incidencia de las tormentas de polvo, las cuales son menos frecuen-

tes ahora, al menos las que provienen del noreste de la ciudad, donde se localiza la reserva del Plan Texcoco. Éste ha sido uno de los proyectos más exitosos para restaurar, en parte, la ecología de la cuenca, y así ayudar a mejorar la calidad del aire y de la salud de los habitantes de la capital (Jáuregui, 1989). Mayores detalles sobre el Proyecto Plan Texcoco se encuentran, entre otras obras, en Cruickshank (1995) y Peralta (1997).

En el resto del año predominan los llamados alisios húmedos que, como se señaló, acarrean las lluvias a la cuenca. La interacción de los vientos locales (de valle y de montaña) con los vientos regionales determina la dirección y fuerza de los vientos observados.

En las Figuras 19 y 20 se muestran las *rosas de viento* para varias horas del día de la estación climatológica del Centro de Ciencias de

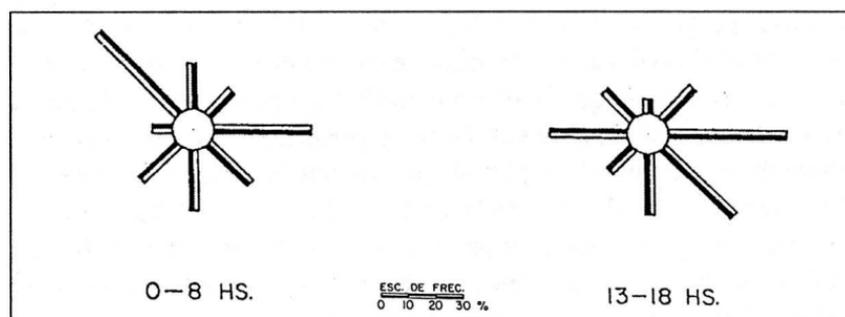


Figura 19. Rosas de viento superficial de la estación ubicada en el Centro Histórico (Palacio de Minería; enero de 1997) .

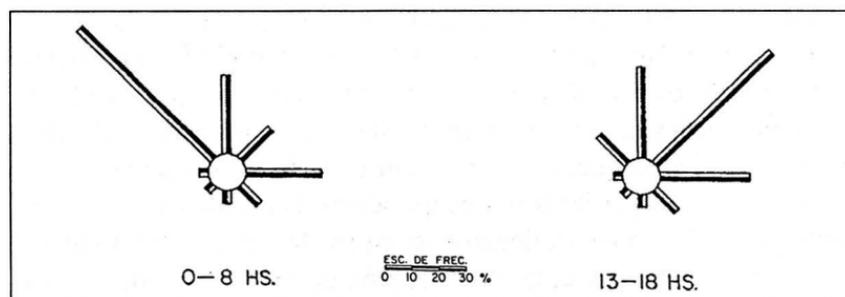


Figura 20. Rosas de viento superficial de la estación ubicada en el Centro Histórico (Palacio de Minería; junio de 1997) .

la Atmósfera, ubicada en la azotea del Palacio de Minería. En el Centro Histórico los vientos son usualmente débiles (de 1 a 3 m/seg o de 4 a 11 km/h) y soplan predominantemente del este, noreste o norte y, con menos frecuencia, del sur y oeste. La Ciudad de México cuenta con una red *anemométrica* que consta de 16 estaciones distribuidas en el ámbito urbano/suburbano. Unas de éstas (10), pertenece a la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Secretaría del Medio Ambiente (RAMA) del Gobierno del Distrito Federal, las otras corresponden a la Universidad Nacional.

En las Tablas 4a y 4b aparece la frecuencia de la dirección de los vientos observados en la tarde (13 a 18 horas), así como en la madrugada (0 a 8 horas) en la red, para un mes de secas (enero) y otro de lluvias (junio) del año 1997; la tipografía resaltada en **negritas** señala la dirección del viento más frecuente. En el período de secas, los vientos pueden soplar tanto del norte como del este, sur y noreste, mientras que en los meses de lluvia predominan del norte y noreste en el ámbito de la ciudad. Estos vientos son, como ya se indicó, de débil intensidad en todo el ámbito que cubre la red, excepto durante los vendavales que se detallan más adelante.

Los vendavales

En ocasiones, con la llegada de una masa de aire polar a la cuenca en el período invernal (que, como ya se anotó, da origen a las tempestades de polvo) o cuando se abaten sobre la ciudad las nubes de tormenta (que los meteorólogos llaman *cumulonimbus*), propias de la época de lluvias, se presentan los *vendavales* o vientos arrachados de máxima intensidad, que derriban árboles y tiran anuncios o bardas, ocasionando cortes en la energía eléctrica.

En la Tabla 5 aparecen los vientos máximos registrados en el observatorio de Tacubaya ubicado al poniente de la ciudad, para un período reciente de cinco años. Las intensidades son, en general, superiores a 40 km/h y pueden ocurrir en cualquier época del año, aunque aparentemente los meses más ventosos son los de marzo a mayo.

Tabla 4a. Frecuencia de la dirección de los vientos (%) en 16 sitios de la Ciudad de México durante la tarde (13-18 horas) de los meses de a) enero y b) junio de 1997.

a) enero

Estaciones	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Tacuba	14	16	15	9	8	21	6	11
ENEP Acatlán	33	23	5	3	6	23	7	0
San Agustín	18	9	7	22	19	12	2	10
Tlalnepantla	22	6	4	17	12	18	11	9
Xalostoc	4	6	2	1	5	49	25	9
Merced	12	14	16	19	12	8	10	8
Pedregal	13	8	3	8	31	15	9	13
Cerro de la Estrella	17	15	17	5	25	4	5	13
Plateros	15	19	0	24	14	9	9	9
Hangares	13	19	10	21	16	8	10	4
Minería	3	9	24	20	13	7	16	8
Texcoco	12	12	20	12	21	12	5	5
Tacubaya	12	7	26	6	16	5	23	4
Prepa 1	16	11	14	8	11	19	21	0
Prepa 3	20	4	20	14	21	8	11	1
Prepa 7	22	5	17	5	16	9	21	6

b) junio

Estaciones	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Tacuba	62	0	14	0	21	0	2	0
ENEP Acatlán	39	32	13	4	0	0	4	9
San Agustín	33	17	17	17	17	0	0	0
Tlalnepantla	82	0	5	0	11	0	2	0
Xalostoc	26	40	15	5	3	4	1	6
Merced	30	43	11	2	2	4	2	5
Pedregal	49	19	6	5	4	1	2	13
Cerro de la Estrella	53	15	4	10	5	1	3	10
Plateros	62	11	2	8	0	1	2	14
Hangares	28	38	7	12	3	2	3	6
Minería	21	37	20	7	3	2	2	9
Texcoco	26	34	15	13	7	2	1	2
Tacubaya	60	8	11	5	4	0	4	7
Prepa 1	24	11	29	10	11	7	6	2
Prepa 3	59	4	12	3	2	2	8	10
Prepa 7	8	4	31	13	27	5	9	3

Tabla 4b. Frecuencia de la dirección de los vientos (%) en 16 sitios de la Ciudad de México durante la madrugada (0-8 horas) de los meses de *a)* enero *b)* junio de 1997.

a) enero

Estaciones	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Tacuba	2	0	2	3	6	50	25	12
ENEP Acatlán	6	1	2	4	10	73	5	0
San Agustín	33	26	18	8	10	4	0	1
Tlanepantla	11	1	0	8	9	8	42	21
Xalostoc	14	9	2	4	13	23	17	17
Merced	14	6	23	18	14	15	4	6
Pedregal	66	4	1	2	2	3	6	15
Cerro de la Estrella	5	5	6	9	54	11	3	7
Plateros	6	0	0	4	8	63	15	4
Hangares	14	33	5	6	12	10	10	10
Minería	9	7	20	12	13	11	4	23
Texcoco	5	44	21	5	14	8	2	0
Tacubaya	10	1	3	5	37	14	24	7
Prepa 1	7	0	18	15	40	4	14	2
Prepa 3	19	10	23	14	19	5	5	4
Prepa 7	19	4	8	2	24	10	26	7

b) junio

Continuación

Estaciones	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Tacuba	68	0	0	0	4	0	29	0
ENEP Acatlán	51	0	0	0	7	0	41	0
Cerro de la Estrella	0	0	0	0	0	0	0	0
Hangares	75	0	6	0	14	0	5	0
Merced	19	21	24	1	0	2	1	32
Pedregal	11	2	2	4	1	40	18	21
Plateros	10	2	0	4	6	22	20	35
San Agustín	58	18	13	4	1	3	1	1
Tlanepantla	46	1	1	8	0	1	19	24
Xalostoc	24	40	11	12	2	4	5	3
Minería	18	10	17	6	3	2	2	42
Texcoco	23	51	11	3	7	3	2	0
Tacubaya	23	2	1	3	8	8	21	34
Prepa 1	26	1	16	9	28	4	9	7
Prepa 3	37	10	16	5	6	6	18	2
Prepa 7	6	11	36	2	30	5	8	3

Tabla 5. Vientos máximos observados en Tacubaya (km/h). Período 1994-1998.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1994												
Velocidad	44.3	44.3	52.6	60.5	83.2	26.6	59.4	72.7	56.5	54.0	38.9	40.3
Dirección	NW	WSW	WNW	WNW	SSW	S	ENE	E	S	SE	NW	W
1995												
Velocidad	36.4	52.2	46.1	64.1	72.4	56.5	52.6	46.4	49.3	39.2	50.0	49.0
Dirección	NW	NE	SW	N	SW	N	SE	ESE	N	N	N	W
1996												
Velocidad	39.2	53.3	48.2	79.6	62.6	50.0	48.2	52.9	45.4	44.3	41.4	37.1
Dirección	W	S	S	W	ENE	WNW	E	S	N	SSW	N	N
1997												
Velocidad	65.5	42.5	65.5	55.4	59.4	46.4	52.6	51.8	49.3	36.7	46.4	49.3
Dirección	S	W	S	W	W	N	NNE	WNW	N	N	SW	SSW
1998												
Velocidad	42.5	62.6	51.5	44.3	51.5	51.5	43.2	40.3	42.5	36.4	28.8	32.4
Dirección	WSW	SSW	SW	SSW	WSW	N	N	SSE	SSW	WNW	SE	NNW

La dirección preferida de estos vendavales es del suroeste, oeste o noroeste, es decir, soplan con una componente casi siempre del oeste, que es la dirección de la corriente de vientos del oeste (*westerlies*) que llega a la cuenca de México en la estación seca.

La circulación del aire en la ciudad

Ya se mencionó que la ventilación en la capital obedece, tanto al influjo de los vientos locales (de valle y de montaña), como también a la circulación de los vientos a escala regional. Esta interacción entre uno y otro sistema de vientos produce una gran variedad de tipos de circulación en la ciudad.

Para dar una idea de cómo circula el aire en la capital en la capa comprendida desde el nivel de la calle hasta una altura de unos 20 metros (los sensores de viento se colocan usualmente a unos seis metros sobre la azotea de edificios de dos o tres pisos), se presentan las líneas del flujo del aire para dos épocas del año (enero y junio), durante el período correspondiente a la madrugada (0 a 8 horas y el correspondiente a la tarde (13 a 18 horas). En las Figuras 21, 22, 23 y 24 aparecen las líneas de circulación de los vientos para el período vespertino (Figuras 21 y 22) y el correspondiente a las horas de la madrugada (Figuras 23 y 24). La dirección dominante del viento (tomada de la Tabla 4) aparece en cada estación por medio de una flecha. Las líneas que siguen el curso de las flechas son las llamadas líneas de flujo del aire, y señalan la forma en que corre el viento al cruzar la ciudad en las horas indicadas. Del análisis de estas líneas se puede comentar lo siguiente.

Los vientos de la tarde

Durante la tarde predominan los vientos que se dirigen de la planicie a las montañas en el poniente de la ciudad, así como un flujo de vientos del sur en la mitad oriente de la misma, en un mes (enero)

de la estación seca (Figura 21). En esta misma figura destaca la presencia de una *circulación ciclónica* (es decir, los vientos giran ahí en un remolino en sentido contrario a las manecillas del reloj) en la porción norte de la ciudad, ligada a la presencia de aire tibio (o *isla de calor*) en ese rumbo de la zona urbana.

Durante la estación lluviosa, el recorrido de los vientos de la tarde sobre la ciudad es marcadamente del norte o noreste en todo el ámbito urbano (Figura 22), lo cual tiene implicaciones para el transporte de contaminantes de norte a sur, los que se acumulan en el rincón suroeste de la ciudad, y aun más allá en la zona urbana que se extiende hacia las faldas del Ajusco.

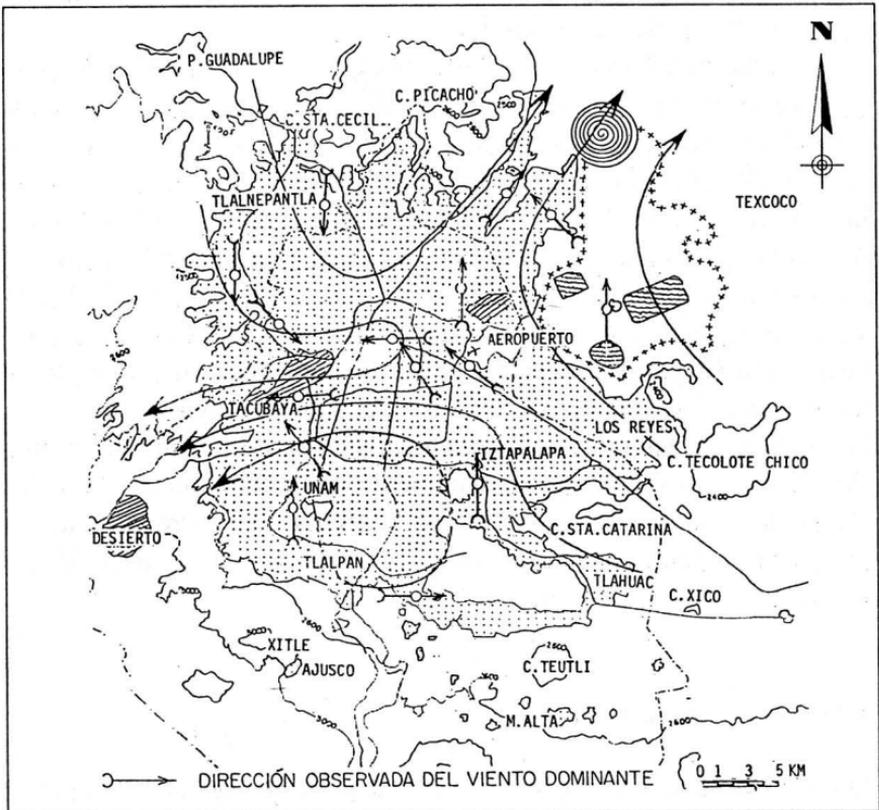


Figura 21. Líneas de flujo del aire superficial en la tarde (13 a 18 horas) en enero de 1997.

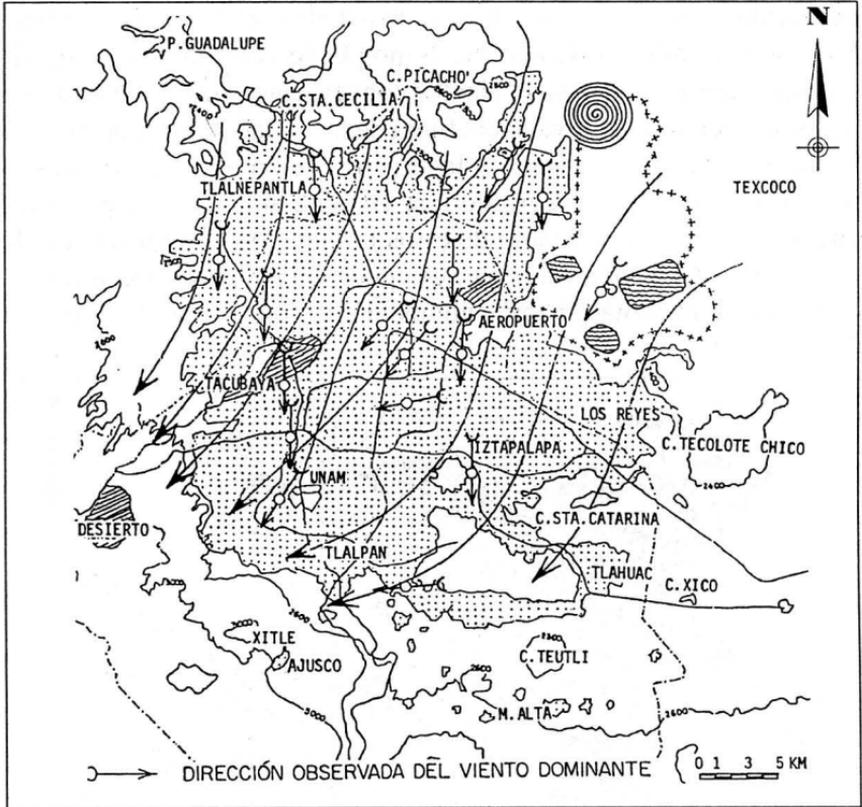


Figura 22. Líneas de flujo del aire superficial en la tarde (13 a 18 horas) en junio de 1997.

Los vientos nocturnos

Durante los meses del período de secas (en este caso hemos tomado enero como representativo del semestre de noviembre a abril, en que las lluvias son escasas), se manifiesta con claridad el flujo del aire nocturno fresco o frío que escurre cuesta abajo de las laderas de las montañas que circundan la ciudad por el poniente y el sur, e incluso (aunque más alejadas) por el lado oriente. Esta convergencia de los vientos, originada por la topografía del entorno de la ciudad, se ve reforzada por la presencia del aire tibio que ésta genera y

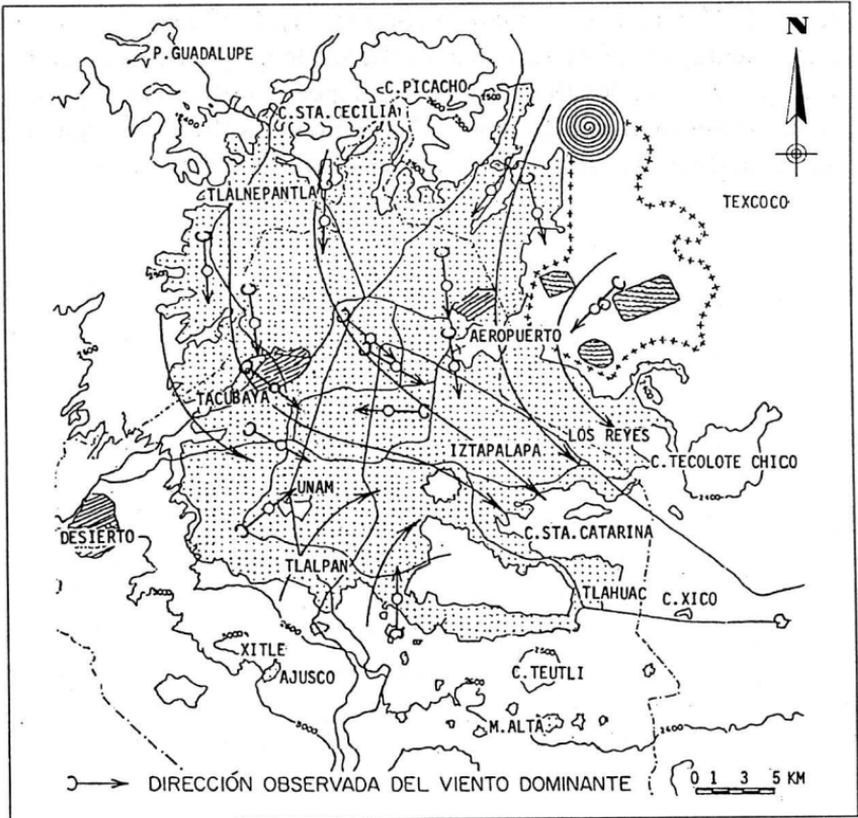


Figura 24. Líneas de flujo de aire superficial en la madrugada (0 a 8 horas) en junio de 1997.

misma inversión térmica, que anula la dispersión de los contaminantes en el sentido vertical, se genera tanto por la confluencia del aire frío de las montañas hacia el fondo del valle, como por el enfriamiento de la capa de aire superficial por radiación hacia cielos despejados.

La circulación del aire sobre la ciudad durante la noche en un mes de la estación de lluvias es, en general, semejante al correspondiente a la estación de secas; es decir, el aire fresco de las laderas de las montañas del poniente y sur baja hacia el fondo de la cuenca, manteniéndose una corriente de norte a sur en la planicie ubicada al

sur de la Serranía de Guadalupe (Figura 24). Conviene anotar que estos vientos del norte son característicos de las planicies ubicadas viento abajo y en los flancos este (Ecatepec) y oeste (Tlalnepantla) de dicha Serranía, debido al aceleramiento que sufre el aire que llega del norte a su paso por dichos puertos o estrechamientos.

VI. EL CLIMA HIGROTÉRMICO

La Tabla 6 ilustra el régimen higrotérmico que corresponde al Palacio de Minería (ubicado en la calle de Tacuba) y que es característico de la zona central de la ciudad conocida como el Centro Histórico. Se puede apreciar en esta tabla que las temperaturas más altas no sobrepasan en promedio los 30°C (en junio y en agosto), siendo acompañadas de humedades menores de 30%, lo que permite la libre transpiración (a menos que viajemos apretujados en un transporte público). Por otro lado, en el otro extremo de la escala térmica, las noches son usualmente frescas o frías (de 10 a 15°C) con humedad relativa de 40 a 90%, en el semestre centrado en el invierno.

La humedad

En la misma Tabla 6 se observa que la humedad relativa es alta en las mañanas, sobre todo en los meses de lluvia, mientras que en los meses de secas, en la temporada de calor, la atmósfera citadina se torna bastante seca, particularmente al mediodía, como ya se señaló, ocasionando molestias por la resequead de la piel y las fosas nasales. En este ambiente seco y cálido, es común que el aire se cargue de electricidad estática y se produzcan descargas de nuestro cuerpo a los objetos que tocamos, produciendo una sensación desagradable. Fuera de estos inconvenientes temporales, el clima de la capital del país se caracteriza por su benignidad con extremos higrotérmicos generalmente tolerables.

Tabla 6. Temperatura mensual en Minería, 1998 (°C).

Hora	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2:00	11.7	13.2	15.5	18.9	19.5	18.2	16.4	15.6	16.0	14.3	14.6	12.4
4:00	10.4	11.7	14.3	17.6	18.2	17.6	15.7	15.1	15.6	13.9	13.7	11.2
6:00	9.4	10.6	13.0	16.5	17.1	16.8	15.1	14.8	15.4	13.7	13.0	10.2
8:00	9.1	10.5	13.3	17.2	18.0	18.0	16.0	15.4	15.9	14.3	13.3	10.0
10:00	12.5	14.6	17.7	21.3	22.2	21.2	18.9	18.3	18.2	16.9	16.7	14.1
12:00	16.9	19.6	22.2	25.3	26.5	24.5	21.9	21.3	21.0	19.7	20.4	18.4
14:00	20.0	22.6	25.3	27.7	29.2	27.1	24.1	23.4	22.6	21.0	22.4	20.8
16:00	21.2	23.5	26.1	28.4	30.3	26.7	24.4	23.0	21.1	19.8	23.2	22.0
18:00	20.2	22.5	24.9	27.0	28.7	24.1	21.8	20.4	19.0	18.4	21.4	20.6
20:00	16.8	19.0	21.4	23.9	25.0	21.9	19.1	18.2	18.0	16.9	18.7	17.7
22:00	14.9	16.6	19.1	21.9	22.5	20.4	18.1	17.2	17.2	15.8	16.8	15.4
24:00	13.2	14.7	17.3	20.4	21.0	19.1	17.4	16.4	16.5	15.1	15.4	13.8
Promedio	14.7	16.6	19.2	22.2	23.2	21.3	19.1	18.3	18.1	16.6	17.5	15.5

Tabla 6. Humedad relativa mensual en Minería, 1998 (%).

Hora	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2:00	61	38	38	40	37	68	76	86	95	94	76	61
4:00	64	41	41	43	39	69	77	86	96	94	79	66
6:00	68	43	43	47	41	73	80	86	95	95	81	69
8:00	68	45	43	47	41	69	77	83	94	92	80	69
10:00	58	37	35	38	34	59	66	74	86	80	66	55
12:00	45	25	23	28	23	46	54	63	74	68	52	42
14:00	37	19	19	22	18	37	44	54	67	62	42	34
16:00	35	19	19	22	17	39	44	56	74	69	39	30
18:00	36	20	21	25	19	48	55	66	81	73	44	34
20:00	47	26	28	33	27	54	66	76	87	80	56	44
22:00	52	30	32	35	34	63	69	79	90	86	65	52
24:00	57	35	35	37	36	65	72	83	94	91	72	57
Promedio	53	32	32	35	31	58	65	75	86	82	63	51

VII. LA CALIDAD DEL AIRE

Dos son los factores que originan la contaminación de la atmósfera de la Ciudad de México; por un lado está la erosión de los suelos desnudos de vegetación debida a la acción de los vientos, los cuales levantan nubes de polvo durante la estación de secas (noviembre-abril); por otra parte, están las emanaciones de gases y partículas que provienen de la industria y la actividad vehicular (Jáuregui 1988, 1989, 1995). La reducida ventilación en una ciudad rodeada de montañas acentúa, y en ocasiones hace críticas, las concentraciones de los diversos contaminantes.

Las condiciones meteorológicas que favorecen los altos niveles de contaminación atmosférica se presentan durante el semestre centrado en el invierno y con la presencia de *aire estratificado* (es decir, el aire más frío y denso se encuentra cerca del suelo), que propicia su estancamiento en el fondo de la cuenca. A esta condición de estabilidad atmosférica se le llama *inversión térmica* y es más frecuente en el período invernal, según se puede ver en la Figura 25. Normalmente, el suelo recalentado por los rayos solares transmite dicho calor al aire posado sobre él, de modo que la atmósfera se calienta del suelo hacia arriba por medio de corrientes de convección (como cuando calentamos agua en un recipiente). El resultado es que la temperatura del aire decrece usualmente con la altura durante las horas en que brilla el sol, en la capa de aire que va desde el suelo hasta las cimas de las montañas que rodean la cuenca y aun más allá. En contraste, los suelos de la cuenca se enfrían por la no-

che al irradiar el calor recibido durante el día y, en consecuencia, al amanecer, el aire más frío (y más pesado) está cerca del suelo, desalentándose las corrientes de mezclado y dilución de contaminantes por varias horas después de la salida del sol. Si a esta situación de inversión se agrega, como ya se mencionó, el efecto de la confluencia del aire motivado por el escurrimiento del aire frío de las montañas hacia la planicie, es fácil comprender que los gases que emite la ciudad en esa temporada quedan atrapados por unas horas durante la mañana, lateral y verticalmente, produciéndose así la *contingencia ambiental*. Es en esta misma temporada, cuando la alta radiación solar (por ausencia de nubes) propicia una mayor generación del gas ozono después del mediodía, el cual es transportado por los vientos del valle hacia el perímetro de la ciudad (Figura 21). Esta situación favorece que los niveles más altos de este gas ocurran en el sur y el poniente de la ciudad.

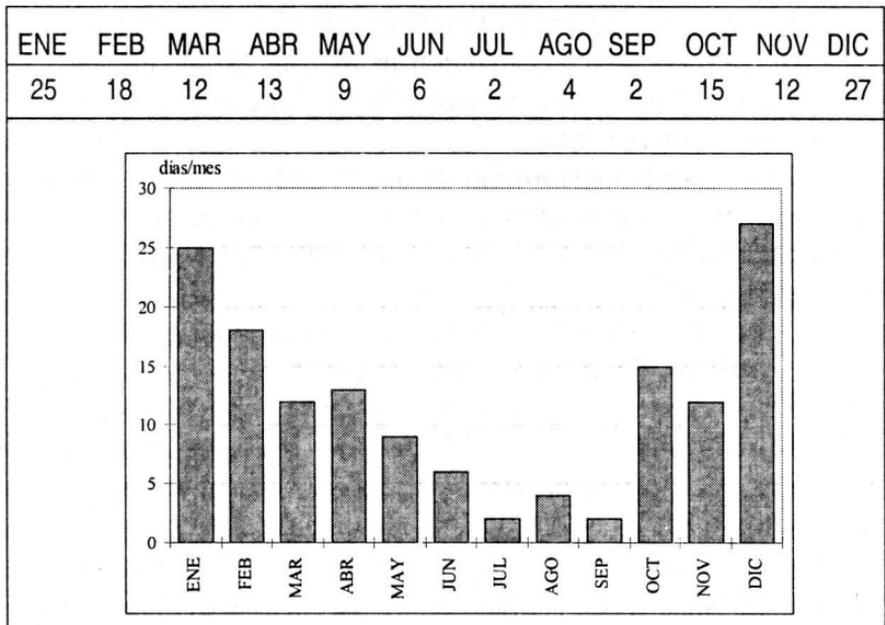


Figura 25. Frecuencia de inversiones térmicas en Tacubaya en 1997 (días/mes).

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precipitación (mm)	5	5	35	55	55	80	180	125	110	50	15	10
Merced ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	150	250	210	125	140	155	180	125	125	140	160	250
C. Estrella ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	255	300	205	170	150	170	250	145	155	250	280	360
Pedregal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	80	100	90	75	75	60	65	65	70	102	105	160

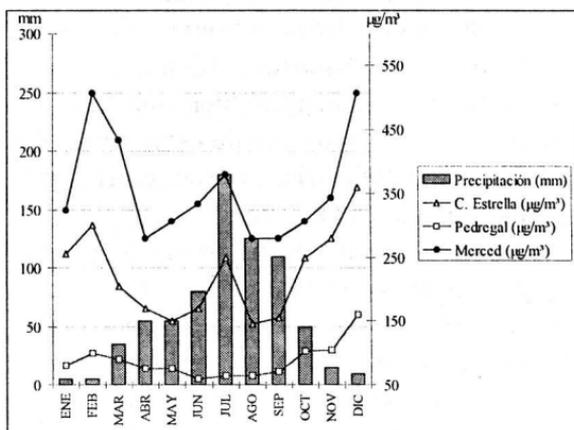


Figura 26. Variación estacional de las partículas totales en suspensión (polvos) en microgramos/ m^3 , en varios puntos de la ciudad en 1997.

Fuente: Informe anual 1997. Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del D.F.

Por otra parte, durante la estación húmeda, las gotas de lluvia acarrear en su caída una porción considerable de las partículas suspendidas, por lo que la calidad del aire entonces mejora considerablemente debido, tanto a este efecto de “lavado”, como a la reducción en las horas de radiación solar por la tarde. En la Figura 26 puede observarse esta relación inversa entre las partículas suspendidas totales y la precipitación, con excepción del mes de julio, cuando las precipitaciones intensas se concentraron en sólo cinco días, observándose además 13 días sin lluvia, situación posiblemente anómala para este mes, cuando en promedio llueve en la ciudad alrededor de 22 días. Por otra parte, conviene hacer notar que si bien la calidad del aire mejora por acción de la lluvia, la atmósfera de la ciudad se

mantiene turbia debido a las partículas higroscópicas (ávidas de humedad) que quedan suspendidas en el aire.

Desde el año 1995 se incluyeron en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) de la ciudad diez monitores de la fracción fina (tamaños menores de diez micras PM10) de la nube de partículas presente en la atmósfera urbana y, que en opinión de los expertos de salud, éstas son la causa de padecimientos respiratorios. El origen de estas partículas finas proviene principalmente de las emisiones vehiculares y de la industria (además de las fuentes naturales de partículas que contienen también una fracción fina). Las zonas que registran más altos niveles de estas partículas son aquellas donde se encuentra la industria, es decir, en el norte y centro de la capital, según se aprecia en la Tabla 7.

Los contaminantes anteriormente señalados, junto con los metales pesados, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos (éstos dos últimos precursores del ozono) constituyen en gran parte el universo de agentes que potencialmente afectan la salud de los capitalinos, por sus todavía elevadas concentraciones, en ciertas situaciones meteorológicas.

Una nota de optimismo es el hecho de que algunos contaminantes tóxicos, como el plomo y el bióxido de azufre, se mantienen desde principios de esta década por debajo de las normas de calidad del aire respectivas, y ya no representan un riesgo para la salud.

Tabla 7. Número de días por año en que se excedió el nivel de 150 microgramos/m³ (Norma de Calidad del Aire para Partículas PM10) en diversos rumbos de la ciudad en 1997

	Número de días/año
Xalostoc	99
Netzahualcóyotl	33
La Villa	1
Cerro de la Estrella	23
El Pedregal	17
La Merced	63
Tlalnepantla	40

Fuente: *Informe Anual*, Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del D.F.

VIII. EL CLIMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO EN EL SIGLO XXI

¿Cómo será el clima en nuestra ciudad capital en el siglo venidero? De acuerdo con las tendencias actuales de aumento de temperatura, tanto a escala global (por el efecto llamado de invernadero) como local (por la creciente urbanización de la ciudad), es posible que el clima en la cuenca se torne algo más cálido en la planicie y se presenten ahí con mayor frecuencia situaciones de *ondas de calor*, por encima de los máximos observados hasta ahora en la estación cálida, mientras que en las zonas urbanas ubicadas en el piemonte (es decir, más elevadas, y en consecuencia, más frescas) del sur y poniente, el clima tenderá a ser menos riguroso en la estación fría (Jáuregui y Tejeda, 1999). Esta proyección hacia el futuro está apoyada en la aplicación de los llamados modelos de circulación atmosférica global y ajustados a una escala regional (es decir, para la región de México) y pueden, con cierto grado de incertidumbre, simular las condiciones de humedad y temperatura que prevalecerán a mediados del presente siglo. De estos mapas regionales se estiman los valores (de temperatura y precipitación) correspondientes a la Ciudad de México que se esperan para entonces. Conviene señalar que la confiabilidad de estas simulaciones físico-matemáticas depende, en gran medida, de algunos factores tales como la calidad de los datos climatológicos, la veracidad de las proyecciones del futuro crecimiento de la población y de la razón de consumo de combustible en los años por venir (y consecuentemente, del incremento futu-

ro de las emisiones de bióxido de carbono) cuestiones que, como es fácil suponer, son motivo de debate.

Existen algunas señales que sugieren que la atmósfera del planeta se está calentando, como lo atestiguan los datos climatológicos de miles de registros en los últimos cien años. Además, en algunos años de la década de los noventa se observaron las temperaturas más altas del siglo XX en promedio para el planeta. Aun cuando 1999 resultara más fresco que 1998 (el más cálido del siglo) estaremos presenciando una tendencia clara hacia un calentamiento en los últimos 20 años, según un informe reciente de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, No. 896). Qué porción de este calentamiento a escala global se debe a la variabilidad natural o a la originada por el hombre, y en qué medida este calentamiento general incidirá en el clima de nuestra ciudad en décadas futuras, es un tema fascinante de investigación.

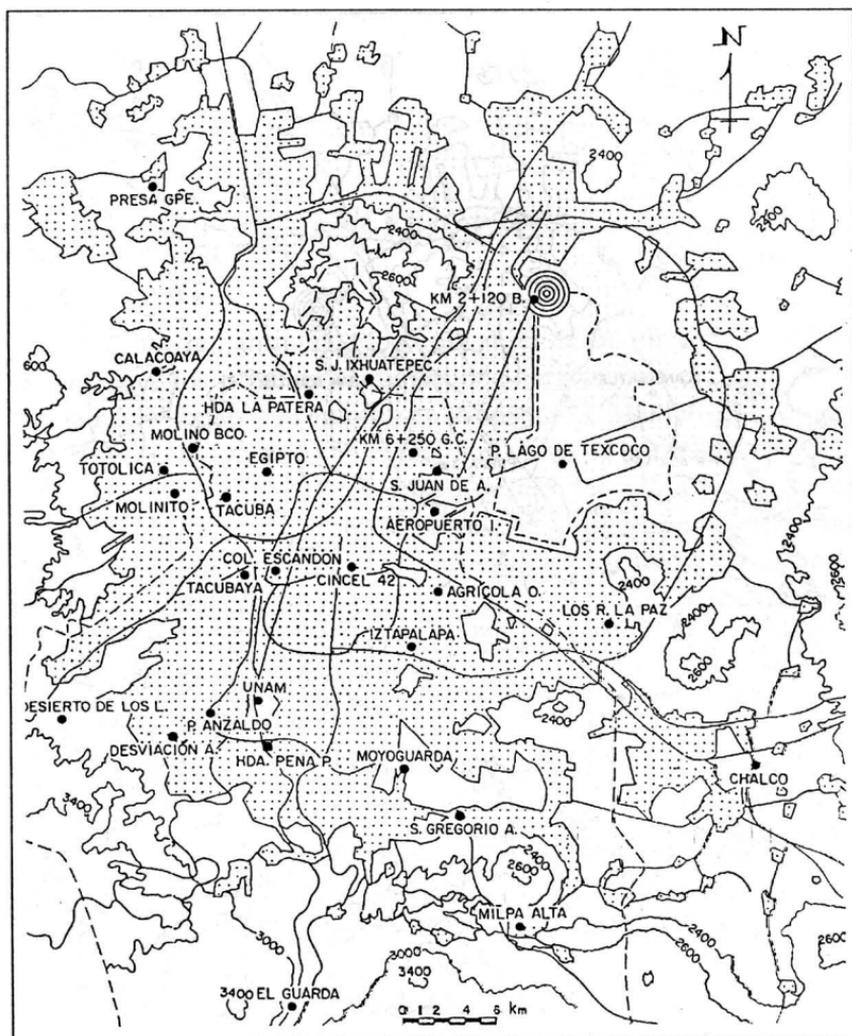


Figura 27. Ubicación de las estaciones climatológicas utilizadas.

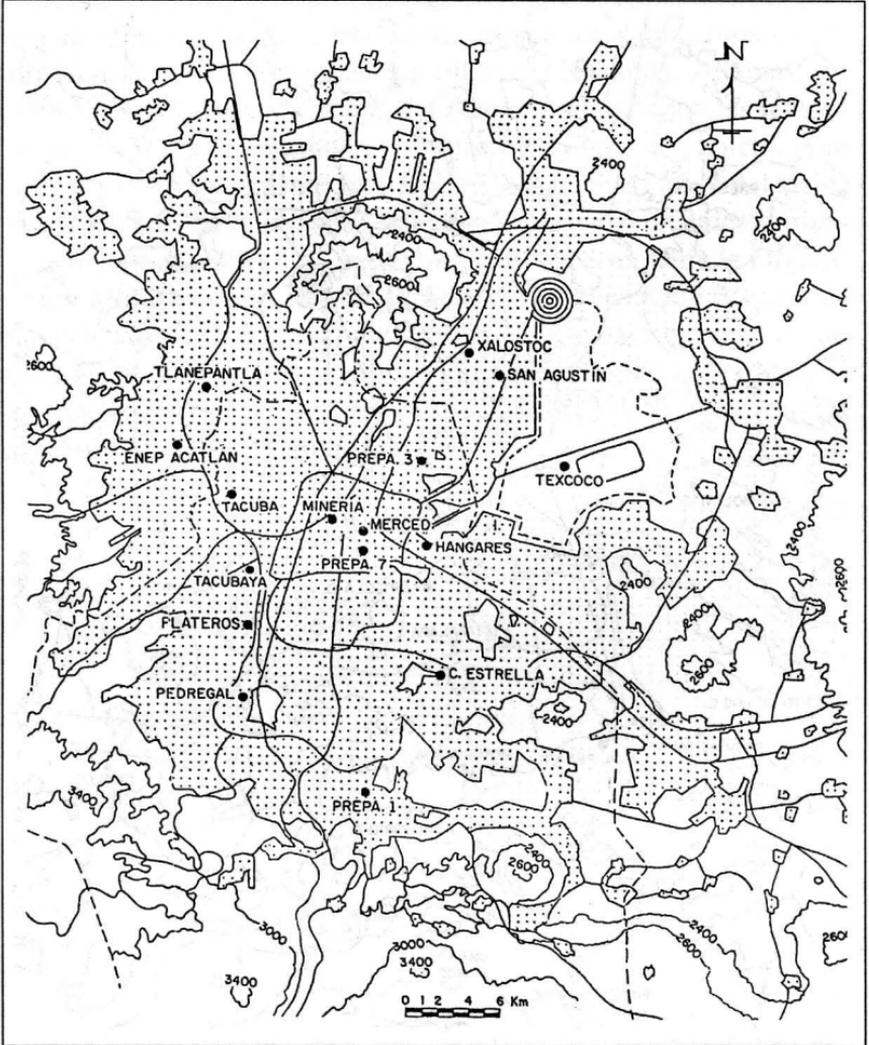


Figura 28. Ubicación de las estaciones de viento utilizadas.

IX. NOTA FINAL

En esta obra se han intentado explicar, en términos simples y lenguaje llano, los principales rasgos que caracterizan el clima de la Ciudad de México y su entorno en la cuenca de México. Está dirigida al lector curioso de conocer mejor el clima de la ciudad, y asimismo, busca proporcionar información más técnica a los diversos profesionales involucrados con las distintas componentes del clima urbano (por ejemplo urbanistas, arquitectos, ingenieros hidráulicos, diseñadores, planificadores). Se agrega un apéndice de tablas climatológicas de las estaciones que se utilizaron en la elaboración de este volumen.

RECONOCIMIENTO

El autor agradece al Servicio Meteorológico Nacional, en especial al Ingeniero Othón Cervantes y al Meteorólogo José G. Rosales, por facilitar el acceso a los datos climatológicos. Además, en la realización de esta obra participaron las siguientes personas:

En la colección y procesamiento de datos, los pasantes de Geografía Roberto Luna, Ernesto Garrido y Rafael Galicia. El maestro Alfonso Estrada elaboró los mapas climáticos y el pasante de Geografía Mario Casasola hizo las gráficas y tablas. Los pasantes de Arquitectura Marco Antonio Arteaga Mata y Oscar Chávez Reyes calcularon durante su servicio social las rosas de viento. Agradecemos a la geógrafa Elda Luyando por la elaboración de los climogramas y por la edición del manuscrito. Liliana Cisneros se encargó del trabajo estenográfico. El autor agradece al Mtro. René Garduño y al Dr. Adalberto Tejeda por haber revisado críticamente el texto, así como a los árbitros anónimos, por las correcciones y sugerencias que hicieron al manuscrito.

GLOSARIO

Aun cuando se ha intentado redactar el texto de este libro en lenguaje lo más sencillo posible, consideramos necesario, para ayudar a una mejor comprensión del mismo, la adición de un glosario con algunos términos.

Alisios. Se denomina así a la amplia corriente de vientos tibios y húmedos del este y sureste en la que viajan las tormentas tropicales. Los alisios barren gran parte del país durante la estación lluviosa (de mayo a octubre).

Anemométrico. Viene del latín anemos viento y metro medida, y se refiere a las observaciones de la dirección y velocidad del viento.

Cambio climático. Como resultado de la quema creciente de combustible en el mundo, el gas que se desprende (bióxido de carbono) está aumentando en forma correspondiente. Este gas tiene la propiedad de atrapar la radiación terrestre, lo que ha ocasionado una elevación de la temperatura del aire del planeta a razón de 0.5 a 3.5 °C durante los últimos 100 años. Este cambio climático causado por el hombre se suma a las variaciones naturales propias del clima.

Circulación ciclónica. Es el movimiento del aire alrededor de un área de presión barométrica baja. En el hemisferio norte este flujo del aire es en el sentido contrario a las manecillas del reloj y es el que se observa en un ciclón tropical.

Climograma. Forma gráfica de mostrar la evolución de las dos componentes principales del clima (temperatura y precipitación) a través del año.

Condensación. Es el cambio del vapor de agua a la fase líquida.

Contingencia ambiental. Cuando los niveles de concentración de ozono se elevan muy por encima de la norma de salud para la calidad del aire (que para el ozono es 0.11 partes de gas por un millón de partes de aire limpio medido en volumen), las autoridades encargadas de la protección del ambiente (Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del D.F.) declaran una contingencia ambiental que consiste, entre otras medidas, en la reducción de la circulación vehicular y del trabajo de las fábricas, además de otras recomendaciones para la protección de la población.

Cumulonimbus. Es el nombre dado a las nubes de tormenta de gran desarrollo vertical cuyas cimas llegan más allá del nivel de congelación, y son, en general, las nubes que en la estación lluviosa se abaten sobre la Ciudad de México acompañadas de intensos aguaceros, y en ocasiones de granizo, descargas eléctricas y fuerte viento.

Déficit de saturación. El contenido de vapor de agua en la atmósfera es variable y la diferencia para que éste llegue a su valor máximo antes de que ocurra la condensación se llama déficit de saturación del vapor de agua.

Efecto de Venturi. Se da el nombre de este físico italiano al efecto de aceleración que ocurre al pasar de un fluido por un estrechamiento.

Efecto invernadero. Algunos gases, como el bióxido de carbono, que se emiten en cantidades cada vez mayores a la atmósfera por combustión, permiten el paso de los rayos solares pero absorben la radiación terrestre atrapando el calor recibido del sol en la misma forma que ocurre en una construcción de techo y paredes de vidrio, para mantener alta la temperatura dentro del "invernadero".

Electricidad estática. Cargas eléctricas acumuladas en los cuerpos mediante distintos procesos que, cuando la atmósfera está seca, no encuentran modo de llegar a tierra y, por tanto, aumenta su diferencia de potencial. Esto ocasiona que en el momento de un contacto se genere una descarga.

Fracción fina. La nube de partículas presente en el aire urbano está constituida por elementos de diversos tamaños. Las partículas más grandes que inspiramos se detienen en la parte superior del tracto respiratorio, mientras que aquellas más finas (menores de 10 micras denominadas PM10) penetran a todo el árbol respiratorio, y si son tóxicas, resultan en un daño para la salud, por ejemplo, aquellas de plomo, cadmio y otros metales pesados.

Grado Reaumur. La escala del termómetro diseñado por el físico y naturalista francés René-Antoine Reaumur (1683-1757), y utilizado por Velázquez de León en la Nueva España, contenía 80 divisiones, entre la temperatura de congelación (cero grados) y la de ebullición, de modo que el grado Reaumur es 1.25 veces mayor que el correspondiente a la escala centígrada.

Higrotérmico. Se refiere a las condiciones de humedad y temperatura del clima de un lugar.

Humedad relativa. Es la relación que existe entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire y el máximo que puede contener a una cierta temperatura; se expresa en porcentaje.

Inversión térmica. Es la situación atmosférica de una capa de aire (posada en el suelo o a cierta altura), en la cual la temperatura aumenta en vez de disminuir con la altura. Las inversiones se originan por la noche, cuando por la ausencia de la insolación, el suelo se enfría con rapidez hacia cielos despejados (muy frecuentes en los seis meses secos de noviembre a abril), por lo que el aire inferior pierde a su vez calor, formándose así una capa de aire estratificado cuya profundidad puede variar entre 50 y 500 m o hasta la altura de las montañas que limitan el valle. Este enorme charco de aire frío es receptor cada mañana de las emisiones de contaminantes provenientes de vehículos o fábricas y sólo el calentamiento del sol propagado del suelo hacia arriba genera condiciones de mezclado y

dilución que devuelven por la tarde a la capa atmosférica su condición normal, es decir, de aire cálido abajo y más fresco arriba. Pero aun así, el volumen de gases y partículas es tan grande que rebasa con frecuencia la capacidad de dilución de la atmósfera del valle. Para colmo de males de los habitantes de la ciudad, los niveles de contaminación se mantienen altos por la tarde, a pesar de la buena dispersión, debido a la abundante radiación solar, la cual, al reaccionar con los gases de la atmósfera citadina (los llamados óxidos de nitrógeno e hidrocarburos), da lugar a la formación del gas ozono.

Isla de calor. La sustitución de suelo natural por construcciones, casas, pavimentos, etc., ocasiona un aumento en la temperatura del aire de la ciudad. Otro factor coadyuvante es el calor emitido por fábricas y vehículos. El núcleo más cálido del aire (denominado “isla de calor”) se localiza usualmente en las calles del centro, donde hay mayor densidad de edificios altos.

Niebla. La niebla baja se produce cuando en una mañana fría, la temperatura desciende a tal punto que se produce la saturación del aire y la posterior condensación del vapor de agua.

Onda de calor. Cuando la temperatura máxima (es decir poco después del mediodía) rebasa los 30° C por más de dos días consecutivos en la Ciudad de México, se habla en los medios de una onda de calor, si bien estas temperaturas no son tan altas como en el norte del país, pues cuando mucho alcanzan los 35° C. Su impacto en la salud de la población se refleja en la deshidratación de infantes, el aumento de enfermedades por consumo de refrescos con agua contaminada, la insolación, la dificultad para conciliar el sueño, etcétera.

Ozono. Éste es un gas que se forma en la atmósfera urbana como resultado de la acción de los rayos solares (ultravioleta) sobre los gases que se emiten por la combustión en vehículos y fábricas. La generación de este gas se eleva considerablemente en los días despejados de abundante insolación de la estación de secas (noviembre-abril). Su impacto en la salud es bien conocido: irritación de ojos y garganta.

Paleolimnología. Ciencia que estudia los sedimentos lacustres para establecer los períodos secos y húmedos en el pasado remoto.

Pluvió métrico. Se refiere a la medición de la lluvia.

Rosa de vientos. Para ilustrar en forma gráfica las tablas de frecuencia e intensidad del viento, se presentan estos dibujos, que consisten en un círculo del cual parten las barras en las diversas direcciones de donde viene o sopla el viento, mostradas en el apéndice.

Saturación. Se refiere a la condición de una parcela de aire en la que el contenido de vapor llega a su máximo valor (100%) antes de que ocurra la condensación de dicho gas y se produzca la niebla.

Sombra pluviométrica. Efecto de las montañas de obstaculizar la entrada de los vientos. En las laderas de sotavento (no expuestas a los vientos) el aire tiende a ser descendente, lo que se traduce en una disminución considerable en la cantidad de lluvia.

Sotavento. El término es usado en la marina y se refiere al lado opuesto a aquel que da la cara al viento, el cual se llama barlovento.

Subsidencia del aire. Se trata del descenso del aire en una capa atmosférica.

Tirante. Lámina de agua.

Tormenta invernal. Las invasiones de aire polar en nuestro país se asocian, en ocasiones, con un aumento de nubes de gran desarrollo vertical que originan descenso de la temperatura, lluvias continuas, descargas eléctricas, vendavales, así como nevadas en los lugares elevados de las montañas.

Tormenta tropical. Se denomina así a la etapa intermedia del desarrollo de un ciclón tropical, el cual se inicia como una depresión tropical. Las tormentas tropicales tienen ya una circulación de vientos fuertes entre unos 50 y 100 km/h, así como lluvias intensas, ocasionando a veces destrozos e inundaciones tan devastadoras como las de los ciclones desarrollados.

Vendaval. Es una tempestad de vientos violentos que pueden estar acompañados por lluvia y relámpagos (véase el capítulo VI de

este libro). Los vendavales que se presentan en la ciudad pueden derribar árboles, postes, bardas y anuncios.

Westerlies. Aire traído a la superficie de la Tierra por las corrientes descendentes subtropicales que emigran de los polos (zonas de alta presión) hacia las zonas de baja presión subpolares; estos vientos, por ir de los polos hacia paralelos mayores, se desvían hacia el oeste, así que en el hemisferio norte tienen una dirección general de noreste a suroeste, y en el hemisferio sur, de sureste a noroeste.

APÉNDICE

CUADROS

Tabla 1. Datos climatológicos de estaciones del D.F.

ESTACIÓN	PERÍODO: 1968-1981											
<i>Aeropuerto</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	22.4	23.8	26.4	27.4	27.2	25.4	24.1	24.1	23.8	23.6	23	22.1
T. mín. °C	3.5	4.7	6.8	9.5	10.8	11.9	11.7	12.1	11.5	9.4	6.3	4.6
T. máx. ext. °C	34.3	29.6	31.4	33.5	33.5	31.3	28.5	28	27.2	28.5	27.6	26.3
T. mín. ext. °C	-2	-2.6	0.5	1	3.5	3.6	6	7.1	2	2	-1.6	-2.9
Precip. tot. mm	8.3	7.4	10.1	30.5	45.6	112.8	125.8	96.6	83.7	43.4	6.9	6
Lluvia máx. 24 h	14.1	9.1	20.8	33.8	35.9	39.8	36.9	36.7	59.5	38.4	26.6	18.3
No. días/ lluvia ap.	2	3	3	8	12.3	18	22	18	15	7	3	1.4
Hum. rel. %	57	54	47	49	57	66	72	71	70	66	61	62

ESTACIÓN	PERÍODO: 1968-1980											
<i>Agrícola Oriental</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	22.2	24.1	25.4	27.4	27.7	26.5	25.1	25.3	24.8	24.8	23.9	22.4
T. mín. °C	4.9	6.2	7.9	9.7	11.8	12.4	12.1	12.1	12.1	10.9	8	5.9
T. máx. ext. °C												
T. mín. ext. °C												
Precip. tot. mm	8.8	7.1	9.3	26.3	46.5	112.5	105.6	96.8	90.3	44.9	5	4
Lluvia máx. 24 h	46	23.7	29.2	32.8	53.5	40.5	39.3	43.6	46.5	38.5	20	9.5
No. días/ lluvia ap.	1	2	2	5	9	14	18	15.5	13	6	1	1
Hum. rel. %												

T. máx °C = Temperatura máxima promedio en °C

T. mín. °C = Temperatura mínima promedio en °C

T. máx. ext. °C = Temperatura máxima extrema en °C

T. mín. ext. °C = Temperatura mínima extrema en °C

Precip. tot. mm = Precipitación total en milímetros

Lluvia máx. 24 h = Lluvia máxima en 24 horas

No. días/ lluvia ap. = Número de días con lluvia apreciable

Hum. rel. % = Humedad relativa en %

Ernesto Jáuregui Ostos

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1985											
<i>Cinzel 42</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	23.1	24.5	27.1	28	27.8	26.1	24.8	25	24.3	24.1	23.7	23
T. mín. °C	5.9	6.7	9.4	11.3	12.8	13.3	12.6	12.6	12.6	10.8	7.9	6.6
T. máx. ext. °C	29.5	30.5	34	33.5	35.5	33.5	29.5	29.5	30	30	28	27.5
T. mín. ext. °C	-0.5	-1	3.5	6	7	7.5	8.5	6	4.5	4.5	0.5	-0.5
Precip. tot. mm	11.3	4.9	12.5	30.2	53.1	139.6	136.6	118.1	106.1	48.6	5.6	6
Lluvia máx. 24 h	48.7	17	28	60.1	36.8	76.4	55.9	48.7	48.4	46.4	15.3	18.4
No. días/ lluvia ap.	2	2	3	7	11	16	21	19	16	8	3	2
Hum. rel. %												

ESTACIÓN	PERÍODO: 1963-1992											
<i>Ciudad Universitaria</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	21.2	22.5	25	25.9	25.8	24.3	23	23.3	22.6	22.3	22	21
T. mín. °C	3.4	4.2	6.4	8.4	10.1	11.8	11.3	11.3	11.3	9.1	5.7	4.1
T. máx. ext. °C	27.7	28.8	31	33	32.7	31.5	31.5	29.2	29.2	28.3	28.5	26.6
T. mín. ext. °C	2.5	2.5	4.2	7.2	8.7	10.4	9.4	9.9	9	7.5	5.9	8.3
Precip. tot. mm	9.5	3.9	12.6	22	61.5	145.5	160.6	168.9	148.6	55.3	8.1	6.1
Lluvia máx. 24 h	37	9.8	33	18	66	58.7	70.2	69.8	62.5	38.2	35.6	17.8
No. días/ lluvia ap.	1	2	3	6	11	18	22	21	18	9	2	2
Hum. rel. %	60	53	51	52	58	66	74	73	73	69	65	64

El clima de la Ciudad de México

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1982											
<i>Col. Escandón</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	22.1	24.7	27	28	27.7	25.8	24.3	24.4	23.6	23.5	23.2	22.1
T. mín. °C	7.4	8.5	11	12.6	13.7	14	13	13.2	13.1	11.7	9.4	8
T. máx. ext. °C	30.2	33.8	32.9	33.8	34.1	33.7	30.1	29	28.6	30.7	30.2	31
T. mín. ext. °C	8.2	8.2	10.2	12.5	13	13.2	13	12.5	12.7	11.8	10	8.1
Precip. tot. mm	9.1	8.7	11.5	25.1	54.2	128.8	163.3	153.9	143.5	49.2	6	6.3
Lluvia máx. 24 h	42	41.3	31	26.5	53	39.8	52	64.4	58.2	47	14.3	14.8
No. días/ lluvia ap.	2	2	3	6	11	15.5	21	19	16	8	2	2
Hum. rel. %												

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1988											
<i>Desierto de los Leones</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	15.5	16.9	19	19.7	19.5	17.7	16.4	16.1	15.8	16	16.1	15.1
T. mín. °C	1.6	1.7	3.8	5.2	5.9	6.5	6.4	6.1	6.4	5	3.1	1.8
T. máx. ext. °C	22	25	26.5	27.5	27	25	25	24	22	22	21.5	21
T. mín. ext. °C	-6.5	-5.5	-5	-2	1	1	1	2	0	-1.5	-4	-4
Precip. tot. mm	16	14.9	14.2	45.5	92.6	206.4	267.6	289.1	244	107.1	16.1	13.6
Lluvia máx. 24 h	54.5	21.5	42	52	55.5	65	76	70.5	67	66	51.5	30.8
No. días/ lluvia ap.	3	3	3.5	8	14	19	26	24	22	13	6	3
Hum. rel. %												

Ernesto Jáuregui Ostos

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1983											
<i>Egipto (Clavería)</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	22.8	24.1	27	27.8	27.6	25.8	24.4	24.5	24.1	24	23.7	22.7
T. mín. °C	7.2	8.3	10.7	12.4	13.4	14.2	13.6	13.6	13.5	11.7	9.1	8.1
T. máx. ext. °C												
T. mín. ext. °C												
Precip. tot. mm	8.5	5.9	10.1	23.7	54.7	138.5	157.1	159.8	126.8	50.4	4.5	4.2
Lluvia máx. 24 h	19.3	18.5	31	19.4	16.5	57.9	48.4	47.8	46.3	40.7	27.2	17.2
No. días/ lluvia ap.	2	2	3	5	10	14.5	20	18	15	8	2	1.5
Hum. rel. %												

ESTACIÓN	PERÍODO: 1965-1982											
<i>El Guarda</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	15.2	15.1	16.4	17.1	17.2	16.6	15.8	15.9	15.5	15.3	15.5	15.1
T. mín. °C	1.4	2.5	2.8	3.3	4	4.7	4.5	4.4	4.5	3.2	2.2	2.2
T. máx. ext. °C	24	24	27	26.5	28	26	25.5	23.5	23.5	23	23.5	25
T. mín. ext. °C	-11.5	-9	-5.5	-6.5	-5.5	-2.2	0	-1.5	0	-0.9	-10	-7
Precip. tot. mm	18.9	11	15.2	47.8	78.5	201.3	239.9	232.7	200.4	75	14.3	9.5
Lluvia máx. 24 h	87	22	37.5	98	39.5	115	66	58.5	84.5	86.5	48	41
No. días/ lluvia ap.	2	1.5	2.5	6.5	13	20	26	26	22.5	15	4	2.3
Hum. rel. %												

El clima de la Ciudad de México

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1982											
<i>Hacienda Peña Pobre</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	díc
T. máx °C	20.6	22.3	24.9	25.3	25.2	23.6	21.8	21.7	21.1	21	20.9	20.3
T. mín. °C	3	3.8	6.1	7.9	9.4	11.1	10.6	10.5	10.6	8.5	5.6	3.9
T. máx. ext. °C	26.2	28.5	32	32	32	31	26	31.5	25.1	29	26	25.5
T. mín. ext. °C	2.5	3	4.5	7	8	10	8.7	9	8.5	7.8	5	3.5
Precip. tot. mm	10	5.8	15	27.5	72.8	142.5	185.6	171.1	152.6	62.7	13.8	7.7
Lluvia máx. 24 h	45	18.7	35.8	37.6	35.5	52	55.1	57	51.8	40.9	37.3	16.8
No. días/ lluvia ap.	2	2	3	8	13	18	23	22.8	20	9.8	3	2
Hum. rel. %												

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1982											
<i>Hacienda La Patera</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	díc
T. máx °C	22.4	23.5	25.4	27.2	26.8	24.8	23.4	23.5	22.9	23.1	22.8	22.7
T. mín. °C	5.3	6.2	8.5	10.5	11.7	12.4	11.8	11.8	11.6	9.9	7.2	6.1
T. máx. ext. °C	29	30	31.5	33	33	32	28.5	27.5	28	28	28	29.5
T. mín. ext. °C	-0.3	-1	2	3	6	7	7	8.5	5	3	0	7
Precip. tot. mm	8.7	7.5	11.8	27.1	52	127.8	126.5	121.6	103.8	44.5	9.6	7
Lluvia máx. 24 h	40.2	21	62	63	44	83.3	41.3	47.5	48	80.8	20	19
No. días/ lluvia ap.	2	2	2	4	9	14	18	16	13	7	2	2
Hum. rel. %												

Ernesto Jáuregui Ostos

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1980											
<i>Iztapalapa</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	22.9	24.4	26.4	27.7	27.8	26.2	24.8	24.9	24	24.2	23.7	22.8
T. mín. °C	3.5	4.2	6.4	8.4	10.2	11.6	11.3	11.1	11.2	9.2	5.6	4.6
T. máx. ext. °C	28	29.5	33	33.5	32.5	33	31	32	30	28.5	28	27.5
T. mín. ext. °C	3.5	5	6.5	9.5	10.5	11	11	11.5	11	9.5	7	4
Precip. tot. mm	11.2	5	9.6	23.7	53.7	106.3	129	114.9	105.8	49.2	5.5	4.7
Lluvia máx. 24 h	51.5	17.6	40.5	30.7	65	43.1	42	64.8	56.8	54	19.1	16
No. días/ lluvia ap.	2	2	3	6	10	16	20	19	16	8	3	2
Hum. rel. %												

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1990											
<i>Km 6+ 250 Gran Canal</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	23.2	24.7	27.3	28.1	27.9	26	24.4	24.7	24.3	24.4	24.1	23.1
T. mín. °C	4.3	5.3	7.6	9.6	11.2	12.2	11.7	11.8	11.6	9.6	6.7	5
T. máx. ext. °C	30	30	23.5	34	34	32.5	29.5	29	28	29	28.5	27
T. mín. ext. °C	3.5	4.5	6	9.5	9.5	11	10	10.5	10.5	8	8	4.5
Precip. tot. mm	9.2	6.9	11.6	24.6	47.3	102.8	110.7	114.6	97.4	38.6	7.2	5.1
Lluvia máx. 24 h	42	20.5	30	40	27.2	78	95	59.2	37	26.2	23.8	14.3
No. días/ lluvia ap.	2	2	3	7	11	15	19	17.5	15	8	2	2
Hum. rel. %												

El clima de la Ciudad de México

ESTACIÓN	PERÍODO: 1963-1985											
<i>Milpa Alta</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	20.3	21.4	24	24.7	24.7	23	21.7	21.7	21.3	21.4	21.1	20.2
T. mín. °C	6.2	7	9.4	11	11.7	12.1	11.3	11.3	11.4	9.7	7.8	6.8
T. máx. ext. °C	27	29.5	29.5	30	30.5	31	26.5	26.5	26.5	26.5	25.5	25.5
T. mín. ext. °C												
Precip. tot. mm	13.8	7.6	11.8	30.1	67.2	121.8	146.7	131.7	99.3	42.4	8.7	5.8
Lluvia máx. 24 h	64	23.5	28	35	8.5	61	55.7	50	40	51.5	23	17.9
No. días/ lluvia ap.	2	2	3	7	11	17	22	20	18	8	2	2
Hum. rel. %												

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1983											
<i>Moyoguarda</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	21.3	22.4	24.8	25.4	25.7	24.2	22.8	23	22.5	22.3	22.2	28.6
T. mín. °C	1.6	2.5	4.8	6.8	8.9	10.7	10.5	10.5	10.7	8.1	4.5	3
T. máx. ext. °C	29	30	30.5	32	33	34.5	40	36	29	28.5	26	27
T. mín. ext. °C	2	3	3.5	6	9	10.5	9	10	10.5	7	5	6
Precip. tot. mm	11.6	6.2	8.7	22.7	66	120.6	141.4	133.1	122.4	50.9	7.3	7.3
Lluvia máx. 24 h	49.5	23	31.6	43	60.5	37	41.9	85	75	46.2	11.4	16
No. días/ lluvia ap.	2	2	2	5	10	16	20	19	17	8	3	2
Hum. rel. %												

Ernesto Jáuregui Ostos

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1980											
<i>Presa Anzaldo</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	21.2	22.4	24.6	25.4	25.4	23.9	22.5	22.5	22.1	21.9	22	21
T. mín. °C	4.2	4.9	6.9	8.4	9.6	10.6	10.2	10.2	10.2	8.5	6.2	5
T. máx. ext. °C	27	30	33.5	33.5	33	31.5	28	27	27.5	27.5	28	27
T. mín. ext. °C	2.5	3	5	7.5	8	10	8.5	8.5	9	7	6.5	3.5
Precip. tot. mm	13	6	11.4	24.9	70.9	156.2	205.9	198.9	189.9	64.3	8.1	5.3
Lluvia máx. 24 h	49.5	17.8	31	32.3	60.5	66.2	37.4	55	75	46.2	32	20.1
No. días/ lluvia ap.	2	2	2	6	11	16	21	20	18	8.5	2	2
Hum. rel. %												

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1982											
<i>San Gregorio Atlapulco</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	22.9	24.8	27.2	27.9	27.6	26	24.7	25	24.4	24.5	24.2	22.4
T. mín. °C	3	3.7	6	8.3	10.1	11.7	11.3	11.3	11.2	8.8	5.7	4.1
T. máx. ext. °C	29	31	33.5	36	36	36	29.5	30	30.5	31	29	29
T. mín. ext. °C	3	3.5	4.5	7.5	9.5	10	9.5	9.5	9.5	8	5.5	3.5
Precip. tot. mm	11	6.5	12.2	26.7	49	95	121.1	122.6	92.2	49.8	7.4	6.5
Lluvia máx. 24 h	41.5	20	32.3	29.5	40.2	59.6	37.5	58.6	53.3	43.5	37.1	18
No. días/ lluvia ap.	2	2	3	7	11	15	20	18	15	8	3	1.5
Hum. rel. %												

El clima de la Ciudad de México

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1982											
<i>San Juan de Aragón</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	22.9	24.8	27.2	27.9	27.6	26	24.7	25	24.4	24.5	24.2	22.4
T. mín. °C	3	3.7	6	8.3	10.1	11.7	11.3	11.3	11.2	8.8	5.7	4.1
T. máx. ext. °C	29	31	33.5	36	36	36	29.5	30	30.5	31	29	29
T. mín. ext. °C	3	3.5	4.5	7.5	9.5	10	9.5	9.5	9.5	8	5.5	3.5
Precip. tot. mm	11	6.5	12.2	26.7	49	95	121	123	92.2	49.8	7.4	6.5
Lluvia máx. 24 h	41.5	20	32.3	29.5	40.2	59.6	37.5	58.6	53.3	43.5	37.1	18
No. días/ lluvia ap.	2	2	3	7	11	15	20	18	15	8	3	1.5
Hum. rel. %												

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1983											
<i>Tacuba</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	22.8	24.3	27.3	28	27.8	25.9	24.5	24.7	23.9	23.8	23.2	22.4
T. mín. °C	6.1	6.9	9.4	11.4	12.5	12.9	12.3	12.3	12.1	10.7	8	6.8
T. máx. ext. °C	31	32	34	36.5	35	33	29.5	30.5	29.5	29	32	30.5
T. mín. ext. °C	0.1	-1	3	5	8	9	7.5	8.5	4	3.5	0.5	1
Precip. tot. mm	15.8	7.1	12.5	26	51	131.2	139.6	155.9	126.8	50.8	10.6	6.7
Lluvia máx. 24 h	32	17	22	46.5	40	49.5	48	89.5	48.5	42.5	40	18
No. días/ lluvia ap.	2	1	2	4	8	15	19	16	14	6	2	1
Hum. rel. %												

Ernesto Jáuregui Ostos

ESTACIÓN	PERÍODO: 1963-1985											
<i>Tacubaya</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx. °C	21.4	23	25.4	26.5	26.5	24.7	23.3	23.4	22.8	22.6	22.4	21.3
T. mín. °C	6.8	7.7	10	11.5	12.3	12.6	11.9	12.1	12	10.5	8.5	7.3
T. máx. ext. °C	28.2	28.8	32.5	33	33.3	30.9	27.5	27.6	27.7	28.9	26.7	25.8
T. mín. ext. °C	8.6	7	9.3	10	11.4	11.5	10.9	11	11	9.2	8.9	6
Precip. tot. mm	9	6.8	11.7	26.9	53.2	154	182	173	149	65.3	5.5	7.1
Lluvia máx. 24 h	32.9	18.7	19.6	39.1	50.8	71.2	53.5	79.3	63.2	57.1	13	13.5
No. días/ lluvia ap.	2	2.5	4	8	13	18	23	22	19	10	4	3
Hum. rel. %	56	50	45	47	54	65	72	72	72	66	60	59

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1982											
<i>Desviación Alta</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx. °C	20.4	22	24.1	25.1	24.4	23.4	21.9	22.1	21.3	21.7	20.9	20.2
T. mín. °C	4.5	5.3	6.8	8.5	9.6	10.8	10.1	10.2	10.3	8.8	6.3	5.1
T. máx. ext. °C	26	28	30.5	32	30.5	31.5	27	27	27	26	26	25
T. mín. ext. °C	-5	-2	1	2	5	6.5	6	6	2.5	1	0	-3.5
Precip. tot. mm	10	7.5	10.7	26.1	71.9	177.6	225.4	182.1	164.1	60.9	6.2	5.5
Lluvia máx. 24 h	39	20.7	36.5	50	36.5	56	78.9	69	80.5	52.5	62	21.6
No. días/ lluvia ap.	2	2	4	8	14	19	26	25	22	11	3	2
Hum. rel. %												

El clima de la Ciudad de México

ESTACIÓN	PERÍODO: 1976-97											
<i>Coyoacán</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	21.5	22.8	25.4	26.1	26.2	24.8	23.4	23.4	22.7	23.0	22.1	21.5
T. mín. °C	5.1	6.1	7.8	9.5	11.2	12.2	11.6	11.8	11.9	10.0	7.6	6.4
T. máx. ext. °C	25.0	26.4	29.0	29.7	30.4	29.0	26.1	26.1	25.8	26.2	25.2	24.2
T. mín. ext. °C	1.4	3.1	4.6	6.7	8.5	8.7	8.9	9.5	8.6	6.5	4.2	3.0
Precip. tot. mm	11.9	7.2	8.7	25.4	59.9	157.6	172.4	150.2	124.9	61.2	11.9	5.0
Lluvia máx. 24 h												
No. días/ lluvia ap.												
Hum. rel. %												

ESTACIONES DEL ESTADO DE MÉXICO

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1982											
<i>Calacoaya</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx. °C	21.2	22.7	25.5	26.5	26.6	24.8	23.1	23.1	22.8	22.2	21.6	20.9
T. mín. °C	3.5	4.3	6.7	8.8	10.2	11.6	11.2	11.1	11.1	9	5.9	4.5
T. máx. ext. °C	28.5	29	32	34	33	31	28	28	33	28	27	25
T. mín. ext. °C	4	3.5	5	8.5	9.5	11	10	10	10	7.5	6.5	5
Precip. tot. mm	8.7	7	9.2	27.2	57.9	140.6	150	159.7	131.8	48.7	11.9	5.5
Lluvia máx. 24 h	20	15	31	49.5	40.5	66.4	58	56.5	76.8	55.4	24.3	10.3
No. días/ lluvia ap.	1.5	2	3	6	11	16	20	18	15.5	8	2.5	2
Hum. rel. %												

ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1985											
<i>Chalco</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx. °C	20.9	22.1	24.4	25.7	25.7	23.5	22.5	22.1	22.2	22.4	21.8	19.3
T. mín. °C	1.4	3.1	5.3	7.4	9.2	10.2	9.4	9.7	9.2	7.1	3.7	2.1
T. máx. ext. °C												
T. mín. ext. °C												
Precip. tot. mm	12.6	7.4	12	25.3	55.7	138.6	134.1	120.4	95.6	46.8	6.7	6.2
Lluvia máx. 24 h												
No. días/ lluvia ap.												
Hum. rel. %												

El clima de la Ciudad de México

ESTACIÓN	PERÍODO: 1952-1990											
<i>Presa Guadalupe</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx. °C	21.5	23.3	25.8	27	26.8	25.3	23.6	23.9	22.9	22.6	22.1	21.3
T. mín. °C	3.2	4	6.3	8.2	9.6	11.2	11	10.9	13.4	8.3	5.8	4.1
T. máx. ext. °C												
T. mín. ext. °C												
Precip. tot. mm	9.3	6.3	12.3	30.4	59.1	134	139.4	136.5	114.6	55	20.5	6.7
Lluvia máx. 24 h												
No. días/ lluvia ap.												
Hum. rel. %												

ESTACIÓN	PERÍODO: 1978-1990											
<i>Plan Lago de Texcoco</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx. °C	26.5	28	30.3	32	32.2	30.1	27.6	27.6	27.2	27.9	27.3	26.1
T. mín. °C	-3.2	-2.2	-0.3	3.6	5.9	6.6	8.4	8	5.8	2.9	-0.2	-1
T. máx. ext. °C												
T. mín. ext. °C												
Precip. tot. mm	7	10.9	12.5	22	40.1	120.4	101.4	93.6	81.6	32.9	7.1	5.5
Lluvia máx. 24 h												
No. días/ lluvia ap.												
Hum. rel. %												

Ernesto Jáuregui Ostos

ESTACIÓN	PERÍODO:1961-1980											
<i>Molino Blanco</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx. °C	21.8	23.7	25.7	26.8	26.7	25	23.5	23.5	23.1	23	22.8	21.7
T. mín. °C	4.5	5.8	8.2	9.4	11.1	11.9	11.3	11.2	11.1	9.4	7.2	5.2
T. máx. ext. °C	28.5	28.5	31.5	32.5	32	33	28	28.5	29.5	27.5	29	27.5
T. mín. ext. °C	-3	-3	1.5	2.5	5	7	7	5	4	1.5	-3	-3
Precip. tot. mm	10.6	7.8	12.9	25.5	53.6	150	183	170	137	52.8	6.3	6.9
Lluvia máx. 24 h	30.8	14.9	33.5	44.3	42.6	69.8	63	63.5	60	69.5	31.7	21.6
No. días/ lluvia ap.	2	2	4	6	12	17	22.5	20	17	9	3	2
Hum. rel. %												

ESTACIÓN	PERÍODO:1961-1980											
<i>Molinito</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx. °C	22.6		24.6	27.6	27.5	25.9	24.3	24.5	23.9	24	23.6	22.2
T. mín. °C	3.5		4.8	8.2	9.9	10.9	10.6	10.4	10.5	8.6	6.2	4.4
T. máx. ext. °C	32		33	34	37	34.5	32.5	30	29	30	29.5	35
T. mín. ext. °C	-5.5		-4	0	3.5	4	5	5	1.5	-0.5	-4	-4
Precip. tot. mm	9.7		7.5	25.3	63.5	147.6	196.4	180.6	145.5	67.1	6.9	9
Lluvia máx. 24 h	34		31	41.2	43.5	59	70	71.5	75.5	45.8	9	38
No. días/ lluvia ap.	2		2	7	12	17.5	23.5	21	18	10	4	3
Hum. rel. %												

El clima de la Ciudad de México

ESTACIÓN	PERÍODO: 1967-1982											
<i>Km 2+120 Las Bombas</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	22.6	23.9	26.4	27.3	27.2	25.3	24.1	24.3	23.8	23.8	23.5	22.6
T. mín. °C	2.6	3.8	5.9	8.2	10.6	11.3	11	11	10.8	8.7	5.4	4.1
T. máx. ext. °C	28.5	30	31.5	32.5	33.5	31.5	29	29.5	30	29.5	28.5	27
T. mín. ext. °C	6.7	3	5	8	9.5	11	10.5	10.5	10	8	6	6.5
Precip. tot. mm	11.1	6.3	20	24.1	53.8	99.1	117.2	95.8	91.9	47.3	11.7	6.3
Lluvia máx. 24 h	42	15	29	29.3	38.5	53.5	40	35.1	63	51.5	21.4	13.4
No. días/ lluvia ap.	2	2	3	6	10	14	16	16	13	7	2	1.5
Hum. rel. %												

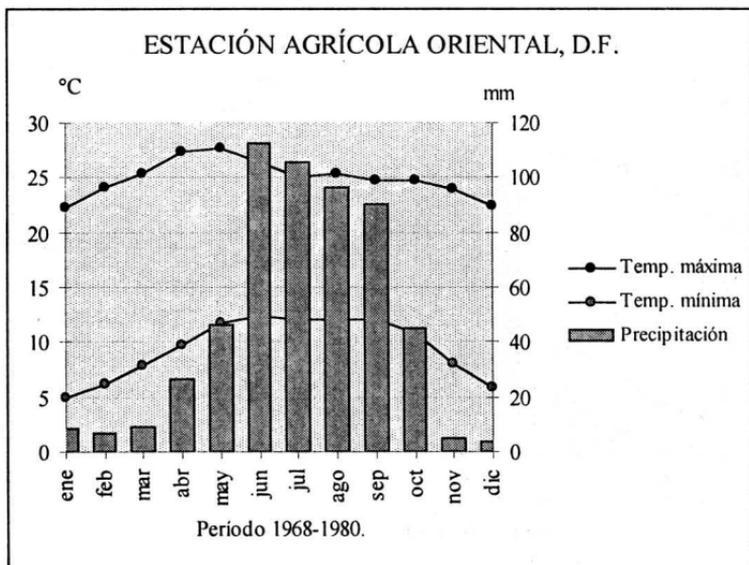
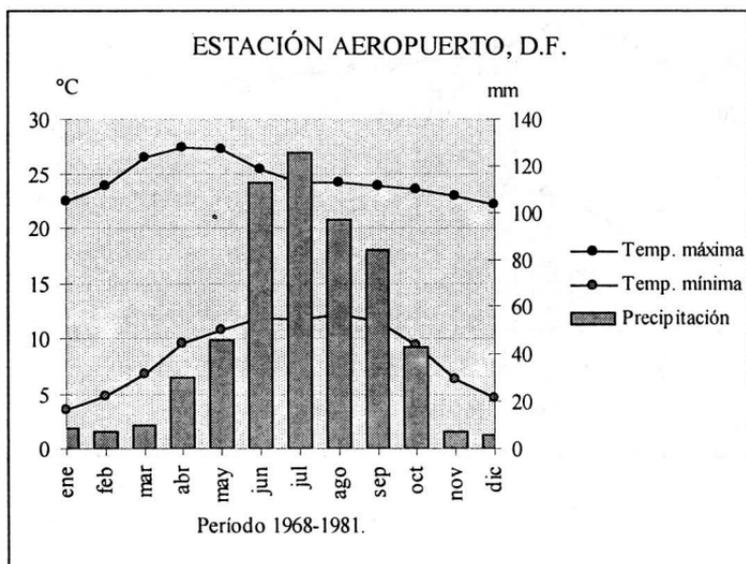
ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1982											
<i>Los Reyes la Paz</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx °C	21.5	22.8	25.6	27.2	27.4	25.1	23.9	24	23.4	23.2	22.6	21.5
T. mín. °C	4	5.1	7.9	9.9	11.2	11.8	11.4	11.4	11	8.9	5.9	4.8
T. máx. ext. °C	28	29.5	33	33	34	32	29	29.5	29.5	30	28.5	27
T. mín. ext. °C	-5.5	-3.5	1	2	4	6	7	6	5	1	-5	-5
Precip. tot. mm	10.1	7.1	8.8	26	48.3	96.7	115	101	85.1	44.7	6.4	4.3
Lluvia máx. 24 h	31	19	34.5	23	48.5	52.2	51	38.5	44.2	32	11.8	16.4
No. días/ lluvia ap.	2	2	2	5.8	9	14	19	17	14	8	2	1
Hum. rel. %												

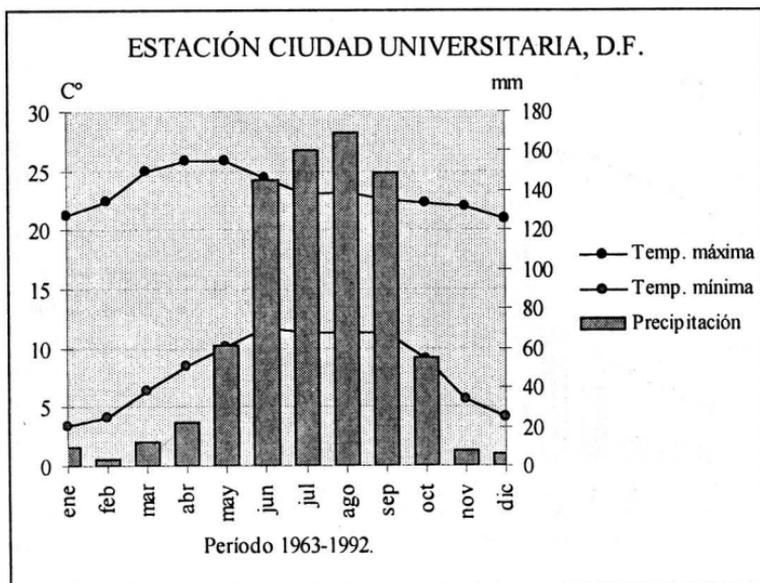
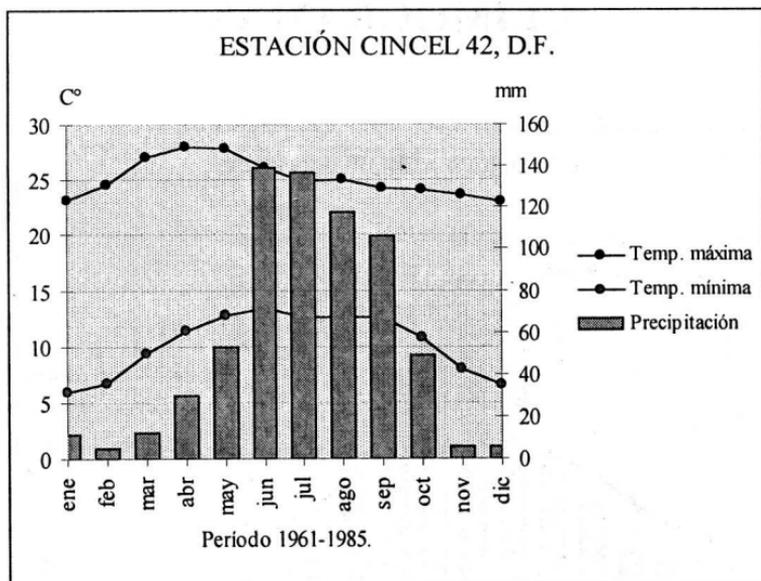
Ernesto Jáuregui Ostos

ESTACIÓN	PERÍODO: 1965-1985											
<i>San Juan Ixhuatepec</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx. °C	21.8	23.2	25.5	26.7	26.2	24.8	23.3	23.3	22.8	22.8	22.5	21.8
T. mín. °C	4.1	5.3	7.6	9.7	11.1	12.1	11.6	11.5	11.4	9.3	6.6	5.2
T. máx. ext. °C	28.5	29.5	31.5	33	32	32	29	29	28	28	26	27
T. mín. ext. °C	-5.5	-3.5	-0.5	1	3	6	5.5	5	2	-1	-5	-2
Precip. tot. mm	10.5	6.9	12	25.2	52	106.6	123.7	125.7	100.3	46.8	7.8	7.5
Lluvia máx. 24 h	35	16.5	27	41	25	40.5	51	29	44	45	18.1	35
No. días/ lluvia ap.	2	3	4	7	11	16	19	18	14	8	3	2
Hum. rel. %												

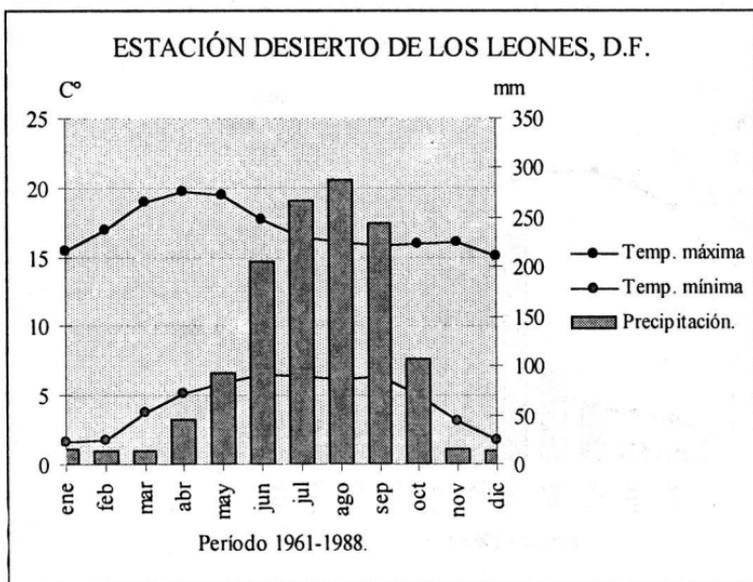
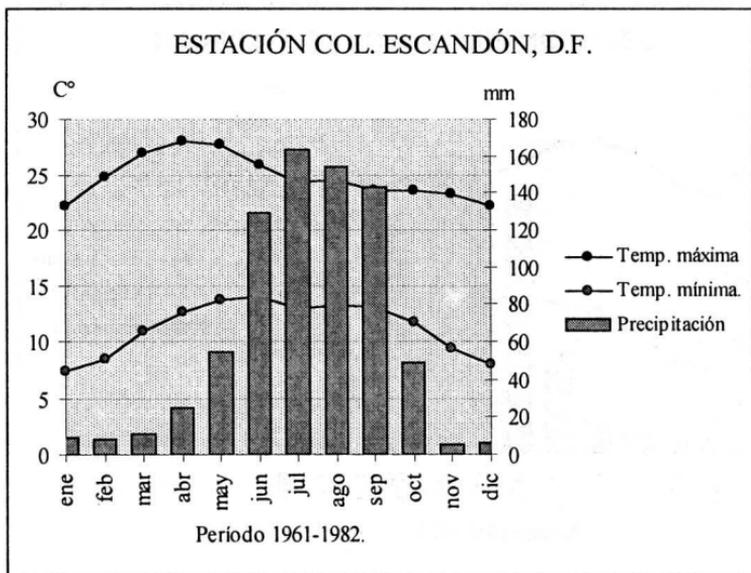
ESTACIÓN	PERÍODO: 1961-1982											
<i>Totolica</i>												
Parám/Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T. máx. °C	20.1	21.5	24	24.8	24.6	23.3	21.8	21.8	21.2	21.3	20.8	20.1
T. mín. °C	3.1	3.9	5.9	7.7	9.1	10.2	10.2	10.2	10.2	7.9	5.2	3.9
T. máx. ext. °C	29.5	30.5	33	34	33	32.5	29	28	28.5	29	30	28
T. mín. ext. °C	-4.5	-4.5	-2	-1	2.5	5	6	6	2	0	-5	-5
Precip. tot. mm	9.1	6.8	12.3	25.1	59.3	152	206	195	157	60.1	11.9	8
Lluvia máx. 24 h	30	52	36	39.5	34.6	100	65	66.8	49	50	15.9	36
No. días/ lluvia ap.	2	2	3	6	10.5	16	21	20	16	8.5	3	2
Hum. rel. %												

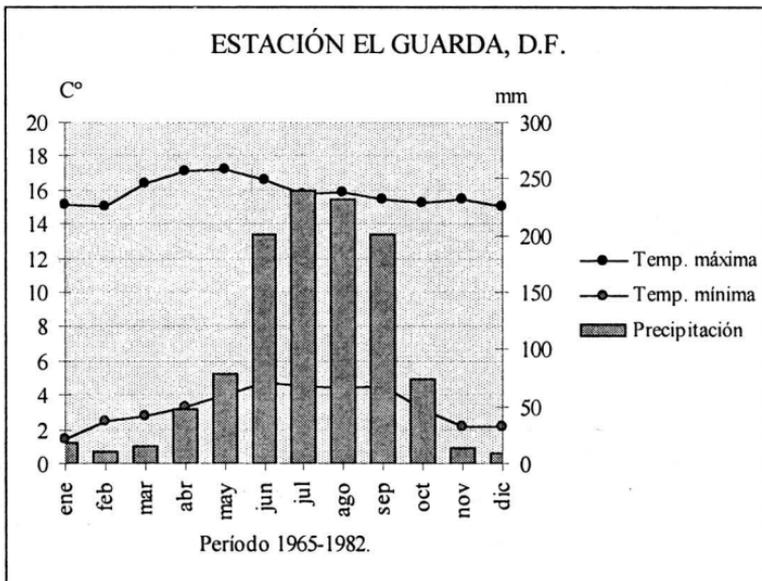
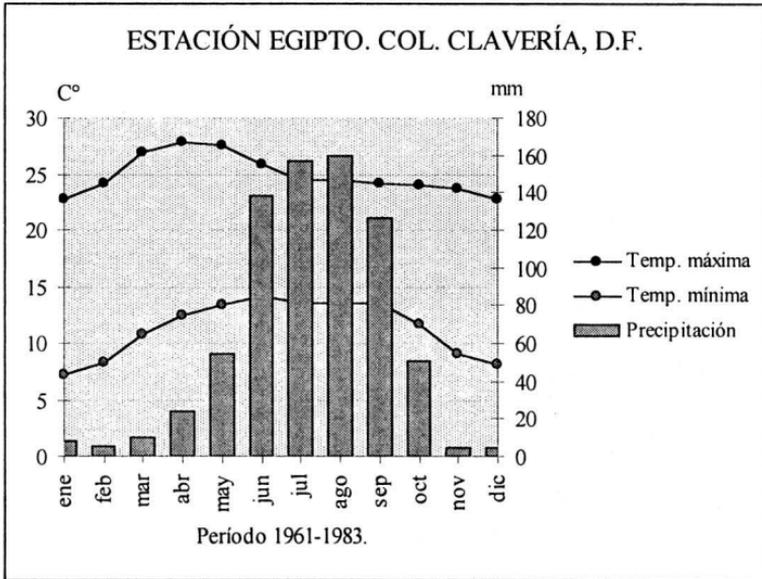
CLIMOGRAMAS

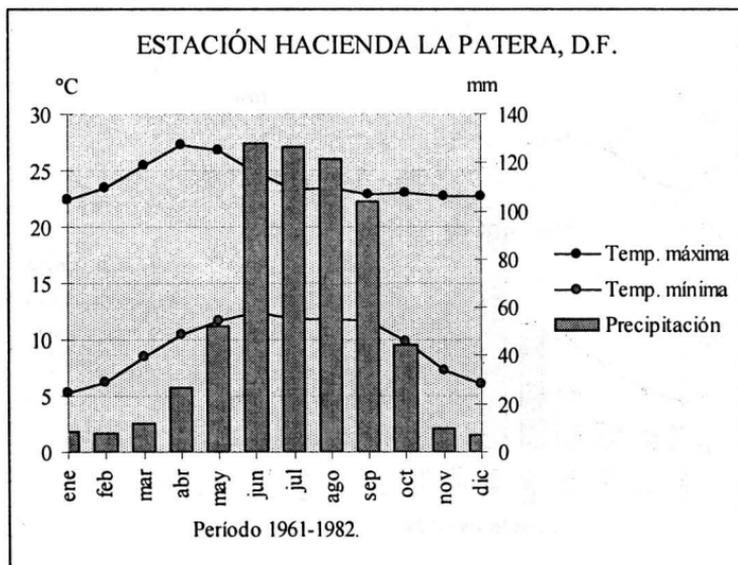
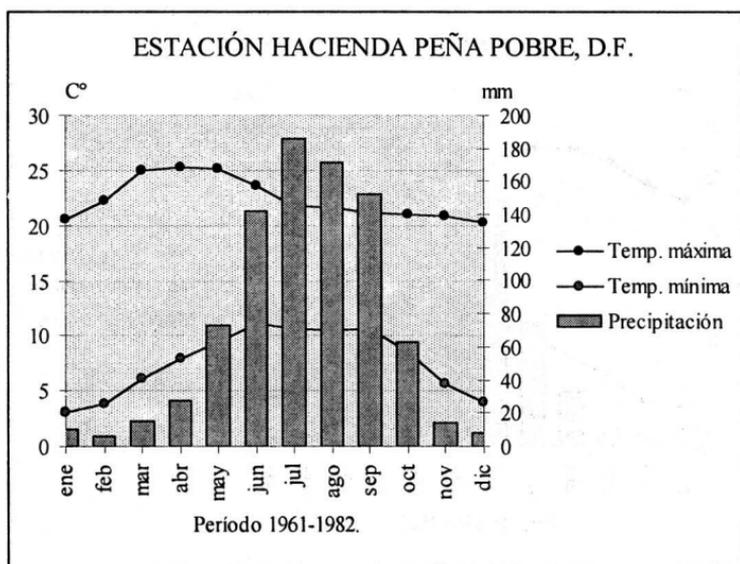


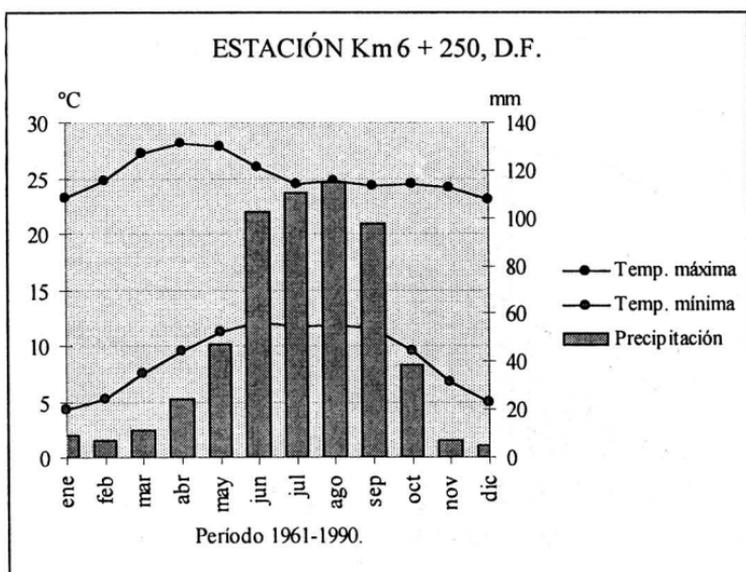
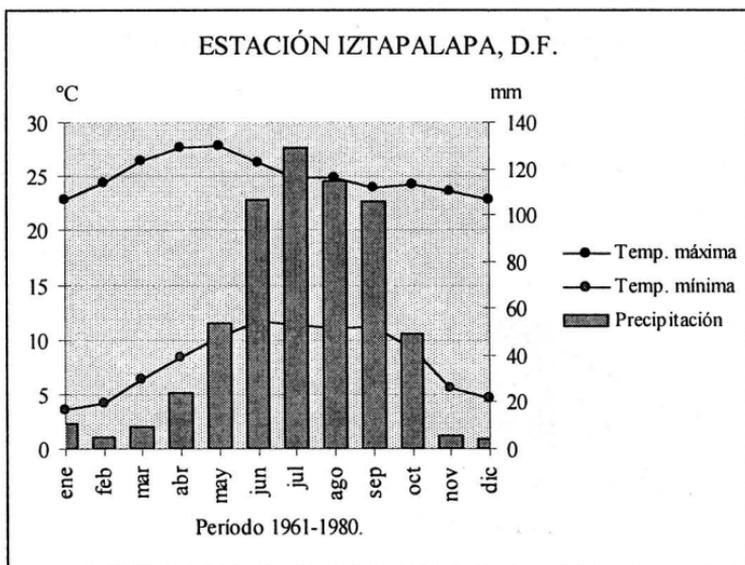


El clima de la Ciudad de México

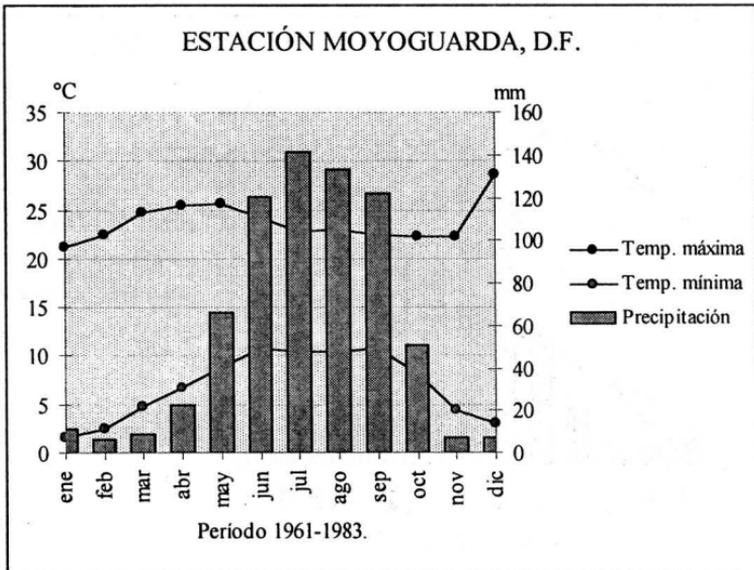
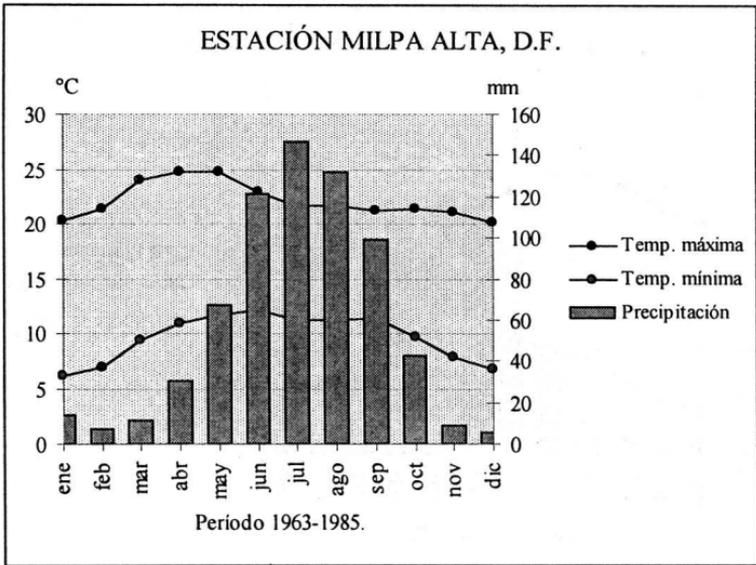


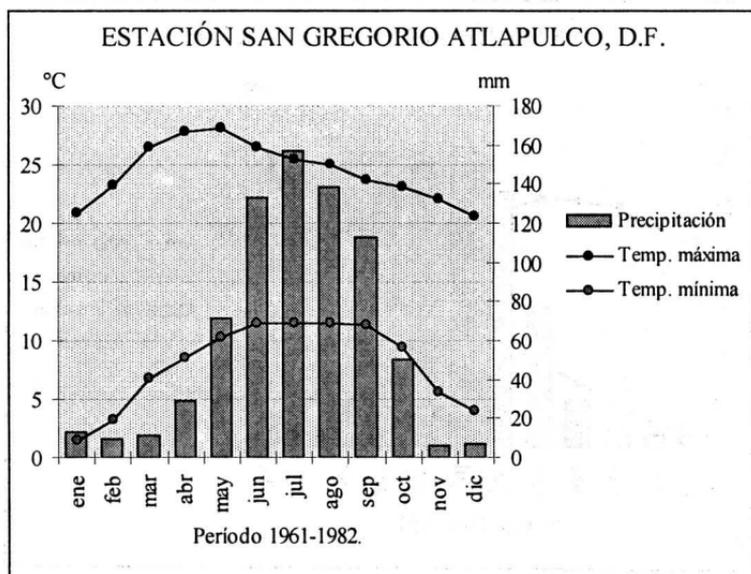
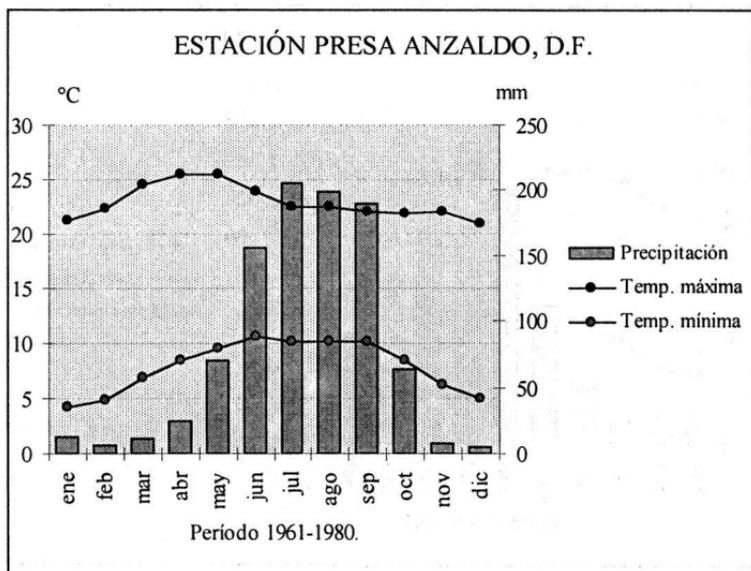




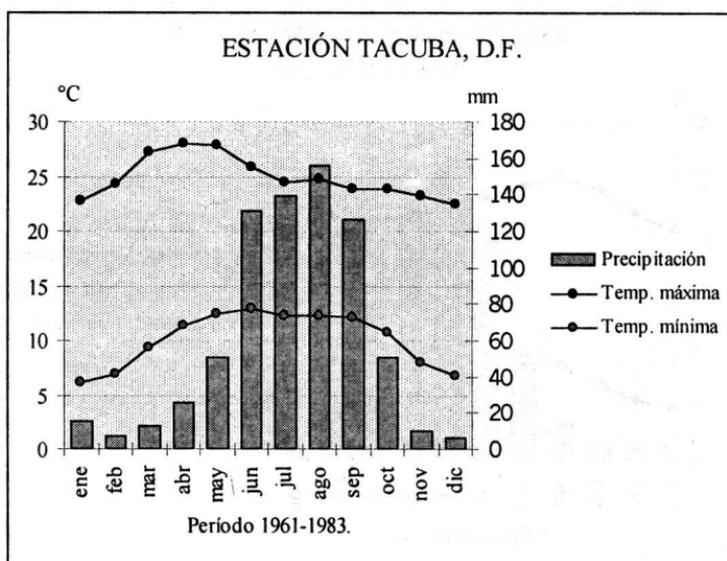
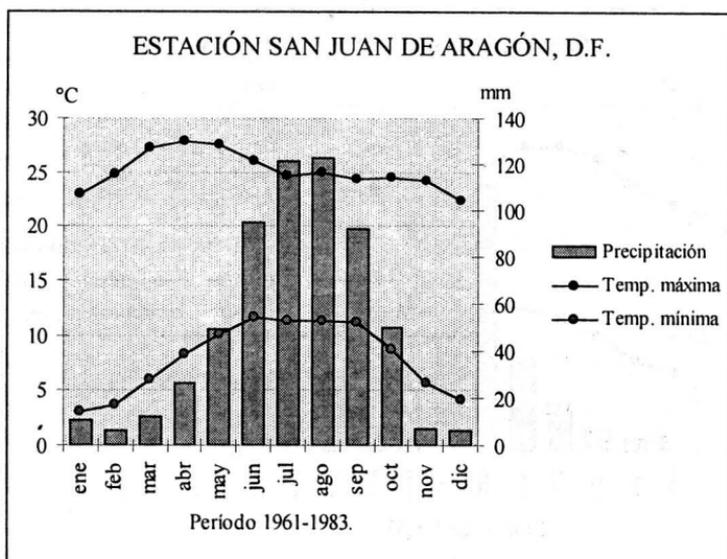


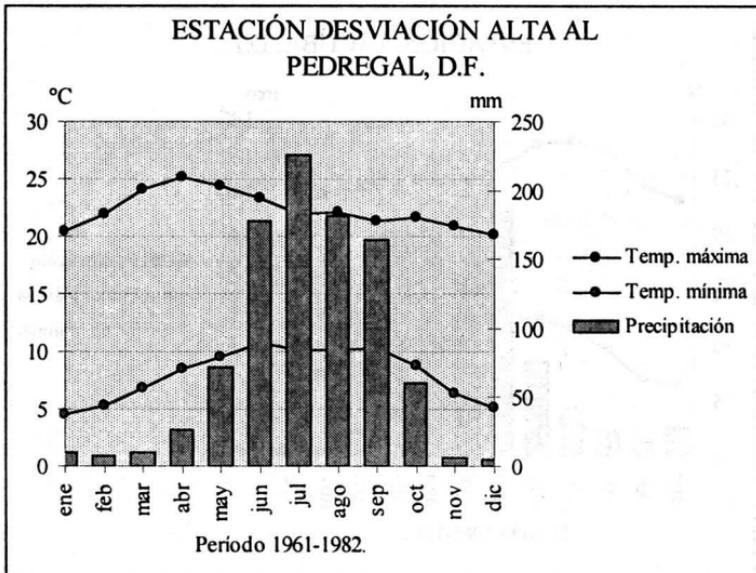
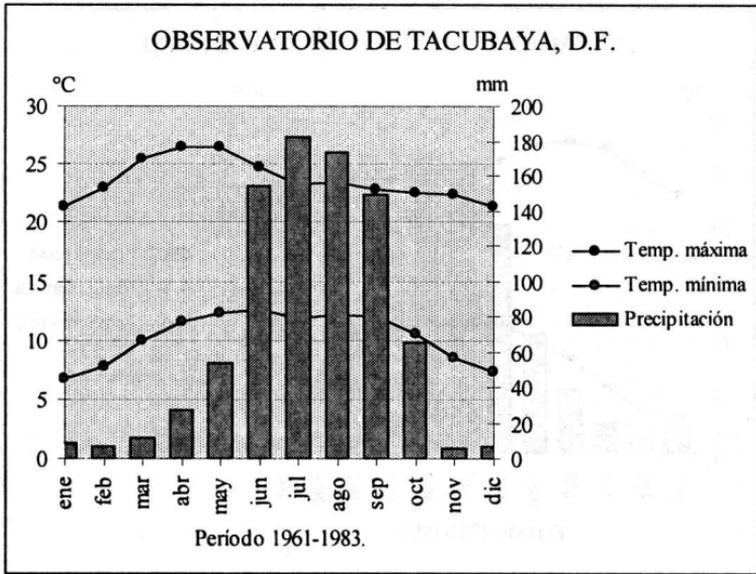
El clima de la Ciudad de México



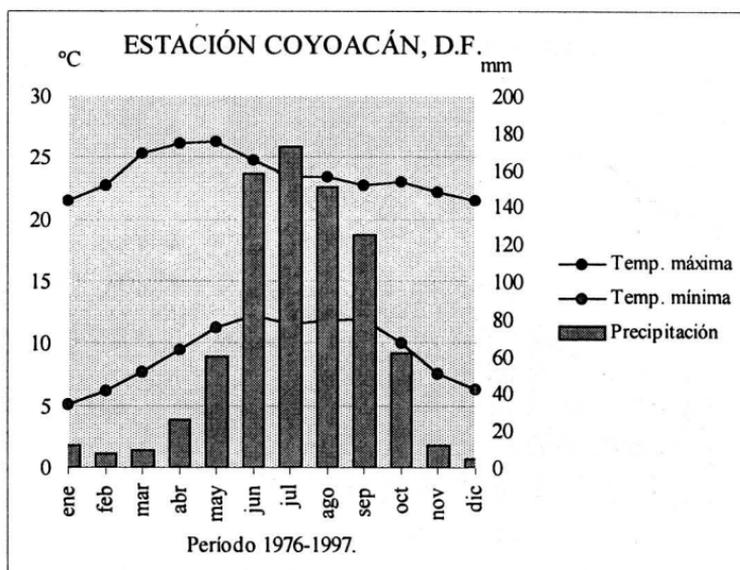


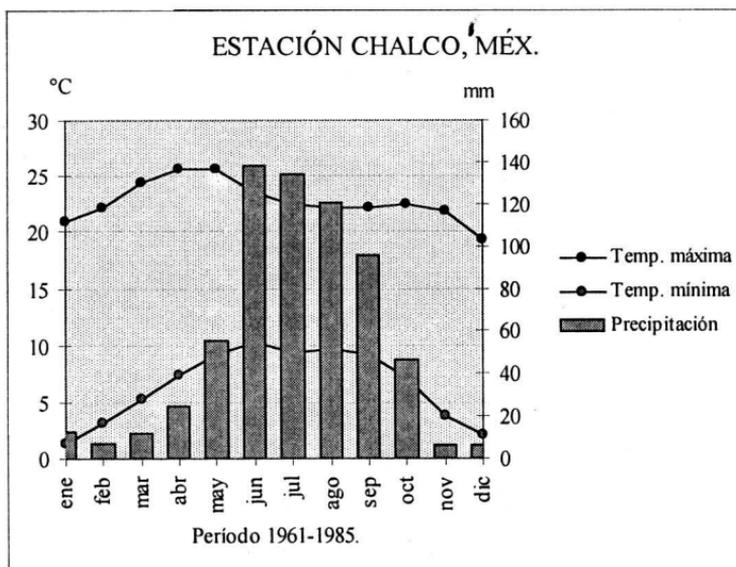
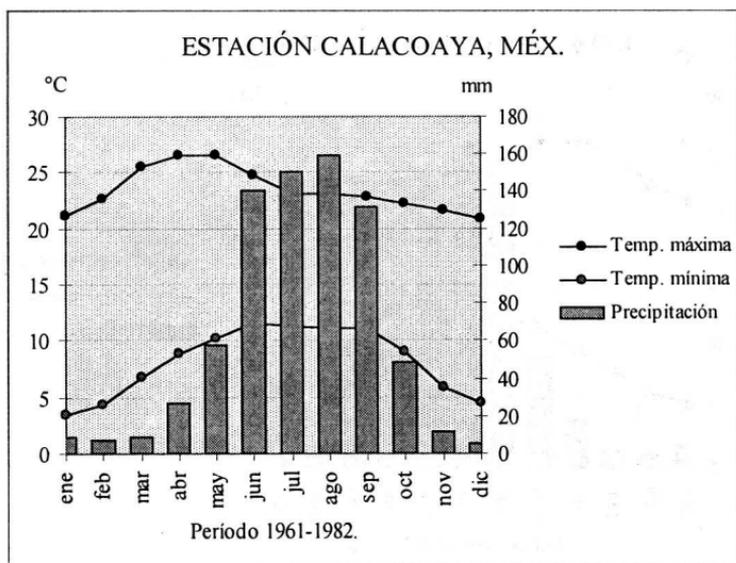
El clima de la Ciudad de México

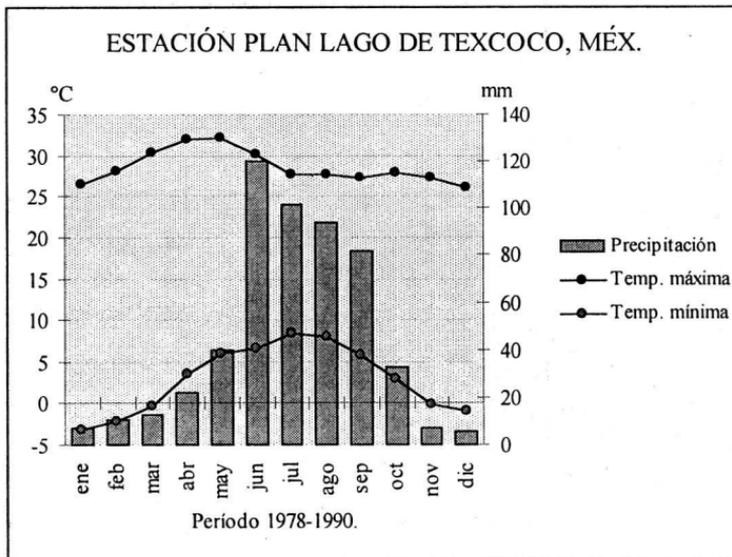
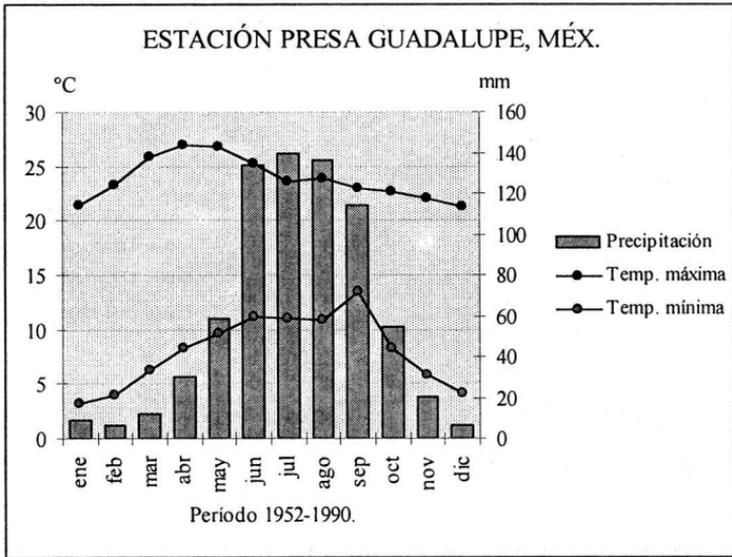


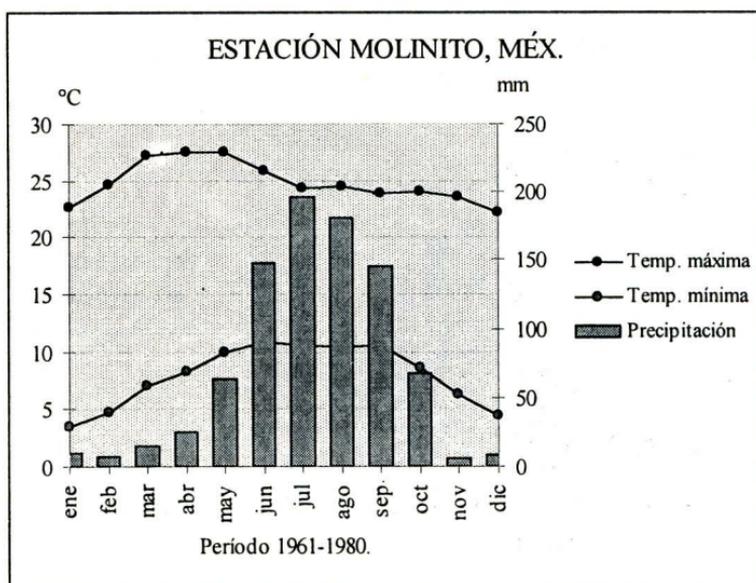
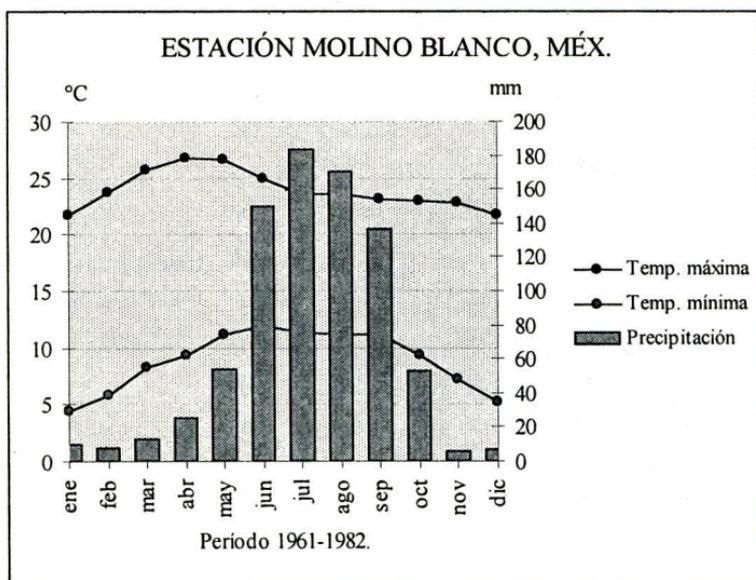


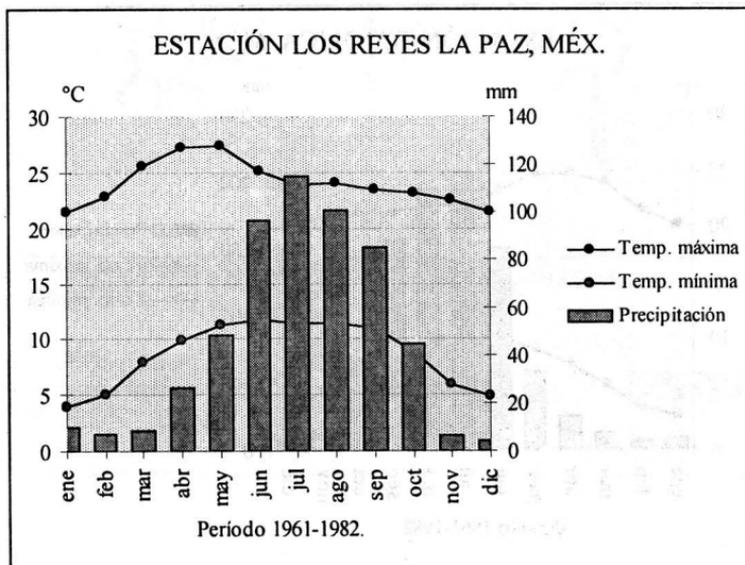
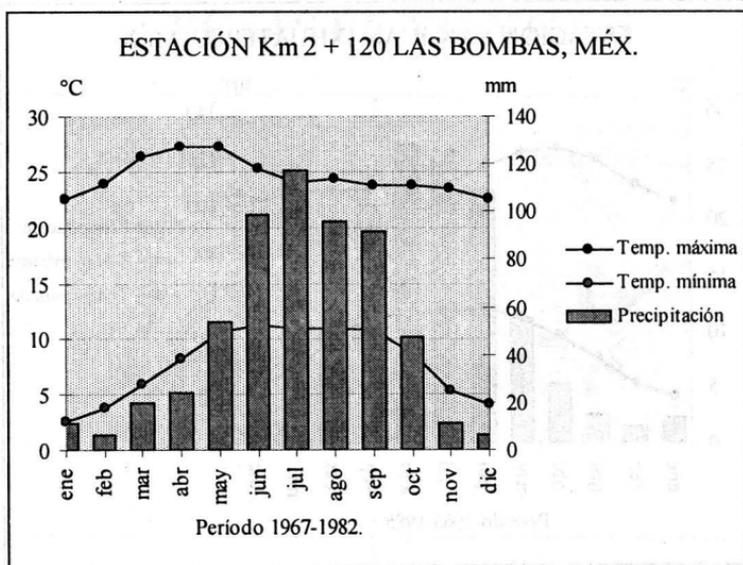
El clima de la Ciudad de México

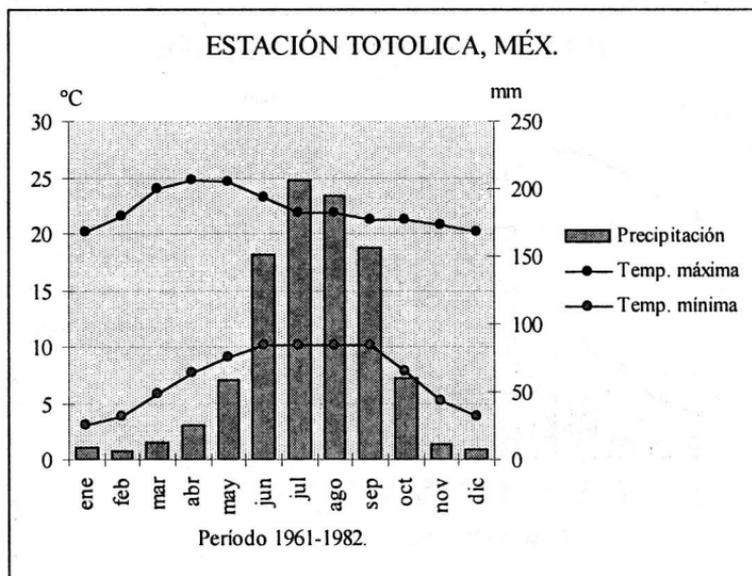
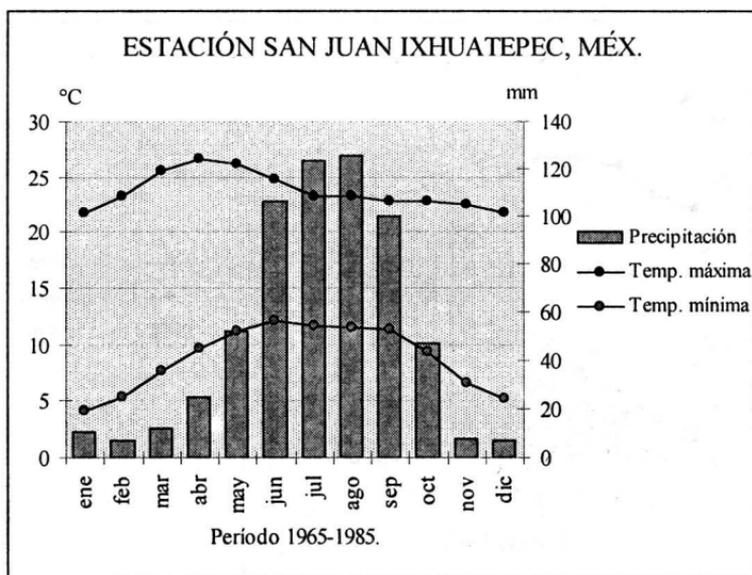






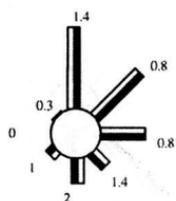




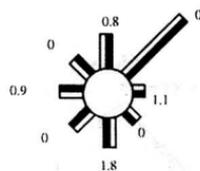


ROSAS DE VIENTO

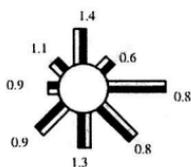
SAN AGUSTÍN



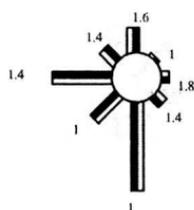
HANGARES



MERCED



TACUBAYA



ROSAS DE VIENTOS PARA EL PERIODO DE LA 1 A 8 HORAS

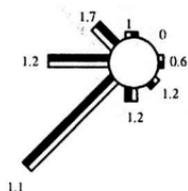
En el extremo de la barra:
Intensidad media del viento
(en metros por segundo)

ENERO
1997

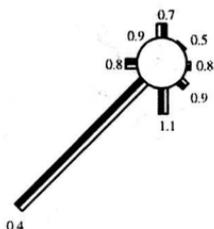


Escala
gráfica

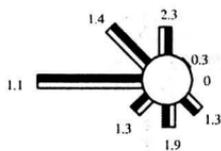
TACUBA



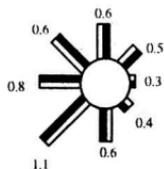
ENEP ACATLÁN



TLALNEPANTLA



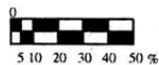
XALOSTOC



ROSAS DE VIENTOS PARA EL PERIODO DE LA 1 A 8 HORAS

En el extremo de la barra:
Intensidad media del viento
(en metros por segundo)

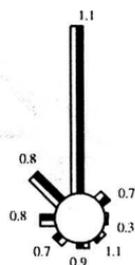
ENERO
1997



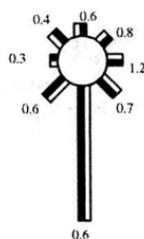
Escala
gráfica

El clima de la Ciudad de México

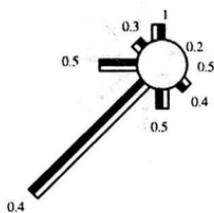
PEDREGAL



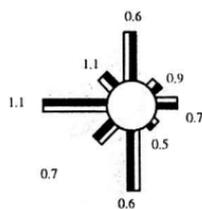
C. ESTRELLA



PLATEROS



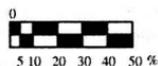
PREPA. 7



ROSAS DE VIENTOS PARA EL PERIODO DE LA 1 A 8 HORAS

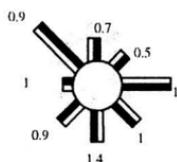
En el extremo de la barra:
Intensidad media del viento
(en metros por segundo)

ENERO
1997

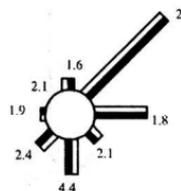


Escala gráfica

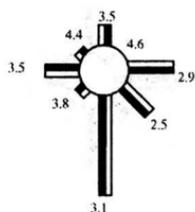
MINERIA



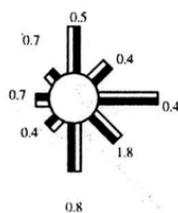
TEXCOCO



PREPA. 1



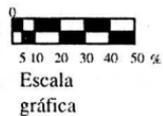
PREPA. 3



ROSAS DE VIENTOS PARA EL PERIODO DE LA 1 A 8 HORAS

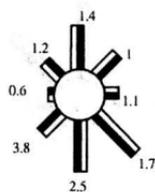
En el extremo de la barra:
Intensidad media del viento
(en metros por segundo)

ENERO
1997

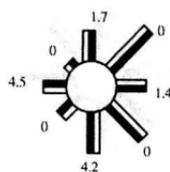


El clima de la Ciudad de México

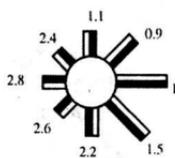
SAN AGUSTÍN



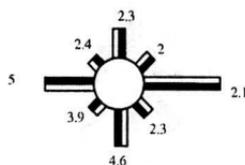
HANGARES



MERCED



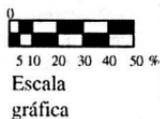
TACUBAYA



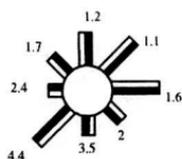
ROSAS DE VIENTOS PARA EL PERIODO DE LAS 12 A LAS 18 HORAS.

En el extremo de la barra:
Intensidad media del viento
(en metros por segundo)

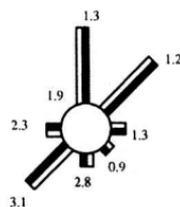
ENERO
1997



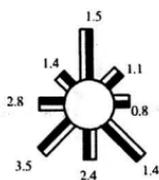
TACUBA



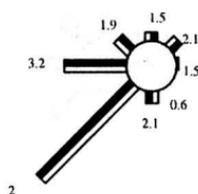
ENEP ACATLÁN



TLALNEPANTLA



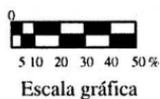
XALOSTOC



ROSAS DE VIENTOS PARA EL PERIODO DE LAS 12 A LAS 18 HORAS.

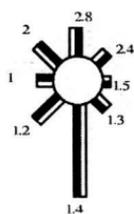
En el extremo de la barra:
Intensidad media del viento
(en metros por segundo)

ENERO
1997

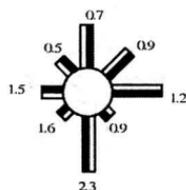


El clima de la Ciudad de México

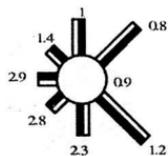
PEDREGAL



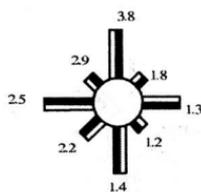
C. ESTRELLA



PLATEROS



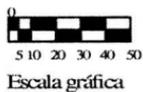
PREPA 7



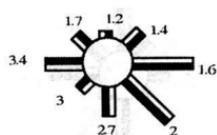
ROSAS DE VIENTOS PARA EL PERIODO DE LAS 12 A LAS 18 HORAS.

En el extremo de la barra:
Intensidad media del viento
(en metros por segundo)

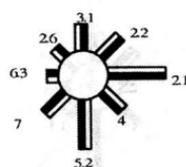
ENERO
1997



MINERIA

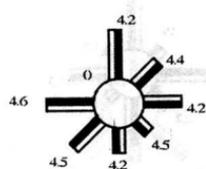


TEXCOCO

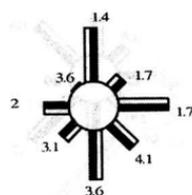


PREPA

1



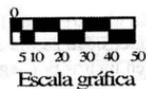
PREPA 3



ROSAS DE VIENTOS PARA EL PERIODO DE LAS 12 A LAS 18 HORAS.

En el extremo de la barra:
Intensidad media del viento
(en metros por segundo)

ENERO
1997



BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo (1924), "Influencia que ha tenido en la climatología de la Ciudad de México la desecación de los lagos del valle". *Boletín Anual del Servicio Meteorológico Nacional*, México.
- Bárcena, M. (1893), *El clima de la Ciudad de México*, Oficina tipográfica, Secretaría de Fomento, México.
- Cook, S. (1946), "The incidence and significance of disease among the Aztecs and related tribes", *The Hispanic American Historical Review*, 26:320-335.
- Cruickshank, G. (1995), *Proyecto Lago de Texcoco. Rescate hidroecológico*, Imprenta Servicios Artes – gráficas, México.
- Delgado, H. (1993), "The glaciers of Popocatepetl volcano (Mexico)", *Memoria de la Primera Conferencia Internacional sobre Cambio Climático en México*, Taxco (5-9 jul.), México, p. 27.
- Escurra, E. y M. Mazari (1996), "Are megacities viable? A tale from Mexico City", *Environment*, vol. 38, 1,7-35.
- Glantz, M. (1964), *Viajes en México. Crónicas extranjeras*, Secretaría de Obras Públicas, México, p. 108.
- Jáuregui, E. (1971), "La erosión eólica en los suelos vecinos al Lago de Texcoco", *Ingeniería Hidráulica en México*, 3, 2, 138-151.
- Jáuregui, E. (1986), "The urban climate of Mexico City", *Memoria de la Conferencia Técnica sobre Clima Urbano*, Organización Meteorológica Mundial, Nota Técnica 652, 63-86, Ginebra, Suiza.
- Jáuregui, E. (1988), "Local wind and air pollution interaction in the Mexico basin", *Atmósfera*, vol. 1. pp. 131-140.

- Jáuregui, E. (1989), "The dust storms of Mexico City", *International Journal of Climatology*, 9, pp. 169-180.
- Jáuregui, E. (1990-1991), "Effects of revegetation and new artificial water body on the climate of Northeast Mexico City", *Energy and Buildings*, 15-16, pp. 447-455.
- Jáuregui, E. (1995), "Algunas alteraciones de largo período del clima de la Ciudad de México debidas a la urbanización. Revisión y perspectivas", *Investigaciones Geográficas*, Boletín, núm. 31, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 9-44.
- Jáuregui, E. y E. Romales (1996), "Urban effects on convective precipitation in Mexico city", *Atmospheric Environment*, vol. 30, núm. 20, pp. 3383-3389.
- Jáuregui, E. (1997), "Climate changes in Mexico during the historical and instrumented period", *Quaternary International*, 43:1-11.
- Jáuregui, E. y E. Luyando (1998), "Long-term association between pan evaporation and the urban heat island in México City", *Atmósfera*, 11, 1:45-60.
- Jáuregui, E. y A. Tejeda (1999), "Un escenario de las condiciones bioclimáticas en la Ciudad de México para una duplicación de la concentración del CO₂", *El cambio climático en México*, INE/PUMA, México.
- Kingsborough, K.E. (1830-1848), *Antiquities of Mexico* (9 vols.), Londres.
- Lamb, H. (1967), "Climate in the 1960's", *Geographical Journal*, 132, 2:183-212.
- Le Roi Ladurie, E. (1990), *Historia del clima desde el año mil*, FCE, México.
- Metcalf, S. (1987), "Historical data and climate change in Mexico, a review", *Geographical Journal*, 153, pp. 211-222.
- Moreno, R. (1977), "Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el valle de México", Instituto de Investigaciones Históricas, *Novohispana*, UNAM, Serie 25, México, pp. 1733-1775.
- Peralta, C. (1997), "La recuperación del histórico Lago de Texcoco. Epopeya Ambiental", *México Desconocido*, 21, 244, México, pp. 16-24.

- Puga, G. (1895), *Tempestades de fin del invierno en el valle de México*, Tipografía de la Secretaría de Fomento, México.
- Sahagún, B. (1977), *Historia general de las cosas de la Nueva España*, Editorial Porrúa (Col. Sepan cuántos, núm. 300), México.
- Somolinos, G. (1971), “La primera expedición científica en América”, *Setenta*, México.
- Utterstrom, G. (1955), “Climate fluctuations and population problems in early modern history”, *The Scandinavian Economic History Review*, Estocolmo, Suecia.
- WMO (1999), *WMO statement on the status of the global climate in 1998*, Publication No. 896.

EL CLIMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Esta obra se terminó de imprimir en el mes de
Junio del 2000 en los talleres de Programas
Educativos S. A. De C. V. Calz. Chabacano No. 65
Local A, Col. Asturias, C. P. 06850, México, D. F.

EMPRESA CERTIFICADA POR EL INSTITUTO
MEXICANO DE NORMALIZACIÓN Y
CERTIFICACIÓN, A. C. BAJO LA NORMA ISO-
9002:1994/NMX-CC004:1995 CON EL No. DE
REGISTRO RSC.048

Tiraje 1 000 ejemplares

Esta obra describe el clima de la Ciudad de México y de la cuenca en que se ubica, llamada comúnmente valle de México. Como la cuenca abarca una región mucho más amplia que la mancha urbana, la información del libro es útil para otras poblaciones cercanas a la ciudad, principalmente al norte y oriente de ella. Con lenguaje sencillo no sólo se explica el clima actual, sino también cómo ha sido éste a partir del Imperio Azteca. Se hace énfasis en el cambio del clima durante el siglo XX, por causas antropógenas unas de índole local (deseccación de lagos, urbanización, etcétera) y otras de naturaleza mundial (el calentamiento global).

Asimismo, se hace una previsión del clima del siglo XXI, que seguramente seguirá cambiando por estas mismas causas. Por medio de numerosos mapas, tablas, climogramas y rosas de viento, se presenta la climatología de la cuenca, que comprende temperaturas, lluvias, heladas, nieblas, vendavales, contaminantes, etcétera. Hay también un glosario de terminología climática.

Por todo lo anterior, este libro ampliará por un lado, la cultura general de cualquier lector y, por otro, será un apoyo técnico para profesionales en cuyo trabajo incide directamente el clima, como son constructores, urbanistas, planificadores, transportistas y diseñadores, entre otros.



ISBN 968-856-819-8



9 789688 568194