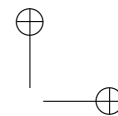
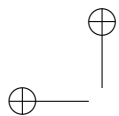


ANÁLISIS DE DATOS
METEOROLÓGICOS DEL
ESTADO DE MORELOS
1960-2012

OCTAVIO BARAHONA ECHEVERRÍA¹
ANTONIO SARMIENTO GALÁN

Y
LUIS JAVIER ÁLVAREZ
Instituto de Matemáticas, Unidad Cuernavaca
Universidad Nacional Autónoma de México

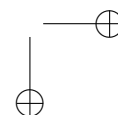
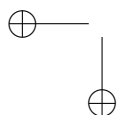
¹*Investigador independiente*



Prefacio

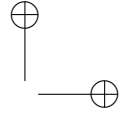
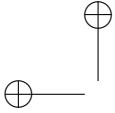
El presente

Luis Javier Álvarez,
Cuernavaca, Morelos, diciembre de 2016.



Índice general

1. Introducción	1
2. Metodología	2
2.1. Naturaleza y preparación de datos.	2
2.2. Imputación de datos.	2
2.3. Series de tiempo de precipitación pluvial.	8
2.4. Formulación matemática de una red neuronal.	13
2.5. El modelo de perceptrón multicapa.	13
2.6. Entrenamiento.	14
2.7. Las funciones de activación.	16
2.8. Factores de peso en la retro-propagación	19
3. Precipitación	25
3.1. Naturaleza de los datos.	25
3.1.1. Descripción y estadística básica.	28
3.1.2. Entrenamiento de la red neuronal.	31
4. Temperatura	34
4.1. Descripción y estadística básica.	34
5. Resultados y discusión	38
6. Conclusiones	43
Lista de apéndices	49
A. Estaciones meteorológicas	49
B. Bibliografía general	89
Índice de autores	92
Índice general	93

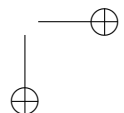
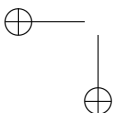


Capítulo 1

Introducción

Los diferentes tipos de análisis climáticos se pueden llevar a cabo siempre y cuando se tengan datos que no solamente cubran periodos de tiempo largos, por ejemplo lustros o décadas, sino que constituyan series de tiempo homogéneas y completas. Esto es especialmente importante para enfoques que utilizan técnicas estadísticas tales como Este proyecto consiste en la puesta en marcha de un sistema de simulación basado en redes neuronales para la solución de problemas inversos. En particular, para reconstruir registros de variables meteorológicas con alto grado de exactitud.

La contribución principal del proyecto es la generación de la capacidad de utilizar de una manera práctica redes neuronales para resolver problemas de bases de datos meteorológicos de todo el país. Este desarrollo puede ser de gran utilidad para llevar a cabo análisis de tanto globales del país, como regionales.



Capítulo 2

Metodología

2.1. Naturaleza y preparación de datos. Los datos meteorológicos utilizados son los que se encuentran en el Atlas Climático Digital en la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS) del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM.[1] Esta base de datos, la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA), contiene las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional entre otros. Cada archivo corresponde a alguna de las estaciones meteorológicas diseminadas por el territorio nacional con los valores diarios de cuatro variables: temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y evaporación.

Existen varios problemas con los datos almacenados: incompletez, fragmentos que son ruido blanco, valores improbables, cambios de aparatos/sistemas de medición sin registro alguno, entre los principales detectados. El principal problema, que además es el más difícil de solucionar, es el de la falta de datos, principalmente en lo que toca a precipitación. Esta no es la única característica que distingue a la variable de la precipitación pluvial, pues sin excepción alguna, la mayoría de los días del año no se tiene lluvia en las estaciones analizadas para el Estado de Morelos. Esta carencia hace que los valores registrados no sean una serie de tiempo propiamente dicha y vuelve necesario el tratar dichos valores de manera especial. Por ejemplo, los días sin precipitación deben separarse en la construcción de varios tipos de gráficas: histogramas, distribuciones de la intensidad, etc. si lo que se quiere es detectar algún tipo de cambio en las tendencias a largo plazo.

2.2. Imputación de datos. Como se mencionó en la sección anterior, el problema de la existencia de datos faltantes es un problema en muchos campos y en particular en meteorología. La imputación de datos se puede hacer explotando la correlación espacial o temporal entre los datos de estaciones vecinas en el primer caso y en el segundo, entre meses del año con comportamientos que se asumen similares. Uno de los métodos de imputación más utilizados es el de interpolar datos utilizando estaciones de observación vecinas altamente correlacionadas, [2] sin embargo, en el caso de las estaciones analizadas en este trabajo este método no ha sido susceptible de utilización pues las estaciones dentro y alrededor del Estado de Morelos o están muy lejos unas de otras como para

2.2. IMPUTACIÓN DE DATOS.

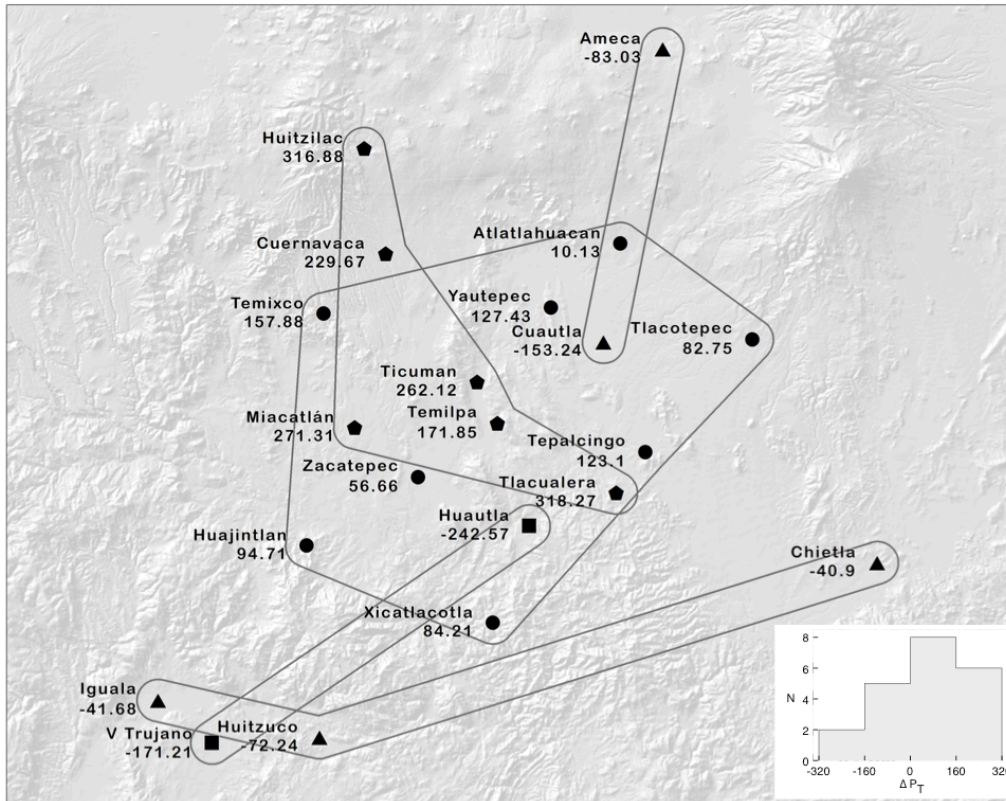


Figura 2.1: Clasificación de estaciones de acuerdo al cambio en precipitación anual total, ΔP_T .

que estén correlacionadas o bien se encuentran a distancias cortas, pero en regiones completamente diferentes en cuanto a su altitud sobre el nivel del mar o su emplazamiento en regiones urbanas o rurales. Por ejemplo Cuernavaca y Huitzilac, que están solamente a unos diez kilómetros pero con una diferencia de altura de más de 1000 metros. En la Figura 2.1 se muestra una clasificación de las estaciones meteorológicas en función del cambio que tuvieron en precipitación anual a lo largo del periodo 1961–2008. Se puede apreciar claramente que no hay regiones disjuntas cuyas estaciones muestren el mismo patrón de comportamiento de la precipitación. Hay, por ejemplo, estaciones en las que la precipitación disminuyó considerablemente, dentro de una región geográfica en la que aumentó muy por encima de lo que disminuyó, como son los casos de las estaciones de Huautla y la Tlacualera, o Cuatla y Yautepec.

En la Figura 2.2 se muestra una interpolación en dos dimensiones con la altitud como

covariable con el método de CoKriging. [2] Se puede observar claramente que en las regiones más altas del Estado de Morelos, aumenta la precipitación, mientras que en las zonas urbanas y dedicadas a la agricultura, disminuye.

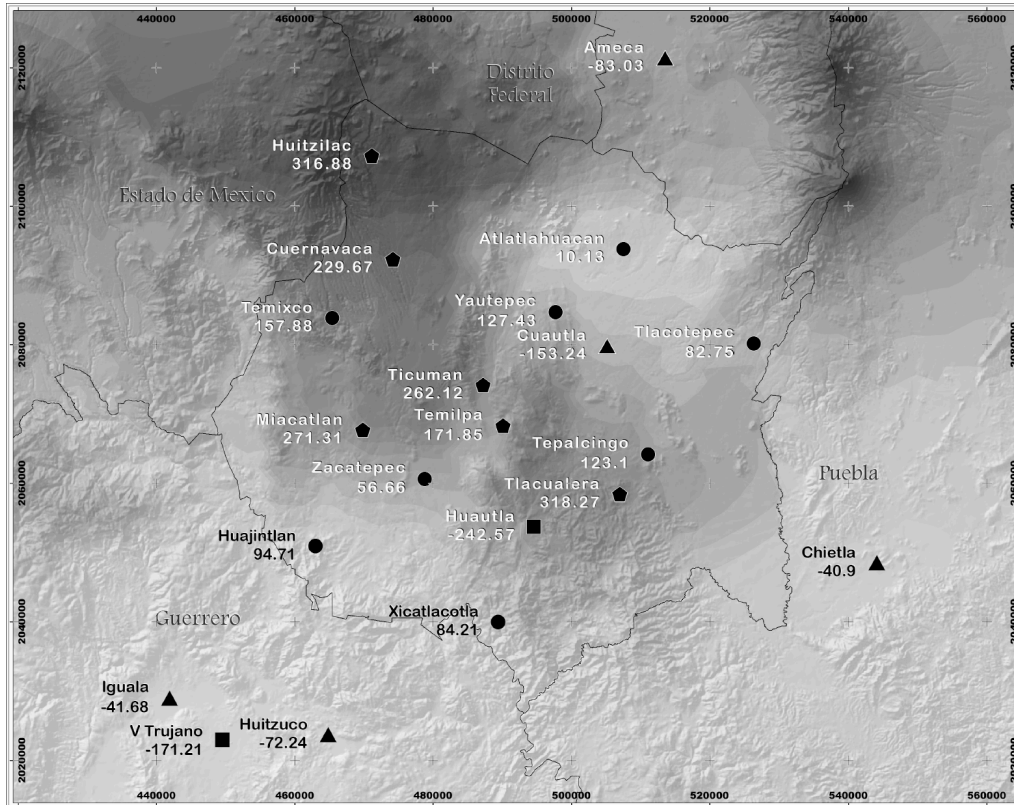


Figura 2.2: Interpolación en dos dimensiones mediante el método de CoKriging usando como covariable la altitud sobre el nivel del mar, de la información obtenida de las estaciones indicadas en el mapa. La escala de grises indica aumento en la precipitación hacia el negro y disminución hacia el blanco.

Con este análisis se puede concluir que utilizar la correlación espacial entre estaciones de esta parte del país no es adecuado para la imputación de datos, a menos que se pudiera hacer una corrección que tuviera en cuenta la altura sobre el nivel del mar, para lo cual se necesitaría hacer un análisis más a fondo para establecer cómo hacer esa corrección.

Dadas las dificultades planteadas para llevar a cabo la imputación de datos a partir de correlaciones espaciales entre estaciones, se considera la imputación basada en correlaciones temporales para cada estación. Para aplicar este método se utilizaron dos casos.

2.2. IMPUTACIÓN DE DATOS.

5

Primero, en el que el periodo de datos faltantes es menor o igual a siete días y, segundo, en el que el periodo es mayor a siete días, pero menor a 30 días. En casos en los que el periodo de datos faltantes es mayor a un mes no se consideró la estación correspondiente.

Cabe mencionar que aunque las longitudes de los periodos de datos faltantes que se utilizaron, son hasta cierto punto arbitrarias y fueron establecidas de manera empírica por ensayo y error, se tomó a la variabilidad presente en la variable climática como la base para la estimación de la separación más adecuada en las longitudes consideradas. La diferencia en las longitudes analizadas se debe a que en periodos cortos, inferiores o iguales a siete días, se considera que predominan las influencias de las variaciones estacionales o de la presencia de fenómenos durante estos breves lapsos. Por lo contrario, en lapsos mayores, se considera que la variabilidad intrínseca se ve mejor representada al tomar en cuenta periodos de la misma longitud pero de los años contiguos, no de los periodos previo y posterior.

Una vez determinada la longitud del intervalo de datos faltantes, se procedió de la siguiente manera:

1. Si la longitud del intervalo l en días es tal que $1 \leq l \leq 7$ entonces la interpolación se realiza utilizando dos periodos contiguos de la misma longitud, uno antes del periodo vacío y otro después, teniendo en cuenta la tendencia de los dos periodos utilizados.
2. Si la longitud del intervalo l en días es tal que $8 \leq l \leq 30$ entonces la interpolación se realiza utilizando dos periodos de la misma longitud, pero de los años inmediatamente anterior e inmediatamente posterior, teniendo en cuenta la tendencia de los dos periodos utilizados.

Una manera de evaluar qué tan efectivo puede ser el método de imputación de datos utilizando la técnica de interpolación basada en series de tiempo de años contiguos (caso dos en términos de la longitud de datos faltantes), consiste en eliminar datos de una serie de tiempo, aplicar el método de imputación y luego determinar las diferencias entre los datos eliminados y los imputados. En las figuras 2.3 se muestran los resultados de este procedimiento; en este caso se usaron las series de temperatura correspondientes a tres años contiguos.

En referencia también al segundo caso en términos de longitud, en la Figura 2.4 se muestra un ejemplo de este proceso de imputación donde los datos son efectivamente faltantes; en este ejemplo se utilizan series de temperatura al igual que en el ejemplo previo.

En ambos casos, si los datos faltantes están al inicio de la serie de tiempo, se utiliza solamente el periodo inmediatamente posterior y si están al final de la serie de tiempo, se utiliza el periodo inmediatamente anterior exclusivamente.

Aparentemente los mejores métodos de imputación de datos son el de redes neuronales, que hemos usado y el de maximización del valor esperado en combinación con el método de cadenas de Markov vía Monte Carlo. [4]

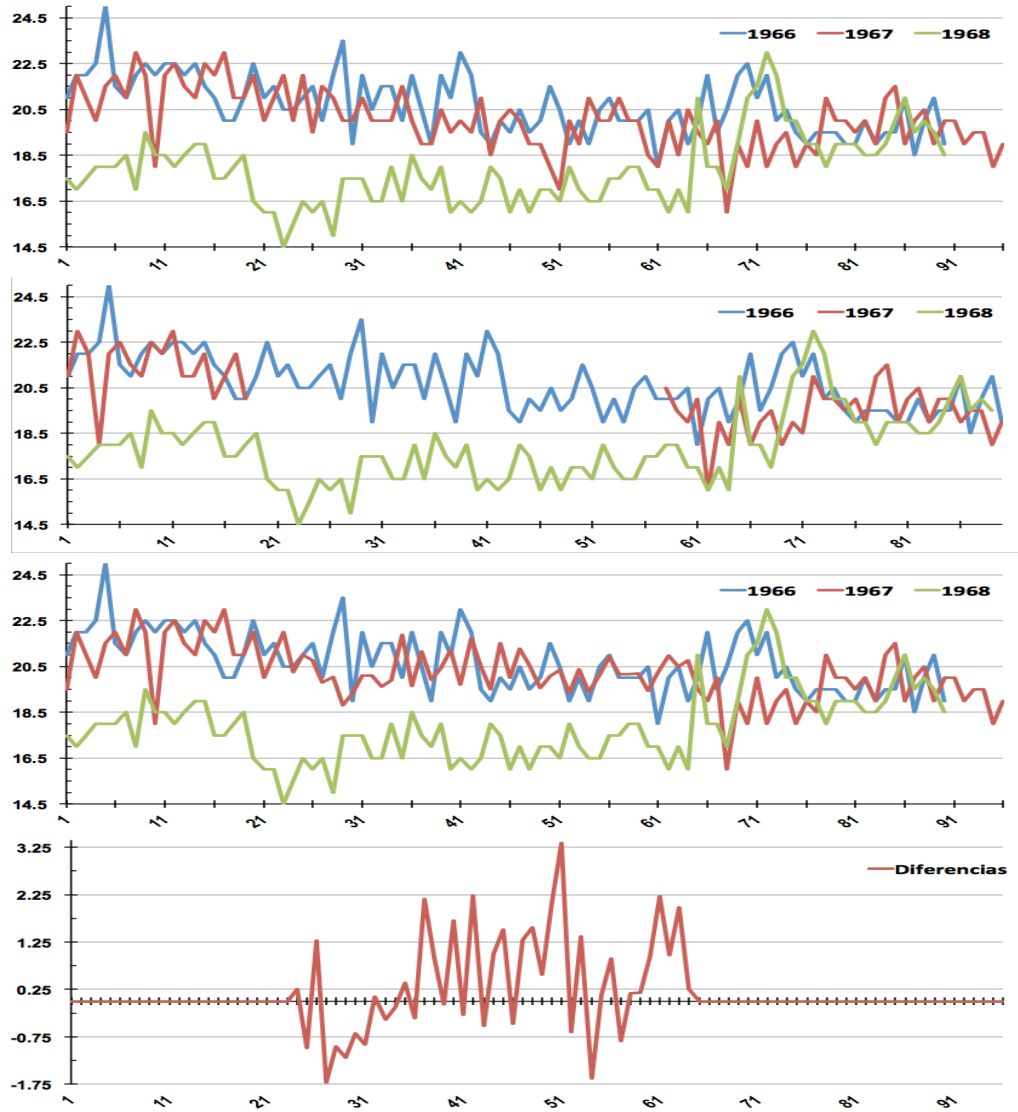


Figura 2.3: En el panel superior se muestran las series originales de los años 1966, 1967 y 1968. En el segundo panel las tres series con un pedazo de la serie de 1967 eliminado. En el tercer panel, se muestra la serie de 1967 con los datos imputados y en el panel inferior se muestra la curva de diferencias entre los datos originales y los datos imputados de la serie de 1967.

2.2. IMPUTACIÓN DE DATOS.

7

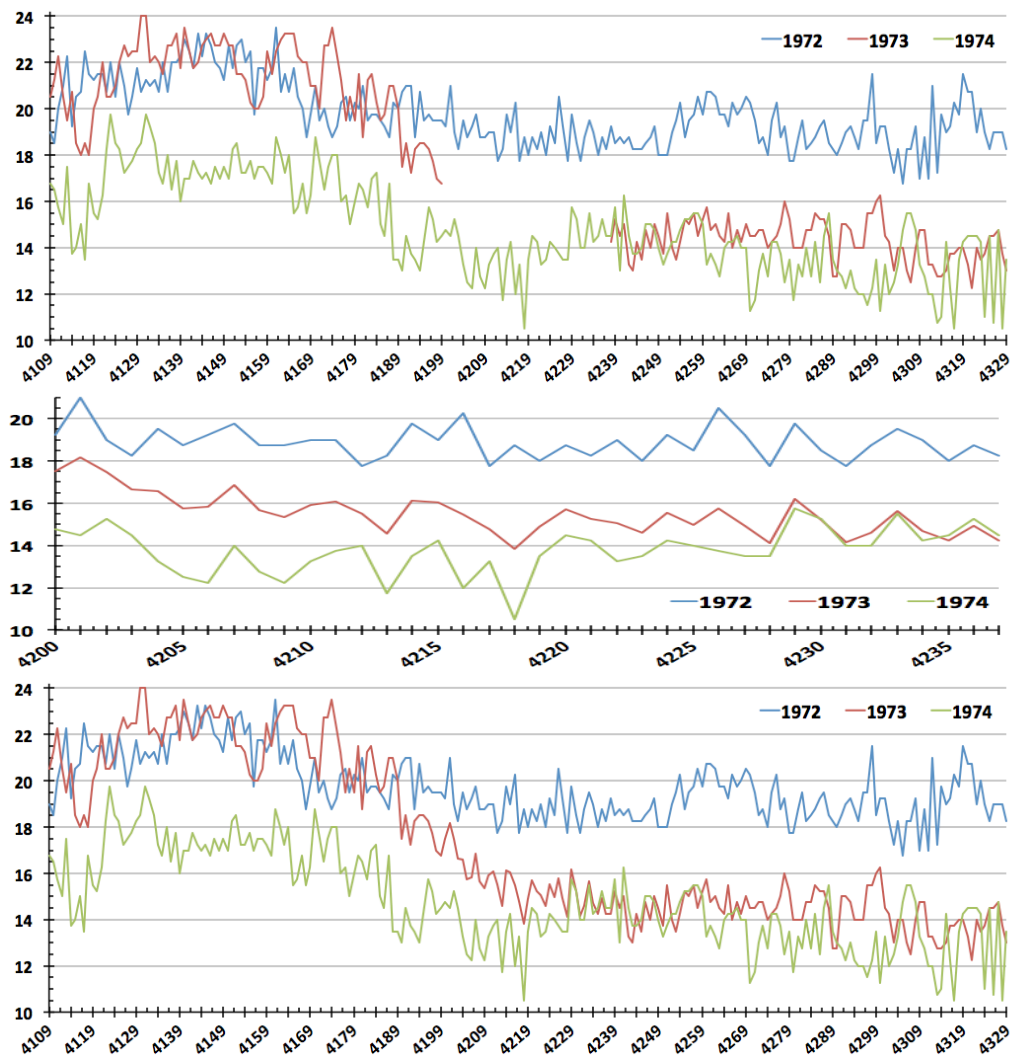


Figura 2.4: Ejemplo del proceso de imputación de datos. En el panel superior están las series de tiempo de los años 1972, 1973 y 1974. El año 1973 tiene un intervalo de datos faltantes entre los días 4200 y 4237 (esta numeración es la consecutiva de toda la serie de 1960 a 2008). En el panel del centro se muestra el ese intervalo con los datos imputados y en el panel inferior se muestran las tres series completas para cada año.

2.3. Series de tiempo de precipitación pluvial. En el análisis de la precipitación que se presenta más adelante, fue necesario definir una nueva variable que toma como base los valores de la precipitación registrados en cada estación y constituye una serie de tiempo con las características básicas necesarias: ergodicidad y estacionariedad.

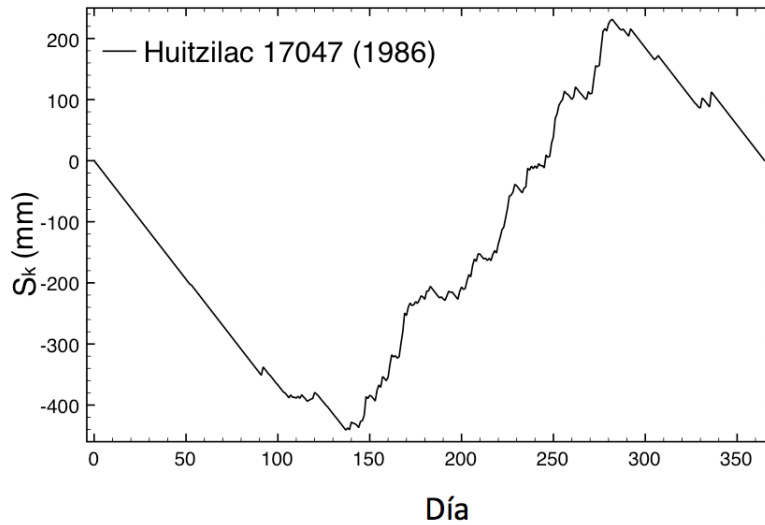


Figura 2.5: Serie de tiempo de precipitación pluvial.

En el caso de la variable evaporación, se encuentra que ésta se empezó a medir hace muy poco tiempo y no cubre períodos con la longitud necesaria para extender el análisis que realizamos sobre todas las otras variables. En el caso de las series de temperatura y la nueva serie derivada a partir de la precipitación pluvial, se encuentra que el único período posible que permite la separación de los datos en bloques con el mismo número de días cada uno, es el que comprende tres años normales y uno bisiesto: 1461 días que se repiten sin variación secular alguna.

Los datos se obtuvieron de una serie de estaciones meteorológicas. Las correspondientes al Estado de Morelos se listan en el Cuadro A.1. Las estaciones correspondientes a las regiones colindantes con el estado de Morelos son la Ciudad de México y los estados de México, Guerrero y Puebla. La información de las estaciones de estas entidades se resume en los cuadros A.2, A.3, A.4 y A.5.

De todas las estaciones listadas en el apéndice se pudieron utilizar en su forma original, es decir, sin imputación de datos las que se listan en el Cuadro 2.1 gracias a que la falta de datos se encontró en intervalos relativamente pequeños.

Utilizando la serie de tiempo S_k se determinaron las fechas de inicio y final de la estación de lluvias para todas las estaciones. En la Figura 2.6 se graficaron los datos para

2.3. SERIES DE TIEMPO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL.

9

una estación de Cuautla. En el eje vertical se encuentra el día del año y para cada año se graficaron con segmentos de recta verticales los periodos con lluvia. Las fechas que se determinaron a partir de gráficas como la de la Figura 2.5 se utilizaron para ajustar líneas rectas para explorar las tendencias. Como se puede ver, en esta estación en particular, no hay prácticamente variaciones entre 1960 y 2010.

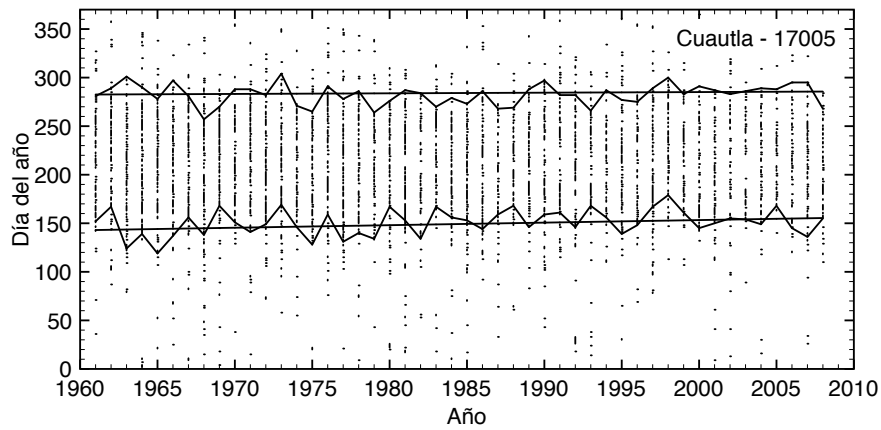
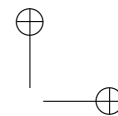
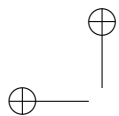


Figura 2.6: Historia de precipitación pluvial en la estación de Cuautla.

Cuadro 2.1: Nomenclatura y localización de las estaciones meteorológicas en su forma original.

N°	Nombre	Municipio	Latitud o ' "	Longitud o ' "	Altitud msnm	Fechas INI FIN	Años	%
12093	Presa Valerio Trujano	Tepeacoailco De Trujano	18 17 43	99 28 39	842	1956-10 2013-08	56.9	94.2
12115	Huitzco ¹	Huitzco de los Figueroa	18 18 9	99 19 58	975	1964-11 2013-06	48.7	98.0
12116	Iguala ¹	Iguala de la Independencia	18 20 59	99 33 0	730	1953-03 2013-09	60.6	99.2
15094	San Luis Ameca	Temamatla	19 11 25	98 52 15	2,285	1961-01 2012-11	51.9	83.1
17001	Atlatlahuacan	Atlatlahucan	18 56 12	98 55 41	1,600	1924-10 2012-09	88.0	96.3
17004	Cuernavaca ¹	Cuernavaca	18 55 7	99 14 3	1,510	1955-04 2013-05	58.2	98.6
17005	Cuautla ¹	Cuautla	18 48 37	98 57 3	1,302	1955-04 2012-12	57.7	99.3
17006	El Rodeo	Miacatlán	18 46 43	99 19 25	1,858	1955-04 2012-11	57.7	95.2
17007	Huajintlán	Amacuzac	18 36 36	99 25 28	942	1925-05 2012-10	87.5	72.9
17008	Huautla	Tlalquitenango	18 26 24	99 1 30	966	1962-02 2012-10	50.7	94.8
17013	Temilpa	Tlaltizapán	18 42 21	99 5 38	1,135	1955-04 2012-11	57.7	97.9
17014	Temixco	Temixco	18 51 16	99 13 38	1,283	1957-04 2012-10	55.6	99.1
17015	Tepalcingo	Tepalcingo	18 35 47	98 50 37	1,160	1955-10 2012-11	57.2	95.1
17018	Ticumán	Tlaltizapán	18 45 33	99 7 16	970	1955-09 2012-12	57.3	99.7
17020	Tlacotepec	Zacualpan	18 48 48	98 45 0	1,754	1955-04 2012-11	57.7	96.7
17021	Tlacotalera	Tepalcingo	18 37 0	98 56 37	1,250	1962-02 2013-06	51.4	97.2
17024	Yautepec	Yautepec	18 51 16	99 1 18	1,343	1955-04 2013-07	58.3	98.6
17026	La Victoria	Zacatepec	18 38 12	99 12 3	1,364	1961-01 2012-12	52.0	99.7
17033	Xicatlacotla ²	Tlalquitenango	18 27 0	99 6 0	1,095	1963-08 2012-12	49.4	95.0
17047	Huitzilac	Huitzilac	19 3 30	99 16 27	2,801	1961-12 2012-12	51.1	98.7
21024	Chietla	Chietla	18 31 36	98 34 56	1,117	1944-12 2009-12	65.1	96.1

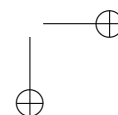
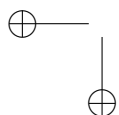
1. Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos de la Comisión Nacional del Agua (DGE),
 2. Comisión Federal de Electricidad (CFE),



2.3. *SERIES DE TIEMPO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL.*

11

En el Cuadro 2.2 se lista la información de las estaciones a las que se sometió al proceso de imputación de datos que se describe en las secciones anteriores.



Cuadro 2.2: Nomenclatura y localización de las estaciones meteorológicas utilizadas en la Ciudad de México.

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / ° "	Longitud o / ° "	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
9032	Milpa Alta	Milpa Alta	19 11 26	99 1 19	2,420	1929-10	2012-12	83.2	67.3
9041	San Francisco Tlalnepantla	Xochimilco	19 11 48	99 7 43	2,620	1961-01	2012-12	52.0	80.7
9051	Tlahuac	Tlahuac	19 15 46	99 0 13	2,240	1961-01	2012-10	51.8	77.8
12014	Buenavista de Cuellar	Buenavista de Cuellar	18 27 34	99 24 3	1,394	1927-07	2013-07	86.1	67.6
12030	Chaucingo	Huitzaco de los Figueroa	18 17 53	99 7 11	900	1942-01	2012-11	70.9	91.2
12046	Huitzaco ¹	Huitzaco de los Figueroa	18 18 23	99 20 4	940	1942-11	2012-04	69.5	90.6
12093	Presa Valerio Trujano	Tepeacoacuilco de Trujano	18 17 43	99 28 39	842	1956-10	2013-08	56.9	94.2
12115	Huitzaco ²	Huitzaco de los Figueroa	18 18 9	99 19 58	975	1964-11	2013-06	48.7	98.0
12116	Iguala ²	Iguala de la Independencia	18 20 59	99 33 0	730	1953-03	2013-09	60.6	99.2
15094	San Luis Ameca	Temamatla	19 11 25	98 52 15	2,285	1961-01	2012-11	51.9	83.1
17001	Atlatlahuacan	Atlatlahuacan	18 56 12	98 55 41	1,600	1924-10	2012-09	88.0	96.3
17003	Cuautla ¹	Cuautla	18 48 15	98 57 3	1,303	1926-04	2012-12	86.7	80.9
17004	Cuernavaca ²	Cuernavaca	18 55 7	99 14 3	1,510	1955-04	2013-05	58.2	98.6
17005	Cuautla ²	Cuautla	18 48 37	98 57 3	1,302	1955-04	2012-12	57.7	99.3
17006	El Rodeo	Miacatlán	18 46 43	99 19 25	1,858	1955-04	2012-11	57.7	95.2
17007	Huajintlán	Amacuzac	18 36 36	99 25 28	942	1925-05	2012-10	87.5	72.9
17013	Temilps	Tlaltizapna	18 42 21	99 5 38	1,135	1955-04	2012-11	57.7	97.9
17014	Temixco	Temixco	18 51 16	99 13 38	1,283	1957-04	2012-10	55.6	99.1
17015	Tepalcingo	Tepalcingo	18 35 47	98 50 37	1,160	1955-10	2012-11	57.2	95.1
17018	Ticumán	Tlaltizapán	18 45 33	99 7 16	970	1955-09	2012-12	57.3	99.7
17019	Tilzapotla	Puente de Ixtla	18 29 16	99 18 22	1,303	1942-10	2012-11	70.2	91.8
17020	Tlacotepec	Zacualpan	18 48 48	98 45 0	1,754	1955-04	2012-11	57.7	96.7
17022	Tres Cumbres	Huitzilac	19 2 12	99 15 29	2,639	1961-01	2012-08	51.7	59.6
17024	Yautepec	Yautepec	18 51 16	99 1 18	1,343	1955-04	2013-07	58.3	98.6
17026	C.A.E. La Victoria	Zacatepec	18 38 12	99 12 3	1,364	1961-01	2012-12	52.0	99.7
17028	Jonacatepec	Jonacatepec	18 41 30	98 49 29	1,350	1926-07	2011-12	85.5	79.8
17029	Palpan	Miacatlán	18 52 3	99 25 45	1,620	1923-05	2012-12	89.7	75.7
17047	Huitzilac	Huitzilac	19 3 30	99 16 27	2,801	1961-12	2012-12	51.1	98.7
21024	Chietla	Chietla	18 31 36	98 34 56	1,117	1944-12	2009-12	65.1	96.1

2.4. FORMULACIÓN MATEMÁTICA DE UNA RED NEURONAL.

2.4. Formulación matemática de una red neuronal. En la literatura sobre Redes Neuronales (RN), [5] se reportan dos tipos de aprendizaje, el supervisado y el no supervisado. En el primer caso, uno cuenta con los datos de entrada $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ y los datos de respuesta $\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$; con los datos de entrada, el modelo produce valores de salida $\{yp_1, yp_2, \dots, yp_n\}$. Se dice que el aprendizaje está supervisado en el sentido de que la salida del modelo, $\{yp_1, yp_2, \dots, yp_n\}$, es guiada hacia los datos de respuesta dados, $\{yr_1, yr_2, \dots, yr_n\}$, a través de un proceso de minimización que usualmente consiste en minimizar la función objetivo o función error (los problemas de regresión y los de clasificación caen en este caso). En contraste, en el caso del aprendizaje no supervisado, sólo se cuenta con los datos de entrada y el modelo descubre los patrones naturales o la estructura presente en ellos (los problemas de acumulación y los de análisis de componentes principales son ejemplos de este caso).

El tipo de RN más utilizado es el de alimentación hacia adelante, donde la señal en el modelo sólo se propaga hacia adelante a partir de los datos de entrada y a través de capas intermedias hasta llegar a la salida sin tipo alguno de retroalimentación. La red neuronal más sencilla y común se conoce como el modelo de perceptrón multicapa.

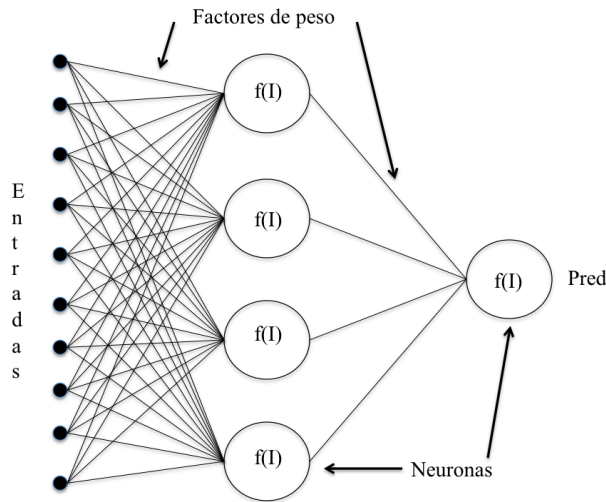


Figura 2.7: Perceptrón de multicapas.

2.5. El modelo de perceptrón multicapa. El modelo de perceptrón consiste de una capa de neuronas a la entrada que se encuentran conectadas a las neuronas en una(s) capa(s) intermedia(s) u oculta(s) de neuronas y la última de éstas se encuentra conectada a la capa de neuronas en la salida (la Figura 2.7 muestra el caso de una sola capa oculta).

Las señales de la capa de entrada, x_i son mapeadas en las neuronas de la capa oculta y_j mediante:

$$y_j = f\left(\sum_i v_{ji}x_i + d_j\right), \quad (2.1)$$

y posteriormente, en las neuronas de la capa de salida yp_k :

$$yp_k = g\left(\sum_j w_{kj}y_j + c_k\right), \quad (2.2)$$

donde f y g son las *funciones de activación* en la capa oculta y la capa de salida, respectivamente; v_{ji} y w_{kj} son las *matrices de factores de peso* en la capa oculta y la capa de salida, y d_j y c_k los *parámetros de desplazamiento* en la capa oculta y la capa de salida.

Para entrenar la red neuronal con la intención de que aprenda usando un conjunto de datos, llamado *objetivo*, necesitamos minimizar la *función objetivo*, E , o función de error, que se define como la mitad del error cuadrático medio entre la salida del modelo y el objetivo:

$$E = \frac{1}{2} \sum_k [yp_k - yr_k]^2, \quad (2.3)$$

donde yr_k son los datos objetivo.

2.6. Entrenamiento. Para encontrar los valores de los pesos y de los parámetros de desplazamiento que minimicen la función objetivo, se necesita un algoritmo de optimización; en este caso, la función que debe minimizarse es la función error cuadrático medio entre la salida del modelo y el objetivo. En los problemas de regresión no lineal, el minimizar el error cuadrático medio equivale a maximizar la función de probabilidad suponiendo una distribución gaussiana para los errores.

En general, la optimización no lineal es difícil y la convergencia puede verse drásticamente frenada o volverse numéricamente imprecisa si las variables de entrada no han sido re-escaladas correctamente. Por ejemplo, si una variable de entrada tiene un valor medio que excede a su desviación estándar, se recomienda estrictamente que se reste el valor medio de la variable para eliminar el sesgo sistemático. La forma usual de estandarizar los datos antes de suministrarlos a la red neuronal es la restar a cada variable su valor medio y después, dividirla por la desviación estándar; de esta forma, la variable estandarizada tendrá un valor medio nulo y una desviación estándar unitaria.

Existen dos protocolos principales de entrenamiento, el *secuencial* y el de *lote*. En el entrenamiento secuencial, cada patrón u observación se alimenta a la red y los pesos se actualizan; las observaciones siguientes se van alimentando sucesivamente hasta que todos los patrones en el conjunto de datos de entrenamiento han sido alimentados una vez, con

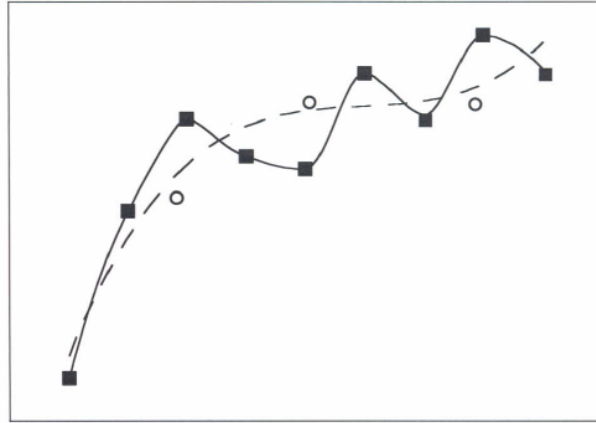


Figura 2.8: Ilustración del problema de sobreajuste: la curva entrecortada ilustra un buen ajuste a los datos con ruido (indicados por los pequeños cuadrados), mientras que la curva continua ilustra el sobreajuste, es decir, cuando el ajuste de los datos de entrenamiento (cuadrados) es perfecto pero resulta pobre para los datos de validación (círculos). A menudo, el modelo de red neuronal empieza ajustando los datos de entrenamiento como en el caso de la línea entrecortada, pero al aumentar las iteraciones termina sobreajustándolos como en el caso de la línea continua.

lo que se concluye una *época*. Los mismos patrones son alimentados repetidamente en varias épocas hasta que se satisface el criterio de convergencia de la función objetivo.

Una variante del entrenamiento secuencial es el entrenamiento *estocástico*, en donde un patrón es seleccionado al azar de los datos en el conjunto de entrenamiento, alimentado a la red para la actualización de pesos y el proceso se repite. Para patrones de entrenamiento tan grandes que ocasionen problemas de almacenamiento, se puede usar el entrenamiento *en línea*, donde se alimenta un patrón y los pesos se actualizan repetidamente antes de pasar al patrón siguiente; como cada patrón se alimenta una sola vez, no existe la necesidad de almacenar todos los patrones en la computadora.

En el entrenamiento por lote, todos los patrones en el conjunto de entrenamiento se alimentan a la red antes de que los pesos se actualicen; el proceso se repite por varias épocas. La función objetivo, E , es el valor medio de $E^{(n)}$ sobre todas las N observaciones, tal y como se indica en la ecuación (2.26). Algunos otros algoritmos de segundo orden son más adecuados para el entrenamiento en lote. Sin embargo, si los datos de entrenamiento son redundantes, *i. e.*, un mismo patrón puede ser alimentado varias veces, entonces el entrenamiento estocástico puede ser más eficiente que el entrenamiento en lote.

El criterio de convergencia para la función objetivo es un punto sutil. Muchas de las aplicaciones del perceptron multicapa no entrenan hasta la convergencia al mínimo global y la razón para ello es que los datos contienen tanto la señal como el ruido asociado. Da-

das suficientes neuronas ocultas, un perceptron multicapa puede disponer de suficientes parámetros para ajustar los datos de entrenamiento con una precisión arbitraria, lo cual significa que también está ajustando el ruido en los datos y produciendo una condición no deseada llamada *sobreajuste*. Cuando se obtiene una solución sobreajustada, ésta no ajustará bien los datos nuevos (ver Figura 2.8).

En otras palabras, uno está interesado no en usar una red neuronal para ajustar un conjunto de datos con una precisión arbitraria, sino en usar una red neuronal para aprender la relación subyacente en los datos dados, *i. e.*, ser capaz de generalizar a partir de un conjunto de datos dado de manera que la relación extraída ajuste nuevos datos que no fueron utilizados en el entrenamiento del modelo.

Para evitar el sobreajuste, el conjunto de datos se divide en dos partes, una para entrenamiento y la otra para validación. A medida que aumente el número de épocas de entrenamiento, la función objetivo evaluada con los datos de entrenamiento decrece. Sin embargo, la función objetivo evaluada con los datos de validación disminuirá pero eventualmente empezará a crecer a medida que aumenten las épocas de entrenamiento (Fig. 2.9), indicando que el conjunto de entrenamiento está siendo sobreajustado. Cuando la función objetivo con los datos de validación alcanza un mínimo, se tiene una señal útil de que es el momento apropiado para detener el entrenamiento, ya que el uso de más épocas de entrenamiento sólo sobreajustará los datos. A este método se le llama *detención temprana* del entrenamiento. La fracción adecuada de los datos que debe reservarse para la validación se examinará más tarde.

Similarmente, la función objetivo con los datos de entrenamiento disminuye a medida que el número de neuronas ocultas aumenta y de nuevo, la función objetivo evaluada con los datos de validación disminuirá pero eventualmente empezará a crecer por el sobreajuste ocasionado por un número excesivo de neuronas ocultas. Por ello, el mínimo de la función objetivo con los datos de validación puede servir de indicación sobre cuántas neuronas ocultas usar.

Una complicación adicional proviene de la existencia de múltiples mínimos locales en la función objetivo (Figura 2.10), ya que el algoritmo puede converger a un mínimo local inadecuado y ocasionar un pobre ajuste de los datos de entrenamiento. Este problema se discute más adelante.

2.7. Las funciones de activación. Las siguientes son las funciones de activación de la red neuronal más utilizadas en los procesos de entrenamiento.

Función escalón.

$$H(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x < 0; \\ 1, & \text{si } x \geq 0. \end{cases}$$

Función identidad. Como primer intento para hacer la transición de la activación

2.7. LAS FUNCIONES DE ACTIVACIÓN.

17

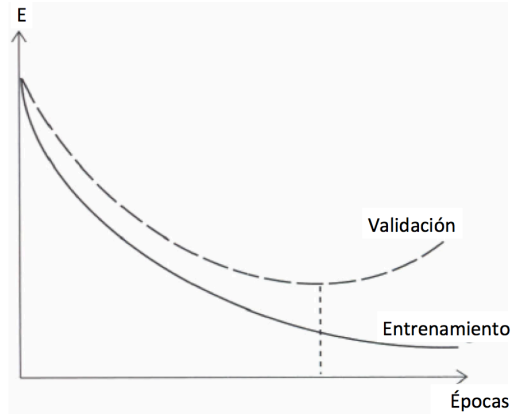


Figura 2.9: Ilustración del comportamiento de la función objetivo E a medida que aumenta el número de épocas. Al evaluarla con los datos de entrenamiento, E decrece conforme aumenta el número de épocas (línea continua); sin embargo, al evaluarla con un conjunto independiente de datos de validación, E decrece inicialmente pero llega un momento en el que aumenta al aumentar el número de épocas (línea entrecortada) indicando que el sobreajuste ha ocurrido al usar un gran número de épocas de entrenamiento. El mínimo de E con los datos de validación indica el momento en el que el entrenamiento debe detenerse para evitar el sobreajuste (línea vertical entrecortada).

menos brusca se usa la función identidad:

$$I(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x < 0; \\ x, & \text{si } 0 \leq x \leq 1; \\ 1, & \text{si } x > 1. \end{cases}$$

Función sigmoideal. En las situaciones en las que los valores de salida no son variables binarias, una función usual de activación es la *función logística sigmoideal*, donde 'sigmoideal' significa con forma de 'S':

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}},$$

que tiene el valor asintótico de cero cuando $x \rightarrow -\infty$ y se eleva suavemente a medida que x crece acercándose al valor asintótico de 1 cuando $x \rightarrow \infty$. Su uso se debe a que es una función no lineal y diferenciable, además de que biológicamente, se parece a la actividad de una neurona (0 en reposo o 1 en activación).

La función de activación logística aparece de manera natural en el problema de clasificación Bayesiana con dos clases (donde el perceptron sólo puede tener dos neuronas de salida).

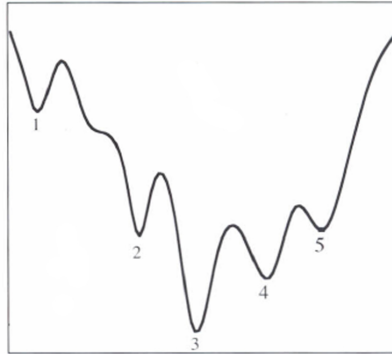


Figura 2.10: Ilustración de la función objetivo cuando, dependiendo de la condición al inicio, el algoritmo de búsqueda puede quedar atrapado en uno de los numerosos mínimos locales; los mínimos locales 2, 4 y 5 son probablemente razonables, mientras que el 1 es malo en el sentido de que es muy probable que los datos de entrenamiento no hayan sido suficientemente ajustados. El mínimo 3 es el mínimo global, valor que pudiese corresponder a una solución sobreajustada y proporcionar una solución más pobre que la de los valores 2, 4 ó 5.

Función tangente hiperbólica. Además de la función logística, otra función sigmoideal de activación usual es la *función tangente hiperbólica*:

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}},$$

cuyos valores asintóticos son -1 cuando $x \rightarrow -\infty$ y 1 cuando $x \rightarrow \infty$. Esta función puede verse como una versión escalada de la logística en cuanto que las dos están relacionadas mediante:

$$tgh(x) = 2 \logis(2x) - 1.$$

Una neurona sujeta a estímulos de las neuronas vecinas, cada una de ellas con actividad x_i , recibe un estímulo total $\sum_i v_i x_i$ y su activación dependerá de si dicho estímulo total excede o no a un valor umbral c , es decir, la actividad de la neurona será 1 si $\sum_i v_i x_i \geq c$, y 0 en el otro caso. Este comportamiento puede capturarse con la función escalón $H(\sum_i v_i x_i - c)$, pero para tener una función diferenciable con una transición suave entre 0 y 1 , en lugar de un brinco abrupto, uno puede usar la función logística $f(\sum_i v_i x_i - c)$, donde el papel de cada peso y del parámetro de desplazamiento se pueden descifrar de la forma univariada $f(vx + b)$, en la que un valor cada vez más grande para v proporciona una transición cada vez más brusca de 0 a 1 [$f(vx + b)$ se aproxima a $H(vx + b)$ a medida que $v \rightarrow \infty$] y al aumentar b la curva se desplaza hacia la izquierda sobre el eje x .

2.8. FACTORES DE PESO EN LA RETRO-PROPAGACIÓN

2.8. Actualización de factores de peso en la retro-propagación. Esta idea se describió primero por Werbos [6] y luego la popularizó Rumelhart [7]. Considérese la red neuronal de la figura con una capa oculta de neuronas y una neurona de salida. Cuando se propaga un vector de entrada a través de la red, se tiene una salida “Pred” para el conjunto de factores de peso. El objetivo del entrenamiento supervisado es ajustar los factores de peso de manera que la diferencia entre la salida de la red y la salida requerida “Req” se reduzca lo más posible. Esto requiere un algoritmo que reduzca el error absoluto que, en el fondo, es reducir el error cuadrático de la red E :

$$E = Pred - Req \tag{2.4}$$

El algoritmo debería ajustar los valores de los factores de peso de tal manera que se minimice E^2 . El algoritmo de retro-propagación es el que lleva a cabo la minimización de E^2 vía la bajada por el gradiente. Para minimizar E^2 se tiene que calcular su sensibilidad a cada uno de los factores de peso. Es decir, es necesario saber cuál es el efecto de cambiar cada uno de los factores de peso en el valor de E^2 . Si esto se sabe, entonces es posible ajustar los factores de peso en la dirección en la que se reduzca el error absoluto. La notación para la descripción que sigue está basada en el diagrama de la Figura 2.11 que describe esquemáticamente a una sola neurona.

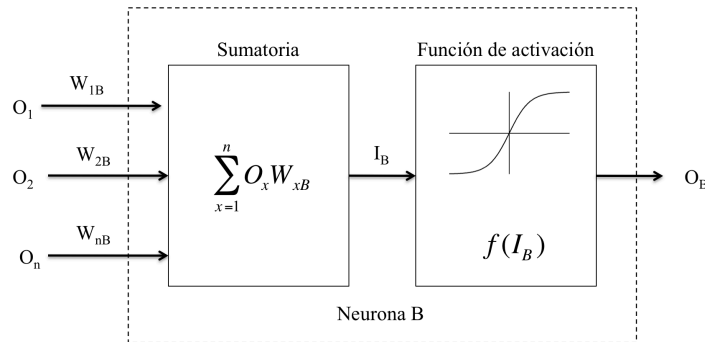


Figura 2.11: Significado de la notación utilizada.

La neurona B puede ser una neurona oculta o de salida. Las salidas de n neuronas (O_1, \dots, O_n) en la capa previa da las entradas de la neurona B . Si la neurona B está en la capa oculta, entonces éste es simplemente el vector de entrada. Estas salidas están multiplicadas por sus respectivos factores de peso (W_{1B}, \dots, W_{nB}) en donde W_{nB} es el factor de peso que conecta la neurona n con la neurona B . La entrada de la neurona B , I_B , está dada por la suma

$$I_B = \sum_{x=1}^n O_x W_{xB}. \quad (2.5)$$

ésta es procesada por la función de activación de la neurona B , para dar la salida de dicha neurona:

$$O_B = f(I_B) \quad (2.6)$$

Sea una neurona cualquiera de entrada A y consideremos el factor de peso W_{AB} que conecta a la neurona A con la B . La aproximación utilizada para el cambio de pesos está dado por la regla

$$W_{AB(nuevo)} = W_{AB(viejo)} - \eta \frac{\partial E^2}{\partial W_{AB}}, \quad (2.7)$$

en donde η es un parámetro llamado ritmo de aprendizaje y $\partial E^2 / \partial W_{AB}$ es la sensibilidad del error E^2 al peso W_{AB} y determina la dirección de búsqueda en el espacio de factores de peso para el nuevo factor de peso $W_{AB(nuevo)}$ como se ilustra en la figura.

Utilizando la regla de la cadena, tenemos:

$$\frac{\partial E^2}{\partial W_{AB}} = \frac{\partial E^2}{\partial I_B} \frac{\partial I_B}{\partial W_{AB}} \quad (2.8)$$

y

$$\begin{aligned} \frac{\partial I_B}{\partial W_{AB}} &= \frac{\partial \sum_{x=1}^n O_x W_{xB}}{\partial W_{AB}} \\ &= \frac{\partial(O_A W_{AB})}{\partial W_{AB}} + \frac{\partial \sum_{x=2}^n O_x W_{xB}}{\partial W_{AB}} \\ &= O_A \end{aligned} \quad (2.9)$$

dado que el resto de las entradas a la neurona B no tienen dependencia del peso W_{AB} . Entonces, de las ecuaciones 2.8 y 2.9 la ecuación 2.7 queda como

$$W_{AB(nuevo)} = W_{AB(viejo)} - \eta \frac{\partial E^2}{\partial I_B} O_A, \quad (2.10)$$

y el cambio en el peso W_{AB} depende de la sensibilidad del error cuadrático, E^2 , a la entrada I_B y de la señal de entrada O_A .

Este es el funcionamiento de una neurona y con este modelo, hay dos situaciones posibles: la neurona B es una neurona de salida o es una neurona oculta. Considerando

2.8. FACTORES DE PESO EN LA RETRO-PROPAGACIÓN

21

el primer caso, como B es una neurona de salida el cambio en el error cuadrático debido a un ajuste del peso W_{AB} es simplemente el cambio en el error cuadrático de la salida de B :

$$\begin{aligned} \partial E^2 &= \partial(Pred - Req)^2 \\ \frac{\partial E^2}{\partial I_B} &= 2(Pred - Req) \frac{\partial Pred}{\partial I_B} \\ &= 2E \frac{\partial f(I_B)}{\partial I_B} \\ &= 2E f'(I_B) \end{aligned} \tag{2.11}$$

combinando las ecuaciones 2.10 y 2.11 tenemos:

$$W_{AB(nuevo)} = W_{AB(viejo)} - \eta O_A 2E f'(I_B), \tag{2.12}$$

que constituye la regla para modificar los pesos cuando la neurona es una neurona de salida.

Si la función de activación f es la función logística, entonces

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} = (1 + e^{-x})^{-1} \tag{2.13}$$

diferenciando la función obtenemos:

$$\begin{aligned} f'(x) &= -1(1 + e^{-x})^{-2} - 1(e^{-x}) \\ &= \frac{e^{-x}}{(1 + e^{-x})^2} \end{aligned} \tag{2.14}$$

por otra parte, la ecuación 2.13 se puede reescribir como

$$e^{-x} = \frac{1 - f(x)}{f(x)} \tag{2.15}$$

insertando 2.15 en 2.14 da:

$$\begin{aligned} f'(x) &= \frac{1 - f(x)}{f(x)} \bigg/ \frac{1}{(f(x))^2} \\ &= f(x) \times (1 - f(x)). \end{aligned} \tag{2.16}$$

Substituyendo este resultado en la ecuación 2.12 se tiene para esta función de activación particular:

$$W_{AB(nuevo)} = W_{AB(viejo)} - \eta O_A 2E O_B (1 - O_B). \quad (2.17)$$

Esto mismo se puede hacer para cualquier función de activación, como se verá más adelante. Consideremos ahora el segundo caso, en el que la neurona en cuestión es una neurona oculta:

$$\frac{\partial E^2}{\partial I_B} = \frac{\partial E^2}{\partial I_o} \frac{\partial I_o}{\partial O_B} \frac{\partial O_B}{\partial I_B}, \quad (2.18)$$

en donde el subíndice o indica la neurona de salida.

$$\frac{\partial O_B}{\partial I_B} = \frac{\partial f(I_B)}{\partial I_B} = f'(I_B) \quad (2.19)$$

$$\frac{\partial I_o}{\partial O_B} = \frac{\partial \sum_p O_p W_{pO}}{\partial O_B} \quad (2.20)$$

en donde p es el índice que va sobre todas las neuronas incluyendo la neurona B que da señales de entrada a la neurona de salida. Expandiendo el lado derecho de la ecuación 2.20, tenemos

$$\frac{\partial \sum_p O_p W_{pO}}{\partial O_B} = \frac{\partial O_B W_{BO}}{\partial O_B} + \frac{\partial \sum_{p \neq B} O_p W_{pO}}{\partial O_B} = W_{BO} \quad (2.21)$$

dato que los pesos para las neuronas diferentes de la neurona B no tienen dependencia de O_B .

Insertando las ecuaciones 2.19 y 2.21 en la ecuación 2.18 se tiene

$$\frac{\partial E^2}{\partial I_B} = \frac{\partial E^2}{\partial I_o} W_{BO} f'(I_B). \quad (2.22)$$

Así, la regla completa para modificar el peso W_{AB} entre la neurona A que manda una señal a la neurona B es

$$W_{AB(nuevo)} = W_{AB(viejo)} - \eta \frac{\partial E^2}{\partial I_B} O_A. \quad (2.23)$$

En donde si I_B es la neurona de salida

$$\frac{\partial E^2}{\partial I_B} = 2E f'(I_B)_o \quad (2.24)$$

o si es la neurona oculta:

$$\frac{\partial E^2}{\partial I_B} = \frac{\partial E^2}{\partial I_o} W_{BO} f'(I_B)_h. \quad (2.25)$$

2.8. FACTORES DE PESO EN LA RETRO-PROPAGACIÓN

en donde f_o y f_h son las funciones de activación de las neuronas de salida y oculta respectivamente.

A continuación se describe cómo encontrar los valores óptimos de los pesos y de los parámetros de desplazamiento que minimicen la función objetivo, para un perceptrón de tres capas. Para minimizar E se necesita conocer su gradiente con respecto a dichos parámetros. El algoritmo de retropropagación nos proporciona el gradiente de E mediante la propagación hacia atrás de los errores del modelo. Este algoritmo consta de dos partes, la primera calcula el gradiente de E mediante la retropropagación de los errores del modelo y la segunda desciende a lo largo del gradiente hacia el mínimo valor de E . Este método de mayor descenso es notablemente ineficiente y puede ser reemplazado por algún otro algoritmo de descenso más eficiente, como el algoritmo de *gradiente conjugado*.

La función objetivo asociada con el n -ésimo patrón de entrenamiento está dada por la ecuación (2.3); al final de N entrenamientos, el valor de la función E es simplemente el valor medio de $E^{(n)}$, es decir,

$$E = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N E^{(n)}. \tag{2.26}$$

En lo que sigue, aunque estaremos tratando con $E^{(n)}$, por brevedad usaremos simplemente el símbolo E .

Las correcciones a los pesos tendrán la forma:

$$\begin{aligned} v_{ij}(n+1) &= v_{ij}(n) + \Delta v_{ij}(n), \\ w_{ij}(n+1) &= w_{ij}(n) + \Delta w_{ij}(n), \end{aligned}$$

donde

$$\Delta v_{ij} = -\eta \frac{\partial E}{\partial v_{ij}}, \quad \Delta w_{ij} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{ij}}.$$

y η es un factor de escala llamado *tasa de aprendizaje*.

Para abreviar la notación, introducimos los símbolos siguientes:

$$SU_j = \sum_i v_{ji} x_i, \quad SV_k = \sum_j w_{kj} y_j,$$

con lo que las ecs. (2.1) y (2.2) quedan como:

$$y_j = f(SU_j + d_j), \tag{2.27}$$

y

$$yp_k = g(SV_k + c_k). \tag{2.28}$$

El gradiente de la función E se puede calcular mediante la regla de la cadena:

$$\frac{\partial E}{\partial w_{kj}} = \frac{\partial E}{\partial SV_k} \frac{SV_k}{\partial w_{kj}} = \beta_k \frac{SV_k}{\partial w_{kj}},$$

donde β_k es la *sensibilidad de la k -ésima neurona de salida*. Volviendo a usar la regla de la cadena, tenemos:

$$\beta_k = \frac{\partial E}{\partial SV_k} = \frac{\partial E}{\partial yp_k} \frac{\partial yp_k}{\partial SV_k} = (yp_k - yr_k) g'(SV_k).$$

Como

$$\frac{SV_k}{\partial w_{kj}} = y_j,$$

tenemos finalmente que:

$$\Delta w_{ij}(n) = -\eta (yp_i - yr_i) g'(SV_i) y_j. \quad (2.29)$$

Siguiendo el mismo procedimiento (usando repetidamente la regla de la cadena) obtenemos la regla de aprendizaje para los pesos que conectan la capa de entrada con la capa oculta:

$$\frac{\partial E}{\partial v_{ji}} = \sum_k \frac{\partial E}{\partial yp_k} \frac{\partial yp_k}{\partial SV_k} \frac{\partial SV_k}{\partial y_j} \frac{\partial y_j}{\partial SU_j} \frac{\partial SU_j}{\partial v_{ji}} = \sum_k \beta_k w_{kj} f'(SU_j) x_i$$

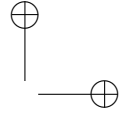
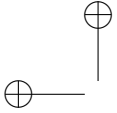
y por lo tanto, la regla de aprendizaje para los pesos que conectan la capa de entrada a la capa oculta es:

$$\Delta v_{ji} = -\eta \sum_k \beta_k w_{kj} f'(SU_j) x_i = -\eta \alpha_j x_i, \quad (2.30)$$

donde

$$\alpha_j = \left(\sum_k \beta_k w_{kj} \right) f'(SU_j) = \left(\sum_k (yp_k - yr_k) g'(SV_k) w_{kj} \right) f'(SU_j)$$

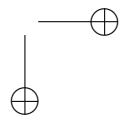
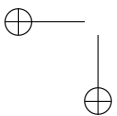
es la *sensibilidad de la j -ésima neurona en la capa oculta*. Las ecuaciones (2.29) y (2.30) proporcionan el algoritmo de retropropagación donde el error $(yp_i - yr_i)$ es propagado hacia atrás mediante la ecuación (2.29) para actualizar los pesos que conectan la capa oculta a la capa de salida y posteriormente, yendo más hacia atrás mediante (2.30) para actualizar los pesos que conectan la capa de entrada con la oculta. En general, los pesos son inicializados al azar para empezar el proceso de optimización.

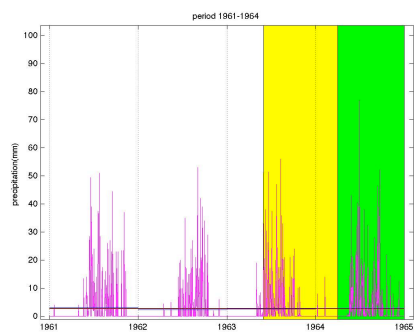


Capítulo 3

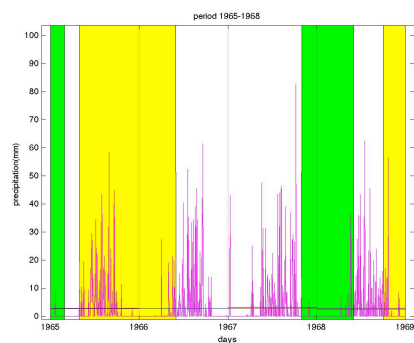
Precipitación

3.1. Naturaleza de los datos. Los datos se dividieron en 12 periodos de cuatro años cada uno con el objeto de incluir un año bisiesto en cada periodo para que todos los 12 periodos tuvieran el mismo número de días, esto permite el entrenamiento de la red neuronal en bloques de cuatro años y su uso para proyectar el comportamiento de la precipitación en un lapso de la misma duración. En las figuras ?? a ?? se muestran los datos originales de la estación meteorológica . Las franjas sombreadas verticales indican los periodos en los que se presentan posibles influencias de los fenómenos del Niño (amarillo) y la Niña (verde). Estos lapsos de tiempo se tomaron de datos publicados por el *Climate Prediction Center* de la *National Oceanographic and Atmospheric Agency* de los Estados Unidos.[8]

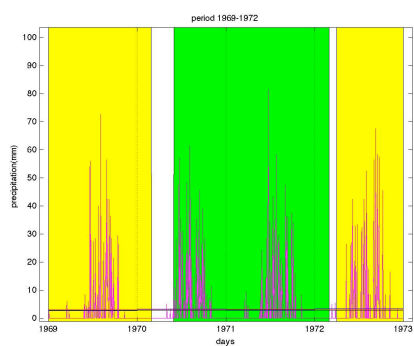




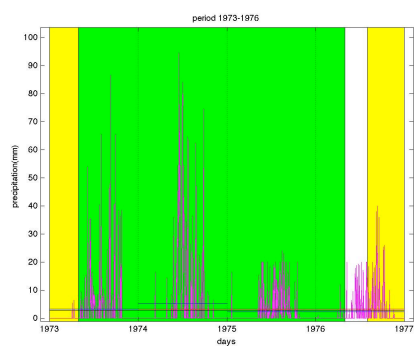
(a) P 1



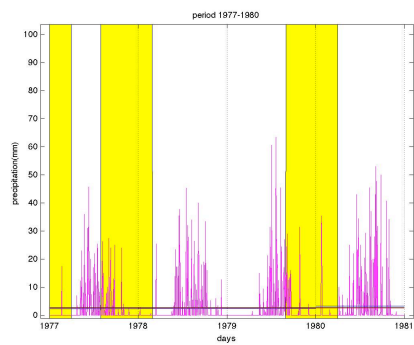
(b) P 2



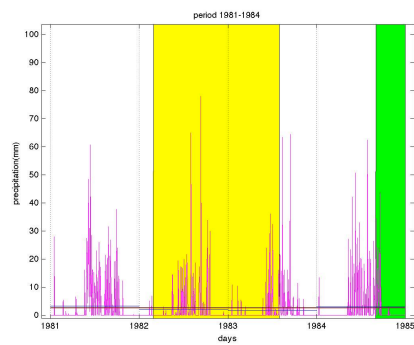
(c) P 3



(d) P 4



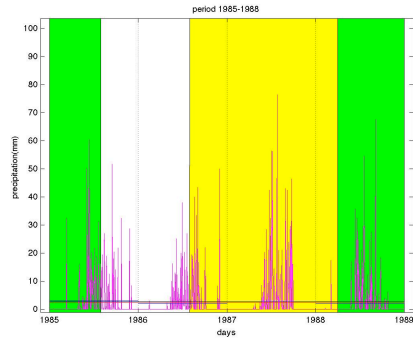
(e) P 5



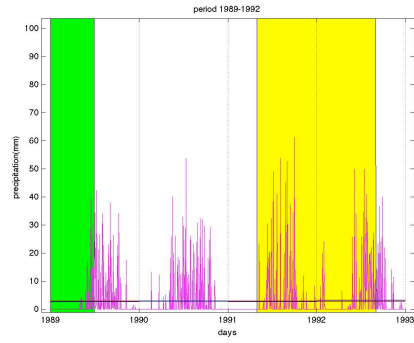
(f) P 6

Figura 3.1: Periodos 1 al 6.

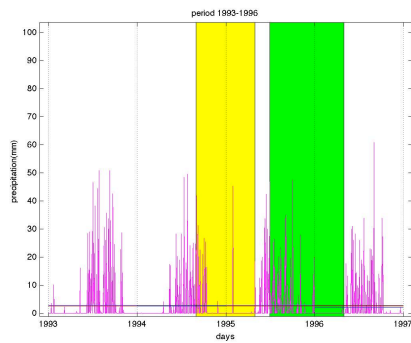
3.1. NATURALEZA DE LOS DATOS.



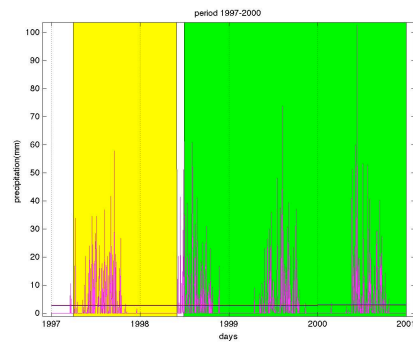
(a) P 7



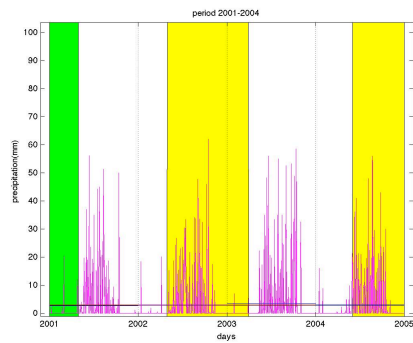
(b) P 8



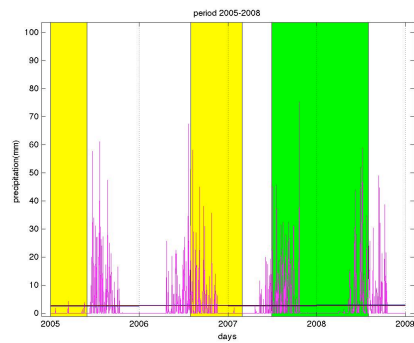
(c) P 9



(d) P 10



(e) P 11



(f) P 12

Figura 3.2: Periodos 7 al 12.

3.1.1. Descripción y estadística básica.

La serie de tiempo de precipitación no tiene las propiedades de ergodicidad ni de estacionariedad debido a que la mayoría de días del año no hay precipitación alguna, como se puede observar de la Figura 3.3. Para poder llevar a cabo un análisis de esta información se diseñó una serie de tiempo derivada de estos datos dada por [9]

$$S_k = \sum_{i=1}^k (p_i - \bar{p}) \quad (3.1)$$

en donde \bar{p} es la precipitación promedio del periodo que se analiza y p_i es la precipitación diaria. Esta función es decreciente si no hay precipitación y creciente si sí la hay. En la Figura 3.4 se puede observar este comportamiento. En la figura se muestran con líneas verticales los últimos días de cada uno de los años del periodo 2005–2008.

A la izquierda de la Figura 3.5 se muestra la precipitación total por año y su línea de tendencia para el periodo 1960–2012. A la derecha se muestra el histograma de la precipitación en mm en los 19359 días que constituyen el periodo 1960 a 2012. De éstos en 14616 que constituyen el 75.5% no hubo precipitación alguna. Estas cifras representan un límite inferior debido a que en la forma en que se recaban los datos se subestima el número de días con lluvia.

A la izquierda de la Figura 3.6 se muestran los comportamientos anuales de la precipitación cero, menor o igual al percentil 10 y mayor o igual al percentil 90.

Ambos percentiles se refieren únicamente a los días con precipitación diferente de cero y se calcularon usando la distribución de la precipitación a lo largo de los 48 años analizados. A la derecha de la misma figura se muestran los histogramas correspondientes.

En las figuras 3.7 y 3.8 se presentan las mismas gráficas pero solamente para el periodo 2005–2008 que contiene 1461 días. Este mismo periodo se utilizó como periodo objetivo en el entrenamiento de la red neuronal.

A partir de la ecuación 3.1 se pueden encontrar las precipitaciones diarias p_i ya que

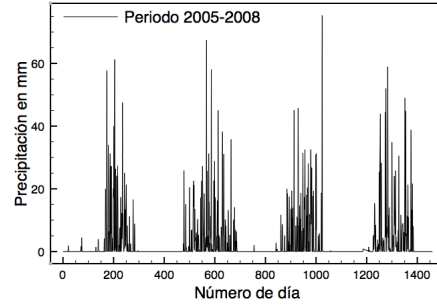


Figura 3.3: Datos originales de precipitación diaria para el periodo 2005–2008.

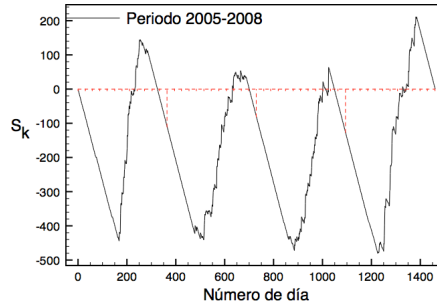


Figura 3.4: Serie de tiempo S_k para el periodo 2005–2008.

3.1. NATURALEZA DE LOS DATOS.

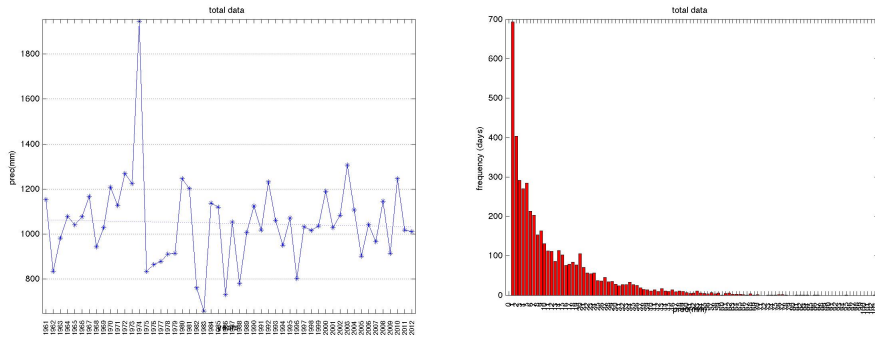


Figura 3.5: Precipitación anual total y su histograma correspondiente para los 48 años cubiertos por la serie de tiempo.

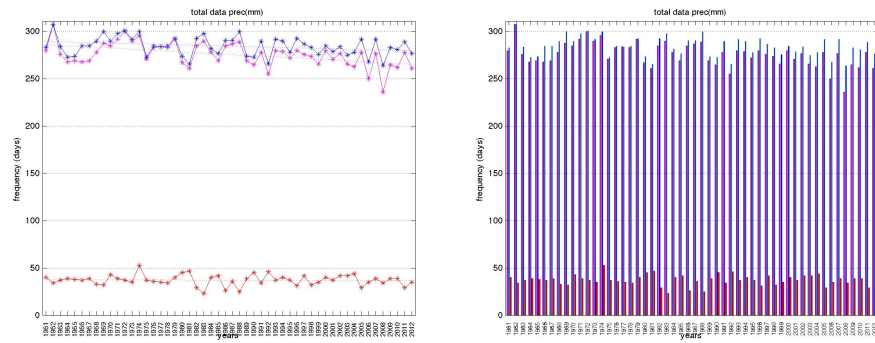


Figura 3.6: Precipitación cero por año y precipitaciones anuales en los percentiles 10 y 90 y los histogramas correspondientes para los 48 años cubiertos por la serie de tiempo.

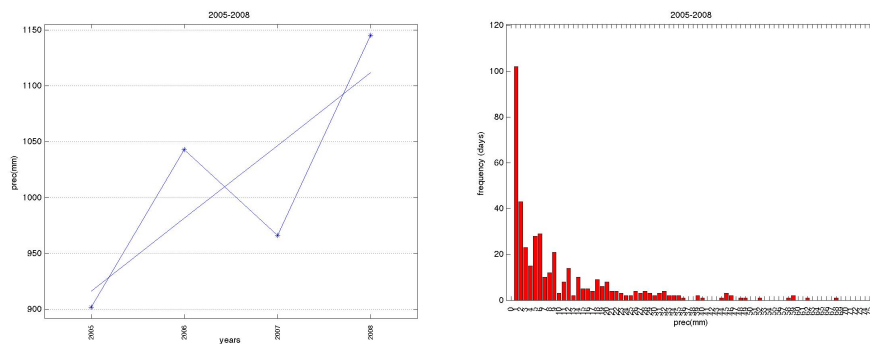


Figura 3.7: Precipitación anual total y su histograma correspondiente.

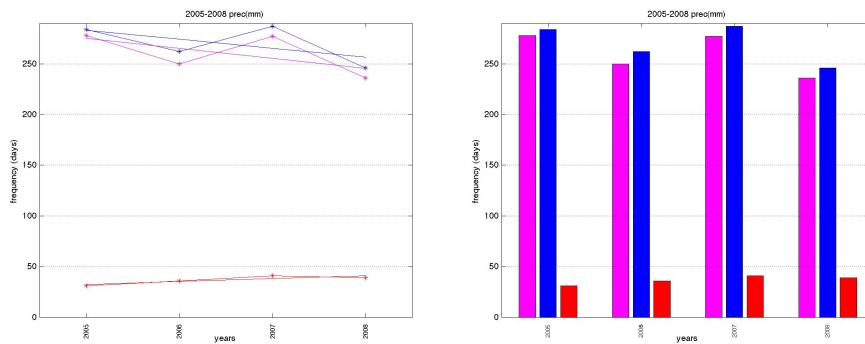


Figura 3.8: Precipitación cero por año y precipitaciones anuales en los percentiles 10 y 90 y los histogramas correspondientes.

3.1. NATURALEZA DE LOS DATOS.

31

para cada k se tiene una ecuación con k incógnitas, es decir,

$$\begin{aligned}
 S_1 &= p_1 - \bar{p} \\
 S_2 &= p_1 + p_2 - 2\bar{p} \\
 &\dots \\
 S_k &= p_1 + p_2 + \dots + p_k - k\bar{p} \\
 &\dots \\
 S_{n-1} &= p_1 + p_2 + \dots + p_{n-1} - (n-1)\bar{p} \\
 S_n &= p_1 + p_2 + \dots + p_n - n\bar{p} = 0.
 \end{aligned}
 \tag{3.2}$$

Este conjunto de ecuaciones es linealmente independiente, pero solamente se tienen $n - 1$ ecuaciones. Por tanto, para resolver el sistema para las p_i se necesita una ecuación linealmente independiente que se puede establecer hasta cierto punto de manera arbitraria, en dependencia del intervalo de tiempo que se quiera resolver. Dado que la variable p_n no interviene en las primeras $n - 1$ ecuaciones, se puede utilizar para establecer una n -ésima ecuación linealmente independiente que incorpore también el valor de la precipitación promedio en el intervalo de tiempo que se quiere resolver, es decir,

$$n\bar{p} = p_1 + p_2 + \dots + p_n. \tag{3.3}$$

De esta manera se tiene un procedimiento para generar a partir de los valores diarios de precipitación, una serie de tiempo dada por los valores de S_k , la cual puede ser procesada directamente con los algoritmos clásicos de series de tiempo y que permite además, la recuperación posterior de los valores de interés, es decir, la precipitación diaria original.

3.1.2. Entrenamiento de la red neuronal. Se entrenó una red neuronal artificial con dos capas del tipo de alimentación hacia adelante, con una capa oculta de 30 neuronas y una capa de salida, alimentada con los doce periodos mencionados anteriormente que constan de 1461 días cada uno. Para el entrenamiento de la red neuronal se necesitan dos periodos, un periodo base para entrenamiento y otro para validación y comprobación de la capacidad predictiva de la red, durante el entrenamiento. Ver Figura 3.9.

Para las funciones de inicialización de cada capa se usó el algoritmo de Nguyen-Widrow [10], la función suma de entrada, para la función de transferencia de la primera capa se usó una función sigmoideal logarítmica y para la función de transferencia de la segunda capa se utiliza una función puramente lineal. No se utilizó función de pesos y sesgos alguna. Para las funciones de aprendizaje se utilizó la función basada en el algoritmo del gradiente descendiente con momento en los pesos y los sesgos. En el proceso de entrenamiento de la red neuronal se divide el conjunto de datos objetivo en tres secciones para obtener los errores objetivo *vs* resultado, una sección de 70 % durante el entrenamiento, y las dos restantes del 15 % cada una para la validación y prueba

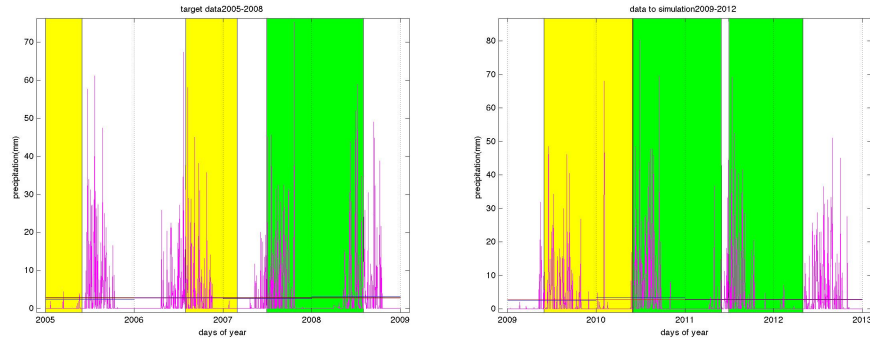


Figura 3.9: Periodos objetivo para entrenamiento y de validación de la simulación respectivamente.

respectivamente. Estos porcentajes se determinaron mediante ensayo y error buscando que los errores tuvieran una distribución simétrica, aguda y centrada en cero. En la Figura 3.10 se muestran los histogramas de errores correspondientes a cada parte del proceso.

Se entrenó la red neuronal artificial con toda la serie de tiempo y, con la idea de comprobar la calidad del entrenamiento, se simuló el último periodo de cuatro años. Los resultados de este proceso se muestran en la Figura 3.11. Del lado izquierdo se tienen, en línea continua, los datos del último periodo y el resultado de la simulación con círculos. Del lado derecho de la figura se muestra una gráfica de los datos simulados y en función de los valores de los datos objetivo T . La línea recta a 45 grados muestra una correlación lineal perfecta, es decir, $y = T + 2.4 \times 10^{-15}$.

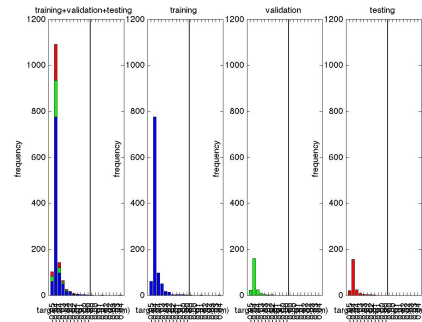


Figura 3.10: Histogramas de errores para las diferentes etapas de entrenamiento de la red.

3.1. NATURALEZA DE LOS DATOS.

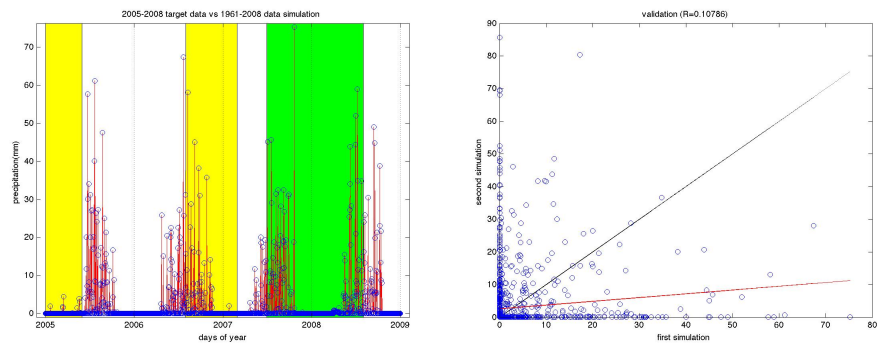
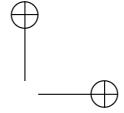
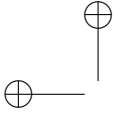


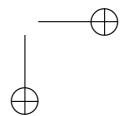
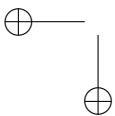
Figura 3.11: Resultados de la simulación del periodo 2005-2008 con la red neuronal artificial entrenada con toda la base de datos y su correlación.



Capítulo 4

Temperatura

4.1. Descripción y estadística básica. En las figuras 4.1 a 4.2 se presentan los datos originales de la temperatura máxima registrados en la estación 17004 de Cuernavaca. Las franjas de color, indican la presencia de los fenómenos del Niño (verde) y la Niña (amarillo). La división de la base de datos se hizo considerando periodos de cuatro años, al igual que para la precipitación pluvial, con el objeto de tener periodos de igual duración, que incluyen tres años normales y uno bisiesto. De esta manera se facilita el entrenamiento de la red neuronal artificial que se utiliza, primero para imputar datos y luego para predecir el comportamiento de la variable.



4.1. DESCRIPCIÓN Y ESTADÍSTICA BÁSICA.

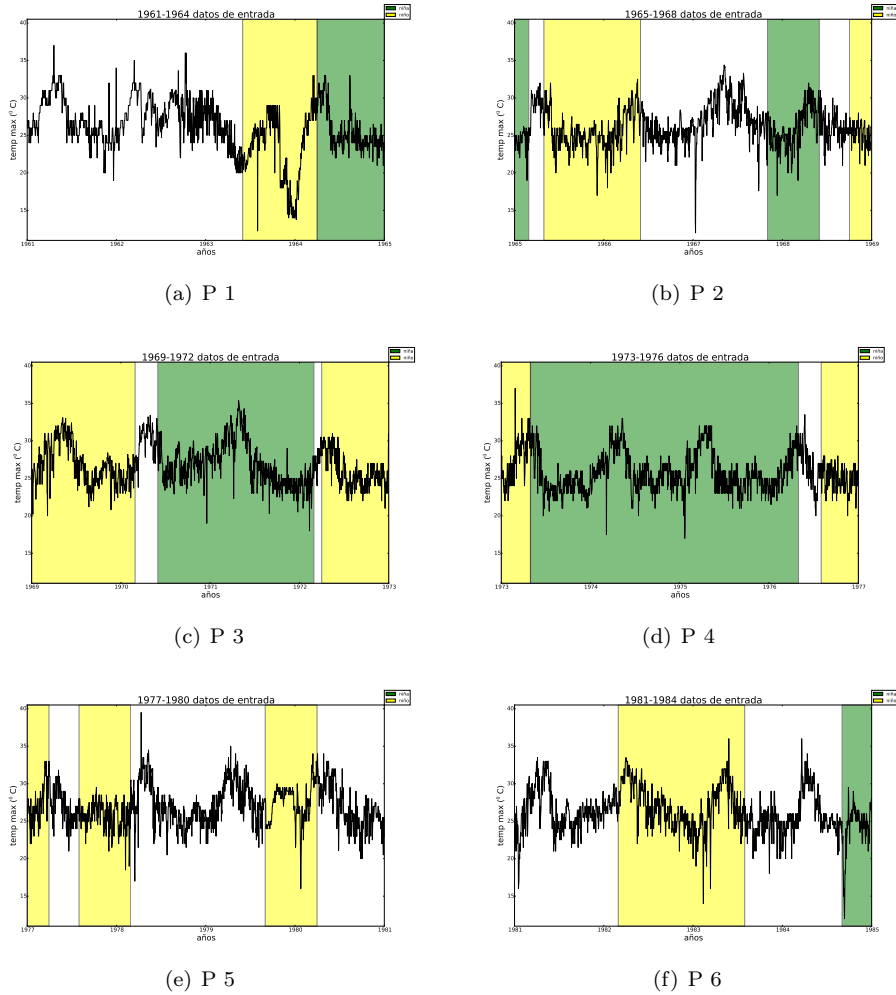
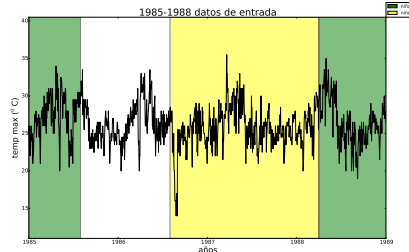
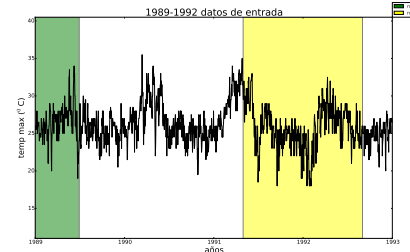


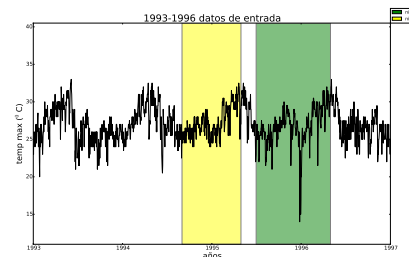
Figura 4.1: Periodos 1 al 6.



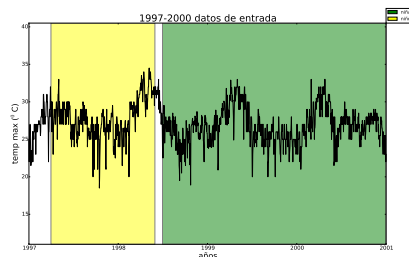
(a) P 7



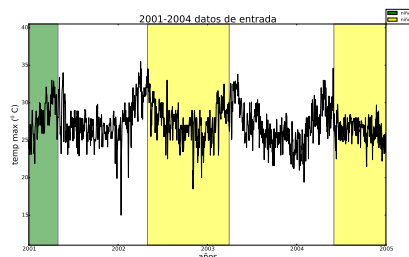
(b) P 8



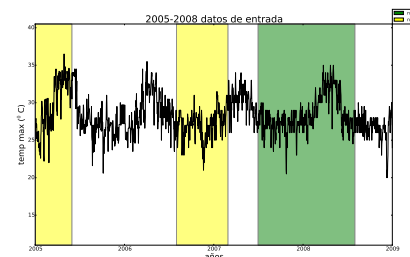
(c) P 9



(d) P 10



(e) P 11



(f) P 12

Figura 4.2: Periodos 7 al 12.

4.1. DESCRIPCIÓN Y ESTADÍSTICA BÁSICA.

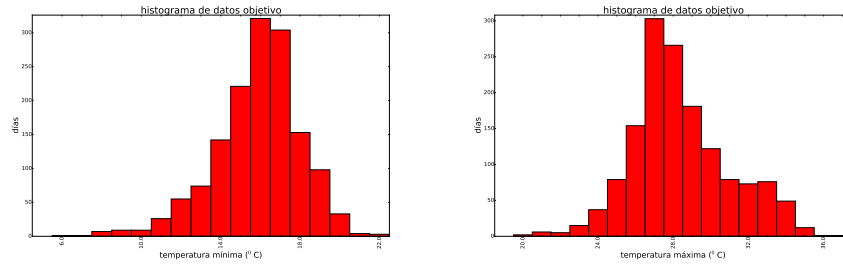
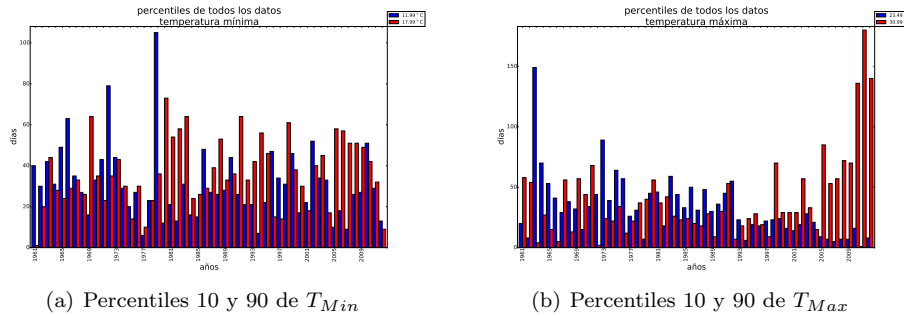


Figura 4.3: Distribución de valores de T_{Min} y T_{Max} para el periodo 2009–2012 para la estación Cuernavaca 17004.



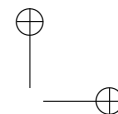
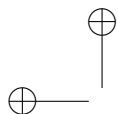
(a) Percentiles 10 y 90 de T_{Min}

(b) Percentiles 10 y 90 de T_{Max}

Figura 4.4: Comparación de los percentiles 10 y 90 para las temperaturas máxima y mínima registradas en la estación Cuernavaca 17004.

Los valores de la temperatura máxima para la misma estación se distribuyen de acuerdo a los histogramas de la Figura 4.3, para cada periodo de cuatro años.

Un resultado interesante se muestra en la Figura 4.4 en la que se puede ver claramente en el panel de la izquierda que la evolución temporal del percentil 10 en la distribución de temperaturas mínimas, que corresponde al número de días fríos, no muestra una tendencia clara. Por el contrario, los percentiles 10 y 90 para la temperatura máxima, mostrado en el panel de la derecha, ha habido un incremento considerable en el número de días por año en los que la temperatura ha aumentado y su valor ha ingresado al percentil 90 de la distribución a expensas de haber disminuido el número de días por año en el percentil 10. En el capítulo de resultados se comparan los resultados para varias estaciones.



Capítulo 5

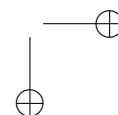
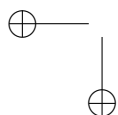
Resultados y discusión

En el Cuadro 5.1 se presentan resultados preliminares del análisis de la variabilidad de la estación de lluvias en una serie de estaciones del Estado de Morelos y algunas de los estados colindantes. Este análisis se llevó a cabo sin imputación de datos faltantes y es por eso que se consideran preliminares. Un análisis de este tipo está en proceso ya con datos imputados. El inicio y terminación de la temporada de lluvias se determinó a partir de los cambios de pendiente de la serie de tiempo S_k descrita en el capítulo de metodología.

En este primer proceso preliminar se analizaron las tendencias generales de la precipitación pluvial en el centro de México para el periodo 1961-2008. La región de estudio está localizada en una amplia zona entre las provincias biogeográficas neártica y neotropical. La variabilidad de los regímenes de lluvia en el área de estudio está determinada por una serie de factores tales como la existencia de diferentes provincias biogeográficas, características fisiográficas de los lugares en donde se encuentran las 21 estaciones meteorológicas utilizadas en el análisis, actividad humana directa y el calentamiento global.

Se hizo un intento de asignar la variabilidad a cada uno de estos factores. Se empieza el análisis poniendo en marcha un criterio para determinar numéricamente el principio y el final de la estación de lluvias y después se procedió a medir las tendencias dependientes del tiempo de la precipitación anual, del principio, terminación, duración e intensidad de la estación de lluvias. Se encontró que tres estaciones exhiben claramente el efecto de la actividad humana en su entorno. Las estaciones restantes se clasifican en tres grupos distintos que indican una disminución en la precipitación anual total en el sur durante el periodo analizado, un ligero aumento en los valles centrales y una tendencia a aumentar en las regiones altas del centro y el noroeste. Las zonas agrícolas muestran una tendencia a mantener constante la precipitación anual total aunque hay casos en los que la duración de la temporada de lluvias ha disminuido casi 10 días.

Las fechas del inicio y terminación de la temporada y por lo tanto su duración e intensidad también muestran variabilidades consistentes con las otras estaciones del grupo al que pertenecen. Los posibles efectos del calentamiento global sobre la variación determinados mediante esta metodología sólo son detectables cuando cada uno de estos tres grupos se analiza por separado. Concluimos por lo tanto que los efectos del calentamiento



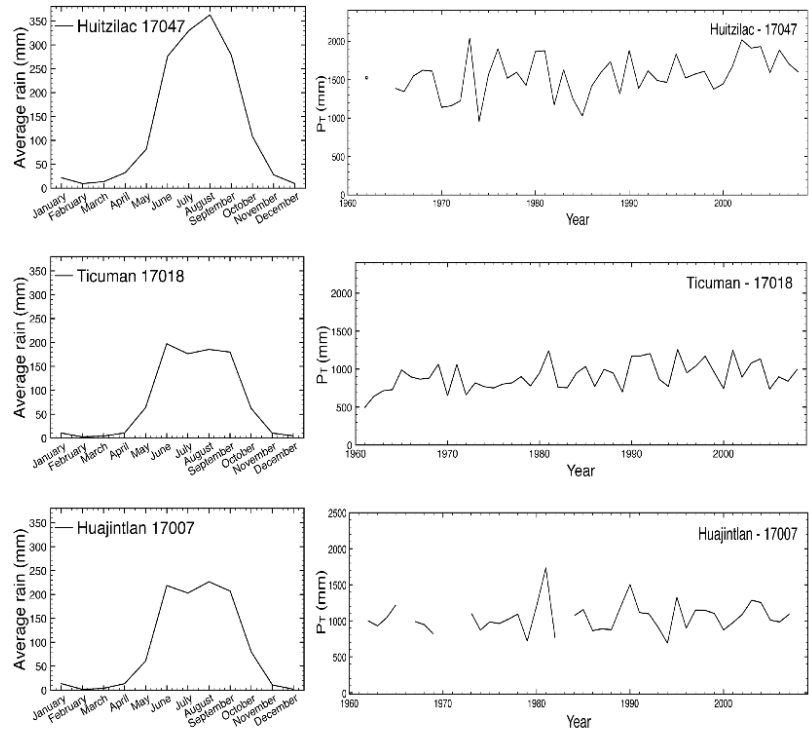


Figura 5.1: Distribuciones de lluvia durante el periodo 1961–2008.

global en regiones pequeñas se deben detectar con el análisis de los datos estación por estación.

En la Figura 5.1 se muestran las distribuciones anuales típicas de la lluvia durante un año para estaciones representativas de las tres regiones características del Estado de Morelos. Es decir, en la región volcánica del norte, la región de transición y la Sierra Madre del Sur. Se muestran promedios mensuales de precipitación en los paneles de la izquierda y en los de la derecha se muestran las series de tiempo originales para la precipitación anual entre 1961 y 2008.

En la Figura 5.2 se muestran gráficas que ilustran la aplicación del criterio utilizado para determinar el inicio y final de la temporada anual de lluvias. Las líneas rectas indican los ajustes lineales de las curvas de inicio y final de las temporadas. Fuera de las temporadas de lluvia existen pequeños periodos de lluvia que se indican con líneas verticales.

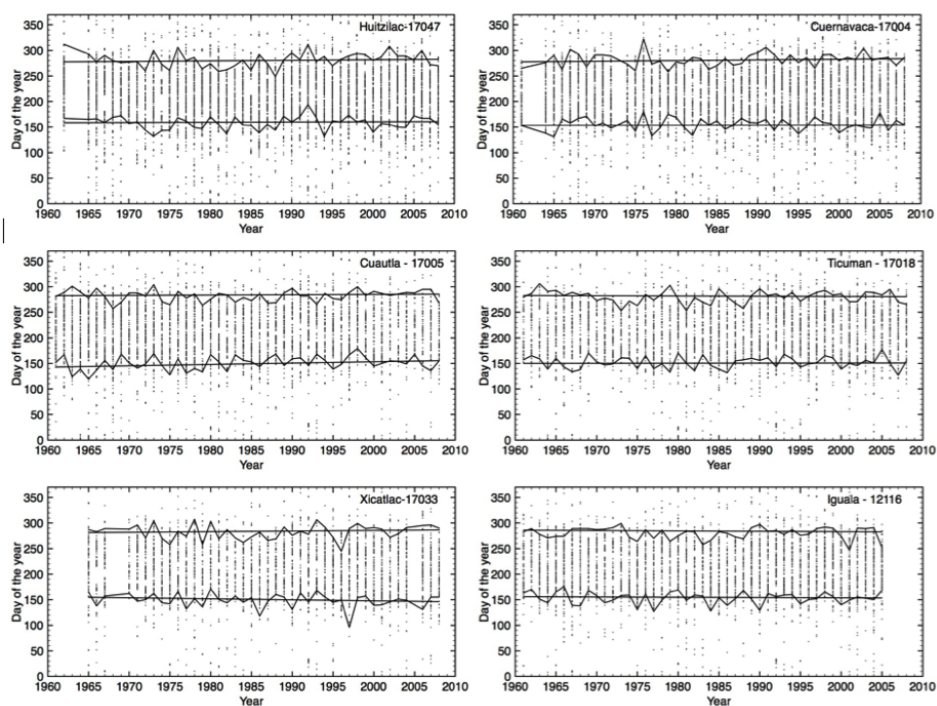


Figura 5.2: Temporadas de lluvia durante el periodo 1961–2008.

Cuadro 5.1: Variabilidad de la estación de lluvias (1961–2008) para cada una de las estaciones analizadas. Valores negativos (positivos) indican fechas tempranas (tardías) en los casos de principio p y final f de la temporada de lluvias. En los casos de precipitación anual total P_T , precipitación estacional P_S , duración D e intensidad I de la temporada los signos negativos y positivos significan reducción o aumento respectivamente.

Nombre	Número	ΔP_T	ΔP_S	ΔD	ΔI	Δo	Δd
		<i>mm</i>	<i>mm</i>	días	$\frac{mm}{día}$	días	días
Ameca	15094	-83.03	-79.72	-19.27	-0.12	19.07	0.52
Huitzilac	17047	316.88	275.87	8.87	1.43	2.03	4.96
Atlatlahucan	17001	10.13	-17.72	-12.82	0.61	10.42	-5.22
Cuernavaca	17004	229.67	227.90	5.90	1.25	0.55	6.06
Tlacotepec	17020	82.75	119.45	7.71	0.47	3.00	10.79
Promedio	MVB	121.96	115.95	-0.92	0.77	6.42	3.75
Yautepec	17024	127.43	106.66	-6.40	1.10	0.26	-6.65
Temixco	17014	157.88	158.94	-4.45	1.36	1.28	-3.40
Cuautla	17005	-153.24	-137.37	-9.35	-0.71	12.35	3.03
Ticumán	17018	262.12	245.64	-3.12	1.97	0.76	-2.19
Temilpa	17013	171.85	136.48	-6.65	1.27	8.58	1.95
Miacatlán	17006	271.31	224.51	-9.81	2.27	7.35	-2.40
Tepalcingo	17015	123.10	147.98	0.04	1.01	5.63	3.75
Zacatepec	17026	56.66	57.85	-6.86	0.66	3.58	-3.25
Promedio	TRANS	125.59	116.05	-5.89	1.11	4.91	-1.25
Tlacualera	17021	318.27	294.83	6.46	2.29	-11.48	-4.91
Huajintlán	17007	94.71	154.89	9.19	0.71	-2.76	8.11
Chietla	21024	-40.90	19.57	13.85	-0.38	2.24	15.69
Xicatlacotla	17033	84.21	98.09	18.23	0.07	-8.50	5.19
Huautla	17008	-242.57	-204.63	19.47	-2.87	-2.38	17.09
Iguala	12116	-41.68	-32.14	-0.72	-0.21	-2.47	-3.26
Huitzuco	12115	-72.24	-52.20	0.61	-0.37	0.37	1.43
V. Trujano	12093	-171.21	-116.16	-6.34	-1.59	1.77	-8.83
Promedio	SSM	-14.41	15.66	7.51	-0.33	-2.75	3.86
Promedio total		75.79	80.94	-0.02	0.52	2.59	1.73

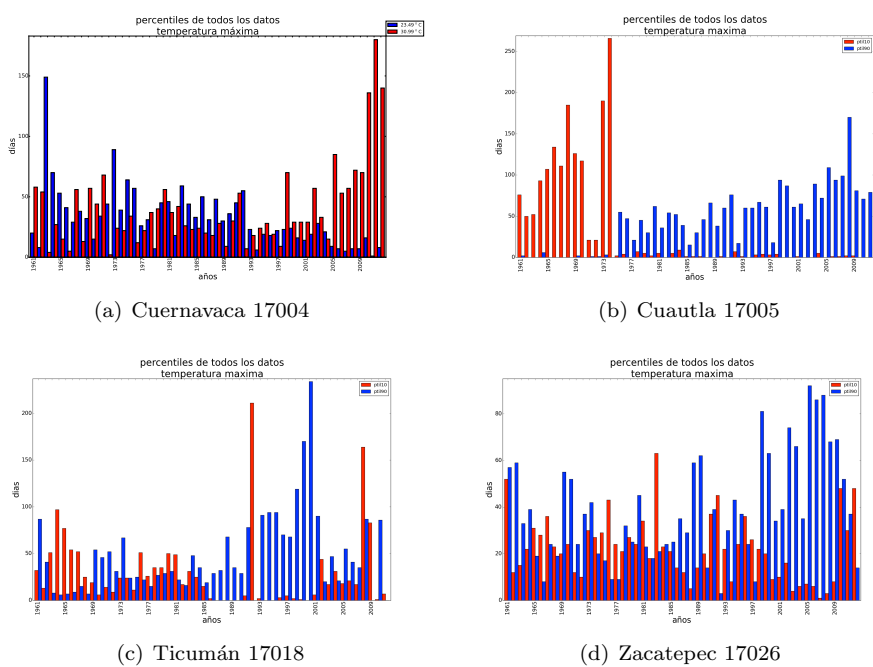


Figura 5.3: Evolución temporal de los percentiles 10 y 90 de las distribuciones de temperatura máxima en cuatro estaciones.

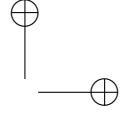
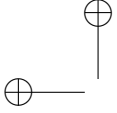
Capítulo 6

Conclusiones

Un problema fundamental que surge en el análisis de series de tiempo es la determinación del proceso que genera la señal. Una conclusión importante de este proyecto es la aplicación de diferentes metodologías basadas en la teoría de sistemas dinámicos discretos para analizar series de tiempo de fenómenos no-lineales. La idea es partir de un planteamiento sólido, desde el punto de vista matemático, de la teoría de sistemas dinámicos discretos para llegar a aplicaciones prácticas en referencia a condiciones meteorológicas, compuesto por variables como temperaturas máximas y mínimas, niveles de precipitaciones pluviales y de evaporación en diferentes estaciones meteorológicas.

En el Instituto de Matemáticas se cuenta con una base de datos que originalmente se obtuvo del Servicio Meteorológico Nacional y otras fuentes, que contiene la información de 1960 a 2012 de prácticamente todas las estaciones activas del territorio nacional y para todas las variables.

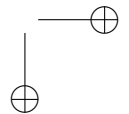
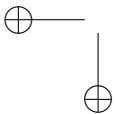
Los datos recopilados en las estaciones meteorológicas o se obtienen como series de tiempo o se pueden convertir en series de tiempo, es decir en valores muestreados a intervalos de tiempo regulares. A partir de la década del 60 del siglo pasado el paradigma de análisis de series de tiempo cambió del análisis de Fourier al del análisis de procesos deterministas no lineales, con el trabajo pionero de Lorenz publicado en 1963. [11] Cuando en estos sistemas se presentan comportamientos caóticos, se puede plantear la existencia de atractores extraños, que son la causa de este tipo de comportamiento. [12] En el trabajo a futuro que se plantea como resultado de la experiencia adquirida en el desarrollo del proyecto, se plantea el problema de discernir la naturaleza de los atractores extraños que subyacen a los comportamientos caóticos de las variables meteorológicas, utilizando el nuevo paradigma establecido originalmente por Lorenz. En otras palabras, se plantea el problema de utilizar las series de tiempo observadas, o derivadas del tema que se aborda, para reconstruir modelos de espacios fase de dimensión finita de la evolución en el tiempo de los sistemas muestreados. A partir de estos modelos se pueden determinar los comportamientos asintóticos de los sistemas, tales como los exponentes característicos de Lyapunov que constituyen una medida de qué tan caóticos son los sistemas bajo estudio y la dimensionalidad topológica de los atractores. [13] La reconstrucción de la información dinámica de los sistemas bajo estudio se basa en formulaciones matemáticas de métodos de inmersión con las cuales se pueden reconstruir los atractores asociados a las series



de tiempo. [14, 15] Los resultados esperados incluyen la identificación de patrones de frecuencias que indiquen posibles rutas a comportamientos caóticos.

Para la información meteorológica es necesario detectar dinámicas caóticas directamente de las series de tiempo. En este planteamiento se pretenden utilizar conceptos de la física de fenómenos no lineales tales como los exponentes máximos de Lyapunov o el espectro de Lyapunov, la fracción de falsos vecinos, información mutua, datos substitutos y las propiedades de las funciones de autocorrelación de las series de tiempo de variables meteorológicas en el mismo sentido en el que se utilizan en la referencia [16] . En nuestro país hay algunos antecedentes de la utilización de esta metodología, [17] sin embargo han sido esfuerzos aislados y no han tenido continuidad ni impacto en el establecimiento de políticas públicas de mitigación de riesgo ante el cambio climático ni en el establecimiento de estrategias de observación y análisis.

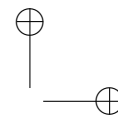
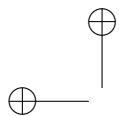
Los resultados obtenidos serán de relevancia y pertinencia para el diseño de políticas públicas de prevención de riesgos y desastres naturales, así como la contribución al establecimiento de estrategias de observación meteorológica. Este proyecto PAPIIT 108012, ha servido para sentar las bases para un procesamiento más sistemático y racional de los datos meteorológicos con los que se cuenta en nuestro país.



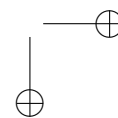
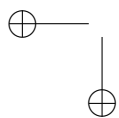
Bibliografía

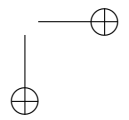
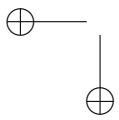
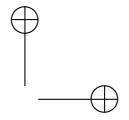
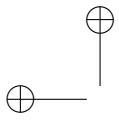
- [1] Universidad Nacional Autónoma de México. <http://atlasclimatico.unam.mx/RUOA/servmapas>.
- [2] L. A. Vincent and D. W. Gullet. Canadian historical and homogeneous temperature datasets for climate change analyses. *International Journal of Climatology*, 19:1375 – 1388, 1999.
- [3] C. V. Deutsch and A. G. Journel. *Geostatistical Software Library*. Oxford University Press., 1998.
- [4] C. Yozgatligil, S. Aslan, C. Iyigun, and I. Batmaz. Comparison of missing value imputation methods in time series: the case of turkish meteorological data. *Theoretical and Applied Climatology*, 112:143 –167, 2013.
- [5] R. Lippmann. An introduction to computing with neural nets. *IEEE ASSP Magazine*, 3, No. 4:4–22, 1987.
- [6] P. J. Werbos. *Beyond regression: New tools for prediction and analysis in the behavioural sciences*. PhD thesis, Harvard University, Cambridge, MA, EUA, 1974.
- [7] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, and R. J. Williams. Learning internal representation by error propagation. In *Parallel Distributed Processing: Exploration in the Microstructure of Cognition*, volume 1, chapter 8, Cambridge, MA, EUA, 1986. MIT Press.
- [8] Climate Prediction Center. Enso years. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml, 2015.
- [9] B. Liebmann and J. A. Marengo. Interannual variability of the rainy season and rainfall in the brazilian amazon basin. *J. Climate*, 14:4308 – 4318, 2001.
- [10] Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks. *Improving the learning speed of 2-layer neural networks by choosing initial values of the adaptive weights*, volume 3:21-26, 1990.

- [11] E. N. Lorenz. Deterministic non-periodic flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20(2):130–141, 1963.
- [12] K. T. Alligood, T. D. Sauer, and J. A. Yorke. *Chaos: An introduction to Dynamical Systems*. Springer, 2000.
- [13] H. Kantz and T. Schreiber. *Nonlinear time series analysis*. Cambridge University Press, 2004.
- [14] N. H. Packard, J. P. Crutchfield, J. D. Farmer, and R. S. Shaw. Geometry from a time-series. *Physical Review Letters*, 45(9):712–716, 1980.
- [15] T. Sauer, J. A. Yorke, and M. Casdagli. Embedology. *Journal of Statistical Physics*, 65(3-4):579–616, Nov 1991.
- [16] H. Millán, A. Kalauzi, G. Llerena, J. Shucoshañay, and D. Piedra. Meteorological complexity in the amazonian area of ecuador: An approach based on dynamical system theory. *Ecological Complexity*, 6(3):278 – 285, 2009.
- [17] H. Waelbroeck, R López Peña, T. Morales, and F. Zertuche. Prediction of tropical rainfall by local phase – space reconstruction. *Journal of Atmospheric Sciences*, 51(22):3360–3364, Nov 15 1994.



Apéndices





Apéndice A

Estaciones meteorológicas

A continuación se presentan los datos de las estaciones meteorológicas utilizadas en el presente estudio que comprenden las entidades de Morelos, Ciudad de México, estados de México, Guerrero y Puebla. Para los cuadros de las estaciones, los superíndices que aparecen en los nombres corresponden a:

1. Servicio Meteorológico Nacional (SMN),
2. Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos de la Comisión Nacional del Agua (DGE),
3. Comisión Federal de Electricidad (CFE),
4. Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y
5. (OBS)
6. Compañía de Luz y Fuerza del Centro
7. CRP ; (conagua)

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Cuadro A.1: Nomenclatura y localización de las estaciones meteorológicas utilizadas.

Nº	Nombre	Municipio	Latitud o / °	Longitud o / °	Altitud msnm	Fechas INI FIN	Años	%
17001	Atlatlahucan	Atlatlahucan	18 56 12	98 55 41	1,600	1924-10 2012-09	88.0	96.3
17002	Col. del Empleado	Cuernavaca	18 56 54	99 13 51	1,614	1939-01 2002-01	63.1	91.7
17003	Cuautila ¹	Cuautila	18 48 15	98 57 3	1,303	1926-04 2012-12	86.7	80.9
17004	Cuernavaca ²	Cuernavaca	18 55 7	99 14 3	1,510	1955-04 2013-05	58.2	98.6
17005	Cuautila ²	Cuautila	18 48 37	98 57 3	1,302	1955-04 2012-12	57.7	99.3
17006	El Rodeo	Miacatlán	18 46 43	99 19 25	1,858	1955-04 2012-11	57.7	95.2
17007	Huajintlán	Amacuzac	18 36 36	99 25 28	942	1925-05 2012-10	87.5	72.9
17008	Huautila	Tlalquiltenango	18 26 24	99 1 30	966	1962-02 2012-10	50.7	94.8
17009	C.B.T.A.154 Huitzilac	Huitzilac	19 1 42	99 16 2	2,550	1961-10 2000-12	39.2	61.5
17012	Oaxtepec	Yautepec	18 54 23	98 58 13	1,380	1970-03 2013-05	43.2	94.5
17013	Temilpa	Tlaltizapán	18 42 21	99 5 38	1,135	1955-04 2012-11	57.7	97.9
17014	Temixco	Temixco	18 51 16	99 13 38	1,283	1957-04 2012-10	55.6	99.1
17015	Tepalcingo	Tepalcingo	18 35 47	98 50 37	1,160	1955-10 2012-11	57.2	95.1
17016	Tequesquite	Jojutla	18 36 40	99 15 35	932	1955-04 2007-09	52.5	78.9
17017	Tetelcingo	Cuautila	18 52 0	98 56 0	1,418	1942-07 1973-09	31.2	72.6
17018	Ticumán	Tlaltizapán	18 45 33	99 7 16	970	1955-09 2012-12	57.3	99.7
17019	Tilzapotla	Puente de Ixtla	18 29 16	99 18 22	1,303	1942-10 2012-11	70.2	91.8
17020	Tlacotepec	Zacualpan	18 48 48	98 45 0	1,754	1955-04 2012-11	57.7	96.7
17021	Tlacualera	Tepalcingo	18 37 0	98 56 37	1,250	1962-02 2013-06	51.4	97.2
17022	Tres Cumbres	Huitzilac	19 2 12	99 15 29	2,639	1961-01 2012-08	51.7	59.6
17023	Xicatlacotla	Tlalquiltenango	18 31 9	99 11 31	803	1969-06 1983-12	14.6	95.5
17024	Yautepec	Yautepec	18 51 16	99 1 18	1,343	1955-04 2013-07	58.3	98.6
17025	Yecapixtla ¹	Yecapixtla	18 51 0	98 52 0	1,610	1963-01 1985-12	23.0	94.5
17026	C.A.E. La Victoria	Zacatepec	18 38 12	99 12 3	1,364	1961-01 2012-12	52.0	99.7
17028	Jonacatepec	Jonacatepec	18 41 30	98 49 29	1,350	1926-07 2011-12	85.5	79.8

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			o	'	o	'		INI	FIN		
17029	Palpan	Miacatlán	18 52	3	99 25	45	1,620	1923-05	2012-12	89.7	75.7
17030	Axochiapan	Axochiapan	18 30	0	98 45	0	1,036	1947-10	1965-12	18.2	96.1
17031	Jojutla ²	Jojutla	18 35	2	99 11	3	959	1977-03	2012-12	35.8	99.9
17032	San Gabriel	Amacuzac	18 37	0	99 21	0	929	1930-10	1969-08	38.9	98.3
17033	Xicatlacotla ³	Tlalquiltenango	18 27	0	99 6	0	1,095	1963-08	2012-12	49.4	95.0
17036	Lagunillas de Rayón	Axochiapan	18 29	0	98 43	0	1,010	1974-04	2012-11	38.7	98.1
17037	Escuela de Biología ⁴	Cuernavaca	18 59	0	99 14	0	1,893	1975-03	2012-12	37.8	28.2
17038	Nexpa	Tlalquiltenango	18 31	12	99 8	42	800	1976-03	2012-07	36.4	98.4
17039	San Juan Tlacotenco	Tepoztlán	19 2	21	99 5	38	2,836	1975-07	2012-10	37.3	98.5
17042	Zacatepec ⁵	Zacatepec	18 39	0	99 11	0	918	1944-01	1990-10	46.8	38.5
17043	E.T.A. 118 Yecapixtla	Yecapixtla	18 53	30	98 51	30	1,600	1976-01	2012-11	36.9	95.9
17044	E.T.A. 040 Amacuzac	Amacuzac	18 35	55	99 22	10	1,278	1973-08	2011-12	38.4	98.8
17045	Huecahuaxco E-7	Ocuituco	18 54	43	98 45	11	2,305	1976-01	2008-12	33.0	82.2
17046	Hueyapan E-4	Tetela del Volcán	18 53	6	98 41	25	2,285	1976-01	2013-05	37.4	78.7
17047	Huitzilac	Huitzilac	19 3	30	99 16	27	2,801	1961-12	2012-12	51.1	98.7
17048	Puente Ocuituco E-5	Ocuituco	18 52	41	98 46	31	1,941	1976-01	2012-11	36.9	82.9
17049	Tepoztlán E-12	Tepoztlán	18 59	7	99 5	59	1,716	1976-01	2012-05	36.4	64.6
17050	Tlayacapan E-11	Tlayacapan	18 57	20	98 58	22	1,662	1976-01	1983-12	8.0	44.9
17051	Totolapan E-10	Totolapan	18 59	13	98 55	11	1,908	1976-01	2012-12	37.0	88.9
17052	Yecapixtla ²	Yecapixtla	18 53	0	98 51	54	1,590	1986-01	2012-11	26.9	94.5
17054	Moyotepec	Ayala	18 40	15	98 58	31	1,154	1978-09	2012-11	34.2	94.7
17055	Tenango	Jantetelco	18 37	14	98 44	49	1,188	1978-09	1983-12	5.3	95.8
17056	San Pablo Hidalgo	Tlaltizapán	18 34	55	99 2	41	925	1978-09	2012-11	34.2	95.6
17057	El Limón	Tepalcingo	18 31	52	98 56	15	1,248	1978-09	2012-10	34.2	99.2
17058	Cuentepec	Temixco	18 51	37	99 19	35	1,487	1978-09	2012-11	34.2	97.5

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			o	''	o	''		INI	FIN		
17059	Coatlán del Río	Coatlán del Río	18 44	43	99 26	0	1,027	1978-09	1985-07	6.9	98.6
17060	Alponocan	Tetela del Volcán	18 55	52	98 41	23	2,769	1980-05	2012-12	32.7	99.0
17061	Apancingo	Coatlán del Río	18 40	48	99 27	49	1,152	1980-08	2012-11	32.3	96.2
17062	Chavarría	Coatlán del Río	18 43	33	99 28	9	1,163	1981-08	2010-07	29.0	44.5
17063	Tecajec	Yecapixtla	18 47	53	98 48	44	1,824	1981-05	2010-10	29.5	50.3
17064	Tecomalco	Ayala	18 39	3	98 59	33	1,305	1981-05	2010-10	29.5	41.0
17065	Valle de Vázquez	Tlalquiltenango	18 31	45	99 4	12	950	1981-05	2010-07	29.2	45.9
17066	El Vigía	Tlalnepanitla	19 0	36	98 57	36	2,160	1981-05	2010-10	29.5	60.4
17068	Achichipico D-4	Yecapixtla	18 56	50	98 49	45	2,117	1982-01	2012-11	30.9	93.1
17069	Ahuehuetzingo	Puente de Ixtla	18 43	4	99 16	43	1,068	1982-01	2010-10	28.8	44.8
17070	Alpuyeca	Xochitepec	18 44	37	99 15	29	1,050	1982-02	1983-12	1.9	100.0
17071	Progreso	Jiutepec	18 52	48	99 9	12	1,366	1982-01	2012-12	31.0	96.6
17072	Alpuyeca	Xochitepec	18 44	6	99 15	57	1,025	1969-01	2012-11	43.9	73.7
17073	Cuautlita	Tetecala	18 42	1	99 23	4	986	1983-01	2012-12	30.0	98.5
17074	El Higuierón	Jojutla	18 34	39	99 10	50	907	1983-01	2012-11	29.9	46.8
17075	Jojutla ¹	Jojutla	18 35	0	99 11	0	890	1954-08	1964-09	10.2	84.5
17076	Puente de Ixtla	Puente de Ixtla	18 37	45	99 19	33	903	1974-04	2013-06	39.2	96.6
17077	Xoxocotla	Puente de Ixtla	18 41	6	99 14	38	1,030	1983-01	2007-06	24.5	92.9
17081	Amilcingo	Temoac	18 43	48	98 45	45	1,519	1998-01	2011-05	13.4	100.0
17082	Oacalco	Yautepec	18 55	20	99 1	50	1,297	1998-07	2011-12	13.5	97.0
17092	Vista Alegre	Mazatepec	18 43	48	99 23	1	990	1985-07	2005-12	20.5	84.7
17093	Tres Mariás	Huitzilac	19 3	1	99 14	46	2,827	1996-02	2012-06	16.4	96.5

Cuadro A.2: Nomenclatura y localización de las estaciones meteorológicas utilizadas de la Ciudad de México.

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			o	'	o	'		INI	FIN		
9002	Ajusco	Tlalpan	19 13	0	99 12	0	2,900	1961-01	1988-05	27.4	98.9
9003	Aquiles Serdán 46	Azcapotzalco	19 28	10	99 11	24	2,255	1933-02	1988-12	55.9	93.8
9004	Calvario 61	Tlalpan	19 12	11	99 8	57	2,726	1970-01	2012-11	42.9	87.4
9005	Calle Salto 13	Alvaro Obregón	19 23	0	99 13	0	2,326	1964-11	1970-12	6.2	100.0
9006	Tacuba 7	Cuauhtémoc	19 26	9	99 8	20	2,247	1962-01	1976-09	14.7	95.3
9007	Cinzel 42	Cuauhtémoc	19 25	0	99 7	0	2,326	1953-06	1988-11	35.5	96.8
9008	Ciudad Universitaria	Coyoacán	19 19	42	99 11	0	2,278	2004-04	2008-12	4.7	46.6
9009	Col. Agrícola Oriental	Iztacalco	19 23	58	99 4	30	2,235	1961-01	1988-08	27.7	99.5
9010	Col. América	Miguel Hidalgo	19 24	45	99 12	6	2,271	1969-08	2012-12	43.4	75.0
9011	Col. del Valle	Benito Juárez	19 23	52	99 10	0	2,245	1949-01	1973-12	25.0	67.8
9012	Col. Escandón	Miguel Hidalgo	19 24	5	99 10	38	2,245	1951-01	1988-09	37.7	97.6
9013	Col. Moctezuma	Venustiano Carranza	19 25	40	99 6	20	2,235	1966-11	1988-10	22.0	95.9
9014	Col. Santa Úrsula Coahuila	Coyoacán	19 18	12	99 8	53	2,256	1971-01	2012-12	42.0	91.4
9015	Rodano 14 ³	Cuauhtémoc	19 25	30	99 10	25	2,250	1953-06	1996-12	43.6	70.2
9016	Cuajimalpa	Cuajimalpa de Morelos	19 21	0	99 18	0	2,777	1967-01	1988-02	21.2	96.1
9017	Cuauhtec Barrio Bajo	Gustavo A. Madero	19 32	32	99 7	50	2,390	1970-11	1988-04	17.5	95.6
9019	Desierto de los Leones	Alvaro Obregón	19 18	50	99 18	35	2,995	1961-01	1987-09	26.7	99.0
9020	Desviación Alta al Pedregal	Tlalpan	19 17	49	99 10	56	2,296	1952-01	2012-10	60.8	92.7
9021	Egipto 7	Azcapotzalco	19 28	30	99 11	10	2,248	1959-01	1987-12	29.0	98.8
9022	El Guarda	Tlalpan	19 8	4	99 10	23	2,990	1961-01	2008-12	48.0	97.5
9023	Guadalupe Inn	Alvaro Obregón	19 21	5	99 11	10	2,270	1962-07	1974-10	12.3	99.9
9024	Hacienda Peña Pobre	Tlalpan	19 18	0	99 11	0	2,290	1961-01	1992-07	31.6	60.2
9025	Hacienda La Patera	Gustavo A. Madero	19 30	46	99 9	30	2,240	1961-01	1996-12	36.0	85.5
9026	Morelos 77	Iztapalapa	19 22	0	99 5	0	2,240	1955-07	1996-12	41.5	95.2
9028	Gran Canal km 03 + - 000	Gustavo A. Madero	19 27	0	99 6	0	2,239	1961-01	1987-12	27.0	98.5

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / °	Longitud o / °	Altitud msnm	Fechas INI FIN	Años	%
9029	Gran Canal km 06 + - 250	Gustavo A. Madero	19 28 36	99 5 29	2,239	1952-01 2012-12	61.0	95.2
9030	La Venta Cuajimalpa	Cuajimalpa de Morelos	19 20 0	99 18 0	2,850	1949-01 1985-12	37.0	97.7
9031	Col. Roma	Cuauhtémoc	19 25 0	99 10 0	2,240	1949-01 1971-03	22.2	90.4
9032	Milpa Alta	Milpa Alta	19 11 26	99 1 19	2,420	1929-10 2012-12	83.2	67.3
9033	Col. Guerrero	Cuauhtémoc	19 27 0	99 8 0	1,252	1959-05 1987-12	28.7	98.9
9034	Moyoguarda	Xochimilco	19 15 0	99 6 0	2,260	1921-01 1988-10	67.8	65.4
9036	Playa Caleta 454 Col. Marite	Iztacalco	19 23 43	99 5 52	2,235	1968-04 2012-09	44.5	91.3
9037	Presa Ansaldo	La Magdalena Contre- ras	19 20 0	99 13 0	2,363	1953-11 1988-12	35.2	99.5
9038	Presa Mixcoac	Alvaro Obregón	19 22 0	99 16 0	2,576	1953-09 1988-12	35.3	98.5
9039	Presa Tacubaya	Alvaro Obregón	19 23 50	99 12 45	2,340	1953-10 1988-12	35.2	99.3
9040	San Borja 726	Benito Juárez	19 23 0	99 10 0	2,250	1964-06 1970-06	6.1	98.6
9041	San Francisco Tlalne- pantla	Xochimilco	19 11 48	99 7 43	2,620	1961-01 2012-12	52.0	80.7
9042	San Gregorio Atlapul- co	Xochimilco	19 13 0	99 5 0	2,549	1961-05 1983-12	22.7	99.2
9043	San Juan de Aragón	Gustavo A. Madero	19 27 55	99 4 45	2,240	1953-06 2012-12	59.6	91.2
9044	San Lorenzo	Milpa Alta	19 10 30	99 1 52	2,640	1969-01 1988-12	20.0	100.0
9045	Santa Ana Tlacotenco	Milpa Alta	19 10 44	99 0 10	2,595	1969-01 2012-12	44.0	78.8
9046	Col. Santa Fe	Alvaro Obregón	19 23 0	99 14 0	2,422	1969-01 1988-10	19.8	97.2
9047	Col. Tacuba	Miguel Hidalgo	19 27 35	99 11 22	2,255	1961-01 1988-04	27.3	97.1
9049	Tarango	Alvaro Obregón	19 21 36	99 12 45	2,340	1969-01 1988-01	19.1	97.9
9050	Lomas de Chapultepec	Miguel Hidalgo	19 26 0	99 13 0	2,314	1955-06 1975-10	20.4	98.7
9051	Tláuac	Tláuac	19 15 46	99 0 13	2,240	1961-01 2012-10	51.8	77.8
9052	Unidad Modelo	Iztapalapa	19 22 0	99 7 0	2,229	1961-01 1981-11	20.9	93.6
9054	General Anaya	Benito Juárez	19 22 0	99 10 0	2,240	1952-01 1988-10	36.8	92.6
9055	Pedro Arvizu 36	Coyoacán	19 20 0	99 8 0	2,240	1961-01 1970-12	10.0	99.3
9056	Iztacalco	Iztacalco	19 22 39	99 7 42	2,235	1947-06 1966-03	18.8	93.0
9058	Vertedor Milpa Alta	Milpa Alta	19 11 0	99 1 0	2,488	1969-01 1985-12	17.0	98.1

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / °	Longitud o / °	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
9059	Castañeda	Alvaro Obregón	19 22 0	99 12 0	2,322	1950-02	1970-05	20.3	97.6
9062	Vencedora 44	Gustavo A. Madero	19 29 0	99 8 0	2,237	1961-01	1970-01	9.1	99.5
9064	Chapultepec	Miguel Hidalgo	19 25 0	99 11 0	2,261	1979-08	1988-04	8.8	41.8
9067	Monte Alegre	La Magdalena Contre- ras	19 13 0	99 17 0	3,450	1976-01	1983-12	8.0	97.8
9068	Puente la Llave	Cuauhtémoc	19 25 45	99 3 10	2,234	1976-05	2012-12	36.7	77.0
9069	Col. Juárez	Cuauhtémoc	19 25 45	99 9 0	2,240	1975-03	1982-06	7.3	97.8
9070	Campo Exp. Coyoacán	Coyoacán	19 21 5	99 10 20	2,260	1976-01	2007-11	31.9	76.8
9071	Col. Educación	Coyoacán	19 20 2	99 7 56	2,250	1982-01	2012-12	31.0	79.3

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Cuadro A.3: Nomenclatura y localización de las estaciones meteorológicas utilizadas de el Estado de México.

N°	Nombre	Municipio	Latitud o ' "	Longitud o ' "	Altitud msnm	INI	Fechas	FIN	Años	%
15001	Acambay	Acambay	19 57 24	99 50 45	2,544	1957-05	2006-12	2012-05	49.7	73.2
15002	Aculco ¹	Aculco	20 6 0	99 49 12	2,490	1961-01	2012-05		51.4	83.0
15003	Almolya de Juárez	Almolya de Juárez	19 22 2	99 45 32	2,595	1959-01	2000-01		41.1	72.2
15004	Almolya del Río ²	Almolya del Río	19 9 20	99 29 30	2,572	1961-01	1990-05		29.4	97.2
15005	Amanalco de Becerra	Amanalco	19 15 18	100 1 22	2,365	1962-03	2005-08		43.5	68.2
15006	Amatepec	Amatepec	18 40 59	100 11 15	1,800	1964-08	1992-01		27.5	60.6
15007	Amecameca de Juárez ²	Amecameca	19 8 26	98 46 20	2,470	1969-03	2009-03		40.1	79.1
15008	Atenco	Atenco	19 32 38	98 54 46	2,245	1961-01	2012-09		51.7	88.0
15009	Atlaacmulco ¹	Atlaacmulco	19 48 0	99 53 0	2,560	1961-01	1976-06		15.5	100.0
15010	Atotonilco	Almolya de Juárez	19 27 44	99 46 32	2,557	1961-01	2012-12		52.0	92.1
15011	Atarascuillo	Lerma	19 19 3	99 28 5	2,650	1961-01	1997-01		36.1	80.7
15012	Bejucos ³	Tejupilco	18 46 35	100 25 41	580	1961-01	1989-10		28.8	97.5
15013	Calacoaya	Atizapán de Zaragoza	19 32 3	99 14 22	2,290	1961-01	2012-12		52.0	83.1
15014	Capulhuac	Otzolotepec	19 26 27	99 32 43	2,760	1969-01	2012-03		43.2	95.1
15015	Amecameca de Juárez ¹	Amecameca	19 8 0	98 46 0	2,480	1943-01	1967-08		24.7	82.1
15016	Coatepec Harinas	Coatepec Harinas	18 55 23	99 45 58	2,270	1961-01	2012-03		51.2	86.2
15017	Coatepec de los Olivos	Ixtapaluca	19 23 5	98 50 46	2,405	1961-01	2012-10		51.8	82.6
15018	Col. Manuel A Camacho	Ixtapaluca	19 19 30	98 45 55	2,900	1961-01	2009-06		48.5	82.8
15019	Col. Vicente Guerrero	Nicolás Romero	19 35 44	99 21 17	2,430	1971-01	2012-12		42.0	78.6
15020	Chalco -San Lucas-	Chalco	19 15 30	98 53 45	2,240	1961-01	2012-07		51.6	86.9
15022	Chiconautla	Tecámac	19 39 24	99 1 2	2,340	1963-03	2012-12		49.8	82.9
15023	Chimalhuacán	Chimalhuacán	19 23 29	98 55 20	2,282	1969-06	1988-12		19.6	98.5
15024	Presa Dauxho	Jilotepec	19 53 9	99 33 18	2,490	1951-01	2011-09		60.7	98.4
15025	Ejido de Llano Grande	Jiquipilco	19 34 22	99 39 54	2,538	1963-06	2009-12		46.6	93.4
15026	Enajeje	Ixtlahuaca	19 33 50	99 51 0	2,550	1961-01	2010-04		49.3	85.0

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud	Altitud msnm	Fechas		Años	%
			o / ' "	o / ' "			INI	FIN		
15027	El Salitre	Naucalpan de Juárez	19 30 0	99 18 0	2,480	1961-01	1988-10	27.8	98.6	
15028	El Tajo -Túnel Viejo-	Tequixquiac	19 54 31	99 7 35	2,229	1961-01	2012-12	52.0	78.3	
15029	El Tejocote	Atlaquilulco	19 51 42	99 55 3	2,449	1969-01	2012-08	43.7	94.4	
15030	Hacienda la Y	Otzolotepec	19 24 18	99 33 47	2,576	1961-01	2012-03	51.2	82.3	
15031	Hacienda Solís	Temascalcingo	19 58 16	100 3 13	2,355	1961-01	1989-07	28.6	96.1	
15032	Huehuetoca	Huehuetoca	19 50 55	99 12 45	2,258	1961-01	2010-08	49.7	75.0	
15033	Huixquilucan	Huixquilucan	19 21 40	99 21 3	2,723	1961-01	1988-12	28.0	99.5	
15034	Ixtapan de la Sal	Ixtapan de la Sal	18 50 16	99 44 25	1,861	1963-07	1988-11	25.4	94.1	
15035	Ixtapan del Oro	Ixtapan del Oro	19 15 59	100 15 58	1,719	1961-01	1986-11	25.9	95.4	
15036	Ixtlahuaca ¹	Ixtlahuaca	19 33 51	99 45 36	2,535	1923-08	2003-12	80.4	44.4	
15037	Jiquipilco	Jiquipilco	19 33 33	99 36 0	2,772	1962-05	2011-09	49.4	88.4	
15038	Joquicingo	Joquicingo	19 3 5	99 31 55	2,797	1956-01	2010-04	54.3	92.1	
15039	Juchitepec	Juchitepec	19 5 13	98 53 5	2,543	1969-01	2012-12	44.0	74.9	
15040	Gran Canal km 02 + 120 Bombas	Ecatepec de Morelos	19 36 35	99 3 36	2,250	1966-05	1988-12	22.7	98.2	
15041	Gran Canal km 27 + 250	Ecatepec de Morelos	19 33 42	99 1 10	2,236	1961-01	2012-09	51.7	88.9	
15042	Gran Canal km 46 + 930	Zumpango	19 48 0	99 6 0	2,363	1961-01	1990-09	29.7	98.4	
15044	La Grande	Atenco	19 34 34	98 54 50	2,250	1961-01	2012-12	52.0	76.8	
15045	La Marquesa	Ocoyoacac	19 17 55	99 22 7	2,230	1969-01	2008-12	40.0	93.9	
15046	Presa Colorines ³	Valle de Bravo	19 10 35	100 12 59	1,645	1949-07	2012-12	63.5	72.1	
15047	Las Arboledas	Tlahpantla de Baz	19 33 46	99 12 57	2,270	1969-01	2012-11	43.9	94.1	
15048	Las Juntas ³	Tejupilco	18 51 45	100 14 11	1,042	1961-01	1975-02	14.2	97.1	
15049	Lerma	Lerma	19 17 5	99 30 43	2,570	1942-10	2007-07	64.8	87.4	
15050	Los Reyes	La Paz	19 21 28	98 59 30	2,248	1961-01	2012-12	52.0	73.1	
15051	Los Velazquez	Villa Victoria	19 25 26	99 52 10	2,577	1963-11	2007-05	43.6	90.0	
15052	Luvianos ³	Tejupilco	18 55 12	100 17 54	1,130	1961-01	1989-12	29.0	87.3	

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / o	Longitud o / o	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
15078	Presa Francisco Trini- dad Fabel	Atlacomulco	19 49 30	99 47 27	2,718	1961-01	2009-12	49.0	87.8
15079	Puente Andaro	Temascalcingo	19 54 29	100 1 24	2,370	1968-04	2006-10	38.6	78.1
15080	Atlautla Repetidora	Atlautla	19 1 0	98 46 0	2,365	1961-01	1987-08	26.7	65.4
15081	Represa el Alemán	Tepotzotlán	19 42 16	99 13 9	2,365	1961-01	2012-12	52.0	72.7
15082	Río Frio	Ixtapaluca	19 21 9	98 40 11	2,977	1961-01	1988-01	27.1	86.0
15083	San Andres	Texcoco	19 31 55	98 54 38	2,244	1961-01	2012-12	52.0	81.2
15084	San Andres Timilpan	Timilpan	19 52 30	99 44 6	2,658	1964-10	2010-03	45.5	88.6
15085	San Bartolo del Llano	Ixtlahuaca	19 31 28	99 44 29	2,587	1964-09	2008-12	44.3	87.2
15086	San Bernabe	Temoaya	19 28 34	99 42 52	2,560	1961-01	2010-05	49.4	93.7
15087	San Felipe del Progre- so	San Felipe del Progre- so	19 43 0	99 57 42	2,550	1947-06	1976-04	28.9	97.7
15088	San Francisco Oxtotil- pan	Temascaltepec	19 9 21	99 54 26	2,605	1961-11	2009-12	48.2	88.5
15089	San Francisco Tlalci- lalcalpan	Almoloya de Juárez	19 17 32	99 46 4	2,773	1939-03	2010-11	71.7	92.1
15090	San Jeronimo Xono- cahuacan	Tecamác	19 45 3	98 56 58	2,265	1961-01	2012-12	52.0	81.7
15091	San José	Tepetlaoxtoc	19 32 14	98 47 18	2,976	1969-02	2010-06	41.4	23.2
15092	San Juan Ixhuatepec	Tlahnepantla de Baz	19 31 18	99 6 52	2,235	1961-01	1990-11	29.9	97.7
15093	San Lorenzo Malacota	Morelos	19 38 49	99 36 48	2,638	1967-05	2008-06	41.2	78.9
15094	San Luis Ameca	Temamatla	19 11 25	98 52 15	2,285	1961-01	2012-11	51.9	83.1
15095	San Luis Ayucan	Jilotzingo	19 29 43	99 22 4	2,755	1961-01	2012-12	52.0	80.1
15096	San Marcos Jilotzingo	Hueypoxtla	19 52 0	99 3 0	2,315	1961-01	1987-12	27.0	99.5
15097	San Martín de las Pi- rámides	San Martín de las Pi- rámides	19 42 10	98 50 2	2,306	1969-06	1988-05	19.0	81.0
15098	San Martín Obispo	Cuautitlán	19 37 18	99 11 34	2,255	1964-08	2012-07	48.0	87.8
15099	San Mateo Acuitlapil- co	Nextlalpan	19 45 48	99 2 38	2,250	1961-01	2012-09	51.7	78.7
15100	San Mateo Tecoloapan	Atizapán de Zaragoza	19 34 15	99 14 15	2,285	1969-01	2012-09	43.7	69.9
15101	San Miguel Tlaixpán	Texcoco	19 31 10	98 48 45	2,405	1961-01	2012-12	52.0	77.3
15102	San Onofre	San Felipe del Progre- so	19 41 31	100 5 43	2,677	1965-10	1990-03	24.5	93.6

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud o ' "	Longitud o ' "	Altitud msnm	INI	FECHAS	Años	%
15103	San Pedro Nexapa	Amecameca	19 5 1	98 44 18	2,620	1961-02	2012-12	51.9	70.1
15104	San Pedro Potla	Temascalcingo	19 51 18	99 58 4	2,450	1969-01	2008-12	40.0	98.4
15105	San Pedro Techuchulco	Jiquilingo	19 6 52	99 31 15	2,581	1963-05	1987-12	24.7	98.2
15106	San Rafael	Tlalmanalco	19 12 28	98 45 30	2,530	1961-01	2012-12	52.0	67.5
15107	Santa Barbara ³	Santo Tomás	19 12 22	100 19 29	1,346	1961-01	1989-08	28.7	98.3
15108	Santa María del Monte	Zinacantepec	19 18 22	99 49 29	2,839	1962-03	2010-08	48.5	95.7
15109	Santa María Magdale- na Cahuacán	Nicolás Romero	19 38 15	99 24 50	2,709	1961-01	1988-02	27.2	94.9
15110	Aculco ²	Aculco	20 6 0	99 50 0	2,446	1970-03	2005-10	35.7	51.2
15111	Santa María Nativitas	Jiquipilco	19 35 0	99 35 0	2,986	1961-01	1990-03	29.2	97.7
15112	Santiago Yeche	Jocotitlán	19 42 16	99 42 11	2,696	1964-06	2010-06	46.1	89.0
15113	Santiago Tianguisten- co	Tianguistenco	19 10 30	99 28 0	2,634	1969-01	1990-08	21.7	84.1
15114	Santiago Tlazala	Isidro Fabela	19 33 29	99 24 50	2,796	1961-01	2012-12	52.0	80.7
15115	Santo Tomás Puente Colgante	Teoloyucan	19 46 29	99 10 1	2,250	1961-01	2012-12	52.0	93.0
15116	Tejupilco	Tejupilco	18 55 11	100 10 44	1,592	1961-01	1976-07	15.6	99.1
15117	Temascalcingo	Temascalcingo	19 55 11	100 0 44	2,377	1962-07	2008-12	46.5	76.4
15118	Temascaltepec	Temascaltepec	19 3 29	100 3 11	1,882	1961-01	2010-02	49.2	80.7
15119	Temoaya	Temoaya	19 28 11	99 35 35	2,694	1961-01	2006-02	45.2	96.9
15120	Toma Tecomatepec	Villa Guerrero	18 56 48	99 43 4	2,208	1962-04	2004-09	42.5	81.2
15121	Tenancingo de Dego- llado	Tenancingo	18 57 39	99 35 26	2,022	1961-01	1976-06	15.5	97.9
15122	Tenango	Tenango del Valle	19 6 25	99 37 2	2,858	1959-08	2008-06	48.9	96.1
15123	Tepetlaoxtoc	Tepetlaoxtoc	19 35 0	98 49 0	2,324	1969-01	1987-12	19.0	100.0
15124	Tepexpan	Acolman	19 36 41	98 55 18	2,248	1961-01	2010-05	49.4	78.5
15125	Texcoco ²	Texcoco	19 30 20	98 52 55	2,250	1961-01	2012-12	52.0	75.3
15126	Toluca ⁵	Zinacantepec	19 17 28	99 42 51	2,726	1968-01	2009-12	42.0	84.7
15127	Totolica San Bartolo	Naucalpan de Juárez	19 27 56	99 14 44	2,287	1961-01	2010-06	49.5	93.3

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			o / ' / ''	o / ' / ''	INI	FIN					
15128	Tultenango	El Oro	19 48 43	100 4 53	2,601	1961-01	2007-06	46.5	96.2		
15129	Tultepec	Tultepec	19 41 3	99 7 36	2,245	1961-01	2012-12	52.0	84.6		
15130	Presa Valle del Bravo ³	Valle de Bravo	19 14 0	100 8 0	1,942	1969-01	2012-12	44.0	68.1		
15131	Villa de Allende	Villa de Allende	19 22 0	100 5 0	2,550	1961-01	1985-04	24.3	99.9		
15132	Villa del Carbón	Villa del Carbón	19 43 0	99 28 0	2,545	1961-01	2012-12	52.0	57.9		
15133	Presa Villa Victoria	Villa Victoria	19 27 26	99 59 31	2,577	1961-01	2012-12	52.0	74.6		
15134	Vivero la Paz	Villa Guerrero	18 53 39	99 38 35	1,900	1961-01	2008-08	47.7	93.8		
15135	Xochihuacan	Otumba	19 37 26	98 40 31	1,355	1969-01	2011-12	43.0	65.3		
15136	Zacualpan	Zacualpan	18 42 57	99 46 34	2,005	1961-01	2002-09	41.7	72.1		
15137	Amealco	Tlahnepantla de Baz	19 31 5	99 6 39	2,240	1996-10	2012-07	15.8	77.4		
15138	Atenco ³	Atenco	19 34 0	98 55 0	2,245	1969-03	1984-02	15.0	80.0		
15139	Atlacomulco I ²	Atlacomulco	19 47 45	99 52 52	2,550	1961-01	1994-07	33.6	94.6		
15140	Presa Chillesdo	Villa de Allende	19 20 51	100 9 7	2,365	2002-01	2012-12	11.0	94.7		
15141	E.T.A. 032 Tlalpit- zahuatl	Ixtapaluca	19 19 54	98 54 12	2,340	1971-05	1998-09	27.4	80.9		
15142	San Marcos Tlazalpan	Morelos	19 47 9	99 43 4	2,711	1965-07	2001-01	35.6	97.1		
15145	Plan Lago de Texcoco	Chimalhuacán	19 27 2	98 55 54	2,260	1969-01	2009-11	40.9	83.4		
15146	Pueblo Nuevo	Temascalcingo	19 53 58	100 2 45	2,758	1961-01	1987-01	26.1	85.6		
15147	San Bartolome	Huixquilucan	19 23 54	99 18 40	2,473	1969-01	1990-09	21.7	97.0		
15148	San Felipe Del Progre- so ²	San Felipe del Progre- so	19 42 45	99 57 4	2,583	1961-01	1988-10	27.8	91.2		
15149	San Lorenzo Huitzizi- lapa	Lerma	19 23 51	99 26 54	2,845	1969-07	1988-05	18.9	91.9		
15150	San Mateo Huexotla	Texcoco	19 28 37	98 52 40	2,240	2001-01	2010-11	9.9	95.5		
15151	Zumpango	Zumpango	19 47 49	99 5 57	2,250	2002-01	2009-06	7.5	93.4		
15156	San Miguel Jagüeyes	Hueluetoca	19 50 9	99 16 51	2,288	1961-01	1987-12	27.0	98.9		
15158	San Pedro de los Baños	Ixtlahuaca	19 40 9	99 49 51	2,552	1965-08	2008-08	43.1	86.0		
15159	Santiago Amatepec	Amatepec	18 40 59	100 11 26	1,072	1966-09	1988-12	22.3	57.1		

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			°	' "	°	' "		INI	FIN		
15160	Santiago del Monte	Villa Victoria	19 24	3	99 56	42	2,770	1969-08	2009-12	40.4	96.4
15161	Sultepec ³	Sultepec	18 45	0	99 53	0	2,524	1969-01	1989-12	21.0	97.3
15162	Sultepec	Sultepec	18 47	30	99 57	50	1,917	1961-01	1972-05	11.4	73.0
15163	Texcoco ¹	Texcoco	19 31	0	98 53	0	2,255	1961-01	1976-06	15.5	88.8
15164	Toluca ²	Toluca	19 17	30	99 37	50	2,638	1961-01	2006-09	45.7	73.6
15165	Valle de Bravo	Valle de Bravo	19 11	33	100 7	50	1,948	1961-01	1976-06	15.5	67.2
15166	Cercada Norte	Coatepec Harinas	18 52	43	99 47	4	1,891	1962-04	1992-12	30.7	94.8
15167	El Tejocote	Texcoco	19 26	36	98 54	10	2,256	1961-01	2012-10	51.8	71.2
15170	Chapingo ²	Texcoco	19 29	5	98 53	11	2,250	1952-01	2010-06	58.5	97.2
15173	Ahuatenco	Ocuilan	18 56	54	99 19	53	2,232	1969-06	2012-03	42.8	74.1
15174	Palo Mancornado	Amanalco	19 17	33	99 55	20	3,000	1964-06	2011-10	47.4	78.2
15176	Almoleya del Río ¹	Almoleya del Río	19 10	0	99 30	0	2,622	1938-07	1988-01	49.6	30.8
15177	Acatitlán ³	Tejupilco	19 0	33	100 17	20	1,102	1961-01	1968-09	7.7	100.0
15178	Ixtapantongo	Santo Tomás	19 10	23	100 14	30	1,377	1973-02	1991-12	18.9	78.7
15180	Las Animas	Ixtapan de la Sal	18 50	6	99 39	50	1,844	1978-11	1991-10	13.0	88.2
15183	El Oro	El Oro	19 48	33	100 7	46	2,731	1971-10	2012-03	40.5	85.7
15184	El Isote	Villa Guerrero	18 58	4	99 39	22	2,200	1972-01	2011-09	39.7	86.2
15185	Presa el Molino	Aculco	20 7	37	99 44	26	2,493	1973-02	2011-06	38.4	81.5
15186	E.T.A. 193 A-8	Tejupilco	18 52	0	100 10	0	1,403	1973-03	1983-10	10.7	58.6
15187	Presa Huapango	Aculco	20 3	16	99 41	25	2,640	1973-02	2011-06	38.4	95.8
15188	La Mora	Tequixquiác	19 52	0	99 10	0	2,300	1973-02	1986-12	13.9	98.5
15189	La Concepción	Aculco	20 8	48	99 54	53	2,351	1973-02	2008-12	35.9	90.9
15190	Presa San Ildefonso	Aculco	20 11	51	99 57	23	2,290	1951-01	2011-09	60.7	95.8
15191	San Juan Zacazonapan	Zacazonapan	19 4	28	100 15	13	1,375	1973-02	1986-11	13.8	96.1
15192	Taxhie	Polotitlán	20 13	32	99 53	21	2,260	1973-02	2008-12	35.9	76.6

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / °	Longitud o / °	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
15193	Presa Taxhimay	Villa del Carbón	19 50 30	99 24 27	2,235	1951-01	2010-12	60.0	88.1
15194	Agostadero	Acambay	20 2 54	99 59 41	2,713	1974-07	1987-01	12.6	96.2
15195	Bejuocos	Tejupilco	18 46 35	100 25 41	944	1974-07	2010-09	36.2	24.9
15196	Chapa de Mota	Chapa de Mota	19 49 0	99 32 0	2,264	1974-08	1993-09	19.2	61.2
15197	Cuesta del Carmen	Villa de Allende	19 27 46	100 11 52	2,750	1974-08	2012-06	37.9	71.8
15198	C.R.D.F. Guadalupe Victoria	Tenancingo	18 54 47	99 34 25	2,330	1974-03	1984-02	10.0	97.5
15199	Mina Vieja	Villa Victoria	19 33 22	99 56 51	2,927	1974-09	2010-12	36.3	96.3
15200	Palmar Grande	Tlatlaya	18 34 47	100 24 25	648	1974-07	1989-12	15.5	91.2
15201	Trojés	Temoaya	19 25 41	99 36 45	2,583	1974-06	2011-09	37.3	96.0
15203	Calixtlahuaca	Toluca	19 20 20	99 41 3	2,630	1975-06	2012-06	37.1	92.5
15205	Presa Dolores	Almoloya de Juárez	19 21 49	99 56 15	2,620	1976-02	2012-06	36.4	73.3
15206	El Guarda	El Oro	19 47 24	100 5 51	2,722	1976-02	1986-08	10.6	71.4
15207	El Molino II	Zinacantepec	19 16 0	99 45 0	2,802	1976-01	1987-02	11.2	53.0
15208	Pozo Cuatro	Jocotitlán	19 42 38	99 49 49	2,538	1976-02	1987-02	11.1	99.3
15209	Presa San Joaquín	Huixquilucan	19 25 0	99 14 0	2,574	1975-11	1990-09	14.9	98.9
15210	San Juan Totolapan	Tepetlaoxtoc	19 31 47	98 43 36	2,750	1976-01	2012-12	37.0	74.2
15211	Nueva Oxtotitlán	Toluca	19 16 44	99 41 9	2,695	1976-02	2008-03	32.2	54.0
15212	El Ciruelo	Tejupilco	18 52 37	100 10 3	1,535	1976-09	1984-12	8.3	96.0
15214	Ixtapan de la Panocha	Tejupilco	18 51 20	100 6 50	1,780	1976-09	1989-03	12.6	83.2
15216	Nopaltepec	Nopaltepec	19 46 55	98 42 45	2,491	1976-08	1990-04	13.8	99.0
15217	San Juan Acacuchitlán	Jilotepec	20 8 24	99 36 9	2,605	1975-09	2009-05	33.8	93.3
15218	San Pedro Limón	Tlatlaya	18 34 43	100 18 26	645	1976-09	1994-06	17.8	73.2
15219	Presa Pinzanes ³	Otzoloapan	19 6 50	100 22 59	1,878	1975-04	1989-12	14.7	96.2
15222	Coaxapa	Xalatlaco	19 9 25	99 23 40	2,940	1977-02	1987-12	10.9	79.9

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / °	Longitud o / °	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
15223	Puente Caporal	Malmalco	18 54 10	99 27 18	1,504	1976-12	2011-07	34.7	74.7
15225	Jilotepec	Jilotepec	19 57 29	99 31 54	2,500	1976-08	2012-03	35.7	87.0
15227	Concepción del Monte	San Felipe del Progreso	19 39 0	100 8 0	2,695	1977-10	1987-01	9.3	97.9
15228	La Lagunilla	Tianguistenco	19 5 48	99 24 25	2,780	1977-09	1987-03	9.6	91.6
15229	Loma Alta	Zinacantan	19 10 19	99 48 22	3,432	1977-10	2012-03	34.5	43.0
15230	Palo Amarillo	San Felipe del Progreso	19 39 0	100 13 0	3,080	1977-10	1987-01	9.3	96.7
15231	Presas Iturbide	Isidro Fabela	19 31 46	99 27 51	3,290	1977-09	2012-12	35.3	94.4
15232	San Bartolo del Progreso	Tianguistenco	19 6 23	99 24 37	2,750	1977-07	1994-02	16.7	78.2
15233	San Nicolás Mavati	San Felipe del Progreso	19 35 12	99 56 44	2,910	1977-10	2008-12	31.2	86.9
15235	San Miguel Totolmoloya	Sultepec	18 43 25	99 56 45	1,737	1977-10	1985-05	7.7	83.8
15236	Ocoyotepec	Almoleza de Juárez	19 29 38	99 50 30	2,706	1977-11	2011-09	33.9	79.4
15237	Tequesquipan	Temascaltepec	19 3 25	99 56 45	2,320	1977-11	1988-11	11.1	81.1
15238	Santa María del Llano	Ixtlahuaca	19 30 53	99 43 43	2,618	1978-10	2011-08	32.9	95.5
15239	San Antonio Trojes	Morelos	19 45 11	99 38 24	2,831	1976-12	2008-11	32.0	74.1
15240	San Francisco Putla	Tenango del Valle	19 7 8	99 37 55	2,747	1978-01	2008-12	31.0	80.8
15241	San Pedro Tenayac	Temascaltepec	19 2 51	100 10 36	1,723	1978-12	2011-06	32.6	80.9
15242	San Pedro Atlapulco	Ocoyoacac	19 14 35	99 23 32	2,970	1977-12	1992-12	15.1	95.3
15243	Presas Juanacatlan	Temascalcingo	19 54 47	100 4 40	2,444	1978-09	2000-12	22.3	85.3
15244	Muyteje	Acambay	20 1 19	99 55 51	2,840	1978-01	2008-12	31.0	81.5
15245	La Jordana	El Oro	19 47 46	99 59 42	2,620	1977-09	2008-12	31.3	96.0
15246	Jilotzingo	Jilotzingo	19 32 16	99 23 47	2,750	1978-01	1985-12	8.0	95.6
15247	La Cienega	San Felipe del Progreso	19 38 8	100 2 20	2,610	1977-10	1990-07	12.8	87.7
15248	Coatepequito	Tonatico	18 45 1	99 37 20	1,584	1978-07	2012-12	34.5	95.3
15251	Atlaacmulco II ²	Atlaacmulco	19 47 51	99 52 28	2,574	1978-01	2008-12	31.0	94.9
15252	Atlautla E-9	Atlautla	19 1 38	98 46 50	2,350	1978-07	2012-12	34.5	60.3

N°	Nombre	Municipio	Latitud ° ' "	Longitud ° ' "	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
15253	Almoloya de Alquisiras E-14	Almoloya de Alquisiras	18 51 44	99 53 35	1,980	1970-01	2000-03	30.2	54.5
15254	El Molino E-16	Coatepec Harinas	18 59 23	99 45 21	2,500	1978-05	2011-09	33.4	91.5
15255	Ixtlahuaca Villada E-30	Coatepec Harinas	18 55 13	99 48 4	2,249	1978-07	2011-09	33.2	73.4
15256	Ocuilan E-23	Ocuilan	18 59 27	99 25 15	2,310	1978-09	2008-07	29.9	81.9
15258	San Antonio Buenavista	Tohuca	19 15 31	99 42 37	2,769	1981-01	1983-12	3.0	100.0
15259	Agua Bendita	Coatepec Harinas	18 59 5	99 51 23	2,850	1978-08	2011-10	33.2	90.7
15260	San Lucas Totolmaloya	Aculco	20 5 3	99 54 25	2,737	1979-01	2011-09	32.7	85.6
15261	El Jazmín	Aculco	20 1 15	99 52 48	2,650	1978-09	2008-12	30.3	89.3
15262	Escuela Sec. 8 Manuel Bernal	Tohuca	19 16 59	99 40 6	2,686	1980-08	1984-09	4.2	98.2
15263	Acolman	Acolman	19 38 24	98 54 46	2,255	1983-06	2011-12	28.6	44.6
15264	Buenos Aires	Jiquipilco	19 36 59	99 40 6	2,576	1980-10	2010-11	30.2	89.5
15265	Campamento los Berros	Villa de Allende	19 23 22	100 4 33	2,541	1981-01	2012-12	32.0	62.1
15266	Codagem	Metepec	19 14 54	99 34 32	2,762	1980-06	2012-06	32.1	88.9
15267	Chichilpa	San Felipe del Progreso	19 43 10	100 2 31	2,795	1981-01	2012-07	31.6	86.2
15268	Ixtapaluca	Ixtapaluca	19 19 2	98 52 56	2,250	1981-01	2009-06	28.5	52.0
15269	Jiquipilco el Viejo	Temoaya	19 30 52	99 33 11	2,748	1981-01	1988-12	8.0	90.7
15270	Meyuca	Coatepec Harinas	18 51 4	99 46 53	1,850	1980-10	2008-12	28.2	92.9
15271	Mina México	Almoloya de Juárez	19 24 38	99 43 38	2,600	1980-07	1987-02	6.7	97.5
15272	El Mirador	Zacualpan	18 48 25	99 46 45	1,704	1980-11	2013-04	32.5	85.7
15273	Presa Nadó	Aculco	20 2 19	99 51 52	2,600	1981-01	2008-09	27.7	75.9
15274	Nopala	Hueypoxtla	19 56 16	99 0 43	2,380	1981-01	2012-10	31.8	60.2
15275	Los Pérez	Almoloya de Alquisiras	18 45 9	99 51 7	1,950	1981-02	2012-12	31.9	47.5
15276	San José del Contadero	Zinacantan	19 14 4	99 48 29	3,045	1980-10	2011-08	30.9	64.1
15277	San Miguel Tenochtitlan	Jocotitlán	19 45 29	99 55 17	2,566	1981-01	1983-12	3.0	92.3
15278	Santiago Acutzilapan	Atlacomulco	19 45 37	99 45 31	3,061	1980-03	1987-01	6.9	84.6

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud ° ' "	Longitud ° ' "	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
15279	Santiago Coachochitlán	Temascalcingo	19 51 28	100 0 29	2,615	1981-02	1993-11	12.8	73.4
15280	Tlamanalco	Tlamanalco	19 12 14	98 48 12	2,410	1981-05	2012-10	31.5	65.8
15281	Tlapanaloya Tequisquiapan	Ixtapan de la Sal	18 49 34	99 40 10	1,760	1981-08	1986-11	5.3	61.1
15282	Tres Barrancas	Almoleya de Juárez	19 20 27	99 47 54	2,682	1980-07	2008-12	28.5	91.6
15283	La Unión Rivalpalcio	Almoleya de Alquisirás	18 49 34	99 49 12	1,818	1981-01	2012-12	32.0	46.4
15284	Acuitlapilco E-16	Coatepec Harinas	18 54 20	99 47 12	2,830	1980-11	1997-07	16.8	98.4
15285	Cajones E-26	Temascaltepec	19 3 12	99 52 44	3,005	1980-04	2012-06	32.2	68.9
15286	Cieneguillas de Labra E-27	Temascaltepec	18 59 47	99 55 0	2,830	1979-04	1987-02	7.9	82.9
15287	La Comunidad D-8	Temascaltepec	19 8 5	99 55 48	2,500	1980-03	2010-06	30.3	98.0
15288	Ecatzingo E-8	Ecatzingo	18 57 21	98 45 10	2,386	1980-04	1987-12	7.7	64.2
15289	El Molino III A-9	Zinacantepec	19 17 2	99 44 54	2,750	1980-04	1995-04	15.1	68.2
15291	Real de Arriba E-32	Temascaltepec	19 2 31	100 1 0	1,861	1981-10	1989-06	7.8	70.8
15292	San Francisco Tepexuca E-20	Tenango del Valle	19 3 23	99 32 54	2,662	1979-04	1987-10	8.6	88.3
15293	San Juan de las Huertas	Zinacantepec	19 14 15	99 45 51	2,905	1982-01	2008-12	27.0	77.3
15294	San Pedro Tlanixco E-18	Tenango del Valle	19 4 0	99 39 0	2,860	1978-11	1993-02	14.3	82.9
15295	San Pedro Zictepec D-10	Tenango del Valle	19 7 9	99 33 7	2,560	1982-01	2008-12	27.0	90.6
15296	San Sebastian E-27	Malinalco	18 58 26	99 29 5	2,045	1979-04	2009-12	30.7	80.5
15297	San Simonito E-19	Tenancingo	18 57 9	99 33 7	2,053	1980-04	2007-02	26.9	67.1
15298	Santa Cruz Tezontepec E-21	Ocuilan	19 3 47	99 23 10	2,827	1979-01	2008-12	30.0	84.2
15299	Santa María E-31	Villa Guerrero	18 59 18	99 38 58	2,291	1979-09	2009-06	29.8	91.1
15300	Santa Martha E-29	Ocuilan	19 3 37	99 22 51	3,060	1978-06	1986-10	8.4	70.7
15301	Texcaltitlan D-7	Texcaltitlan	18 55 50	99 56 2	2,383	1979-09	2008-05	28.8	74.1
15304	Xonacatlán	Xonacatlán	19 23 39	99 31 29	2,579	1981-08	1987-01	5.5	81.6
15305	TotolmajaC E-17	Villa Guerrero	18 55 1	99 41 5	1,990	1970-01	2008-12	39	69.4
15306	Chapultepec	Chapultepec	19 12 17	99 33 1	2,585	1981-04	1990-06	9.2	82.6

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			o / ' / ''	o / ' / ''	INI	FIN					
15307	San Bartolomé D-5	Villa Guerrero	19 0 16	99 40 27	2,412	1981-05	1989-12	8.7	73.4		
15308	San Cristóbal de los Baños	Ixtlahuaca	19 41 22	99 52 18	2,570	1980-02	2009-08	29.6	98.3		
15310	San Pedro el Alto	Temascalcingo	19 54 37	99 57 35	2,764	1982-02	1989-11	7.8	91.1		
15311	Calpulalpan	Jilotepec	20 3 18	99 38 8	2,719	1979-02	1989-03	10.2	76.7		
15312	Col. Alvaro Obregón	Lerma	19 22 40	99 29 45	2,589	1980-06	2012-03	31.8	83.4		
15313	San Pedro Zictepec	Tenango del Valle	19 2 4	99 34 38	2,550	1979-03	1989-12	10.8	94.1		
15314	La Almendra	Chapa de Mota	19 48 44	99 34 0	2,710	1981-10	1994-08	12.9	67.3		
15315	Caseta Epoca	Lerma	19 17 9	99 31 25	2,575	1973-01	2010-06	37.5	82.9		
15316	Santa Maria Rayón	Rayón	19 8 47	99 34 47	2,630	1981-04	1987-08	6.4	98.5		
15317	San José Epifania	Morelos	19 42 47	99 37 43	2,631	1981-10	2009-03	27.5	85.2		
15318	Santa Ana Jilotzingo	Jilotzingo	19 32 20	99 23 49	2,871	1981-09	2012-12	31.3	41.4		
15320	La Cabecera	Tejupilco	18 53 31	100 9 18	1,316	1982-03	1992-06	10.3	83.7		
15321	Corral de Piedra	Tlatlaya	18 34 14	100 14 26	1,037	1982-03	1991-12	9.8	69.8		
15322	Asuncion Donato Guerra	Donato Guerra	19 18 32	100 9 4	2,183	1982-03	1998-12	16.8	89.3		
15323	La Goleta	Amatepec	18 40 26	100 5 55	2,278	1982-03	1986-09	4.6	65.9		
15324	Col. Hidalgo	Malinalco	18 47 45	99 28 3	2,311	1982-03	2012-03	30.1	64.7		
15326	El Maney	Tejupilco	18 59 42	100 13 42	1,542	1982-06	1992-11	10.5	85.5		
15327	Matuz A. Corral Viejo	Amatepec	18 41 30	100 25 49	678	1982-03	2008-12	26.8	65.9		
15328	Mazatepec	Tejupilco	18 53 35	100 6 8	1,400	1982-03	2008-12	26.8	93.5		
15329	Moctezuma	Tlatlaya	18 29 16	100 13 25	933	1982-03	1990-11	8.7	63.4		
15330	El Naranjo	Tlatlaya	18 30 8	100 19 28	540	1982-03	1986-12	4.8	78.0		
15331	Nuevo Copaltepec	Tlatlaya	18 23 1	100 17 9	380	1982-04	1985-06	3.2	76.7		
15332	Otzoloapan	Otzoloapan	19 7 1	100 17 42	707	1982-04	1990-01	7.8	80.2		
15333	El Palmito	Timilpan	19 55 2	99 40 48	2,641	1981-10	2008-11	27.2	90.0		
15334	Palo Seco	San Felipe del Progre-	19 31 38	100 9 35	2,925	1982-02	1994-08	12.6	57.7		

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / °	Longitud o / °	Altitud msnm	Fechas INI FIN	Años	%
15335	Las Peñas Puenteceillas	Sultepec	18 44 59	100 4 32	1,795	1982-03 1986-08	4.5	97.2
15336	Peña Lisa Teocalcingo	Zacualpan	18 40 59	99 51 1	1,700	1982-03 2010-12	28.8	83.8
15337	Pozo Uno	Ixtlahuaca	19 35 39	99 45 15	2,558	1982-01 1989-12	8.0	98.4
15338	Río Los Sabios	Villa del Carbón	19 47 39	99 23 55	2,360	1982-03 1987-12	5.8	75.5
15339	Rincon Del Potrero	Tejupilco	18 49 16	100 27 37	1,034	1982-03 1988-10	6.7	63.0
15340	El Salto	Zacualpan	18 46 48	99 50 3	2,180	1982-03 1992-12	10.8	93.2
15341	San Antonio Nixini	Jiquipilco	19 40 21	99 41 0	2,545	1982-01 2008-12	27.0	86.5
15344	San Mateo el Viejo	Temascalcingo	19 54 47	99 54 29	2,575	1982-03 1987-12	5.8	96.6
15345	San Nicolás Amealco	Almoleya de Juárez	19 19 47	99 52 39	2,833	1981-10 1987-02	5.4	97.3
15346	El Sitio	Amatepec	18 46 14	100 15 26	869	1982-03 2012-07	30.4	76.5
15347	Tepetitlan	San Felipe del Progre- so	19 39 9	99 53 12	2,530	1972-01 2005-11	33.9	57.8
15348	Tlacotepec A. Puente Viejo	Amatepec	18 43 40	100 13 23	1,138	1982-03 1986-05	4.2	62.8
15349	Tlatlaya	Tlatlaya	18 36 48	100 12 32	914	1982-03 1991-12	9.8	93.8
15350	La Troja Vieja	Sultepec	18 45 31	99 59 33	2,830	1982-03 2008-12	26.8	93.2
15353	Buena Vista	San Simón de Guerrero	19 0 28	100 2 35	1,865	1982-01 2012-06	30.5	80.6
15354	El Capulín	Xalatlaco	19 8 8	99 17 28	3,062	1982-10 1995-01	12.3	66.2
15355	Deshataje	Acambay	19 58 0	99 57 0	2,555	1982-10 1987-11	5.2	89.4
15356	Jalpa	Tejupilco	18 49 26	100 7 32	1,139	1982-04 2009-12	27.7	58.5
15357	Las Palmas	Tejupilco	18 54 29	100 26 41	1,078	1982-04 1997-06	15.2	86.3
15358	Las Palomas	Isidro Fabela	19 33 0	99 29 0	3,356	1983-05 1987-12	4.7	89.9
15359	Potzontepec	Sultepec	18 44 13	99 52 36	1,608	1982-06 1986-12	4.6	87.2
15360	Pozo Siete	Acambay	19 55 52	99 52 50	2,509	1981-10 1985-01	3.3	71.1
15361	Pozo Ocho	Acambay	19 57 20	99 44 44	2,626	1982-02 2011-09	29.7	75.3
15362	Puerto Santiago	Zacualpan	18 44 34	99 44 2	1,621	1982-12 1987-11	5.0	79.5
15363	Pueblo Nuevo	El Oro	19 47 0	100 1 0	2,956	1972-01 1988-12	17.0	99.0

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			o	'	o	'		INI	FIN		
15364	San Francisco Monzones	Amatepec	18	40 44	100	19 58	855	1982-04	1992-12	10.7	68.0
15365	San Gaspar	Tonatico	18	48 52	99	37 30	687	1982-12	1995-07	12.7	99.8
15366	Zumpahuacán	Zumpahuacán	18	48 57	99	33 34	1,934	1982-04	2009-10	27.6	53.6
15367	Observatorio ⁴	Toluca	19	17 7	99	39 10	2,668	1946-01	2010-10	64.8	39.3
15368	El Fresno	Valle de Bravo	19	8 46	100	3 46	2,160	1983-01	2012-06	29.5	72.7
15369	C. B. T. A. Jalatlaco	Xalatlaco	19	10 47	99	25 18	2,756	1989-03	1993-11	4.7	45.7
15371	Porfirio Díaz	Villa Guerrero	18	55 43	99	43 43	2,453	1985-01	2008-12	24.0	68.4
15372	Ixtlahuaca ²	Ixtlahuaca	19	34 8	99	46 1	2,540	1985-06	2006-12	21.6	98.1
15373	Rancho Villa Verde	Calimaya	19	8 20	99	36 35	2,680	1986-01	2002-06	16.5	78.3
15374	Agua Bendita	Amanalco	19	16 2	99	57 1	2,817	1982-07	2009-12	27.5	77.8
15376	San José Ixtapa	Temascalcingo	19	58 41	100	5 35	2,540	1984-06	1994-12	10.6	97.1
15378	San Pablo Malacatepec	Villa de Allende	19	22 13	100	9 25	2,383	1988-01	2010-03	22.2	91.5
15383	Lago Nabor Carrillo	Atenco	19	28 20	98	59 30	2,234	1985-07	2012-12	27.5	64.3
15388	Yebucivi	Almoleya de Juárez	19	30 17	99	54 24	2,245	2004-01	2012-12	9.0	82.9
15390	E. T. A. 013 Jocotitlán	Jocotitlán	19	42 40	99	47 20	2,650	1986-01	2012-03	26.2	84.7
15391	E. T. A. 026 Villa Victoria	Villa Victoria	19	27 22	100	4 10	2,580	1993-05	2010-04	17.0	94.4
15392	La Albarrada	Temascaltepec	19	4 3	100	4 42	2,180	1988-01	2009-12	22.0	75.8
15393	La Cañada	Villa del Carbón	19	46 54	99	28 21	2,496	1988-03	2010-03	22.1	85.5
15394	Monte de Peña	Villa del Carbón	19	43 55	99	32 51	2,890	1983-11	2008-02	24.3	72.4
15395	Zoológico de Zacango	Calimaya	19	11 54	99	38 54	2,910	1989-05	1999-11	10.6	57.3

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Cuadro A.4: Nomenclatura y localización de las estaciones meteorológicas utilizadas en el estado de Guerrero.

N°	Nombre	Municipio	Latitud o ' "	Longitud o ' "	Altitud msnm	Fechas INI FIN	Años	%
12001	Acapetlahuaya	Teloloapan	18 20 7	100 4 21	1,292	1964-08 2013-07	49.0	94.9
12003	Agua Salada ³	Acapulco de Juárez	17 10 43	99 37 52	233	1971-03 2000-12	29.8	95.9
12004	Ahuehupan	Iguala de la Independencia	18 20 17	99 38 48	760	1960-05 2013-07	53.2	96.1
12005	Alcozauca ¹	Alcozauca de Guerrero	17 27 0	98 23 0	1,462	1926-06 1988-11	62.5	93.1
12006	Apango ³	Martir de Cuilapan	17 44 21	99 19 46	1,065	1961-01 2000-12	40.0	97.2
12007	Aratchanguio	Zirandaro	18 28 33	101 21 33	226	1955-01 2013-07	58.6	97.8
12008	Arcelia	Arcelia	18 19 1	100 16 48	414	1959-06 2013-06	54.1	94.8
12009	Arroyo Frio	Tecpan de Galeana	17 24 52	100 36 25	290	1965-05 2012-11	47.6	96.8
12010	Atlamajancingo del Monte ³	Atlamajancingo del Monte	17 18 30	98 36 20	1,820	1961-10 1983-12	22.2	97.3
12011	Atoyac ¹	Atoyac de Álvarez	17 13 0	100 27 0	240	1922-01 1988-01	66.1	74.8
12012	Ayutla ³	Ayutla de los Libres	16 58 2	99 5 55	368	1955-12 2000-12	45.1	99.1
12013	Azoyu	Azoyu	16 43 59	98 35 53	360	1949-01 2012-11	63.9	55.7
12014	Buenavista de Cuellar	Buenavista de Cuellar	18 27 34	99 24 3	1,394	1927-07 2013-07	86.1	67.6
12015	Cacalotenango	Taxco de Alarcón	18 32 46	99 38 43	1,662	1947-01 2013-07	66.6	94.9
12016	Carrera Larga	Coyuca de Benítez	17 2 30	100 7 0	20	1953-03 2013-05	60.2	98.8
12017	Casas Viejas	Petatlán	17 35 5	101 0 22	548	1969-01 2012-11	43.9	89.0
12018	Cirian Grande	Pedro Ascencio Alquisiras	18 35 7	99 55 56	1,140	1962-09 2013-07	50.9	96.4
12019	Ciudad Altamirano	Pungarabato	18 21 31	100 39 52	250	1954-03 2013-06	59.3	97.4
12020	Coacoyulillo ³	Chilpancingo de los Bravo	17 20 0	99 38 0	530	1963-05 2000-12	37.7	92.3
12021	Coahuayutla	Coahuayutla de José María Izaz	18 18 48	101 44 6	310	1960-06 2012-11	52.5	92.1
12022	Copala	Copala	16 36 53	98 58 15	20	1961-07 2012-11	51.4	96.4
12023	Copalillo	Copalillo	18 2 0	99 2 28	900	1963-12 2013-05	49.5	96.6
12024	Coyuca de Benítez	Coyuca de Benítez	17 2 0	100 3 8	136	1945-06 1988-06	43.1	92.0
12025	Coyuquilla	Petatlán	17 22 51	101 3 30	40	1953-06 2013-03	59.8	94.9
12026	Cuajilotla ³	Mochitlán	17 16 58	99 21 41	420	1965-03 1980-01	14.9	99.9

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			o	'	o	'		INI	FIN		
12027	Cumdancito	Coyuca de Catalán	18	1 0	101	8 14	1,110	1962-12	2012-11	50.0	98.6
12028	Calpantepec	Mochitlán	17	12 55	99	23 11	900	1985-02	2004-09	19.7	86.1
12029	Chacalapa	San Marcos	16	42 2	99	30 37	20	1967-06	2012-07	45.2	96.7
12030	Chaucingo	Huitzoco de los Figue- roa	18	17 53	99	7 11	900	1942-01	2012-11	70.9	91.2
12031	Chichihualco	Leonardo Bravo	17	40 20	99	42 4	1,140	1961-01	2012-11	51.9	81.1
12032	Chilapa ¹	Chilapa de Álvarez	17	35 50	99	10 31	1,406	1992-01	1999-03	7.2	97.7
12034	El Camalote	Petatlán	17	43 21	101	12 40	516	1962-12	2012-10	49.9	92.8
12035	El Coatepin ³	Chilpancingo de los Bravo	17	23 0	99	58 0	1,523	1961-05	1977-01	15.8	91.0
12036	El Gallo	Cutzamala de Pinzón	18	43 35	100	40 9	400	1960-11	2009-05	48.6	93.8
12037	El Manchón	Coyuca de Catalán	18	6 0	101	3 6	1,796	1964-08	2012-11	48.3	95.2
12038	El Porvenir ³	Tecpan de Galeana	17	31 56	100	56 7	750	1964-03	1996-12	32.8	100.0
12039	El Terrero ³	Juan R. Escudero	17	7 40	99	20 55	338	1961-01	2000-12	40	97.1
12041	Cacalutla	Atoyac de Álvarez	17	7 30	100	21 7	20	1983-10	2012-11	29.2	91.3
12042	Gloria Escondida	Tecpan de Galeana	17	26 26	100	52 45	560	1965-08	2012-11	47.3	90.3
12043	Guayameo ³	Zirandaro	18	18 8	101	15 46	655	1961-01	1994-09	33.7	91.9
12044	Huamuxtitlán ¹	Huamuxtitlán	17	48 0	98	34 0	1,125	1942-06	1987-04	44.9	95.9
12045	Hueycatenango ³	Chilapa de Álvarez	17	26 51	99	1 31	1,633	1954-09	2000-12	46.3	97.3
12046	Huitzoco ¹	Huitzoco de los Figue- roa	18	18 23	99	20 4	940	1942-11	2012-04	69.5	90.6
12047	Iguala ¹	Iguala de la Independencia	18	20 26	99	32 15	738	1922-01	2007-11	85.9	93.9
12048	Ixcateopan de Tlapa	Alpoeyca	17	37 21	98	30 48	1,036	1958-12	2012-11	54.0	93.4
12049	Jaleaca de Catalán ³	Chilpancingo de los Bravo	17	26 49	99	51 29	840	1961-01	1983-11	22.9	95.1
12050	La Parota ³	Acapulco de Juárez	16	55 59	99	37 24	106	1962-03	2000-12	38.8	97.6
12051	La Venta ³	General Heliodoro Castillo	17	48 6	99	54 23	122	1961-08	2000-12	39.4	79.2
12052	La Unión	La Unión de Isidoro Montes de	17	59 0	101	53 2	60	1925-06	2013-06	88.1	79.2

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%		
			°	'	°	'		INI	FIN				
12053	Las Mesas ³	San Marcos	17	0	37	99	27	30	440	1963-03	2000-12	37.8	96.8
12054	Las Pilas del Río Frío	Coyuca de Catalán	17	49	21	101	4	37	1,338	1967-04	2012-11	45.7	86.0
12055	Los Tiscuitches	Ajuchitlán del Progre- so	18	6	44	100	40	16	459	1963-12	1996-12	33.1	87.0
12056	Llano Grande ³	Acatepec	17	9	0	98	55	0	724	1963-01	1980-02	17.2	96.6
12057	Malinaltepec ³	Malinaltepec	17	14	39	98	40	11	1,514	1954-01	2003-06	49.5	93.8
12058	Mexcala ³	Tepecoacuilco de Tru- jano	17	56	20	99	35	30	457	1953-01	2000-12	48.0	77.4
12059	Nanzintla ³	Quechultenango	17	20	6	99	5	55	918	1965-03	2003-08	38.5	91.0
12060	Olinálá ¹	Olinálá	17	46	40	98	43	47	1,336	1953-01	2012-11	59.9	96.5
12061	Ometepec ³	Ometepec	16	41	1	98	24	8	300	1961-08	2012-11	51.3	67.9
12062	Palo Blanco ³	Chilpancingo de los Bravo	17	24	17	99	28	7	1,267	1953-12	2000-12	47.1	96.1
12063	Palos Altos	Arcelia	18	21	20	100	16	28	380	1962-04	2012-11	50.7	96.9
12064	Petatlán	Petatlán	17	32	0	101	14	0	63	1941-12	1983-09	41.8	79.4
12065	Placeres del Oro	Coyuca de Catalán	18	14	0	100	56	0	420	1960-05	1981-09	21.4	98.8
12066	Quetzala	Igualapa	16	39	21	98	30	2	33	1960-06	2012-11	52.5	85.0
12067	San Juan Tetelcingo ³	Tepecoacuilco de Tru- jano	17	55	30	99	31	5	471	1961-01	2000-12	40.0	87.6
12068	San Luis Acatlán	San Luis Acatlán	16	48	0	98	42	9	538	1962-07	2012-11	50.4	90.5
12069	San Juan de las Flores	Atoyac de Álvarez	17	19	0	100	23	53	630	1965-08	2012-11	47.3	94.1
12070	San Luis San Pedro	Técpan de Galeana	17	16	0	100	38	0	164	1953-11	1993-08	39.8	90.1
12071	San Marcos	San Marcos	16	47	0	99	25	8	80	1961-07	2012-11	51.4	95.7
12072	San Pedro Cuitlapa	Tlacoachistlahuaca	16	58	15	98	15	16	760	1963-12	2012-11	49.0	83.4
12074	Santa Rita	Coyuca de Catalán	17	58	22	100	52	10	1,500	1966-05	1996-12	30.7	100.0
12075	San Vicente ³	Chilpancingo de los Bravo	17	30	0	99	40	0	2,150	1961-01	1979-09	18.7	100.0
12076	Santa Barbara ³	Chilpancingo de los Bravo	17	18	37	99	51	57	1,040	1963-01	2000-12	38.0	97.0
12077	Santa Fe	Ajuchitlán del Progre- so	18	6	8	100	40	32	500	1963-12	2012-11	49.0	89.2
12078	Santa Rosa	Coahuayutla de Jo- sé María Izaz	18	10	8	101	38	0	500	1963-12	2012-05	48.5	88.6

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			o	'	o	'		INI	FIN		
12079	Santo Domingo	Atoyac de Álvarez	17 20	7	100 21	12	650	1961-12	2012-10	50.9	88.6
12080	Santo Tomas ³	Arcelia	18 5	25	100 14	5	355	1953-03	2000-12	47.8	94.4
12081	Taxco ³	Taxco de Alarcón	18 32	0	99 37	0	1,750	1961-01	1983-01	22.1	97.8
12082	Taretaro	Coyuca de Catalán	18 13	20	100 45	24	333	1966-06	2013-07	47.2	94.4
12083	Tehuahueta	San Miguel Totolapan	17 49	43	100 23	15	950	1965-06	2013-06	48.1	96.4
12084	Teloloapan	Teloloapan	18 18	4	99 52	20	1,649	1961-07	2012-11	51.4	92.8
12085	Tepeacoacuilco	Tepeacoacuilco de Trujano	18 17	0	99 28	0	842	1928-06	1971-12	43.6	63.1
12086	Tepetixtla	Coyuca de Benítez	17 13	0	100 6	44	426	1962-12	2012-11	50.0	85.0
12087	Tixtla ¹	Tixtla de Guerrero	17 33	0	99 23	0	1,911	1961-01	1994-10	33.8	91.7
12088	Tlacoapa ³	Tlacoapa	17 15	45	98 44	53	1,420	1963-04	2000-12	37.7	96.7
12089	Tlacotepec	General Heliodoro Castillo	17 47	23	99 58	35	1,539	1948-12	2012-11	64.0	78.5
12090	Tlalchapa	Tlalchapa	18 25	0	100 28	6	400	1966-06	2012-10	46.4	98.7
12091	Tlapa ³	Tlapa de Comonfort	17 32	25	98 35	26	1,110	1961-01	2012-11	51.9	94.4
12092	Tonalapa del Sur	Tepeacoacuilco de Trujano	18 5	46	99 33	23	720	1966-05	2013-06	47.2	82.2
12093	Presa Valerio Trujano	Tepeacoacuilco De Trujano	18 17	43	99 28	39	842	1956-10	2013-08	56.9	94.2
12094	Vallecitos	Zihuatanejo de Azueta	17 55	5	101 21	1	847	1961-10	2012-11	51.2	97.0
12095	Xaltianguis ³	Acapulco de Juárez	17 5	43	99 42	54	545	1961-02	2000-12	39.9	97.5
12096	Colotlipa ³	Quechultenango	17 24	32	99 10	5	769	1961-01	2000-12	40.0	97.3
12097	Rancho Viejo ³	Mochitlán	17 11	37	99 18	27	780	1963-05	2000-12	37.7	83.7
12098	San Andrés	Ajuchitlán del Progreso	18 2	0	100 31	0	575	1957-03	1982-07	25.4	99.5
12099	San Jerónimo	Benito Juárez	17 8	0	100 31	10	20	1960-06	2012-11	52.5	99.8
12100	San Cristóbal	Ajuchitlán del Progreso	18 10	12	100 29	22	290	1961-01	2000-12	40.0	97.1
12101	Xochipala	Eduardo Neri	17 50	0	99 38	0	730	1941-12	1974-05	32.5	93.9
12102	Zapotitlán Tablas	Zapotitlán Tablas	17 25	20	98 46	55	1,750	1968-12	2003-08	34.8	56.2
12103	Zirandaro	Zirandaro	18 28	0	100 59	0	200	1955-06	1975-03	19.8	95.7

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / °	Longitud o / °	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
12104	Zitlaltepec	Metlatonoc	17 11 29	98 32 59	1,850	1960-01	2012-11	52.9	81.7
12105	Zumpango del Río	Eduardo Neri	17 39 18	99 31 31	1,080	1961-01	2012-11	51.9	76.9
12106	Alcozauca ²	Alcozauca de Guerrero	17 27 55	98 23 50	1,360	1970-12	2012-11	42.0	89.9
12107	Ayutla	Ayutla de los Libres	17 5 7	99 5 40	874	1958-02	2012-11	54.8	97.7
12110	Chilapa ²	Chilapa de Álvarez	17 36 31	99 10 33	1,450	1940-04	2012-11	72.7	84.8
12111	Chilpancingo Bravos ³	Chilpancingo de los Bravo	17 32 42	99 29 48	1,250	1969-01	2000-12	32.0	78.7
12112	El Porvenir	San Marcos	16 49 21	99 28 42	450	1964-03	2012-11	48.7	97.3
12113	Guayameo	Zirándaro	18 17 59	101 15 37	360	1955-06	2012-11	57.5	87.3
12114	Huamuxtitlán ²	Huamuxtitlán	17 47 43	98 33 52	883	1953-05	2012-11	59.6	93.2
12115	Huitzuc ²	Huitzuc de los Figue- roa	18 18 9	99 19 58	975	1964-11	2013-06	48.7	98.0
12116	Iguala ²	Iguala de la Indepen- dencia	18 20 59	99 33 0	730	1953-03	2013-09	60.6	99.2
12117	Ixcateopan Cuauhtémoc	Ixcateopan de Cuauhtémoc	18 30 10	99 47 32	1,830	1961-08	2013-08	52.1	99.6
12118	Mezcala	Eduardo Neri	17 55 52	99 36 5	500	1961-01	2012-06	51.5	87.9
12119	Olinak ²	Olinak	17 46 34	98 44 44	1,360	1971-11	2006-01	34.3	73.8
12120	San Cristóbal	Chilpancingo de los Bravo	17 16 32	99 56 28	780	1966-05	2003-10	37.5	99.4
12121	San Jeronimito	Petatlán	17 33 54	101 20 40	20	1961-06	2007-12	46.6	97.1
12122	Taxco ¹	Taxco de Alarcón	18 33 16	99 36 19	1,760	1961-01	1992-12	32.0	95.4
12123	Teloloapan ³	Teloloapan	18 18 11	99 52 5	1,693	1961-01	2000-12	40.0	97.2
12124	Tepezintla	Mochitlán	17 14 0	99 21 0	450	1967-02	1979-03	12.2	59.3
12125	Tixtla ²	Tixtla de Guerrero	17 34 0	99 25 8	1,500	1959-01	2012-11	53.9	79.8
12126	TLacotepec ³	General Heliodoro Castillo	17 45 5	99 57 45	1,712	1961-01	2000-12	40.0	94.7
12127	Zihuatanejo ²	Zihuatanejo de Azueta	17 38 40	101 33 4	20	1964-01	2012-11	48.9	89.9
12128	Tetipac	Tetipac	18 38 52	99 38 55	1,686	1995-01	2012-11	17.9	88.9
12130	Atenango del Río ³	Atenango del Río	18 6 25	99 6 17	626	1977-08	2000-12	23.4	96.1
12131	Ixtapilla ³	Cutzamala de Pinzón	18 32 40	100 36 2	280	1961-01	1969-12	9.0	99.3

N°	Nombre	Municipio	Latitud ° / ' / ''	Longitud ° / ' / ''	Altitud msnm	Fechas INI FIN	Años	%
12132	Xochistlahuaca ³	Xochistlahuaca	16 47 27	98 14 32	400	1961-01	1969-04	8.3
12133	Zacatula ³	La Unión de Isidoro Montes de Oca	18 0 21	102 10 42	10	1961-01	1968-12	8.0
12134	Chilpancingo ²	Chilpancingo de los Bravo	17 32 0	99 30 0	1,225	1953-05	1992-04	39.0
12135	Olmalá ³	Olmalá	17 46 41	98 44 36	1,400	1961-01	2000-12	40.0
12136	Julián Blanco	Chilpancingo de los Bravo	17 13 8	99 31 37	640	1961-01	1977-03	16.2
12137	Acapulco de Juárez ²	Acapulco de Juárez	16 51 49	99 52 57	30	1995-01	2008-11	13.9
12138	Ajochitlán	Ajochitlán del Progre- so	18 9 15	100 30 0	280	1972-05	2013-06	41.2
12139	Terrones	Coyuca de Catalán	18 17 37	100 40 33	270	1972-01	2013-07	41.6
12140	San Antonio Tejas	Coyuca de Catalán	17 43 25	100 52 30	1,900	1961-12	2012-11	51.0
12141	Tlapehuala	Tlapehuala	18 14 51	100 32 18	275	1972-01	2013-06	41.5
12142	Acapulco de Juárez ¹	Acapulco de Juárez	16 51 59	99 54 20	20	1972-08	2013-01	40.5
12145	Jicayán de Tovar ³	Tlacoachistlahuaca	17 2 0	98 14 0	872	1961-10	1969-10	8.1
12146	La Villita	La Unión de Isidoro Montes de Oca	18 2 46	102 10 24	150	1961-10	1968-11	7.2
12147	Presa la Calera	Zirándaro	18 25 7	101 0 20	239	1975-04	2010-09	35.5
12148	Laguna de Tres Palos	Acapulco de Juárez	16 47 0	99 45 0	60	1961-10	1969-03	7.5
12149	Las Tamecuas ³	La Unión de Isidoro Montes de Oca	17 58 0	101 53 0	50	1988-02	2001-12	13.9
12150	Omitemi	Chilpancingo de los Bravo	17 33 25	99 41 15	1,900	1980-06	2012-11	32.5
12151	Pueblo Hidalgo ³	San Luis Acatlán	16 57 8	98 39 35	910	1961-09	1969-12	8.3
12152	San Cristóbal ³	Tlacoachistlahuaca	16 49 19	98 24 12	364	1984-01	1990-12	7.0
12153	Zihuatañejo ¹	Zihuatañejo de Azueta	17 39 0	101 35 0	5	1941-12	1969-08	27.8
12154	Zicapa	Copalillo	17 55 13	99 2 19	1,000	1987-09	2011-11	24.2
12156	El Ocotito	Chilpancingo de los Bravo	17 15 0	99 35 1	650	1973-11	2013-06	39.7
12157	E.T.A. 153 La Sabana	Acapulco de Juárez	16 53 0	99 43 0	80	1973-04	1976-05	3.2
12158	Río Santiago	Atoyac de Álvarez	17 15 14	100 19 1	430	1972-12	2012-11	40.0
12160	E.T.A. 340 Zirándaro	Zirándaro	18 28 30	100 58 35	190	1974-04	2013-07	39.3

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / °	Longitud o / °	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
12161	Atoyac ²	Atoyac de Álvarez	17 12 37	100 25 0	100	1975-02	2012-11	37.8	97.4
12162	Chamacua	Coyuca de Catalán	18 15 59	100 40 8	300	1976-06	1999-02	22.8	86.1
12163	Cutzamala de Pinzón	Cutzamala de Pinzón	18 27 56	100 34 0	267	1976-06	2012-10	36.4	94.5
12164	E.T.A. 274 Cocula	Cocula	18 14 43	99 39 43	670	1975-09	2012-12	37.3	95.3
12165	E.T.Arroyo 107 Petatlán	Petatlán	17 32 18	101 16 26	27	1975-04	2010-07	35.3	91.4
12166	San Miguel Totolapan	San Miguel Totolapan	18 9 31	100 23 17	280	1975-01	2012-11	37.9	93.1
12167	Tepetlapa	Buenavista de Cuellar	18 33 3	99 25 8	1,022	1975-07	2013-07	38.1	96.8
12168	Planta Derivadora	Cuajinicuilapa	16 30 30	98 29 15	23	1984-01	1987-11	3.9	87.9
12169	Taxco ²	Taxco de Alarcón	18 33 0	99 36 0	1,710	1990-08	2011-07	21.0	85.3
12170	El Caracol ³	General Heliodoro Castillo	17 57 30	100 1 20	513	1975-05	2008-12	33.7	97.4
12171	Chontalcoatlán	Tetipac	18 39 8	99 34 24	1,289	1976-10	2013-08	36.9	91.1
12172	Acapulco km 21	Acapulco de Juárez	16 57 0	99 41 0	207	1971-07	2013-05	41.9	86.9
12173	Marquelia	Marquelia	16 34 46	98 48 17	10	1976-11	2012-11	36.1	85.9
12174	Rancho Nuevo	Petatlán	17 28 28	101 12 52	40	1976-10	2012-11	36.2	98.5
12175	Las Juntas	Xochistlahuaca	16 45 34	98 7 6	75	1977-01	1984-05	7.4	97.7
12176	Coaxtlahuacán ³	Mochitlán	17 23 37	99 20 50	1,730	1980-03	2000-12	20.8	93.7
12177	Cuetzala del Progreso	Cuetzala del Progreso	18 8 3	99 49 52	1,122	1979-12	2013-07	33.7	87.9
12178	Chiepetepec	Tlapa de Comonfort	17 34 1	98 43 39	1,762	1980-03	2012-11	32.7	94.6
12180	Paxtepec	Mochitlán	17 14 26	99 26 2	1,349	1966-12	1984-02	17.3	82.1
12181	Tuncingo	Acapulco de Juárez	16 51 4	99 47 20	20	1988-08	2004-03	15.7	74.6
12182	Apetlanca	Cuetzala del Progreso	18 12 55	99 47 15	1,750	1978-08	2005-07	27.0	67.8
12183	La Sabana	Acapulco de Juárez	16 53 17	99 51 43	460	1978-06	2012-11	34.5	97.4
12184	Apaxtla	Apaxtla	18 8 3	99 55 33	1,300	1978-08	2010-11	32.3	83.7
12185	Cualac	Cualac	17 44 51	98 39 11	1,450	1980-08	2012-11	32.3	87.8
12186	Huitziltepec	Eduardo Neri	17 45 20	99 28 52	1,320	1980-06	2012-11	32.5	81.2

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			o	' "	o	' "		INI	FIN		
12187	Milpillas ³	Ometepec	16	34 57	98	27 39	34	1980-09	2000-12	20.3	93.8
12188	Nexpa	San Marcos	16	46 0	99	14 4	43	1980-10	2012-12	32.2	65.4
12189	Palma Zola Uno	Acapulco de Juárez	16	52 22	99	53 3	159	1977-01	1994-05	17.4	100.0
12190	Palma Zola Dos	Acapulco de Juárez	16	52 12	99	53 1	85	1980-10	1994-05	13.7	100.0
12191	Zacualpan	Atoyac de Álvarez	17	5 21	100	19 34	10	1979-01	2012-11	33.9	94.5
12192	Coapango ³	Chilpancingo de los Bravo	17	30 19	99	38 13	2,273	1979-10	2000-12	21.2	79.1
12193	Papalutla ³	Copalillo	18	1 15	98	54 18	720	1979-02	2000-12	21.9	89.8
12194	Zapotitlán Tablas ³	Zapotitlán Tablas	17	25 19	98	47 19	1,750	1980-03	2000-12	20.8	94.1
12195	Metlatonoc	Metlatonoc	17	11 31	98	24 28	2,028	1980-03	2012-11	32.7	91.2
12196	Temalacacingo	Olmalá	17	52 50	98	41 7	1,550	1980-07	1985-12	5.5	97.9
12197	La Laja	Acapulco de Juárez	16	55 0	99	48 0	43	1977-02	1994-05	17.3	100.0
12198	Petaquillas	Chilpancingo de los Bravo	17	29 8	99	27 14	1,200	1980-06	2013-06	33.1	91.0
12199	Xochihuehuetlán	Xochihuehuetlán	17	54 43	98	28 55	1,019	1980-07	2012-11	32.4	93.4
12200	Igualita	Xalpatlahuac	17	27 55	98	31 5	1,107	1980-03	2012-11	32.7	98.3
12201	Costa Azul	Acapulco de Juárez	16	52 0	99	53 0	45	1977-11	1994-05	16.6	100.0
12202	La Garita	Acapulco de Juárez	16	56 0	99	47 0	45	1977-02	1994-05	17.3	100.0
12203	Hogar Moderno	Acapulco de Juárez	16	52 0	99	53 0	45	1977-02	1994-05	17.3	100.0
12204	Yextla	Leonardo Bravo	17	36 12	99	56 0	1,316	1980-04	2012-11	32.7	84.0
12205	Pueblo Hidalgo	San Luis Acatlán	16	57 0	98	39 20	268	1980-12	2012-11	32.0	91.9
12206	Ahuacutzingo	Ahuacutzingo	17	43 11	98	58 31	1,300	1980-04	2012-11	32.7	84.8
12207	Acuitlapan	Taxco de Alarcón	18	36 3	99	32 35	1,600	1981-01	2010-10	29.8	44.4
12208	Cuaajinicuilapa	Cuaajinicuilapa	16	22 8	98	32 34	100	1981-01	2012-11	31.9	92.8
12209	El Mogote	Pálcaya	18	40 48	99	33 39	1,490	1979-07	2010-08	31.2	44.6
12210	Istapilla	Cutzamala de Pinzón	18	32 42	100	36 0	280	1981-01	2010-09	29.7	45.9
12211	Nancintla	San Miguel Totolapan	17	44 52	100	12 10	960	1980-05	2012-10	32.5	97.9

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / ° ' "	Longitud o / ' "	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
12212	Tuzantlán	Atenango del Río	18 12 16	99 10 57	940	1982-01	2010-07	28.6	38.8
12214	Coacoyulichán	Cuautepec	16 47 38	98 56 8	400	1981-11	2009-08	27.8	93.1
12215	Dos Bocas	Pilcaya	18 40 16	99 30 0	1,239	1981-09	2013-02	31.5	99.0
12216	Escuela Sec. Iguala de la Ind.	Iguala de la Independencia	18 21 0	99 32 0	871	1983-01	1993-12	11.0	95.1
12217	E.T. Arroyo 106 Cruz Grande	Florencio Villarreal	16 44 0	99 7 0	51	1982-02	1994-12	12.9	80.0
12218	Ixtapa Zihuatanejo	Zihuatanejo de Azueta	17 39 25	101 35 35	5	1982-01	2001-06	19.5	90.5
12219	Laguna de Coyuca	Coyuca de Benítez	17 0 26	100 5 15	40	1981-09	2012-11	31.2	88.8
12220	Laguna de Chautengo	Florencio Villarreal	16 37 0	99 5 40	15	1981-07	2012-11	31.4	94.9
12221	Laguna de Nuxco	Tecpan De Galeana	17 12 30	100 45 26	20	1981-09	2012-11	31.2	92.6
12222	Laguna de Tuxpan	Iguala de la Independencia	18 20 52	99 28 39	767	1981-01	2013-05	32.4	95.2
12223	Laguna Tres Palos	Acapulco de Juárez	16 49 47	99 46 42	24	1981-12	2012-11	31.0	95.2
12224	Pinzan Morado	Coyuca de Catalán	18 10 46	100 53 28	416	1981-10	1992-04	10.6	94.6
12225	Presa Andrés Figueroa	Ajuchitlán del Progreso	18 4 24	100 30 41	387	1982-07	2012-12	30.5	90.6
12226	Tierra Colorada	Cuajinicuilapa	16 26 48	98 38 31	20	1982-07	2012-11	30.4	96.8
12227	Xalpatlahuac	Xalpatlahuac	17 31 1	98 29 33	1,600	1981-11	2012-07	30.8	96.9
12228	Escalerilla la Laguna	Zapotitlán Tablas	17 22 13	98 50 16	2,245	1982-01	2012-11	30.9	72.0
12229	Chilpancingo ¹	Chilpancingo de los Bravo	17 33 5	99 30 3	1,250	1982-01	2013-06	31.5	92.4
12230	Atrisco	Copala	16 39 9	98 53 0	65	1983-12	1995-01	11.2	96.8
12231	Rancho Viejo	Tlacoachistlahuaca	17 1 0	98 12 2	1,000	1981-11	2012-11	31.1	83.8
12232	Tecomate	San Marcos	16 42 0	99 24 6	15	1981-05	2012-11	31.6	89.0
12233	Tecpan	Tecpan de Galeana	17 15 0	100 34 7	262	1982-11	2012-11	30.1	91.1
12234	Las Vigas	San Marcos	16 45 3	99 14 5	60	1983-07	2012-11	29.4	91.5
12236	C.E.T. Arroyo 151 Cruz Grande	Florencio Villarreal	16 42 34	99 7 21	53	1983-07	2012-11	29.4	93.0
12238	Paso Morelos	Huitzaco de los Figueroa	18 13 21	99 12 27	1,083	1986-01	2010-11	24.9	66.7
12240	Petacalco	La Unión de Isidoro Montes de Oca	17 58 35	102 6 29	5	1984-12	2012-11	28.0	93.7

Nº	Nombre	Municipio	Latitud			Longitud			Fechas		Años	%
			o	'	"	o	'	"	INI	FIN		
12241	La Salitrera	Zihuatanejo de Azueta	17	48	3	101	40	0	1985-10	2012-11	27.2	94.1
12242	Presa Revolución Mexicana	Tecoanapa	16	48	2	99	10	45	1985-02	2012-11	27.8	94.7
12243	Pilcaya	Pilcaya	18	44	49	99	40	30	1984-04	2013-06	29.2	81.5
12244	Llano Grande Hilarios	Igualapa	16	45	32	98	26	18	1984-06	2012-11	28.5	97.8
12248	San José Lagunas	Alcozauca de Guerrero	17	26	40	98	27	1	1984-05	2012-11	28.6	78.8
12249	Tulimán	Huitzaco de los Figueroa	18	0	17	99	16	45	1988-02	2013-07	25.5	82.1
12257	El Puente Escudero ³	Juan R. Escudero	17	8	53	99	24	53	1991-01	2000-12	10.0	95.2
12259	Colmeneros	Coahuayutla de José María Izaz	18	5	55	101	42	11	1987-11	2012-11	25.1	81.6
12260	Mochitlán	Mochitlán	17	28	17	99	22	9	2006-02	2012-11	6.8	97.7
12261	Tierra Colorada	Juan R. Escudero	17	9	30	99	32	30	1989-06	2012-11	23.5	80.2
12262	Hacienda la Cabaña	Benito Juárez	17	5	51	100	28	17	2003-02	2010-07	7.5	49.8

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Cuadro A.5: Nomenclatura y localización de las estaciones meteorológicas utilizadas en el estado de Puebla.

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%		
			o	'	o	'		INI	FIN				
21001	Acatilán		18	9	0	97	30	0	2,122	1954-10	1980-06	25.8	99.4
21002	Acatepec		18	13	40	97	34	41	2,053	1954-10	2009-12	55.2	83.1
21003	Acatilán de Osorio ¹		18	18	0	98	3	0	1,180	1943-04	2009-12	66.7	69.5
21004	Acatilán de Osorio ²		18	17	48	98	3	20	1,427	1952-02	1992-10	40.7	87.9
21005	Acatzingo de Hidalgo		18	59	38	97	48	20	2,197	1947-08	2009-12	62.4	83.5
21006	Ahuacatlán		20	0	27	97	51	37	1,378	1944-08	1972-10	28.2	86.4
21007	Ahuatpec	Tecali de Herrera	18	52	10	97	55	11	2,026	1950-06	2009-12	59.6	93.3
21008	Aquixtla ³		19	47	44	97	56	8	2,192	1961-03	2009-09	48.6	94.9
21009	Alcomunga		18	25	50	97	1	30	2,485	1956-05	2009-12	53.7	79.4
21010	Altepeixi		18	22	3	97	17	55	1,582	1954-02	1997-02	43.1	88.6
21011	Tetehilla ³		19	55	55	97	24	57	788	1960-02	1997-06	37.4	87.6
21012	Atlixco		18	55	18	98	27	15	1,904	1962-06	2009-12	47.6	74.2
21013	Axusco	San José Miahuatlán	18	14	1	97	12	1	956	1958-11	1982-01	23.3	99.6
21014	Ayotoxco ³	Ayotoxco de Guerrero	20	5	49	97	24	36	307	1965-04	1996-07	31.3	99.0
21015	Axutla ³		18	10	14	98	23	17	921	1955-03	2000-12	45.8	96.3
21016	Balcón del Diablo		18	53	51	98	7	56	2,120	1943-12	2009-12	66.1	96.6
21018	Calipan		18	17	45	97	9	50	1,131	1963-09	2009-12	46.3	88.2
21019	Caltepec		18	12	9	97	27	9	2,275	1954-10	2009-12	55.2	83.2
21020	Morelos Cañada		18	45	37	97	25	37	2,368	1969-07	1984-12	15.5	98.9
21021	Capulhuaque ³	Tetela de Ocampo	19	47	30	97	45	40	2,098	1954-11	2009-12	55.2	97.4
21022	Carmen ⁶	Zihuateutla	20	16	14	97	50	50	788	1969-11	2002-10	33.0	40.4
21023	Chapulco		18	37	12	97	24	38	2,115	1943-01	2009-12	67.0	76.0
21024	Chietla		18	31	36	98	34	56	1,117	1944-12	2009-12	65.1	96.1
21025	Chilchotla ³		19	15	18	97	10	58	2,194	1964-03	1997-05	33.2	97.0
21026	Ciudad Serdán ¹	Chalchicomula de Ses- ma	18	59	2	97	26	30	2,561	1941-02	2009-12	68.9	75.8

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / ° / "	Longitud o / ° / "	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
21027	Ciudad Serdán ²	Chalchicomula de Ses- ma	18 56 40	97 27 28	2,569	1969-01	1988-09	19.7	97.9
21029	Col. Temextla	Cuyoaco	19 37 19	97 40 52	2,476	1966-03	2009-12	43.8	97.0
21030	Coxcatlán	Coxcatlán	18 16 35	97 9 35	1,118	1950-01	1980-05	30.4	92.4
21031	Cuesta Blanca	Palmar de Bravo	18 51 31	97 27 47	2,384	1969-07	2006-12	37.5	72.4
21032	Cuetzalan del Progreso	Cuetzalan del Progreso	20 2 20	97 31 20	756	1931-10	2009-12	78.2	60.6
21033	Cacaloapan	Tepanco de López	18 34 57	97 35 5	1,860	1951-01	1994-10	43.8	89.8
21034	Echeverría	Puebla	18 57 20	98 16 31	2,066	1943-02	2009-12	66.9	84.4
21035	Puebla ²	Puebla	19 0 45	98 11 35	2,122	1952-09	2009-12	57.3	97.9
21036	El Carmen	Ahuazotepec	20 5 24	98 8 24	1,113	1961-01	1980-05	19.4	92.5
21037	El Paredón	Chignahuapan	19 52 4	98 15 12	2,620	1966-05	1988-12	22.7	98.8
21038	El Progreso	Guadalupe Victoria	19 23 7	97 17 21	2,553	1967-01	2009-12	43.0	76.2
21039	Guadalupe Potreros	Esperanza	18 52 27	97 19 27	2,757	1969-07	1984-12	15.5	97.1
21040	Guadalupe Buenavista	Guadalupe Victoria	19 22 13	97 21 21	2,360	1961-02	2009-12	48.9	91.9
21041	Coamanala ⁶	Huachinango	20 5 0	98 1 0	1,675	1969-11	2002-10	33.0	41.4
21042	Honey ³	Honey	20 15 0	98 12 0	1,905	1961-01	1968-09	7.7	100.0
21043	Huahuaxtla ³	Zacapoaxtla	19 54 56	97 36 26	1,486	1954-08	2009-09	55.2	93.8
21044	Huachinango ⁶	Huachinango	20 10 29	98 3 9	1,537	1969-11	1996-07	26.8	41.4
21045	Huehuetlán el Grande	Huehuetlán el Grande	18 44 56	98 10 9	1,425	1943-06	2009-12	66.6	91.3
21046	Hejotzingo	Huejotzingo	19 9 43	98 24 23	2,454	1925-12	2009-12	84.1	65.1
21047	Ixtacamaxtitlán ³	Ixtacamaxtitlán	19 37 22	97 48 51	2,472	1954-11	2009-12	55.2	96.3
21048	Ixcamilpa ³	Ixcamilpa de guerrero	18 2 23	98 43 12	715	1955-01	2008-12	54.0	84.5
21049	Izúcar de Matamoros ²	Izúcar de Matamoros	18 37 23	98 28 2	1,324	1955-04	1999-10	44.6	87.9
21050	Jolalpan	Jolalpan	18 19 25	98 49 11	904	1944-07	2009-12	65.5	75.8
21051	Jopala ³	Jopala	20 11 49	97 48 35	681	1961-05	2009-09	48.4	73.6
21052	Alchichica	Tepeyahualco	19 24 43	97 23 38	2,343	1965-06	2009-12	44.6	94.5

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			o / ' / ''	o / ' / ''	INI	FIN					
21053	San Bernardino Lagunas	Vicente Guerrero	18 36 14	97 16 21	1,693	1955-03	2009-12	54.8	88.0		
21054	La Fundición ³	Teziutlán	19 51 0	97 19 0	1,672	1960-03	1997-05	37.2	98.2		
21055	La Pagoda ³	Tlatlauquitepec	19 51 58	97 32 3	1,570	1960-01	1997-04	37.3	98.5		
21056	La Trinidad ³	Chilchotla	19 17 0	97 13 0	1,685	1964-03	2000-07	36.4	94.2		
21057	Mapilco ³	Xochitlán de Vicente Suárez	19 59 0	97 37 0	2,061	1961-01	1979-08	18.7	99.7		
21058	Nuevo Necaxa ⁶	Juan Galindo	20 12 39	98 0 16	1,342	1969-11	2002-10	33.0	45.9		
21059	Oyameles	Tlatlauquitepec	19 42 51	97 32 51	2,670	1954-11	2009-12	55.2	90.2		
21060	Palmar de Bravo	Palmar de Bravo	18 50 13	97 32 50	2,414	1969-07	2009-12	40.5	85.7		
21061	Paso del Jardín ³	Jonotla	20 8 0	97 28 0	161	1965-07	1977-11	12.4	98.7		
21062	Patla ⁶	Jopala	20 14 53	97 51 6	352	1969-11	1983-12	14.2	70.0		
21063	Pixtla	Pixtla	18 11 59	98 15 37	1,119	1925-12	2009-12	84.1	96.7		
21064	Presa la Soledad ³	Tlatlauquitepec	19 51 52	97 29 8	2,216	1962-09	2009-09	47.1	88.9		
21065	Puebla ⁵	Puebla	19 3 0	98 10 0	2,179	2007-01	2009-12	3.0	100.0		
21066	Pueblo Nuevo ³	Chignahuapan	19 57 20	98 6 40	2,674	1961-03	1997-05	36.2	97.9		
21067	Quimixtlán	Quimixtlán	19 15 49	97 8 53	2,346	1964-03	2009-12	45.8	76.4		
21068	Rancho Apulco	Zacapoaxtla	19 55 11	97 36 29	2,354	1957-01	1978-09	21.7	97.8		
21069	San Antonio Arroyo Prieto ³	Ixtacamaxtitlán	19 32 42	97 49 57	3,065	1954-11	2009-09	54.9	92.4		
21070	San Antonio Cañada	San Antonio Cañada	18 30 50	97 17 50	1,861	1955-03	1980-05	25.2	100.0		
21071	San Baltazar Tetela	Puebla	18 54 16	98 10 14	2,060	1954-05	2001-08	47.3	81.7		
21072	San Diego Texmelucan	Chalchicomula de Sesma	19 1 11	97 27 2	2,581	1967-01	2009-12	43.0	84.7		
21073	San Isidro Canoas Altas	Chalchicomula de Sesma	18 58 58	97 21 8	3,080	1966-03	2009-12	43.8	86.7		
21074	San Juan Acateno ³	Teziutlán	19 52 35	97 22 2	641	1956-04	2009-09	53.5	88.6		
21075	San Lorenzo	Tehuacán	18 29 41	97 26 41	1,694	1967-08	1985-02	17.6	96.2		
21076	San Lorenzo Tlaxipehuala ⁶	Chiconcuautla	20 7 47	97 58 22	1,715	1969-11	2002-02	32.3	38.6		
21077	San Luis Atexcac	Guadalupe Victoria	19 20 47	97 27 22	2,414	1961-01	2009-12	49.0	79.5		

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			°	'	°	'		INI	FIN		
21078	San Martín Labastid	San Martín Texmelucan	19 17	55	98 26	2	2,265	1943-05	2009-12	66.7	58.6
21079	San Pedro mantla	Chalchicomula de Sesma	18 55	41	97 30	41	2,420	1969-07	2009-12	40.5	71.7
21080	San Salvador el Seco	San Salvador el Seco	19 8	1	97 39	45	2,355	1966-03	2009-12	43.8	94.3
21081	Santa Cruz Coyotepec	San Juan Atenco	19 1	24	97 34	1	2,428	1966-02	2009-12	43.9	99.3
21082	Tecamachalco	Tecamachalco	18 53	54	97 43	41	2,229	1943-12	2009-12	66.1	88.9
21083	Tehuacán	Tehuacán	18 27	50	97 23	35	2,416	1960-07	2009-12	49.5	88.0
21084	Telpatlán	Vicente Guerrero	18 31	41	97 8	41	2,212	1955-12	2009-12	54.1	89.7
21085	Tenango de las Flores ⁶	Huachinango	20 12	14	97 59	16	1,303	1969-11	2002-11	33.1	47.8
21086	Tepeaca	Tepeaca	18 58	52	97 53	49	2,249	1930-01	1986-09	56.7	99.8
21087	Tepexi de Rodríguez	Tepexi de Rodríguez	18 35	46	97 55	48	2,171	1945-07	2009-12	64.5	40.8
21088	Tepeixco ⁶	Zacatlán	20 1	44	97 57	28	1,917	1969-11	2000-11	31.1	44.7
21090	Teziutlán ³	Teziutlán	19 49	45	97 21	45	1,845	1963-04	2009-12	46.7	63.7
21091	Teziutlán	Teziutlán	19 49	49	97 21	0	1,818	1921-01	2009-12	89.0	89.4
21092	Tilapa	Coxcatlán	18 9	26	97 6	26	890	1964-07	1980-06	16.0	91.0
21093	Tlacotepec de Benito Juárez	Tlacotepec de Benito Juárez	18 41	12	97 40	12	1,941	1943-12	1994-05	50.5	92.7
21094	San Sebastián Tlacotepec de Díaz	San Sebastián Tlacotepec	18 27	36	96 47	36	91	1954-02	2009-12	55.9	55.0
21095	Tlachichuca	Tlachichuca	19 8	32	97 25	12	2,780	1936-02	1987-03	51.2	85.6
21096	Santa Rita Tlahuapan	Tlahuapan	19 20	47	98 34	53	2,609	1945-01	2009-12	65.0	68.9
21097	Tlaxco ⁶	Tlaxco	20 25	31	98 1	45	1,508	1968-01	2002-11	34.9	48.1
21098	Tlatlauquitepec ³	Tlatlauquitepec	19 55	10	97 27	50	1,681	1953-06	1990-12	37.6	96.2
21099	Toma Veintiseis ⁶	Zacatlán	19 56	0	97 56	0	1,679	1968-01	2002-11	34.9	48.1
21100	Vista Hermosa	Soltepec	19 7	47	97 44	0	2,442	1967-01	2009-12	43.0	74.3
21101	Flor del Bosque	Amozoc	19 2	7	98 6	53	2,225	2009-01	2009-12	1.0	100.0
21102	Xochitlán Todos Santos	Xochitlán Todos Santos	18 43	16	97 47	6	1,950	1940-03	2009-12	69.8	80.2
21103	Zacapoaxtla ¹	Zacapoaxtla	19 52	18	97 35	18	1,828	1944-07	2009-12	65.5	89.0

APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / °	Longitud o / °	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
21104	Zacapoaxtla ²	Zacapoaxtla	19 53 28	97 35 28	1,733	1958-01	1986-12	29.0	88.9
21105	Zacatepec	Oriental	19 15 58	97 32 1	2,375	1945-08	1990-01	44.5	71.2
21106	Zacatlán ⁶	Zacatlán	19 55 53	97 57 37	2,039	1969-11	1983-12	14.2	59.8
21107	Zacatlán	Zacatlán	19 57 36	97 57 36	2,084	1955-12	2009-12	54.1	74.0
21108	Zapotitlán de Méndez	Zapotitlán de Méndez	19 59 56	97 43 8	983	1944-05	1991-10	47.5	80.7
21109	Zapotitlán Salinas ¹	Zapotitlán	18 19 55	97 28 28	1,500	1942-11	2009-12	67.2	71.0
21110	Zapotitlán Salinas ²	Zapotitlán	18 20 58	97 28 58	1,857	1972-01	1984-12	13.0	98.9
21111	Santiago Zautla ³	Zautla	19 42 52	97 40 22	1,983	1954-10	2009-09	55.0	90.6
21112	Zempoala ⁶	Chiconcuautla	20 5 20	97 59 45	1,479	1968-01	2002-11	34.9	48.8
21113	Zinacatepec ¹	Zinacatepec	18 20 0	97 15 0	2,521	1942-10	1984-06	41.8	75.9
21114	Zoquitlán	Zoquitlán	18 21 16	97 1 16	2,077	1953-10	2009-12	56.2	87.1
21115	San Jerónimo Caleras	San Jerónimo Caleras	17 58 46	98 23 5	1,432	2009-01	2009-12	1.0	97.2
21116	Chiautla de Tapia	Chiautla	18 17 12	98 36 4	991	1927-10	1993-11	66.2	67.9
21117	Guadalupe Victoria	Guadalupe Victoria	19 17 29	97 20 31	1,320	1969-01	2009-12	41.0	90.0
21118	Huachinango	Huachinango	20 11 33	98 3 33	1,414	1921-12	2009-12	88.1	83.4
21119	Libres ¹	Libres	19 30 1	97 45 29	2,897	1932-01	2009-12	78.0	58.1
21121	Nexapa ⁶	Tlaola	20 10 12	97 59 14	1,320	1968-01	2002-11	34.9	53.4
21122	Oriental	Oriental	19 22 38	97 37 5	2,350	1944-06	1974-05	30.0	70.7
21123	Huaquechula	Huaquechula	18 46 43	98 32 27	1,624	1942-03	2009-12	67.8	59.1
21124	Huehuetlán el Chico	Huehuetlán el Chico	18 22 29	98 41 15	980	1942-01	1960-11	18.9	94.8
21125	Laguna ⁶	Ahuazotepec	20 3 33	98 9 15	2,220	1969-11	2002-11	33.1	53.6
21126	Loma Alta ³	Chignahuapan	19 49 47	97 59 35	2,328	1961-03	2008-08	47.5	90.9
21127	Xicotepec de Juárez	Xicotepec	20 17 37	97 57 37	1,098	1942-11	2009-12	67.2	94.7
21128	El Rosario ³	Cuetzalan del Progreso	20 1 0	97 29 0	503	1954-10	1966-10	12.1	97.9
21129	Francisco I. Madero	Cuyoaco	19 36 53	97 30 4	2,585	1965-03	2009-12	44.8	84.7

N°	Nombre	Municipio	Latitud o / ° / "	Longitud o / ° / "	Altitud msnm	Fechas		Años	%
						INI	FIN		
21130	Los Reyes ⁶	Chignahuapan	19 48 10	98 14 48	2,663	1969-11	2002-11	33.1	47.0
21132	Izúcar de Matamoros ¹	Izúcar de Matamoros	18 36 44	98 28 5	1,297	1944-04	2009-12	65.7	48.8
21134	Los Molinos	Atlixco	18 56 34	98 23 46	1,985	1964-01	1968-10	4.8	86.5
21135	Patla ³	Jopala	20 14 23	97 51 28	464	1962-07	1969-04	6.8	99.4
21136	Acajete	Acajete	19 6 45	97 57 22	2,479	1942-10	2009-12	67.2	54.4
21139	E.T.A. 051 Atencingo	Chietla	18 30 8	98 37 4	1,432	1973-11	1981-05	7.6	85.8
21140	chignahuapan	Chignahuapan	19 50 22	98 1 58	2,291	1974-12	2009-12	35.1	70.1
21141	C.R.D.F. Benito Juárez	Tehuiztzingo	18 20 0	98 16 0	977	1974-06	1977-05	3.0	78.0
21142	Venustiano Carranza	Venustiano Carranza	20 30 37	97 40 5	268	1974-05	2009-12	35.7	51.7
21143	San José Acateno	Acateno	20 8 24	97 12 4	144	1975-03	2009-12	34.8	85.9
21145	Guadalupe Victoria	Lafragua	19 18 0	97 18 0	2,790	1958-01	1988-08	30.7	42.8
21147	Apapantilla	Jalpan	20 24 16	97 50 41	278	1977-03	2009-12	32.8	60.7
21148	San Miguel Canoa	Puebla	19 7 56	98 4 40	2,583	1977-11	2009-12	32.2	70.3
21149	San Juan Atzingo	San Gabriel Chilac	18 17 53	97 23 3	1,921	1978-07	1983-11	5.4	38.2
21150	San Lucas el Viejo	Tlacotepec de Benito Juárez	18 40 37	97 43 8	2,012	1978-07	1980-05	1.9	83.6
21151	San Juan Raya	Zapotitlan	18 15 48	97 37 6	1,969	1978-01	1980-05	2.4	80.5
21152	La Compañía	Quecholac	18 58 7	97 43 23	2,122	1978-07	1980-05	1.9	96.7
21154	Santa Catarina los Reyes	Esperanza	18 52 51	97 26 7	2,180	1978-11	2009-12	31.2	68.2
21155	Zinacatepec ²	Zinacatepec	18 20 37	97 15 37	1,168	1978-08	1980-06	1.9	77.0
21156	San Miguel Ocotengo	Chalchicomula de Sesma	18 55 0	97 25 0	2,507	1978-11	1981-06	2.7	55.3
21157	San José Ixtapa	Cañada Morelos	18 43 0	97 27 30	2,161	1978-11	1990-09	11.9	59.2
21158	Paso Carretas	Atzitzintla	18 55 13	97 15 9	2,887	1978-11	1980-05	1.6	77.2
21159	Esperanza	Esperanza	18 51 33	97 22 32	2,305	1978-11	1999-12	21.2	48.8
21160	Boca del Monte	Ajalpan	18 23 23	97 4 45	3,048	1978-12	1980-06	1.6	69.7
21161	Atzitzintla	Atzitzintla	18 54 7	97 20 7	2,645	1978-11	1990-12	12.2	62.4

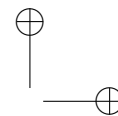
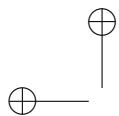
APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud	Altitud msnm	Fechas		Años	%	
			°	' "			INI	FIN			
21162	Campo exp. Teziutlán	Teziutlán	19 48	44	97 22	14	1978-10	1990-12	12.2	98.7	
21163	El Batán	Puebla	18 58	47	98 10	40	1978-01	2000-05	22.4	90.8	
21164	C.A.E. San Juan Tetla	Chiautzingo	19 12	55	98 30	8	1978-04	1996-11	18.7	90.8	
21165	Ahuatempa	Santa Inés Ahuatempa	18 24	55	98 1	0	1979-09	2009-12	30.3	73.3	
21166	Anonas	Piaxtla	18 1	12	98 18	58	1980-01	1994-12	15.0	87.4	
21167	San Andrés Calpan	Calpan	19 6	20	98 27	49	1980-01	2009-12	30.0	77.8	
21169	Peñas	Ahuehuetitla	18 13	35	98 13	14	1979-11	2001-11	22.1	68.0	
21170	La Purísima	Palmar de Bravo	18 49	52	97 34	24	1979-10	1993-03	13.5	61.9	
21171	Santa Cruz Monterrosas	Palmar de Bravo	18 53	59	97 33	53	1979-09	1993-11	14.2	60.9	
21172	Santa María Cohetzala	Cohetzala	18 11	8	98 48	37	1979-08	1990-12	11.4	88.3	
21173	Santa María Techalco	Chalchicomula de Sesma	18 57	15	97 28	14	1979-12	1995-04	15.4	74.0	
21174	Tepeacapan ³	Xochitlan de Vicente Suarez	19 58	15	97 38	57	1979-09	1997-04	17.7	91.6	
21175	Santa Ana Tepejillo	Petlalcingo	18 3	17	97 50	55	1980-03	1995-12	15.8	85.4	
21176	Tonahuixtla	San Jeronimo Xayacatlan	18 11	7	97 55	11	1979-08	2009-12	30.4	67.2	
21177	Tepexco	Tepexco	18 38	36	98 41	28	1980-09	2009-12	29.3	49.5	
21178	Tulcingo del Valle	Tulcingo	18 2	0	98 1	0	1980-08	1987-03	6.7	74.4	
21179	Tlaxalpican	Chiautla	18 25	36	98 41	22	1980-09	1985-09	5.1	97.8	
21180	Oztópulco	Zoquitlan	18 22	40	96 54	20	850	1979-01	1980-05	1.4	95.0
21181	Xonotipa	Eloxochitlan	18 29	30	96 53	54	1,060	1979-03	1980-05	1.2	100.0
21182	Palmarito	Quecholac	18 54	12	97 38	8	236	1979-03	1984-12	5.8	96.8
21183	Acaxtlahuacan	Albino Zertuche	18 0	55	98 32	24	1,270	1981-05	1993-08	12.3	78.1
21184	Libres ²	Libres	19 26	5	97 41	47	2,423	1979-09	1988-07	8.9	62.7
21185	Piedras Negras	Jalpan	20 26	30	97 45	41	425	1979-11	2009-12	30.2	36.1
21187	San Juan Pilcaya	Chiautla	18 13	2	98 42	22	1,228	1981-06	1986-12	5.6	90.7
21188	Tecuautitlan	Piaxtla	18 8	5	98 18	32	995	1981-06	1993-01	11.7	53.5

N°	Nombre	Municipio	Latitud		Longitud		Altitud msnm	Fechas		Años	%
			°	'	°	'		INI	FIN		
21189	Teotlalco	Teotlalco	18 28	16	98 46	40	979	1981-01	2009-12	29.0	56.3
21190	Venta Grande	Huauclilla	20 7	10	98 6	3	2,125	1981-01	2009-12	29.0	46.6
21191	Tlahuapan	Tlahuapan	19 20	25	98 34	54	2,609	1981-01	1990-12	10.0	48.3
21192	Huitango E-2	Tochimilco	18 51	29	98 35	42	2,025	1982-01	2009-12	28.0	77.2
21193	San Pedro Benito Juárez E-1	Atlixco	18 55	19	98 33	5	2,143	1963-01	2009-12	47.0	72.1
21194	Santa Catarina E-28	Tochimilco	18 54	37	98 37	6	1,450	1982-01	1993-06	11.5	76.0
21195	Santa Cruz Cuautomattitla E-3	Tochimilco	18 54	5	98 33	19	2,158	1963-01	1996-08	33.7	69.3
21196	D-1 Tochimilco	Tochimilco	18 51	4	98 33	31	1,953	1982-01	1991-12	10.0	78.3
21197	D-2 Tochimilco	Tochimilco	18 50	48	98 36	43	2,163	1982-01	2009-12	28.0	64.2
21198	Chila de la Sal	Chila de la sal	18 6	34	98 29	0	1,059	1982-01	2009-12	28.0	27.4
21199	Guadalupe	Guadalupe	18 5	9	98 9	32	1,100	1982-01	1985-09	3.7	93.7
21200	Libres ⁷	Libres	19 27	47	97 41	10	3,494	1980-02	1994-03	14.2	39.0
21201	Las Margaritas	Hueytamalco	19 59	14	97 17	14	2,422	1982-07	2009-12	27.5	40.0
21202	Mecapalapa	Pantepec	20 37	22	97 53	22	147	1982-07	1984-11	2.4	100.0
21203	Molcaxac	Molcaxac	18 44	18	97 54	40	1,727	1982-05	2009-12	27.7	65.3
21204	Nexapa	Huauclilla	20 11	20	97 59	20	1,299	1982-07	1991-12	9.5	29.9
21205	Santa Cruz Tejalpa	Tehuacán	18 22	32	98 21	47	1,041	1981-08	2009-12	28.4	66.7
21206	Santa Catarina Tlaltempan	Santa Catarina Tlaltempan	18 37	1	98 5	7	1,414	1982-02	1989-04	7.2	50.4
21207	Zaragoza	Zaragoza	19 47	10	97 33	10	2,493	1982-07	2009-12	27.5	28.1
21208	Gomez Pomiente ³	Tlaxiahuacan	19 56	17	97 29	21	1,030	1983-01	1997-04	14.3	94.8
21209	Los Humeros ³	Chignautla	19 40	45	97 24	22	2,862	1984-01	2009-09	25.7	80.3
21210	Ahuazotepec	Ahuazotepec	20 2	26	98 10	26	2,419	1982-04	2009-12	27.7	67.4
21211	Ameluca	Pantepec	20 34	49	97 50	49	160	1982-02	2009-12	27.9	80.7
21212	Metlatoyuca	Francisco Z. Mena	20 44	54	97 51	54	131	1982-01	2009-12	28.0	54.5
21213	San Martinito	Tlahuapan	19 16	19	98 35	35	2,964	1982-01	2001-12	20.0	82.5

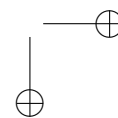
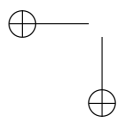
APÉNDICE A. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

N°	Nombre	Municipio	Latitud ° / ' / ''	Longitud ° / ' / ''	Altitud msnm	INI	FIN	Años	%
21214	San Juan Tetla Siete Norte	Chiautzingo	19 10 26	98 34 50	3,393	1982-01	2008-12	27.0	46.3
21215	Ayototxo de Guerrero	Ayototxo de Guerrero	20 5 43	97 25 43	237	1983-05	2009-12	26.7	39.4
21216	Tepeotitlán	Atexcal	18 23 14	97 40 43	1,929	1983-04	1992-12	9.7	95.6
21217	Teutla	Jolalpan	18 17 44	98 48 56	1,537	1982-12	2010-08	27.8	45.2
21218	Tepezintla de Galeana	Huauchinango	20 8 3	98 2 11	1,730	1982-06	1984-09	2.3	80.4
21219	El Tepetate	Jalpan	20 25 39	97 47 12	180	2009-01	2009-12	1.0	100.0
21220	Universidad de la Sierra	Huauchinango	20 10 38	98 3 40	1,555	2009-01	2009-12	1.0	100.0
21221	Atenco	San Juan Atenco	19 5 7	97 32 29	2,233	2009-01	2009-12	1.0	100.0
21222	Tlaxco	Tlaxco	20 22 27	98 2 26	1,065	2009-01	2009-12	1.0	100.0
21224	San Nicolás Tetela	Tetela de Ocampo	19 49 46	97 48 21	2,752	1997-02	2009-12	12.9	61.0
21226	Laguna el Salado ³	Tepeyahualco	19 28 42	97 28 15	2,321	1959-08	1964-12	5.4	98.7
21230	San Juan Coatzingo	Coatzingo	18 36 15	98 10 15	1,178	1984-03	2009-12	25.8	63.9
21231	Teopantlán	Teopantlán	18 42 45	98 15 45	1,418	1984-04	2009-12	25.7	68.0
21232	San Cristóbal Tepatlaxco	San Martín Texmelucan	19 17 9	98 26 32	2,289	1984-06	1992-12	8.6	68.7
21233	Presa Boqueroncitos	Atlixco	18 18 32	98 12 53	2,121	1984-01	1990-09	6.7	49.2
21235	San Isidro Huilotepec	Atlixco	18 54 8	98 22 38	1,859	1984-01	2008-12	25.0	40.4
21242	Capulac	Puebla	19 5 35	98 3 34	2,435	2007-01	2008-12	2.0	100.0
21243	Cemex	Tecali de Herrera	18 58 8	97 57 30	2,225	2007-01	2009-12	3.0	100.0
21244	Tepeyahualco	Tepeyahualco	19 29 24	97 29 40	2,486	1944-01	2009-12	66.0	47.9
21247	Cholula	Cholula	19 4 7	98 19 5	2,155	2007-01	2009-12	3.0	100.0
21248	Puebla (conagua)	Puebla	19 0 45	98 11 35	2,145	2007-01	2009-12	3.0	47.2
21249	African Zafari	Puebla	18 56 20	98 8 6	2,390	2007-01	2009-12	3.0	100.0
21250	Tepango de Rodríguez	Tepango de Rodríguez	20 0 3	97 47 39	1,526	2009-01	2009-12	1.0	100.0



Apéndice B

Bibliografía general



Bibliografía

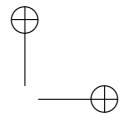
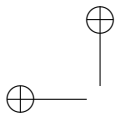
- [1] Bolongaro-Crevenna, A., Sierra, R., Torres, V., Márquez, A., Ramírez, J., Uribe, S., Castillo, F., Lagunas, R., Suárez, F., Sotelo, N., Velasco, B., Monsalvo, C.: Diagnóstico del impacto y riesgo derivado de la variabilidad climática y el cambio climático global en la disponibilidad y manejo del agua y en la agricultura. Instituto Nacional de Ecología, México. Available online at <http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/e2006c.pdf> (2006)
- [2] Deutsch, C.V., Journel, A.G.: Geostatistical Software Library. Oxford University Press. (1998)
- [3] Dewes, C., Gautier, C., Jones, C., Eakin, H., Carvalho, L.: Trends in rainy season characteristics over Mexico. American Geophysical Union, Fall Meeting 2009. (2009)
- [4] Estrada, F., Martínez-A., A., Fernández-E., A., Luyando, E., Gay, C.: Defining climate zones in México city using multivariate analysis. *Atmósfera* **22**(2), 175–193 (2009)
- [5] IPCC: Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, H. L. Miller (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp. (2007)
- [6] Kriesel, D.: A brief introduction to Neural Networks. http://www.dkriesel.com/en/science/neural_networks, 2005.
- [7] Liebmann, B., Marengo, J.A.: Interannual variability of the rainy season and rainfall in the Brazilian Amazon basin. *J. Climate* **14**, 4308–4318 (2001)
- [8] Press, W.H., Flannery, B.P., Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T.: Numerical Recipes (Fortran). Cambridge University Press (1989)

BIBLIOGRAFÍA

91

- [9] SOI: Southern Oscillation Index, Australian Bureau of Meteorology, National Climate Centre. Available online at <http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtm1.shtml> (2009)
- [10] Walter, A., Keuler, K., Jacob, D., Knoche, R., Block, A., Kotlarski, S., Muller-Westermeier, G., Rechid, D. y Ahrens, W.: A high resolution reference data set of German wind velocity 1951–2001 and comparison with regional climate model results. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 15, No. 6, 585-596 (Diciembre 2006) (publicado en línea: 2006).
- [11] Zhang, X., Feng, Y.: RCLimDex (1.0). Climate Research Division, University of Victoria, Canada (2004)

Índice de autores



ÍNDICE GENERAL

93

Índice general

