



# **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y DISEÑO**

**UNIDAD ENSENADA**

**PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA**

**Fractalidad de Series de Tiempo de  
Precipitación y Temperatura en el estado de Baja  
California**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA**

**PRESENTA:**

**EDGAR CARRILLO YEE**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. ALVARO ALBERTO LÓPEZ LAMBRAÑO**

**ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO, MAYO DE 2015**

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

UNIDAD ENSENADA

## Fractalidad de Series de Tiempo de Precipitación y Temperatura en el estado de Baja California

### TESIS

Que para obtener el grado de maestría en ingeniería presenta:

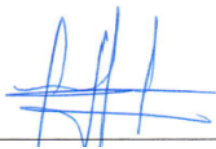
**Edgar Carrillo Yee**

Aprobada por:



Dr. Alvaro Alberto López Lambráño

Director de tesis



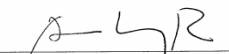
M.C. Dina María González Cota

Miembro del comité



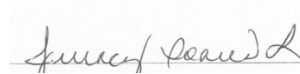
Dr. Máximo Pliego Díaz

Miembro del comité



M.C. Álvaro Alberto López Ramos

Miembro del comité



M.C. Jana Juracy Soares López

Miembro del comité

Ensenada Baja California, México. Mayo, 2015

## RESUMEN

Se analizan las características de persistencia, estacionariedad y tendencia de series de precipitación y temperatura de mínimo 30 años de registro en Baja California, mediante enfoques estadísticos y fractales. Para lograr lo anterior, en el análisis estadístico se han obtenido los momentos estadísticos anuales y los gradientes de las series para analizar su tendencia y comportamiento en el tiempo. El enfoque fractal estimó el valor del exponente de Hurst y la dimensión fractal mediante los métodos de rango rescalado (R/S), método de conteo de caja y el análisis multifractal de fluctuaciones sin tendencia (MF-DFA) para el registro completo y para escalas temporales de 25, 10 y 5 años; con el objetivo de evaluar las características de persistencia y estacionariedad. Posteriormente se evalúa la relación con la clasificación climática de Köppen, las condiciones climáticas de precipitación, temperatura y altitud; mediante ajustes de correlación lineal, logarítmica, potencial, polinomial y multiple; así como mapas de análisis espacio-temporal. Los resultados muestran que existe una relación entre las condiciones climáticas de Baja California y las características estadísticas y fractales de las series registradas. La precipitación en Baja California tiende a presentar comportamientos persistentes y no estacionarios, mientras que la temperatura presenta comportamiento antipersistente y estacionario en el tiempo. Los patrones detectados coinciden con las investigaciones mundiales revisadas en la sección final de la presente investigación.

**Palabras clave:** Características climáticas, análisis de correlación, Modelos fractales, Análisis geoestadístico.

## ABSTRACT

The rainfall and temperature time series' characteristics for series of at least 30 years long in Baja California are analyzed, using statistical and fractal approaches. In order to achieve this, in the statistical analysis, the statistical moments and the series' gradients are obtained to analyze trends and behavior in time. The fractal approach determined the Hurst exponent values and fractal dimension through the rescaled range method (R/S), Box-counting method, and the Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MF-DFA) for the entire series, and for 25, 10 and 5 years long time scales; with the aim of evaluating the characteristics of persistence and stationarity the series. The relationship of these Hurst exponents and fractal dimensions with Köppen climate classification, rainfall, temperature and altitude was analyzed using linear, potential, logarithmic, polynomial and multiple correlation analysis and spatial-temporal maps. Results show that a relationship between climatological conditions in Baja California and the statistical and fractal characteristics of the time series exists. Rainfall series in Baja California tend to present persistence and non stationarity, while temperature series display antipersistence and stationarity. Patterns detected are similar to the ones found in the literature review.

**Palabras clave:** Climatological characteristics, correlation analysis, fractal models, geostatistical model

# ÍNDICE

	<b>Resumen</b>	iii
	<b>Abstract</b>	iv
	<b>Indice</b>	v
	<b>Indice de tablas</b>	viii
	<b>Indice de figuras</b>	xii
	<b>Indice de anexos</b>	xiv
<b>1</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
1.1	Estado del arte	1
1.2	Justificacion	29
1.3	Descripcion del problema	29
1.4	Objetivos	29
1.5	Hipotesis	30
<b>2</b>	<b>ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA</b>	<b>31</b>
2.1	Fundamentacion teorica de momentos estadísticos	31
2.1.1	Media	31
2.1.2	Mediana	31
2.1.3	Moda	31
2.1.4	Desviacion estandar	32
2.1.5	Varianza	32
2.1.6	Coficiente de asimetria	32
2.1.7	Curtosis	33
2.2	Fundamentacion teorica de analisis de correlacion	34
2.2.1	Regresion lineal	34
2.2.2	Regresion potencial	36
2.2.3	Regresion logaritmica	36
2.2.4	Regresion polinomial	36
2.2.5	Regresion lineal multiple	37
2.3	Fundamentacion de interpolación espacial	38
2.3.1	Metodo de interpolacion Spline	38
2.3.2	Validacion de interpolacion	39
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTOS DE GEOMETRIA FRACTAL</b>	<b>40</b>
3.1	Geometria Ecuclidiana y la dimension topologica	40
3.2	La geometria fractal	41
3.3	Caracteristicas de un fractal	42
3.3.1	Autosimilitud	42

3.3.2	Autoafinidad	45
3.3.3	Ejemplpo de fractal y sus propiedades	46
3.4	Dimensiones fractales	47
3.4.1	Dimension de autosemejanza o de Hausdorff-Besicovich	47
3.4.2	Dimension de informacion	52
3.4.3	Dimension de correlacion	52
3.4.4	Metodos que estiman la dimension fractal	53
3.4.4.1	Metodo de rango rescalado (R/S)	54
3.4.4.2	Metodo de conteo de caja	55
3.4.4.3	Método Multifractal de fluctuación sin tendencia (Multifractal Detrended Fluctuation Analysis MF-DFA)	59
3.4.4.4	Metodo de ondoleta	61
3.4.4.5	Metodo de espectro de potencia	62
3.4.4.6	Analisis de fluctuaciones sin tendencia (DFA)	63
3.4.4.7	Metodo fractal-multifractal	64
3.4.4.8	Dinamica de Hurst-Kolmogorov	65
3.4.4.9	Flujo Integrado fraccional de 3 parámetros (basado en el Modelo Multifractal Universal)	66
3.4.4.10	Metodo de Higuchi	66
3.4.4.11	Estimación de la dimensión fractal a partir de diferencias consecutivas	67
3.4.4.12	Método de Superficie de interpolación Fractal Browniana	68
3.4.4.13	Metodo de variacion	68
3.4.4.14	Ventajas y desventajas de los métodos de estimación fractal	69
3.5	Características de estacionariedad, persistencia y tendencia	73
3.6	Clasificacion climatica de Köppen	75
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>82</b>
4.1	Caracteristicas de la zona de estudio	82
4.2	Fase de recopilacion y organización de la informacion	83
4.3	Fase de espacialización de variables climáticas y fisiográficas	86
4.4	Analisis estadistico	87
4.4.1	Momentos estadisticos	87
4.4.2	Graficos de series de tiempo	87
4.4.3	Obtencion de gradientes de serie de tiempo	88
4.5	Fase de analisis fractal	88
4.5.1	Metodo de rango rescalado (R/S)	90
4.5.2	Metodo de conteo de caja	92
4.5.3	Método Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MF-DFA)	94
4.6	Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio	95
4.7	Mapas de exponente de Hurst y dimension fractal	95
4.8	Analisis de correlacion	96
4.9	Fase de comparacion con resultados mundiales	100

<b>5</b>	<b>RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS</b>	<b>101</b>
5.1	Condiciones climaticas y fisiograficas de Baja California	101
5.2	Analisis estadístico de series de precipitación y temperatura	111
5.2.1	Momentos estadisticos y series de tiempo	111
5.2.2	Gradientes de las series de tiempo	132
5.2.2.1	Analisis de gradientes de datos diarios	140
5.2.2.2	Analisis de gradientes de datos anuales	143
5.3	Analisis fractal	147
5.3.1	Obtencion de exponentes de Hurst y dimension fractal	147
5.3.2	Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio	170
5.3.3	Mapas de analisis espacio temporal fractal	189
5.4	Análisis de correlación de variables climáticas, fisiográficas y fractales	203
5.4.1	Analisis de correlacion lineal	205
5.4.2	Analisis de correlacion potencial	210
5.4.3	Analisis de correlacion logaritmica	214
5.4.4	Analisis de correlacion polinomial de segundo grado	218
5.4.5	Analisis de correlacion polinomial de tercer grado	222
5.4.6	Analisis de correlacion linal multiple	227
5.5	Analisis de investigaciones mundiales	231
5.6	Comparación de resultados obtenidos con los del resto del mundo	233
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>238</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>241</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>256</b>

## INDICE DE TABLAS

ID	TABLA	PÁGINA
1.1	Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal	4
1.2	Compilado de investigaciones mundiales de temperatura aplicando geometría fractal	24
3.1	Relaciones entre formas, bordes y dimensiones topológicas	41
3.2	Comportamiento del conjunto analizado con respecto al valor del exponente de Hurst	55
3.3	Características de los modelos fractales que permiten estimar el exponente de Hurst y/o la dimensión fractal	70
3.4	Características de una serie de tiempo, de acuerdo al valor del exponente de Hurst y la dimensión fractal	73
3.5	Clasificación climática de Köppen	77
4.1	Características principales del estado de Baja California	82
4.2	Estaciones Climatológicas de Baja California con más de 30 años y sus características de interés	84
5.1	Estación San Vicente (Clima BSKs). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero	112
5.2	Estación San Vicente (Clima BSKs). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero	114
5.3	Estación San Vicente (Clima BSKs). Estadísticos anuales de temperatura promedio	116
5.4	Estación San Vicente (Clima BSKs). Estadísticos anuales de temperatura máxima	118
5.5	Estación San Vicente (Clima BSKs). Estadísticos anuales de temperatura mínima	120
5.6	Valores de tendencia de ajuste de crecimiento en el tiempo (Registro diario)	132
5.7	Valores de tendencia de ajuste de crecimiento en el tiempo (Registro anual)	136
5.8	Estación 2056 San Vicente: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	148
5.9	Estación 2056 San Vicente: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	150
5.101	Estación 2011 Delta: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	152
5.11	Estación 2011 Delta: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	154
5.12	Estación 2006 Chapala: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	156
5.13	Estación 2006 Chapala: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	157
5.14	Estación 2015 El Arco: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	158
5.15	Estación 2015 El Arco: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	159
5.16	Estación 2043 San Agustín: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	160
5.17	Estación 2043 San Agustín: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	161
5.18	Estación 2065 Santo Tomas: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	162
5.19	Estación 2065 Santo Tomas: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	164
5.2	Estación 2049. San Juan de Dios Sur: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	166

5.21	Estación 2049 San Juan de Dios Sur: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	167
5.22	Estación 2012 Ejido José María Morelos: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	168
5.23	Estación 2012 Ejido José María Morelos: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.	169
5.24	Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de precipitación en Baja California	173
5.25	Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas promedio en Baja California	177
5.26	Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas máximas en Baja California	181
5.27	Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas mínimas en Baja California	185
5.28	Coefficientes de determinación $R^2$ para el ajuste lineal de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (Secciones)	205
5.29	Coefficientes de determinación $R^2$ para ajuste lineal de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas	205
5.3	Coefficientes de determinación $R^2$ para el ajuste lineal de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (climas)	206
5.31	Coefficientes de determinación $R^2$ para ajuste lineal de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)	206
5.32	Coefficientes de correlación $R$ para el ajuste lineal de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (Secciones)	207
5.33	Coefficientes de correlación $R$ para ajuste lineal de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas	207
5.34	Coefficientes de correlación $R$ para el ajuste lineal de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (climas)	208
5.35	Coefficientes de correlación $R$ para ajuste lineal de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)	208
5.36	Coefficientes de determinación $R^2$ para el ajuste potencial de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (Secciones)	210
5.37	Coefficientes de determinación $R^2$ para ajuste potencial de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas	210
5.38	Coefficientes de determinación $R^2$ para el ajuste potencial de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (climas)	211
5.39	Coefficientes de determinación $R^2$ para ajuste potencial de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)	211
5.4	Coefficientes de correlación $R$ para el ajuste potencial de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (Secciones)	212
5.41	Coefficientes de correlación $R$ para ajuste potencial de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas	212
5.42	Coefficientes de correlación $R$ para el ajuste potencial de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (climas)	213
5.43	Coefficientes de correlación $R$ para ajuste potencial de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)	213
5.44	Coefficientes de determinación $R^2$ para el ajuste logarítmica de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)	214
5.45	Coefficientes de determinación $R^2$ para ajuste logarítmico de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas	214
5.46	Coefficientes de determinación $R^2$ para el ajuste logarítmica de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)	215
5.47	Coefficientes de determinación $R^2$ para ajuste logarítmica de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)	215
5.48	Coefficientes de correlación $R$ para el ajuste logarítmica de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)	216

5.49	Coeficientes de correlación R para ajuste logarítmico de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas	216
5.5	Coeficientes de correlación R para el ajuste logarítmica de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)	217
5.51	Coeficientes de correlación R para ajuste logarítmica de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)	217
5.52	Coeficientes de determinación $R^2$ para el ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)	218
5.53	Coeficientes de determinación $R^2$ para ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas	218
5.54	Coeficientes de determinación $R^2$ para el ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)	219
5.55	Coeficientes de determinación $R^2$ para ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)	219
5.56	Coeficientes de correlación R para el ajuste de segundo grado de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)	220
5.57	Coeficientes de correlación R para ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas	220
5.58	Coeficientes de correlación R para el ajuste de segundo grado de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)	221
5.59	Coeficientes de correlación R para ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)	221
5.6	Coeficientes de determinación $R^2$ para el ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)	222
5.61	Coeficientes de determinación $R^2$ para ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas	222
5.62	Coeficientes de determinación $R^2$ para el ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)	223
5.63	Coeficientes de determinación $R^2$ para ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)	223
5.64	Coeficientes de correlación R para el ajuste de tercer grado de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)	224
5.65	Coeficientes de correlación R para ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas	224
5.66	Coeficientes de correlación R para el ajuste de tercer grado de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)	225
5.67	Coeficientes de correlación R para ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)	225
5.68	Coeficientes de determinación $R^2$ de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y temperatura promedio (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)	227
5.69	Coeficientes de determinación $R^2$ de regresión lineal múltiple de exponentes de Hurst (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)	227
5.7	Coeficientes de determinación $R^2$ de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y temperatura promedio (climas) (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)	228
5.71	Coeficientes de determinación $R^2$ de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y temperatura promedio (climas y elevaciones) (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)	228
5.72	Coeficientes de correlación R de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y temperatura promedio (secciones) (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)	229
5.73	Coeficientes de correlación R de regresión lineal múltiple de exponentes de Hurst(Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)	229
5.74	Coeficientes de correlación R de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y	230

	temperatura promedio (climas) (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)	
5.75	Coefficientes de correlación R de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y temperatura promedio (climas y elevaciones) (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)	230
5.76	Comparación de exponentes de Hurst de eventos de precipitación con otras investigaciones en condiciones climáticas similares a Baja California	236
5.77	Comparación de exponentes de Hurst de eventos de temperatura con otras investigaciones en condiciones climáticas similares a Baja California	237

## INDICE DE FIGURAS

ID	FIGURA	PÁGINA
1.1	Conjunto de Mandelbrot, uno de los fractales más famosos	1
1.2	Ejemplos de conjuntos fractales	2
2.1	Efectos de la asimetría positiva y negativa	33
2.2	Tres tipos de curtosis en la estadística	34
3.1	Representación topológica de un cubo.	41
3.2	Fractal con autosimilitud exacta (Copo de nieve de Koch)	42
3.3	Fractal con cuasiautosimilitud (Conjunto de Mandelbrot)	43
3.4	Fractal con autosimilitud estadística o autoafinidad (fractal generado por computadora)	43
3.5	Características de autosimilitud del conjunto de Cantor	44
3.6	Características de un objeto con propiedades de autoafinidad (translación, rotación y escalamiento).	45
3.7	Comparación entre objetos con autosimilitud y autoafinidad.	46
3.8	Construcción del conjunto F de segundo tercio de Cantor	46
3.9	Un conjunto F y dos posibles cubiertas para F.	49
3.101	Conjuntos de escala por un factor incrementan la longitud por un factor	50
3.11	Grafica de $H(F)$ contra $s$ para un conjunto F	51
3.12	Gráficos del método de rango rescalado (R/S) para diversos tipos de dolor A) Espalda, B) neuropatía, C) imaginado y D) termal. (Foss et al, 2006)	55
3.13	Triangulo de Sierpinski en la cuadrícula propuesta.	56
3.14	Grafico del logaritmo inverso del tamaño del lado de la caja contra el logaritmo del número de cajas no vacías. Falconer (1990)	57
3.15	Mediciones sobre la costa de Gran Bretaña utilizando varios valores de delta	58
3.16	Serie de tiempo con valor del exponente de Hurst superior a 0.5, implicando persistencia. (Mansukhani, 2012)	74
3.17	Serie de tiempo con valor del exponente de Hurst menor a 0.5, implicando antipersistencia. (Mansukhani, 2012)	74
3.18	Serie de tiempo con valor del exponente de Hurst igual a 0.5, implicando aleatoriedad. (Mansukhani, 2012)	75
3.19	Plano de la distribución de climas a nivel mundial de acuerdo a la clasificación de Köppen	77
4.1	Base de datos climatológica nacional (CLICOM, CICESE)	83
4.2	Interfaz del software ERIC II v3.2 del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	83
4.3	Intervalos de tiempo considerados en el análisis fractal	89
4.4	Recopilación de archivos en formato de texto de datos de temperatura de una de las estaciones para vectores de longitud de 5 años.	90
4.5	Interfaz del software Fractal Analysis Software.	90
4.6	Salida de resultados del método de rango rescalado.	91
4.7	Gráficos de comportamiento fractal desplegados del análisis de una estación climatológica.	92
4.8	Documento en Microsoft Excel vinculado con el documento PowerPoint	93
4.9	Archivo en Microsoft PowerPoint generador de los archivos en mapa de bits	93
4.101	Interfaz del algoritmo del análisis multifractal de fluctuaciones sin tendencia (MF-DFA).	94

4.11	Cuadrícula generada sobre el plano de distribución climatológica y de las estaciones de interés sobre Baja California.	97
4.12	Selección del margen de estaciones consideradas en el análisis de correlación	98
5.1	Geoespacialización de las estaciones climatológicas con más de 30 años de registro en Baja California	102
5.2	Mapa de distribución climatológica de Köppen en Baja California	103
5.3	Distribución de precipitación promedio anual en Baja California (mm/año)	106
5.4	Mapa de distribución de temperatura promedio diaria en Baja California	107
5.5	Mapa de distribución de temperatura máxima diaria en Baja California	108
5.6	Mapa de distribución de temperatura mínima diaria en Baja California	109
5.7	Mapa de distribución de altitud en metros sobre el nivel del mar en Baja California	110
5.8	Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación San Vicente.	122
5.9	Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estación San Vicente.	123
4.10.	Series de tiempo de datos de temperatura promedio media anual, temperatura promedio media mensual, temperatura máxima diaria y temperatura máxima máxima anual de la estación San Vicente	124
5.11	Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estación San Vicente	125
5.12	Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estación San Vicente.	126
5.13	Mapas de interpolación de incrementos/decrementos para: a) Precipitación diaria, b) Precipitación anual, c) Temperatura promedio diaria, d) Temperatura promedio anual.	145
5.14	Mapas de interpolación de incrementos/decrementos para: a) Temperatura máxima diaria, b) Temperatura máxima anual, c) Temperatura mínima diaria, d) Temperatura mínima anual.	146
5.15	Mapas de interpolación de exponentes de Hurst para eventos de precipitación diaria	190
5.16	- Mapas de interpolación de dimensiones fractales para eventos de precipitación diaria	191
5.17	Mapas de interpolación de exponentes de Hurst para eventos de temperatura promedio	193
5.18	Mapas de interpolación de dimensiones fractales para eventos de temperatura promedio	194
5.19	Mapas de interpolación de exponentes de Hurst para eventos de temperatura máxima	196
4.20.	Mapas de interpolación de dimensiones fractales para eventos de temperatura máxima	197
5.21	Mapas de interpolación de exponentes de Hurst para eventos de temperatura mínima	199
5.22	Mapas de interpolación de dimensiones fractales para eventos de temperatura mínima	200
5.23	Mapa de georeferenciación de investigaciones fractales de eventos de precipitación a nivel mundial	234
5.24	Mapa de georeferenciación de investigaciones fractales de eventos de precipitación a nivel mundial.	235

## INDICE DE ANEXOS

ID	ANEXO	PAGINA
A		
A.1	Estación Delta (Clima BW(h')(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero	256
A.2	Estación Delta (Clima BW(h')(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero	258
A.3	Estación Delta (Clima BW(h')(x')). Estadísticos anuales de temperatura promedio	260
A.4	Estación Delta (Clima BW(h')(x')). Estadísticos anuales de temperatura máxima	262
A.5	Estación Delta (Clima BW(h')(x')). Estadísticos anuales de temperatura mínima	264
A.6	Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero	266
A.7	Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero	268
A.8	Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de temperatura promedio	270
A.9	Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de temperatura máxima	272
A.10	Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de temperatura mínima	274
A.11	Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero	276
A.12	Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero	278
A.13	Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de temperatura promedio	280
A.14	Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de temperatura máxima	282
A.15	Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de temperatura mínima	284
A.16	Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero	286
A.17	Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero	288
A.18	Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de temperatura promedio	290
A.19	Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de temperatura máxima	292
A.20	Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de temperatura mínima	294
A.21	Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero	296
A.22	Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero	298
A.23	Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de temperatura promedio	300
A.24	Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de temperatura máxima	302
A.25	Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de temperatura mínima	304
A.26	Estación San Juan de Dios Sur (Clima BSok(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero	306
A.27	Estación San Juan de Dios Sur (Clima BSok(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero	307
A.28	Estación San Juan de Dios Sur (Clima BSok(x')). Estadísticos anuales de temperatura promedio	308
A.29	Estación San Juan de Dios Sur (Clima BSok(x')). Estadísticos anuales de temperatura máxima	309
A.30	Estación San Juan de Dios Sur (Clima BSok(x')). Estadísticos anuales de temperatura mínima	310

A.31	Estación Ejido J. María Morelos (Clima BWk(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores cero	311
A.32	Estación Ejido J. María Morelos (Clima BWk(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores cero	312
A.33	Estación Ejido José María Morelos (Clima BWk(x')). Estadísticos anuales de temperatura promedio	313
A.34	Estación Ejido José María Morelos (Clima BWk(x')). Estadísticos anuales de temperatura máxima	314
A.35	Estación Ejido José María Morelos (Clima BWk(x')). Estadísticos anuales de temperatura mínima	315
B		316
B.1	Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación Delta.	316
B.2	Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estación Delta.	317
B.3	Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estación Delta	318
B.4	Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estación Delta	319
B.5	Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estación Delta.	320
B.6	Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación Chapala.	321
B.7	Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estación Chapala	322
B.8	Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estación Chapala	323
B.9	Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estación Chapala	324
B.10	Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estación Chapala	325
B.11	Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación El Arco	326
B.12	Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estación El Arco	327
B.13	Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estación El Arco	328
B.14	Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estación El Arco	329
B.15	Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estación El Arco	330
B.16	Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación San Agustín	331
B.17	Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estación San Agustín	332

B.18	Series de tiempo de datos de temperatura maxima media anual, maxima media mensual, temperatura minima diaria y minima maxima anual de la estacion San Agustin	333
B.19	Series de tiempo de datos de temperatura maxima media anual, maxima media mensual, temperatura minima diaria y minima maxima anual de la estacion San Agustin	334
B.20	Series de tiempo de datos de temperatura minima media anual y temperatura minima promedio mensual de la estacion San Agustin	335
B.21	Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación Santo Tomas	336
B.22	Series de tiempo para datos de precipitacion total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio maxima anual de la estacion Santo Tomas	337
B.23	Series de tiempo de datos de temperatura maxima media anual, maxima media mensual, temperatura minima diaria y minima maxima anual de la estacion Santo Tomas	338
B.24	Series de tiempo de datos de temperatura maxima media anual, maxima media mensual, temperatura minima diaria y minima maxima anual de la estacion Santo Tomas	339
B.25	Series de tiempo de datos de temperatura minima media anual y temperatura minima promedio mensual de la estacion Santo Tomas	340
B.26	Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación San Juan de Dios Sur	341
B.27	Series de tiempo para datos de precipitacion total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio maxima anual de la estacion San Juan de Dios Sur	342
B.28	Series de tiempo de datos de temperatura maxima media anual, maxima media mensual, temperatura minima diaria y minima maxima anual de la estacion San Juan de Dios Sur	343
B.29	Series de tiempo de datos de temperatura maxima media anual, maxima media mensual, temperatura minima diaria y minima maxima anual de la estacion San Juan de Dios Sur	344
B.30	Series de tiempo de datos de temperatura minima media anual y temperatura minima promedio mensual de la estacion San Juan de Dios Sur	345
B.31	Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación Ejido Jose Maria Morelos	346
B.32	Series de tiempo para datos de precipitacion total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio maxima anual de la estacion Ejido Jose Maria Morelos	347
B.33	Series de tiempo de datos de temperatura maxima media anual, maxima media mensual, temperatura minima diaria y minima maxima anual de la estacion Ejido Jose Maria Morelos	348
B.34	Series de tiempo de datos de temperatura maxima media anual, maxima media mensual, temperatura minima diaria y minima maxima anual de la estacion Ejido Jose Maria Morelos	349
B.35	Series de tiempo de datos de temperatura minima media anual y temperatura minima promedio mensual de la estacion Ejido Jose Maria Morelos	350

# I.- INTRODUCCIÓN

## 1.1 Estado del arte

El ciclo hidrológico es la base fundamental de la hidrología, debido a que estudia la distribución del agua en la superficie terrestre. Para efectos prácticos, el componente denominado precipitación se constituye como la variable de entrada a dicho ciclo debido a la facilidad de poder registrar su magnitud, así como la relevancia que posee en la clasificación climática de una región.

Debido a la importancia del ciclo hidrológico, se han generado modelos que permitan describir y predecir el comportamiento del mismo; preservando las características que se observan en la precipitación real (Cortis et al, 2009; Veneziano et al, 2006; Carsteanu, 1999; Tessier et al, 1996; Olsson, 1995; Deidda, 1998; Austin y Houze, 1972; Deidda et al, 1999; Fraedrich y Blender, 2003).

La precipitación es una variable aleatoria que evoluciona en el tiempo y en el espacio (Kandelhardt et al, 2003; Xu et al, 2015; Brunzell et al, 2010; Gires et al, 2014; Millan et al 2011; Pinel et al, 2014), por lo tanto puede ser analizada de manera espacial y/o temporal mediante el análisis de series temporales; permitiendo comprender el comportamiento climático de una región, a partir de sus características básicas tales como la magnitud, duración y frecuencia.

El estudio de las series temporales consiste en el análisis de una variable, para lograr comprender la evolución que presenta en el tiempo (Hoang et al, 2012); para lo cual se han aplicado métodos estocásticos y métodos fractales. Los métodos estocásticos permiten realizar predicciones y obtener la relación existente con otras variables (Akbari y Friedel, 2014; Caballero et al, 2002; Nunes et al, 2011); sin embargo presentan la desventaja que una variable aleatoria, en este caso la precipitación, no puede ser analizada en diferentes escalas (Hau-Hsien et al, 2013; Svanidze, 1980); por lo tanto, se ha utilizado la teoría fractal para el análisis de las series de precipitación en múltiples escalas y dimensiones (Lovejoy et al, 1987; Fluegeman y Snow, 1989; Gallant et al, 1994; Lovejoy y Mandelbrot, 1984; Lovejoy et al, 2012; Pinel et al, 2014; Schepers et al, 1992; Selvam, 2010; Sivakumar, 2000; Venugopal et al, 1999; Rangarajan y Sant, 2004).

Mandelbrot (1967) introdujo el concepto de fractal en términos de estadística autosimilar, afirmando que la forma de un objeto no define su tamaño, estableciendo que los fractales son objetos que poseen una apariencia similar cuando se observan en diferentes escalas y que poseen detalles que no pueden ser estudiados por la geometría Euclidiana. (Ver figuras 1.1 y 1.2)

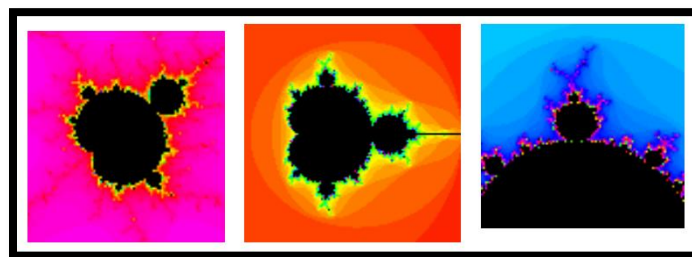


Figura 1.1.- Conjunto de Mandelbrot, uno de los fractales más famosos. (Salvador, 2015)

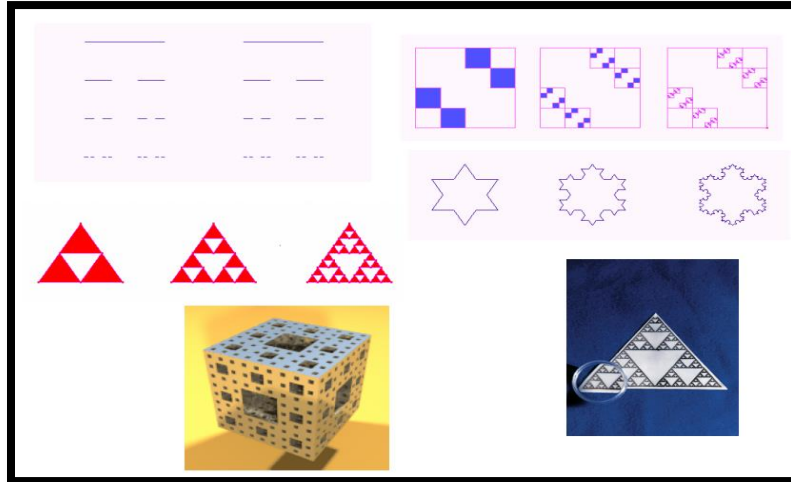


Figura 1.2.- Ejemplos de conjuntos fractales (Salvador, 2015)

El estudio de los fractales es caracterizado por la prevalencia de variables aleatorias, por lo tanto se puede establecer que  $\Pr(U > u) \propto u^{-\alpha}$ , en donde  $\Pr$  es la probabilidad de que el valor de la variable exceda a  $u$ , y  $\alpha$  es un exponente positivo (Lovejoy y Mandelbrot, 1984; Mandelbrot, 1972).

En la determinación de características de autosimilitud y fluctuaciones espacio-temporales en múltiples escalas para series de precipitación, se han utilizado diversas metodologías; entre ellas tenemos: el método de rango rescalado (R/S) (Hurst, 1951; Hurst 1956; Mandelbrot, 1972), conteo de caja (Lovejoy et al, 1987; Breslin y Belward, 1999), análisis multifractal de fluctuación sin tendencia (MF-DFA) (Movahed et al, 2006), método de ondoleta (Velasquez et al, 2013), espectro de potencia (Valdes-Cepeda et al, 2003), método de Higuchi (Kalauzi et al, 2009), análisis de fluctuación sin tendencia (DFA) (Yuval y Broday, 2010), fractal-multifractal (Huai-Hsien et al, 2013), Hurst-Kolmogorov (Koutsoyiannis et al, 2011), Flujo integrado fraccional (FIF) (Verrier et al, 2010), Superficie fractal Browniana (Tao y Barros, 2010) y dimensión de correlación ( $D_2$ ) (Capecchi et al, 2012). Debido a la aplicación de las metodologías anteriores, se ha encontrado que la precipitación posee características fractales (Venugopal et al, 1999; Amaro et al, 2004; Beran, 1994; Oñate, 1997; Peters et al, 2002; Schertzer et al, 2010; Turcotte, 1994; Lanza y Gallant, 2006; Hubert y Carbonnel, 1990); sin embargo, la distribución de las gotas de la misma en el espacio no posee esta característica dentro del cuerpo nuboso, y presenta diversas características fractales (Malinowki et al, 1993; Lovejoy y Schertzer, 2006; Lovejoy y Schertzer, 1990; Schertzer y Lovejoy, 1987; Hentschel y Procaccia, 1984; Lombardo et al, 2012). También se ha encontrado que el comportamiento fractal de la precipitación, tiene relación con las características fisiográficas del entorno, debido a que la precipitación observada en zonas con mayor altitud, presentan una tendencia antipersistente más fuerte que las registradas en altitudes bajas (Velasquez et al, 2013); así mismo, se puede establecer que la alta frecuencia de ceros en el análisis de series de tiempo es un factor importante a considerar, debido a que puede influenciar la estimación de los parámetros fractales y multifractales de la precipitación (Gires et al, 2012; Lopez-Lambraño, 2012; Verrier et al, 2010). La precipitación es una de las variables que se consideran cuando se analiza el impacto del cambio climático.

Para el estudio del cambio climático en el planeta, el indicador que se ha tomado como referencia es el aumento de la temperatura en años recientes, justificado como una consecuencia del efecto invernadero que provoca la emisión de estos gases; razón por la cual es una variable ampliamente estudiada (Bodri, y Cermak, 1997; Bodri et al, 2001; Cermak y Bodri, 2001; Zhang et al, 2014; Sirangelo y Ferrari, 2014; Ceccato et al,

2010; Hansen et al, 2011; Meng et al, 2012; Crowley, 2000; Liverman y O'Brien, 1991). De igual manera que la precipitación, la temperatura es una variable que no presenta un comportamiento lineal en el tiempo ni en el espacio (Bartos y Janosi, 2006; Bodri y Cermak, 1997; Bodri et al, 2001), y también en la determinación de características de autosimilitud y fluctuaciones se utilizan los fundamentos de la geometría fractal (Maofei et al, 2009; Rangarajan y Sant, 2004; Bodri, 1993, Lovejoy y Schertzer, 1985). Los métodos fractales y multifractales aplicados para su estudio son los mismos que se utilizan para la precipitación.

Se ha encontrado que la temperatura muestra comportamiento no estacionario para periodos de corto plazo que es posible expresar en función de una ley de potencia (Koscielny-Bunde et al 1998; Monetti et al, 2003) y puede cuantificarse con la función de autocorrelación (Box et al, 1994; Malamud y Turcotte, 1999); además, a mayor distancia del ecuador se encuentre la zona de estudio, menor será su exponente de correlación (Kiraly, y I.M. Janosi, 2005). Así mismo la memoria de las series de temperatura disminuye en función de la altitud (Bodri y Cermak, 1998; Ferguson y Messier, 1996), y existe una relación entre la temperatura del aire y la dimensión fractal obtenida (Kovalenko, 2012).

Otros componentes atmosféricos han sido analizados mediante enfoques fractales, tales como viento, humedad, nubosidad e incluso ciclones (Feng, 2009; Jimenez-Hornero et al, 2011; Chang et al, 2012; Liu et al, 2014; Brinkhoff et al, 2014; Luo et al, 2014; Yin y Zhang, 2014; Zhang et al, 2014).

Finalmente, la teoría multifractal se ha manifestado como una herramienta útil para encontrar la relación entre los diferentes momentos de la intensidad de la lluvia y temperatura en relación con la escala de tiempo. La multifractalidad como teoría para completar la descripción de series temporales de precipitación y temperatura ha sido una teoría ampliamente estudiada en las últimas décadas. (Hubert, 2001; Gires et al, 2013; Deidda, 2006; Lovejoy y Schertzer, 2006; Hubert y Carbonnel, 1990; Cortis et al, 2009; Yonghe et al, 2012; Garcia-Marin et al, 2008; Svensson et al, 2010; Lin y Fu, 2008; Calenda et al, 2005; Gires et al, 2012; Lima y Grasman, 1999; Royer et al, 2008; Olsson y Niemczynowicz, 1995; Jimenez-Hornero et al, 2008; Kiely e Ivanova, 1999; Kantelhardt et al, 2003; Douglas y Barros, 2003; Tessier et al, 1994; Mazzarela y Tranfaglia, 2000; Ashkenazy et al, 2003; Guangxing y Zuntao, 2008; Naming et al, 2013; Schmitt et al, 1996; Malinowski y Leclerc, 1994; Kovalenko y Gaidukova, 2011; Yang et al, 2011).

Dada la importancia de las investigaciones enfocadas a determinar las características de persistencia y estacionariedad de series de precipitación y temperatura, a continuación se presenta un compilado de estudios donde se determina la dimensión fractal de series de precipitación y temperatura, con el objetivo de mostrar de manera más clara el comportamiento de estas variables en diversos lugares del mundo, además de observar los efectos que brindan al análisis fractal los tipos de datos con los que se realiza la serie de tiempo, así como el método de determinación de la dimensión fractal de los eventos presentados (Tabla 1.1 y Tabla 1.2)

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Long term variability of the Danube River flow and its relation to precipitation and air temperature	2014	Szolgayova et al, Journal of Hydrology 519	Rio Danube, Rumania Hofkirchen Achleiten Kienstock Bratislava	Precipitación mensual desde 1901- 2006	Dfb: El clima es frío y templado. Hay precipitaciones durante todo el año en Ulm. Precipitación: 717 mm/año	Método de ondoleta	0.56 0.51 0.51 0.5	1.44 1.49 1.49 1.5
Multifractal analyses of daily rainfall time series in Pearl River basin of China	2014	Zu-Guo et al, Physica A 405	Hong Kong, China	Precipitación diaria desde 1960- 2005	Cfa: El clima es templado y cálido. Hay precipitaciones durante todo el año. Precipitación promedio: 2152 mm/año	Método multifractal de fluctuación sin tendencia (MF-DFA)	0.58	1.42
The use of copula functions for predictive analysis of correlations between extreme storm tides	2014	Domino et al, Physica A 413	Océano Báltico Kolobrzeg Swinoujscie Sassnitz Warnemunde	Precipitación de 5 tormentas extremas	Dfb: El clima es frío y templado. Hay precipitaciones durante todo el año en Ulm. Precipitación: 527 mm/año	Método multifractal de fluctuación sin tendencia (MF-DFA)	0.45 0.61 0.58 0.64	1.55 1.39 1.42 1.46
Forecasting conditional climate-change using a hybrid approach	2014	Akbari y Friedel, Environmental Modelling Software 52	Arizona California Colorado Nevada Nuevo México Utah	Precipitación diaria	Varias	Método de conteo de caja (Box counting)	0.94 0.97 0.97 0.98 0.96 0.98	1.06 1.03 1.03 1.02 1.04 1.02

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal(continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
An effective inversion strategy for fractal-multifractal encoding of a storm in Boston	2013	H. Huai-Hsien et al, <i>Journal of Hydrology</i> <b>496</b>	Boston, Massachusetts, USA	Precipitación de tormenta en Boston	(Cfa) Entre el continental húmedo y subtropical húmedo. Veranos cálidos, inviernos fríos. Precipitación: 1122 mm/año	Método Fractal-Multifractal (original) FM-Wire FM-Leaf FM-No Linear FM-Marginal	0.56 0.52 0.3 0.43 0.31	1.44 1.48 1.7 1.57 1.69
Investigation of the fractal dimension of rainfall occurrence in a semi-arid Mediterranean climate.	2013	H. Ghanmi, Z. Bargaoui, y C. Mallet. <i>Hydrological Sciences Journal</i> <b>58</b>	Túnez	Precipitación diaria de 1873 a 2009	(Csa) Clima es templado, con inviernos suaves, lluviosos, veranos calurosos y secos. Precipitación: 448 mm/año	Conteo de caja	0.9	1.1
Scaling properties of rainfall and desert dust in the Canary Islands	2013	I. Peñate <i>et al</i> , <i>Nonlin. Processes Geophys</i> <b>20</b>	Islas Canarias	Precipitación anual de 22 años, de 1989-2010.	(BSh): subtropical oceánico, con temperaturas mitigadas todo el año por el mar y en verano por los vientos alisios. Precipitación: 900 mm/año	Conteo de caja	0.45	1.55

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características	Método	Hurst	D. fractal
			Zacatecas, México					
			Agua Nueva				0.04	1.96
			Camacho				0.02	1.98
			Cañitas				0.02	1.98
			Cedros				0.03	1.97
			Coapas				0.05	1.95
			Concepción del Oro				0.1	1.9
			Chalchihuites				0.09	1.91
			El platanito				0.15	1.85
			El Sauz				0.12	1.88
Spatial Variability of the Hurst Exponent for the Daily Scale Rainfall Series in the State of Zacatecas, Mexico	2013	M.A. Velásquez. <i>American Meteorological Society</i>	La Florida	Precipitación diaria de 1963 a 2003	(BSk) La zona norte es caracterizada por el clima seco desértico. La zona centro tiene climas semidesértico y templado semidesértico Precipitación: 431mm/año	Método de Ondoletas	0.22	1.78
			La villita				0.3	1.7
			Jimenez de Teul				0.11	1.89
			Juan Aldama				0.1	1.9
			Juchipila				0.22	1.78
			Monte Escobedo				0.19	1.81
			Nieves				0.08	1.92
			Ojocaliente				0.07	1.93
			Pinos				0.05	1.95
			Sain Alto				0.04	1.96
			Tecomate				0.25	1.75
			Trancoso				0.12	1.88
			Tlaltenango				0.21	1.79
			Villa de Cos				0.02	1.98

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características	Método	Hurst	D. fractal
				Precipitación de 1957 a 2001.			0.38	1.62
				-Registro de 50 años				
				-Para décadas con momento de orden 10, 100 ventanas				
				1951-1961			0.37	1.63
				1961-1971			0.44	1.56
				1971-1981			0.36	1.64
				1981-1991			0.33	1.67
				1991-2001			0.37	1.63
				-Para décadas con momento de orden 6, 100 ventanas				
				1951-1961			0.42	1.58
				1961-1971			0.47	1.53
Análisis		A. López	Presa	1971-1981	(Csa) Clima	Análisis de	0.42	1.58
Multifractal		Lambraño	Centenario,	1981-1991	semiárido y	fluctuación	0.39	1.61
y	2012	Tesis de	Querétaro,	1991-2001	templado	sin	0.42	1.58
Modelación		Doctorado	México	-Para décadas con momento de orden 10, 50 ventanas	Precipitación:	tendencia		
de		UAQ.		1951-1961	823 mm/año	multifractal		
Precipitación				1961-1971		(MF-DFA)	0.34	1.66
				1971-1981			0.39	1.61
				1981-1991			0.41	1.59
				1991-2001			0.42	1.58
				-Para décadas con momento de orden 6, 50 ventanas			0.37	1.63
				1951-1961			0.38	1.62
				1961-1971			0.43	1.57
				1971-1981			0.48	1.52
				1981-1991			0.45	1.55
				1991-2001			0.41	1.59

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal	
Closing the loop with fractal interpolating functions for geophysical encoding	2012	H. Huai-Hsien et al <i>Fractals</i> <b>20</b>	Iowa, Unidos	Estados Unidos	Precipitación medida cada 2 minutos= 256 datos	(Cfa): Continental húmedo Precipitación: 1451 mm/año	Fractal-Multifractal	0.67	1.33
Fractal characterization of rain-gauge networks and precipitations: an application in Central Italy	2011	V. Capecchi et al, <i>Atmospheric and Oceanic Physics</i> , <b>1-6</b>	Toscana Central	, Italia	Precipitación diaria	(Cfa)Lluvioso y severo en el interior, con considerables fluctuaciones de temperatura entre el invierno y el verano.  Precipitación: 747mm/año	Método de D2	0.25	1.85
Two-dimensional Hurst–Kolmogorov process and its application to rainfall fields	2011	D. Koutsoyiannis, A. Paschalis A. y N. Theodoratos, <i>Journal of Hydrology</i> <b>398</b>	Océano norte de Zelanda	Pacifico, Nueva Zelanda	Precipitación horaria del 13 al 16 julio de 2005	(Cfb): El clima en todo el país es templado, principalmente oceánico.  Precipitación: 640 mm/año	Hurst-Kolmogorov	0.99	1.01
Fractal Dimension Analysis of Northeast Monsoon of Tamil Nadu	2011	T. Selvi, S. Selvaraj. <i>Universal Journal of Environmental Research and Technology</i> <b>1</b>	Tamil Nadu	, India	Precipitación del Monzón del Noreste de 1902 - 2008	(As): Tropical y estepario Precipitación: 1083 mm/año	R/S rango reescalado de Hurst	0.21	1.78

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Studying the Time Scale Dependence of Environmental Variables Predictability Using Fractal Analysis	2010	A. Yuval y D.M. Broday, <i>Environ. Sci. Technol.</i> <b>44</b>	Israel	Precipitación de cada 30 minutos para 10 años	(BWh) típico clima mediterráneo con veranos calurosos y secos, e inviernos fríos y lluviosos. Desértico cálido Precipitación: 476.6 mm/año	-Transformada de Ondoleta (CWT) -Análisis de fluctuaciones sin tendencia (DFA)	0.7	1.3
Multifractal analysis of African monsoon rain fields, taking into account the zero rain-rate problem	2010	S. Verrier <i>et al</i> , <i>Journal of Hydrology</i> <b>389</b>	Djougou, Benín	Precipitación de la campaña de tormentas Africana (African monsoon multidisciplinary analysis campaign (AMMA))	(Aw): cálido y húmedo Precipitación: 1039 mm/año	Fractionated flux (FIF). Modelo universal multifractal. Se usó un espectro pluviómetro (DBS) 1372 Mapas de radar 100 Mapas de radar DBS: Todos los datos DBS: 10 eventos de precipitación	0.21 0.4 0.55 0.62	1.79 1.6 1.45 1.38

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Comparison of fractal dimension oscillations and trends of rainfall data from Pastaza Province, Ecuador and Veneto, Italy	2009	A. Kalauzi <i>et al</i> , <i>Atmospheric Research</i> <b>93</b>	Provincia de Pastaza, Ecuador Véneto, Italia	Precipitación Mensual acumulada con 380 datos	Climas -Pastaza: (Af): Clima tropical típico -Véneto: (Cfa): Clima continental  Precipitación -Véneto: De 750 a 1100 mm/año - Pastaza: 3500 mm/año	Higuchi y diferencias consecutivas combinadas con transformada rápida de Fourier	0.075	1.925
Análisis fractal de la precipitación anual en el este de la Provincia de La Pampa , Argentina	2009	S.P. Pérez et al, <i>Revista de Climatología</i> <b>9</b>	La Pampa, Argentina	Precipitación Anual	(Csa): templado húmedo hacia el este y templado seco al oeste	Rango reescalado Hurst	0.94	1.06
			Alpachiri				0.86	1.14
			Bernardo Larroude				0.91	1.09
			Bernasconi				0.82	1.18
			Doblas				0.82	1.18
			Eduardo Castex				0.96	1.04
			General Pico				0.96	1.04
			Guatrache				0.97	1.03
			Lonquimay				0.93	1.07
Realico	0.91	1.09						
Santa Rosa	0.77	1.23						

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
			Arabia Saudita					
			<b>R/S Hurst</b>					
			Abha				0.71	1.29
			Al- Ahsa				0.63	1.37
			Al- Baha				0.67	1.33
			Makkah				0.6	1.4
			Al- Wajh		(BWh): Clima desértico con temperaturas extremadamente calientes durante el día y bruscos descensos por la noche, además de sus precipitaciones prácticamente nulas. También, por la influencia del clima subtropical, existen algunas variaciones en estos valores		0.59	1.41
			Arar				0.66	1.34
Study of Saudi Arabian climatic conditions using Hurst exponent and climatic predictability index	2009	S. Rehman, <i>Chaos, Solitons and Fractals</i> <b>39</b>	Dhahran	Precipitación diaria de 7 años			0.6	1.4
			Gizan			0.6	1.4	
			Nejran			0.6	1.4	
			Qaisumah			0.7	1.3	
			<b>Valor absoluto</b>					
			Abha			0.49	1.51	
			Al- Ahsa			0.2	1.8	
			Al- Baha			0.52	1.48	
			Makkah			0.5	1.5	
			Al- Wajh			0.61	1.39	
			Arar			0.6	1.4	
			Dhahran			0.5	1.5	
			Gizan			0.5	1.5	
			Nejran			0.6	1.4	
			Qaisumah			0.6	1.4	

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
The Effect of Rain- No Rain Intermittency on the Estimation of the Universal Multifractals Model Parameters	2009	L. Montera et al, <i>Journal of hydrometeorology</i> <b>10</b>	Paris, Francia.	Precipitación mensuales	Paris: (Cfb)Semicontinental	Multifractal utilizando: Fractionally Integrated Flux. Con 3 métodos: SIRTA, DEVEX, AMMA	0.421	1.579
			Iowa, USA.		Iowa: (Cfa) Continental húmedo		0.537	1.463
			Djougou, Benín		Precipitación: Paris: 867 mm/año Iowa: 1450 mm/año Djougou: 1039 mm/año		0.621	1.379
Multiple Time Scales Analysis of Precipitation in Hotan, China	2009	J. Lv et al, <i>Journal of Sustainable Development</i> <b>2</b>	Hotan, China	Precipitación Media anual de 1954 a 2003	(Dwa): Clima continental desértico, templado	Análisis de fluctuación sin tendencia. Método de ondoleta	0.596	1.404
					Precipitación: 645 mm/año		0.481	1.519
Using Fractal Downscaling of Satellite Precipitation Products for Hydrometeorological Applications	2009	K. Tao, y A. Barros. <i>Journal of Atmospheric and Oceanic Technology</i> 27	Región surcentro de Oklahoma, Estados Unidos	Precipitación de tormentas convectivas entre mayo y septiembre del 2007.	(Dfb): región templada, con las precipitaciones típicas de un clima continental Precipitación: 1420 mm/año	*Sistema de funciones iteradas; Superficie fractal Browniana	0.43	1.57

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Rainfall Variability over Mountainous and Adjacent Lake Areas: The Case of Lake Tana Basin at the Source of the Blue Nile River	2008	A.T. Haile et al, <i>Journal of applied meteorology and climatology</i> <b>48</b>	Rio Nilo Azul, Etiopia	Precipitación horaria	(Aw): Clima tropical con variación. Usualmente más frío que otras regiones cercanas al Ecuador. Precipitación: 1200 mm/año	Método de conteo de caja	0.42 a 0.5	1.5 a 1.58
Rescaled range analysis of pluviometric records in Sao Paulo State, Brazil	2008	L.R. Salomao, J.R. Campanha y H.M. Gupta, <i>Theor. Appl. Climatol.</i> <b>95</b>	Sao Paulo, Brasil	Precipitación diaria	(Csb): Subtropical con inviernos templados y veranos con temperaturas moderadamente altas. Precipitación: 1450 mm/año	Rango reescalado Hurst		
			Ubatuba				0.556	1.444
			Santos				0.556	1.444
			Cananeia				0.502	1.498
			Iguape				0.502	1.498
			Registro				0.502	1.498
			Presidente Prudente				0.431	1.569
			Rancharia				0.431	1.569
			Maracai				0.431	1.569
			Mirante do Parapanema				0.431	1.569
Sto. Anastacio	0.431	1.569						
Iepe	0.431	1.569						
Teodoro Sampaio	0.431	1.569						
Maraba Paulista	0.431	1.569						
Assis	0.431	1.569						

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Rescaled range analysis of pluviometric records in Sao Paulo State, Brazil	2008	L.R. Salomao, J.R. Campanha y H.M. Gupta, <i>Theor. Appl. Climatol.</i> <b>95</b>	S.J. dos Campos	Precipitación diaria	Subtropical con inviernos templados y veranos con temperaturas moderadamente altas	Rango reescalado Hurst	0.391	1.609
			Taubate				0.391	1.609
			Cachoeira Paulista				0.391	1.609
			Pinhalzinho				0.589	1.411
			Piracaia				0.589	1.411
			Campos do Jordao				0.589	1.411
			Monteiro Lobato				0.589	1.411
			Socorro				0.589	1.411
			Araras				0.446	1.554
			Pirassununga				0.446	1.554
			Rio Claro				0.446	1.554
			Ribeirao Prieto				0.446	1.554
			Barretos				0.446	1.554
			Igarapava				0.446	1.554
			Franca				0.446	1.554
			Jau				0.387	1.613
			Sta. Marria da Serra				0.387	1.613
			Campinas				0.387	1.613
			Avare				0.452	1.548
			Botucatu				0.452	1.548
Bauru	0.452	1.548						
Catanduva	0.452	1.548						
Aracatuba	0.435	1.565						
Echapora	0.435	1.565						
Pereria Barreto	0.435	1.565						

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Evaluation of Hurst exponent for precipitation time series	2007	A. Barbulescu, C. Serban y C. Maftei, <i>Latest Trends on Computers 2</i>	Dobrudja, Rumania	Precipitación anual de 10 series entre 1965 y 2005	(Cfb): El clima oscila entre templado y continental, según la región del país.	Rango reescalado de Hurst	0.7207	1.2793
			Adamclisi				0.9775	1.0225
			Cernavoda				0.9738	1.0262
			Constanta				0.9224	1.0776
			Corugea				0.8028	1.1972
			Harsova				0.9301	1.0699
			Jurilovca				0.8727	1.1273
Sulina	Precipitación: 400 a 1000 mm/año	0.7057	1.2943					

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas		Método	Hurst	D. fractal
					Clima	Mm/año de lluvia			
Chaos game characterization of temporal precipitation variability: Application to regionalization	2006	J.M. Gutiérrez, A. Galván y A.S. Cofiño, <i>Fractals</i> <b>14</b>	Cairns, Australia	Precipitación mensual	(Am) Cálido templado	2386	Conteo de caja	0.4	1.6
			Surigao, Filipinas		(Af) Tropical marítimo	3582		0.38	1.62
			Darwin, Australia		(As) Cálido templado	1694		0.41	1.59
			Alice Springs, Australia		(BSh) Cálido templado	286		0.56	1.44
			Muren, Mongolia		(Cfa) Continental	350		0.57	1.43
			Carnavon, Australia		(Af) Cálido templado	1136		0.58	1.42
			Astrahan, Rusia		(Dfb) Continental	460		0.61	1.39
			Milán, Italia		(Cfa) Lluvioso	912		0.49	1.51
			Paris, Francia		(Cfb) Semicontinental	867		0.57	1.43
			Madrid, España		(Csa) Mediterráneo	636		0.55	1.45
			Porto, Portugal		(Csb) Mediterráneo	854		0.45	1.55
			Des Moines, USA		(Dfa) Continental húmedo	715		0.52	1.48
			Moscú, Rusia		(Dfb) Continental	707		0.53	1.47
			Aleks-Sahalinskij, Rusia		(Dfb) Continental	460		0.56	1.44
			Kamenskoe, Rusia		(Dfb) Continental	460		0.57	1.43
			Inchon, Corea		(Dwa) Subtropical	1274		0.52	1.48
			Vladivostok, Rusia		(Dfb) Continental	724		0.54	1.46
			Magadan, Rusia		(Dfb) Continental	497		0.55	1.45
Verkhoyansk, Rusia	(Dfb) Continental	460	0.59	1.41					
Barrow, Alaska	(ET) Ártico	537	0.61	1.39					
Davis, Antártica	(ET) Ártico	520	0.61	1.39					

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
			Botsuana					
			<b>Sin filtrar</b>					
			<b>Unshuffled</b>					
			Tsabong		(Csa) Clima semiárido con lluvia muy escasa.		0.71	1.29
			Tshane		Pero su localización en una alta latitud le brinda un clima subtropical. La temporada de sequía es de abril hasta octubre. El sur del país cuenta con vientos fríos en el invierno		0.75	1.25
			Gantsi				0.83	1.17
			Maun				0.85	1.15
			Kasane				0.92	1.08
Periodicities and scaling parameters of daily rainfall	2005	X. Zhou, N. Persaud y H. Wang, <i>Ecological Modelling</i> <b>182</b>	Francistown	Precipitaciones diarias		Rango reescalado Hurst	0.82	1.18
			Mahalapye				0.78	1.22
			Gaborone				0.81	1.19
			<b>Shuffled</b>					
			Tsabong				0.55	1.45
			Tshane				0.55	1.45
			Gantsi				0.54	1.46
			Maun				0.51	1.49
			Kasane				0.54	1.46
			Francistown		Precipitación: 457mm/año		0.51	1.49
			Mahalapye				0.52	1.48
			Gaborone				0.53	1.47

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Periodicities and scaling parameters of daily rainfall	2005	X. Zhou, N. Persaud y H. Wang, <i>Ecological Modelling</i> <b>182</b>	Botsuana	Precipitaciones diarias	(Csa) Clima semiárido con lluvia muy escasa. Pero su localización en una alta latitud le brinda un clima subtropical. La temporada de sequía es de abril hasta octubre. El sur del país cuenta con vientos fríos en el invierno Precipitación: 457mm/año	Rango reescalado Hurst		
			<b>Filtradas</b>					
			<b>Unshuffled</b>					
			Tsabong				0.5	1.5
			Tshane				0.52	1.48
			Gantsi				0.5	1.5
			Maun				0.5	1.5
			Kasane				0.46	1.54
			Francistown				0.48	1.52
			Mahalapye				0.47	1.53
			Gaborone				0.53	1.47
			<b>Shuffled</b>					
			Tsabong				0.53	1.47
			Tshane				0.55	1.45
Gantsi	0.53	1.47						
Maun	0.51	1.49						
Kasane	0.53	1.47						
Francistown	0.52	1.48						
Mahalapye	0.53	1.47						
Gaborone	0.52	1.48						

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Aplicación del análisis R/S Hurst para estudiar las propiedades fractales de la precipitación en Venezuela	2004	I.R. Amaro, J.R. Demey y R. Macchiavelli, <i>Interciencia</i> <b>29</b>	Venezuela	Precipitación anual de 1921 a 2000	(As) La variedad climática es representada por las temporadas de lluvia y sequía, presentando en altas y variadas formas, como la gran cantidad de lluvias por las altas temperaturas que causan una fuerte evaporación. Precipitación: 644mm/año	Rango reescalado Hurst		
			-Barcelona				0.558	1.442
			-				0.7217	1.2783
			Barquisimeto				0.4778	1.5222
			-Cd. Bolivar				0.6828	1.3172
			-Maturín				0.7137	1.2863
			-Mérida				0.7046	1.2954
			-Trujillo					

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Temporal and spatial persistence in rainfall records from Northeast Brazil and Galicia (Spain)	2003	J.G.V. Miranda, <i>Theor. Appl. Climatol.</i> <b>77</b>	Noreste de Brasil y Galicia, España	Precipitación diarios	-Noreste de Brasil: (As) Subtropical, precipitación: 1450 mm/año	Rango reescalado Hurst	0.7	1.3
					-Galicia, España: (Csb) clima mediterráneo, precipitación: 524 mm/año		0.85	1.15
Revisiting Multifractality in Rainfall Fields	2002	L. Ferraris <i>et al</i> , <i>Journal of hydrometeorology</i> <b>4</b>	Océano Atlántico desde África Sudamérica	Campo de precipitación	de climas marítimos moderados y sin variaciones estacionales extremas	Conteo de caja	de 0.25	1.75
					Precipitación: variada			

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Fractal Characterization of Geophysical Measuring Networks and its Implication for an Optimal Location of Additional Stations: An Application to a Rain-Gauge Network	2000	A. Mazzearella, y G. Tranfaglia <i>Theor. Appl. Climatol.</i> <b>65</b>	Nápoles, Italia	Precipitación de red de estaciones climatológicas de la zona, con datos históricos	(Csa) clima mediterráneo Precipitación: mm/año	Conteo de 894 caja		
			Ovindoli				0.1598	1.8402
			Villavallelonga				0.1578	1.8422
			Pontecorvo				0.1532	1.8468
			Letino				0.1572	1.8428
			Castelfranco in Miscano				0.1511	1.8489
			Vitulano				0.1454	1.8546
			Pontecasalduni				0.1446	1.8554
			S. Andrea del Pizzone				0.1433	1.8567
			Monte Terminio				0.1389	1.8611
			Volturara				0.137	1.863
			Irpina				0.1328	1.8672
			Durazzano				0.1294	1.8706
			Melizzano				0.1293	1.8707
			Nola				0.1292	1.8708
			Aversa				0.1275	1.8725
			Cancello				0.1273	1.8727
			Villa Literino				0.1238	1.8762
			Castelcivita				0.1223	1.8777
			Castelgrande				0.1176	1.8824
Foce Sele	0.1168	1.8832						
S. Castrese	0.1137	1.8863						
S. Apollinare	0.1125	1.8875						
Amorosi	0.1108	1.8892						
Contursi								

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Fractal dimensions for rainfall time series	1999	M.C. Breslin y J.A. Belward, <i>Math Comput Simulat</i> <b>48</b>	Queensland, Australia	Precipitación mensual total de 52 estaciones (1200 valores)	(As) Escasez de lluvias y veranos calurosos al oeste. Monzón a clima templado en el extremo norte. Cálido a lo largo de la franja costera. Precipitación: 961mm/año	Conteo de caja, Rango R/S Hurst, Variación, Comparación numérica de métodos	0.4 a 0.65	1.35 a 1.60
Fractal analysis of climatic data: annual precipitation records in Spain	1997	J. J. Oñate. <i>Theoretical &amp; Applied Climatology</i> <b>56</b>	España	Precipitación anual de 1901-1989.	(Csa) clima mediterráneo, variaciones de temperatura entre el litoral costero, con un clima suave, templado en invierno y muy caluroso en verano	Rango reescalado de Hurst		
			Albacete				0.7	1.3
			Alicante				0.71	1.29
			Badajoz				0.79	1.21
			Huesca				0.7	1.3
			Jaen				0.56	1.44
			La Coruña				0.8	1.2
			Salamanca				0.68	1.32
			San Fernando				0.59	1.41
San Sebastian	0.64	1.36						
Soria	0.68	1.32						

**TABLA 1.1. Compilado de investigaciones mundiales de precipitación aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Fractal characterization of the South Australian gravity station network	1990	G. Korvin, M. Boyd, y R. O'Dowd <i>Geophys. J. Int.</i> <b>100</b>	Adelaide, Australia	Precipitación de la red de estaciones de Australia	(BSk) clima mediterráneo caluroso que por lo general significa que goza de un clima suave, con inviernos húmedos y veranos calurosos y secos Precipitación: 536 mm/año	Correlación de conjunto de datos puntuales	0.6	1.4
Fractal Characterization of inhomogeneous geophysical measuring records	1986	S. Lovejoy, Schertzer, D., y Ladoy P. <i>Nature</i> <b>319</b>	Global	Precipitación de la red de estaciones meteorológicas global	NA	Datos diarios	0.25	1.75
Fractal properties of rain, and a fractal model	1985	S. Lovejoy, y B. Mandelbrot <i>Tellus</i> <b>37A</b>	Montreal, España	Precipitación de cada 5 minutos	(Cfb) Clima mediterráneo, variaciones de temperatura entre el litoral costero, con un clima suave, templado en invierno y muy caluroso en verano Precipitación: 524 mm/año	R/S rango reescalado de Hurst	0.6	1.4

**TABLA 1.2. Compilado de investigaciones mundiales de temperatura aplicando geometría fractal**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Long term variability of the Danube River flow and its relation to precipitation and air temperature	2014	Szolgayova et al, Journal of Hydrology 519	Rio Danube, Rumania	Temperaturas mensuales desde 1901- 2006	Dfb: El clima es frío y templado. Hay precipitaciones durante todo el año en Ulm. Temperatura promedio: 8.7°C	Método de ondaleta	0.65	1.35
			Hofkirchen				0.65	1.35
			Achleiten				0.65	1.35
			Kienstock				0.65	1.35
			Bratislava				0.65	1.35
Forecasting conditional climate-change using a hybrid approach	2014	Akbari y Friedel, Environmental Modelling & Software 52	Arizona	Temperatura diaria Variada		Método de conteo de caja (Box counting)	0.6	1.4
			California				0.66	1.34
			Colorado				0.57	1.43
			Nevada				0.6	1.4
			Nuevo México				0.56	1.44
Utah	0.6	1.4						

**TABLA 1.2. Compilado de investigaciones mundiales de temperatura aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Daily extreme temperature multifractals in Catalonia (NE Spain)	2014	A. Burgueño, X. Lanab, C. Serrab, y M. D. Martínez	Cataluña, España	Datos de temperaturas extremas máximas y mínimas de 1950 a 2004	(Cfb) Clima mediterráneo, templado en invierno y muy caluroso en verano; el interior tiene un clima continental mediterráneo, con inviernos fríos y veranos muy calurosos	Análisis de fluctuación sin tendencia multifractal (MF-DFA)	0.602	1.398
		<i>Physics Letters A 378</i>		Temperaturas Máximas	Promedio: 10.5 °C		0.505	1.495
				Temperaturas Mínimas				
Análisis multifractal y modelación de precipitación	2012	A. López Lambráño, Tesis de Doctorado, Doctorado, UAQ	Presa Centenario, Querétaro, México	Temperaturas diarias de 1957 a 2001	(Csa) Clima semiárido	Análisis de fluctuación sin tendencia multifractal (MF-DFA)	0.44	1.56
The Investigation of Mashhad's Heat Island by using Satellite Images and Fractal Theory (Box Counting Method)	2011	A. Mianabadi, y Farid, Alireza	Mashad, Irán	Datos de temperaturas máximas y mínimas de 1992-2002	(BSk) Veranos moderados e inviernos muy fríos, Semiárido. Temp. Promedio: 21.1 C	Conteo de caja	0.65	1.35
		<i>International Journal of Applied Environmental Sciences 6</i>						

**TABLA 1.2. Compilado de investigaciones mundiales de temperatura aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
<b>Arabia Saudita</b>								
<b>R/S Hurst</b>								
			Abha				0.34	1.66
			Al- Ahsa				0.4	1.6
			Al- Baha				0.33	1.67
			Makkah				0.4	1.6
			Al- Wajh				0.6	1.4
			Arar		(BWh) Clima desértico con		0.48	1.52
			Dhahran		temperaturas extremadamente		0.4	1.6
			Gizan		calientes durante el día y bruscos		0.23	1.77
Study of Saudi Arabian climatic conditions using Hurst	2009	S. Rehman, <i>Chaos, Solitons and Fractals</i> <b>39</b>	Nejran	Temperaturas diarias de 7 años	descensos por la noche, además de sus precipitaciones prácticamente nulas.	Rango reescalado Hurst	0.4	1.6
			Qaisumah		También, por la influencia del clima subtropical, existen algunas variaciones en estos valores		0.45	1.55
<b>Valor absoluto</b>								
			Abha		Temperatura promedio diaria: 26.6 °C		0.64	1.36
			Al- Ahsa					
			Al- Baha					
			Makkah				0.58	1.42
			Al- Wajh				0.61	1.39
			Arar				0.4	1.6
			Dhahran				0.97	1.03
			Gizan				0.42	1.58
			Nejran				0.5	1.5
			Qaisumah				0.5	1.5

**TABLA 1.2. Compilado de investigaciones mundiales de temperatura aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal
Mapas de Tendencia y Dimensión Fractal de Temperaturas Extremas y Evaporación en Nuevo León	2009	S. Herrera et al, <i>XXX Ciclo de Seminarios de Posgrado e Investigación</i>	Nuevo León, México	Datos de temperatura mensual extrema máxima y mínima de 30 estaciones -Temperaturas máximas -Temperaturas mínimas	(BSh) El clima de Nuevo León es en su mayor parte estepario semiseco y las lluvias son comunes entre mayo y septiembre. Temperatura promedio: 23°C	Análisis de la densidad de espectro potencial de series de tiempo	0.201 a 0.6	1.4 a 1.709
							0.374 a 0.582	1.418 a 1.626
Multifractal analysis of temperature time series: Data from Boreholes in Kamchatka	2005	L. Bodri y V. Cermak, <i>Fractals 13</i>	Kamchatka, Rusia	Temperatura de 2 series de cada 5 segundos por 2 semanas(230,000 datos)	(Dfc) Clima continental Temperatura promedio: -1°C	Rango reescalado Hurst	0.18 a 0.2	1.8 a 1.82
Fractality of monthly extreme minimum temperature	2003	Valdez-Cepeda, R., <i>et al. Fractals 11</i>	Guanajuato, México	Temperaturas mínimas mensuales de 1985 a 1997	(Csa) El clima semiseco corresponde en general a la zona del altiplano; el templado, a las partes medias y altas de las serranías y el semicálido Temp. Promedio: 20 °C	Espectro de potencia	0.514	1.486
Climate change, the Hurst phenomenon, and hydrological statistics	2003	Koutsoyiannis, D. <i>Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques, 48</i>	Paris, Francia	Temperatura por temporadas	(Cfb) Oceánico Semicontinental Temperatura promedio: 11.5°C	Rango reescalado de Hurst	0.79	1.21

**TABLA 1.2. Compilado de investigaciones mundiales de temperatura aplicando geometría fractal (continuación)**

Artículo	Año	Autor	Región	Registro	Características climatológicas	Método	Hurst	D. fractal	
Signal procedding methods in analyzing of spatial-temporal climate data	2003	Reljin, B., Reljin, I., y Jovanovic, G. Conference: Signals, Circuits and Systems	Belgrado, Serbia	Temperaturas promedio mensuales de 1951-1998	(Cfa) Continental temperado. Temp. Promedio: 12.5 °C	R/S reescalado de Hurst	0.64	1.36	
Ecological implications of a latitudinal gradient in inter-annual climatic variability: a test using fractal and chaos theories	1996	S. Ferguson y F. Messier. <i>Ecography</i> <b>19</b>	Canadá	Temperatura anuales de 29 a 34 años.	(Dfb) Los inviernos pueden ser duros en muchas regiones del país, especialmente en las provincias del interior y en las praderas, donde se experimenta un clima continental	Rango reescalado de Hurst	Alert	0.802	1.198
			Eureka				0.94	1.06	
			Resolute				0.715	1.285	
			Clyde				0.951	1.049	
			Hall Beach				0.789	1.211	
			Iqalut				0.912	1.088	
			Churchill				0.762	1.238	
			Inukjuak				0.969	1.031	
			Kuujjuaq				0.99	1.01	
			Kuujjuaraprk				0.957	1.043	
Goose Bay	0.888	1.112							
Thunder Bay	0.551	1.449							
Fractal Analysis of Climatic Data: Mean Annual Temperature Records in Hungary	1994	L. Bodri, Theor. <i>Appl. Climatol.</i> <b>49</b>	Hungría	Temperaturas medias anuales de 1901 a 1991	(Dfb) Continental, con inviernos fríos, veranos cálidos, precipitaciones medias.	Rango reescalado Hurst	Baja	0.8	1.2
			Debrecen				0.74	1.26	
			Kecskemet				0.75	1.25	
			Keszthely				0.81	1.19	
			Mosonmagyarovar				0.77	1.23	
			Szombathely				0.77	1.23	
			Zalaegerszeg				0.72	1.28	

## 1.2 Justificación

La escasa utilización de la modelación espacial de variables hidrológicas dentro de los modelos de predicción y pronóstico, es un campo de investigación y de innovación que debe ser explotado y desarrollado por la hidrología moderna. El desconocimiento de la formación de las regiones hidrológicamente homogéneas está relacionado con la incomprensión del significado de las características fisiográficas de una región que pueden ser utilizadas para formar grupos o para ser utilizadas en procedimientos multivariados complejos. Debido a esto, se plantea la utilización de geometría fractal aplicada a las series de tiempo de precipitación y temperatura, con el objetivo de comprender el comportamiento de estas variables a detalle, ampliando el panorama al estudio del cambio climático en Baja California.

## 1.3 Descripción del problema

Actualmente, se utilizan modelos de predicción de variables climatológicas que dependen de las características estocásticas de las series de tiempo analizadas, lo cual conlleva a pronósticos que en muchas ocasiones no son acertados. Se requiere de un enfoque que contemple la estructura de las series y sea capaz de describir a detalle características de persistencia y estacionariedad de la precipitación y la temperatura.

Los fenómenos que ocurren en la naturaleza, tales como precipitación y temperatura, no presentan características fáciles de describir utilizando métodos estocásticos; sino que se ha encontrado que son descritos más a detalle utilizando los conceptos de autosimilitud y autoafinidad, los cuales son la base de la geometría fractal. Así mismo, no se ha analizado a detalle la relación de la estructura de las series de precipitación y temperatura con el comportamiento climático y fisiográfico mediante enfoques espacio-temporales, lo cual es una necesidad al momento de analizar variables como la precipitación y temperatura, que evolucionan tanto en el tiempo como el espacio.

Baja California, al ser un estado con alta variabilidad climática, es una región adecuada para analizar la evolución espacio-temporal de precipitación y temperatura en relación con las condiciones climáticas de la misma.

## 1.4 Objetivos

### Objetivo general

Evaluar la relación de las variables climáticas precipitación, temperatura y fisiográfica altitud; con las características de tendencia, persistencia y aleatoriedad de las series de precipitación y temperatura diarias registradas en el estado de Baja California.

### Objetivos particulares

- Generación de mapas espaciales de la clasificación climática, precipitación promedio anual, temperatura promedio anual, temperatura máxima promedio anual, temperatura mínima promedio anual y altitud de Baja California para desarrollar un análisis de las relaciones entre sí.
- Realizar un análisis estadístico general de las series de precipitación y temperatura en Baja California, para evaluar la estacionariedad y tendencia por medio de los momentos estadísticos y los gradientes de las series de tiempo.
- Determinar el exponente de Hurst y la dimensión fractal de las series de tiempo de precipitación y temperatura de las estaciones climatológicas con registro mayor a 30 años en Baja California, para evaluar la persistencia y estacionariedad de las series de tiempo.

- Generar mapas espacio-temporales del exponente de Hurst y la dimensión fractal de las series de tiempo analizadas, para analizar la su espacialización y ser comparadas con los mapas espaciales de clasificación climática, precipitación promedio anual, temperatura promedio anual, temperatura máxima promedio anual, temperatura mínima promedio anual y altitud.
- Desarrollar análisis de correlación lineal, logarítmico, potencial, polinomial de segundo grado, polinomial de tercer grado y lineal múltiple de los valores del exponente de Hurst de las series de precipitación y temperatura con respecto a la precipitación promedio anual, temperatura promedio anual, altitud, latitud y longitud de las estaciones analizadas; para evaluar la influencia que presentan las variables climáticas y fisiográficas anteriores sobre los valores del exponente de Hurst.
- Comparar los resultados obtenidos con investigaciones en otras regiones del mundo para determinar patrones de comportamiento similares.

## **1.5 Hipótesis**

Las variables climáticas y fisiográficas, tales como precipitación promedio anual, temperatura promedio anual y altitud; poseen influencia sobre las características de persistencia, estacionariedad y tendencia de las series de precipitación y temperatura registradas en el estado de Baja California.

## **Capítulo II: Estadística descriptiva**

En este capítulo se presenta la fundamentación teórica relacionada con el aspecto estadístico de la investigación desarrollada. Tales como momentos estadísticos y regresiones.

### **2.1 Fundamentación teórica de momentos estadísticos**

#### **2.1.1 Media**

Se define como:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i \quad (1)$$

Donde  $n$  es el número de datos totales. El promedio o media sirve como una medida para determinar el valor promedio de todos los valores analizados. Sin embargo está influenciada por datos atípicos. (Mendenhall et al, 2009)

#### **2.1.2 Mediana**

En el ámbito de la estadística, la mediana representa el valor de la variable de posición central en un conjunto de datos ordenados. El procedimiento consiste en agrupar los datos en orden, para posteriormente seleccionar el valor central de todos los datos. (Mendenhall et al, 2009)

Si el número total de datos es un número par, la mediana será:

$$x = \frac{(x_{n/2} + x_{n/2+1})}{2} \quad (2)$$

Si el número total de datos es un número impar, la posición de la mediana será el valor:

$$x = \frac{(n+1)}{2} \quad (3)$$

La mediana usualmente es más confiable que la media, ya que al contrario de la media, no se ve influenciada por valores atípicos.

#### **2.1.3 Moda**

La moda es el valor con mayor frecuencia en un grupo de datos. Da una idea general del valor que tiene más probabilidad de aparecer en un registro. (Mendenhall et al, 2009)

### 2.1.4 Desviación estándar

La desviación típica es una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio. Dicho de otra manera, la desviación estándar es simplemente el “promedio” o variación esperada con respecto a la media aritmética. Se calcula mediante:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4)$$

Donde  $\bar{x}$  es la media y  $n$  es el número de datos totales. (Mendenhall et al, 2009)

### 2.1.5 Varianza

La varianza de una variable aleatoria es una medida de dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media. (Mendenhall et al, 2009)

Está medida en unidades distintas de las de la variable. Por ejemplo, si la variable mide una distancia en metros, la varianza se expresa en metros al cuadrado. La desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza, es una medida de dispersión alternativa expresada en las mismas unidades de los datos de la variable objeto de estudio. La varianza tiene como valor mínimo 0.

Hay que tener en cuenta que la varianza puede verse muy influenciada por los valores atípicos y no se aconseja su uso cuando las distribuciones de las variables aleatorias tienen colas pesadas. Se calcula como:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (5)$$

### 2.1.6 Coeficiente de Asimetría

Las medidas de asimetría son indicadores que permiten establecer el grado de simetría (o asimetría) que presenta una distribución de probabilidad de una variable aleatoria sin tener que hacer su representación gráfica.

Como eje de simetría consideramos una recta paralela al eje de ordenadas que pasa por la media de la distribución. Si una distribución es simétrica, existe el mismo número de valores a la derecha que a la izquierda de la media, por tanto, el mismo número de desviaciones con signo positivo que con signo negativo. Decimos que hay asimetría positiva (o a la derecha) si la “cola” a la derecha de la media es más larga que la de la izquierda, es decir, si hay valores más separados de la media a la derecha. Diremos que hay asimetría negativa (o a la izquierda) si la “cola” a la izquierda de la media es más larga que la de la derecha, es decir, si hay valores más separados de la media a la izquierda (Mendenhall et al, 2009)

En teoría de la probabilidad y estadística, la medida de asimetría más utilizada parte del uso del tercer momento estándar. La razón de esto es que nos interesa mantener el signo de las desviaciones con respecto a la media, para obtener si son mayores las que ocurren a la derecha de la media que las de la izquierda. Sin embargo, no es buena idea tomar el momento estándar con respecto a la media de orden 1. Debido a que una simple suma de todas las desviaciones siempre es cero. Se calcula como:

$$A_p = \frac{\mu - M}{\sigma} \quad (6)$$

Donde  $\mu$  es la media poblacional y  $\sigma$  la desviación estándar poblacional.

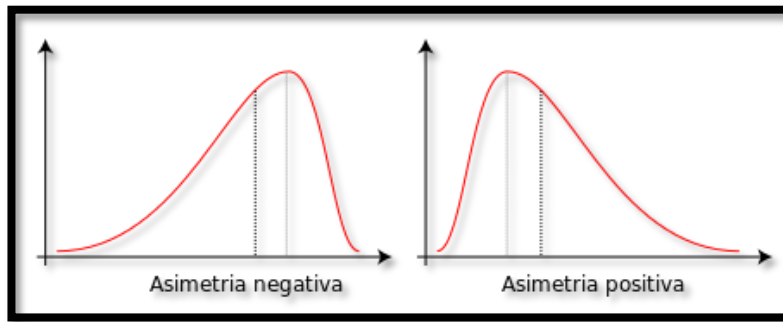


Figura 2.1.- Efectos de la asimetría positiva y negativa. (Mendenhall et al, 2009)

### 2.1.7 Curtosis

En teoría de la probabilidad y estadística, la curtosis es una medida de la forma. Así, las medidas de curtosis tratan de estudiar la proporción de la varianza que se explica por la combinación de datos extremos respecto a la media en contraposición con datos poco alejados de la misma. Una mayor curtosis implica una mayor concentración de datos muy cerca de la media de la distribución coexistiendo al mismo tiempo con una relativamente elevada frecuencia de datos muy alejados de la misma. Esto explica una forma de la distribución de frecuencias con colas muy elevadas y un con un centro muy apuntado. (Mendenhall et al, 2009)

Un coeficiente de apuntamiento o de curtosis es el basado en el cuarto momento con respecto a la media y se define como:

$$\beta_2 = \frac{\mu_4}{\sigma^4} \quad (7)$$

Donde  $\mu_4$  es el cuarto momento centrado o con respecto a la media.

No obstante, está más extendida la siguiente definición del coeficiente de curtosis:

$$g_2 = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3 \quad (8)$$

Donde al final se ha sustraído 3 (que es la curtosis de la Normal) con objeto de generar un coeficiente que valga 0 para la Normal y tome a ésta como referencia de apuntamiento:

Tomando, pues, la distribución normal como referencia (figura 2.2), una distribución puede ser:

- a) Más apuntada y con colas más anchas que la normal –leptocúrtica.
- b) Menos apuntada y con colas menos anchas que la normal- platicúrtica.
- c) La distribución normal es mesocúrtica.

Así pues:

- a) Si  $\beta_2 > 3, g_2 > 0$  es leptocurtica
- b) Si  $\beta_2 < 3, g_2 < 0$  es platicurtica
- c) Si  $\beta_2 = 3, g_2 = 0$  es mesocurtica

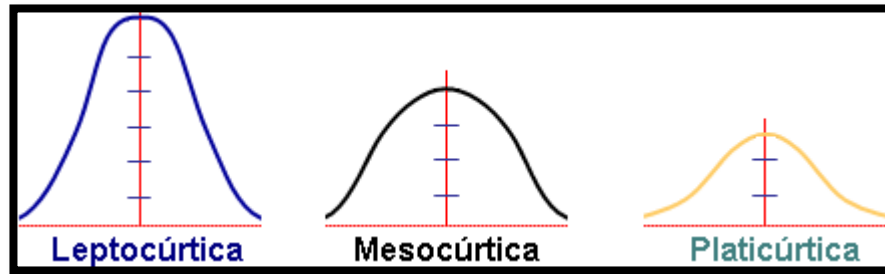


Figura 2.2.- Tres tipos de curtosis en la estadística (Mendenhall et al, 2009)

## 2.2 Fundamentación teórica de análisis de correlación

### 2.2.1 Regresión lineal

Uno de los modelos más simples y comunes en la hidrología está basado en la suposición de que dos variables se relacionan en forma lineal. En general, el objetivo de un modelo de esta naturaleza es poder estimar el valor de una variable, que se denomina variable dependiente, a partir del valor de la otra, que se llama variable independiente.

Se representa mediante un modelo de la forma:

$$\hat{y} = \alpha + \beta x \quad (9)$$

Si se grafica esta ecuación, se logrará observar que se comete un error  $e_i$  en la predicción para un valor  $x_i$ , cuyo valor es:

$$e_i = \hat{y}_i - y_i \quad (10)$$

En donde  $\hat{y}_i$  es el valor estimado de  $y$ . Para encontrar los valores de  $\alpha$  y  $\beta$ , conviene hacer que:

$$M = \sum e_i^2 \quad (11)$$

Sea el mínimo posible. De este modo se evita que los errores positivos y negativos se compensen. Para que  $M$  sea mínimo se debe de cumplir que:

$$\frac{\partial M}{\partial \alpha} = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial M}{\partial \beta} = 0 \quad (13)$$

Sustituyendo las ecuaciones (9), (10), (11) en las ecuaciones (12) y (13) se tiene que:

$$\frac{\partial M}{\partial \alpha} = 2 \sum [\alpha + \beta x_i - y_i] = n\alpha + \beta \sum x_i - \sum y_i = 0 \quad (14)$$

$$\frac{\partial M}{\partial \beta} = 2 \sum x_i [\alpha + \beta x_i - y_i] = \alpha \sum x_i + \beta \sum x_i^2 - \sum x_i y_i = 0 \quad (15)$$

Por lo que desarrollando las ecuaciones se tiene que:

$$\alpha = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i y_i \sum x_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (16)$$

$$\beta = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (17)$$

Siempre que se realice un ajuste por regresión como el anterior, conviene determinar qué tan bien se ajusta la recta a los puntos medidos, o dicho en otras palabras, qué tanta dispersión existe entre los puntos en torno a la recta. Para ello se calcula el coeficiente de correlación como

$$R = \beta \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \quad (18)$$

donde  $\sigma$  represente la desviación estándar de la variable especificada.

Una manera alternativa de calcular el coeficiente de correlación se describe por:

$$R_{x,y} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)]}{\sigma_x \sigma_y} \quad (19)$$

Donde,  $\sigma_{xy}$  es la covarianza de (x,y). Este método se conoce como obtención de coeficiente de correlación de Pearson.

Si  $R = 1$ , existe una correlación positiva perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en proporción constante.

Si  $0 < R < 1$ , existe una correlación positiva.

Sí  $R = 0$ , no existe relación lineal. Pero esto no necesariamente implica que las variables son independientes: pueden existir todavía relaciones no lineales entre las dos variables.

Si  $-1 < R < 0$ , existe una correlación negativa.

Si  $R = -1$ , existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en proporción constante.

Por otra parte, el coeficiente de determinación o  $R^2$  es un estadístico usado en el contexto de un modelo estadístico cuyo principal propósito es predecir futuros resultados o probar una hipótesis. El coeficiente determina la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse por el modelo.

Dado que podemos predecir una variable aleatoria mediante su media y que, en este caso, el error cuadrático medio es su varianza, el máximo error cuadrático medio que podemos aceptar en un modelo para una variable aleatoria que posea los dos primeros momentos es la varianza. Para estimar el modelo haremos varias observaciones de la variable a predecir y de los factores. A la diferencia entre el valor observado de la variable y el valor predicho la llamaremos residuo. La media cuadrática de los residuos es la varianza residual.

Si representamos por  $\sigma^2$  la varianza de la variable dependiente y la varianza residual por  $\sigma_r^2$ , el coeficiente de determinación viene dado por la siguiente ecuación:

$$R^2 = 1 - \frac{\sigma_r^2}{\sigma^2} \quad (20)$$

Usualmente se expresa en porcentaje, aunque expresarlo en representación decimal también es común. Si la varianza residual es cero, el modelo explica el 100% de valor de la variable; si coincide con la varianza de la variable dependiente, el modelo no explica nada y el coeficiente de determinación es del 0%. (Aparicio, 1992).

### 2.2.2 Regresión potencial

Será aquella en la que la función de ajuste sea una función potencial del tipo:

$$y = \alpha x^\beta \quad (21)$$

También se puede resolver linealizando la función utilizando logaritmos, de la forma:

$$\log(y) = \log(\alpha) + \beta \log(x) \quad (22)$$

Considerando las nuevas variables  $v = \log(y)$  y  $u = \log(x)$  tendremos que el resultado será similar al ajuste lineal. (Mendenhall et al, 2009)

### 2.2.3 Regresión logarítmica

La regresión logarítmica aplica el mismo procedimiento de resolución de la regresión lineal, aplicando como variante lo siguiente:

$$y = \alpha \ln(x) + \beta \quad (23)$$

Por lo que en lugar de estar considerando a  $x$  y  $y$  como variables originales, está referida a  $\ln(x)$  y a  $y$ .

Además de esta consideración, la resolución se considera similar al del método de regresión lineal. (Mendenhall et al, 2009)

### 2.2.4 Regresión polinomial

Algunas veces cuando la relación entre las variables dependientes e independientes es no lineal, es útil incluir términos polinomiales para ayudar a explicar la variación de nuestra variable dependiente. Las regresiones polinomiales se pueden ajustar la variable independiente con varios términos. (Mendenhall et al, 2009)

$$y = a + bx + cx^2 \quad (24)$$

$$y = a + bx + cx^3 \quad (25)$$

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n \quad (26)$$

Para el caso de regresiones no lineales como la potencial, logarítmica y polinomial, se obtiene el coeficiente de correlación a partir del método de mínimos cuadrados de manera que:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sigma_r^2}{\sigma_y^2}} \quad (27)$$

donde  $\sigma_r^2$  es la varianza residual y  $\sigma_y^2$  es la varianza de la variable dependiente:

$$\sigma_r^2 = |e| = e \cdot e = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - yf_i)^2 \quad (28)$$

$$\sigma_y^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (29)$$

donde  $y$  es el vector de valores observados de la variable dependiente,  $yf$  es el valor estimado de la variable dependiente,  $e$  es el error,  $\bar{y}$  es la media de los valores de  $y$ ,  $n$  es el número de valores estimados. (Mendellhall et al, 2009).

### 2.2.5 Regresión lineal múltiple

El método de regresión lineal simple puede ser extendido a más variables en consideración. Por ejemplo, para el caso de dos variables dependientes,  $x_1$  y  $x_2$ , el modelo lineal adopta la forma:

$$y = \alpha + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 \quad (30)$$

Donde  $\alpha, \beta_1, \beta_2$  son los parámetros a encontrar.

En este caso, es posible demostrar que las ecuaciones normales son:

$$\sum y = \alpha n + \beta_1 \sum x_1 + \beta_2 \sum x_2 \quad (31)$$

$$\sum (x_1y) = \alpha \sum x_1 + \beta_1 \sum (x_1)^2 + \beta_2 \sum (x_1x_2) \quad (32)$$

$$\sum (x_2y) = \alpha \sum x_2 + \beta_1 \sum (x_1x_2) + \beta_2 \sum (x_2)^2 \quad (33)$$

$$\begin{aligned} &\downarrow \\ \sum x_n y &= \alpha \sum x_n + \beta_1 \sum x_n x_1 + \beta_2 \sum x_n x_2 + \dots + \beta_n \sum x_n^2 \end{aligned} \quad (34)$$

Cuya solución proporciona los valores de  $\alpha, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ , y el coeficiente de correlación múltiple es

$$R = \left( 1 - \frac{S_{y|x_1, x_2, \dots, x_n}^2}{S_y^2} \right)^{1/2} \quad (35)$$

donde

$$S_{y|x_1, x_2}^2 = \frac{1}{n-3} \sum (y_i - \bar{y})^2 \quad (36)$$

$S_y^2$  = Varianza de  $y$

$y_i$  = Valor estimado de  $y$  para  $x_{i1}$  hasta  $x_{in}$  (Aparicio, 1992).

## 2.3 Fundamentacion teorica de interpolación espacial

### 2.3.1 Método de interpolación Spline

De acuerdo con Hazenwinkel (Hazewinkel, 2001) Spline es una forma de interpolación donde el interpolador es un tipo especial de polinomio llamado spline. Es muy útil, debido a que el error de interpolación puede hacerse pequeño. Este método se basa en pasar una curva por un determinado número de puntos o nodos. El enfoque matemático del modelo se basa en  $n+1$  nodos  $(x_i, y_i)$   $i=0,1,\dots,n$  e interpolar entre pares de nodos  $(x_{i-1}, y_{i-1})$  y  $(x_i, y_i)$  con polinomiales  $y = q_i(x)$ ,  $i=1,2,\dots,n$

Donde la curvatura de la curva:

$$Y = f(x) \quad (37)$$

Es:

$$k = \frac{y''}{(1+y'^2)^{3/2}} \quad (38)$$

Así, el spline tomara la forma que minimiza la dobladura, tanto  $y'$  como  $y''$  serán continuas en los nodos, por lo que:

$$q'_i(x_i) = q'_{i+1}(x_i) \quad (39)$$

$$q''_i(x_i) = q''_{i+1}(x_i) \quad (40)$$

Para toda  $i$ ,  $1 \leq i \leq n-1$

### 2.3.2 Validación de Interpolación

Se aplicó posteriormente el Error Medio cuadrático para la interpolación aplicada en los planos con la ecuación:

$$EMC = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Dimfract_{Interpol} - Dimfract_{Real})_i^2}{n}} \quad (41)$$

Mientras menor sea este valor obtenido, indica un menor grado de error y por lo tanto mejor aproximación. (Mendenhall et al, 2009)

### **III. FUNDAMENTOS DE LA GEOMETRÍA FRACTAL**

#### **3.1 Geometría Euclidiana y la dimensión topológica.**

La geometría clásica o euclidiana es aquella que estudia las propiedades geométricas del plano afín euclídeo real y del espacio afín euclídeo tridimensional real mediante el método sintético, introduciendo los cinco postulados de Euclides. Sigue los cinco postulados planteados por Euclides:

- Dados dos puntos, se puede trazar una recta que los une.
- Cualquier segmento puede prolongarse de manera continua en cualquier sentido.
- Se puede trazar una circunferencia con centro en cualquier punto y de cualquier radio.
- Todos los ángulos rectos son congruentes.
- Si una recta, al cortar a otras dos, forma ángulos internos menores a dos ángulos rectos, esas dos rectas prolongadas indefinidamente se cortan del lado en el que están los ángulos menores que dos rectos.

Aunado a esto, existe el uso de las dimensiones, las cuales asignan valores numéricos a los objetos estudiados por la geometría Euclidiana, con el objetivo de describir sus características. (Wolfe, 2008).

La dimensión topológica, también conocida como la dimensión de cobertura de Lebesgue, es una de las formas que existen para definir la dimensión del espacio de manera topológica. La primera definición de esta dimensión, fue desarrollada por Eduard Cech (1931), basándose en los resultados de las investigaciones de Henri Lebesgue (1904).

Desde un punto de vista topológico sabemos que la circunferencia y un segmento rectilíneo son la misma curva y encierran el mismo tipo de superficie (pues es posible transformar una en la otra mediante una deformación continua, es decir, sin que sea preciso someter a ninguna de las dos a manipulaciones no topológica).

Ahora bien, desde un punto de vista métrico no son la misma curva, ya que la circunferencia y el área que encierra, el círculo, son finitos, y, en cambio, el segmento, aunque es finito, no encierra con su borde un área finita. (Echeverri, 2011).

Aparece aquí, entonces, una característica moderna de las matemáticas: intentar clasificar los objetos por lo que se conserva, por los invariantes, y analizar, por otra parte, qué ocurre con lo que no se conserva, cómo hay que analizarlo, qué hay que hacer con ello, cómo integrarlo en el mundo de los entes matemáticos.

En el ejemplo anterior, lo que se conserva es su carácter topológico, es decir, su dimensión topológica.

De acuerdo a Poncaire (1895, 1899, 1900, 1902, 1904), la dimensión topológica se explica de manera inductiva: dado un ente cuyos bordes son todos puntos de un valor dimensional igual a  $n-1$ , se tiene que la dimensión del espacio del ente es igual a  $n$ . Por ejemplo, en un plano cualquiera (entendido este como un conjunto de puntos coplanares), los puntos que conforman su borde serán siempre líneas (no importa si rectas o curvas), por lo que si para el borde se cumple que  $D = n - 1$ , siendo su dimensión  $D = 1$ , entonces la dimensión del plano será  $D + 1 = 1 + 1 = 2$ . Dicho de otra forma, un espacio cualquiera es  $n$ -dimensional y será el soporte o marco físico de entes o formas de dimensión cuyo valor será siempre  $D \leq n$ , y su borde estará compuesto siempre por formas de valor dimensional  $D = n - 1$  (figura 3.1) En resumen se tiene que el plano es una forma cuya dimensión topológica vale 2, puede contener otras formas de 2, 1 o 0 dimensiones, como otros planos, líneas o puntos, y la dimensión de su borde será siempre 1, esto es, en forma de línea. La definición inductiva dada por Poncaire se presenta en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1.- Relaciones entre formas, bordes y dimensiones topológicas**

Espacio de dimensión topológica (n)	de	Contiene formas de (n) dimensiones	Tales como:	Y cuyo borde tiene una dimensión (n-1)	Que corresponde a la forma
0		0	Punto	-1	Vacío
1		0, 1	Punto y línea	0	Punto
2		0, 1, 2	Punto, línea y plano	1	Línea
3		0, 1, 2, 3	Punto, línea, plano y volumen	2	Plano

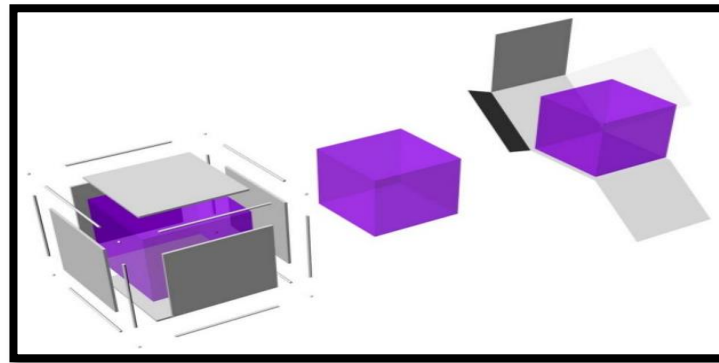


Figura 3.1.- Representación topológica de un cubo. (Echeverri, 2011).

Otra forma de entender la topología de los entornos dimensionales es a partir del análisis de las posibilidades de movimiento dentro de un espacio en una dirección específica. El número de estas direcciones que sean absolutamente contrarias, determina el valor dimensional del espacio en cuestión. En esta caracterización hay que tener en cuenta que direcciones contrarias no significa “hacia delante y hacia atrás”, ya que ambas opciones son aspectos diferentes de un mismo evento, como quiera que el movimiento es en esencia una línea, en la cual los valores adelante o atrás no interesan, sino tan solo la posibilidad de desplazarse. Se entiende entonces por direcciones contrarias la yuxtaposición del sentido del movimiento que equivale a un ángulo de 90°, esto es, lo contrario de adelante o atrás, es a la derecha o a la izquierda. Con base en esta idea y como lo explica K. Devlin (1988): “En una curva solo podemos movernos en una dirección, adelante o hacia atrás. En una superficie podemos ir adelante, atrás, a derecha, a izquierda. En un volumen podemos movernos, además, hacia arriba, hacia abajo. La curva tiene una dimensión, la superficie tiene dos dimensiones y el volumen tiene tres dimensiones”. La anterior definición que introduce la noción de movimiento explica la racionalización del concepto de dimensión en el sistema de ejes cartesianos propios de la geometría analítica, ya que estos son la expresión gráfica del movimiento, que implica un origen o lugar de partida, y una dirección o sentido en el espacio, siendo el conjunto de ejes cartesianos, el número posible de direcciones contrarias en el sentido que arriba se explica.

Así mismo, Lopes y Betrouni (2009), explican que una manera de comprender la dimensión topológica de un objeto es definirla como el número de variables independientes que se necesitan para describirlo. Por lo tanto un punto posee dimensión cero, una recta posee dimensión 1, un plano posee dimensión 2, etc.

### 3.2 La geometría fractal

En el pasado, las matemáticas han estudiado los conjuntos y funciones de manera que puedan aplicar métodos de cálculo clásicos. Conjuntos o funciones que no son suficientemente suaves o regulares por llamarlas de un modo han sido aisladas. Actualmente se ha descubierto que conjuntos irregulares brindan mucha más información y

una mejor representación de varios fenómenos naturales que las clásicas figuras geométricas. El estudio de estas figuras irregulares concierne a lo denominado geometría fractal.

Mandelbrot Benoit ((Varsovia, Polonia, 20 de noviembre de 1924 – Cambridge, Estados Unidos, 14 de octubre de 2010) se conoce como el padre de la geometría fractal. Durante sus investigaciones realizó comparaciones entre la geometría Euclidiana y un nuevo tipo de geometría que según sus observaciones posee un grado mucho más complejo que las investigaciones de Euclides no alcanzan a describir por completo, debido a las escalas de longitud prácticamente infinitas que poseen los objetos en la realidad.

Para efectos de sus investigaciones se centró en el análisis de lo que se denomina Dimensión fractal o Dimensión de Hausdorff. Es decir, a pesar de que la geometría fractal como tal surge en 1975, la mayoría de los fundamentos teóricos y conceptos ya se habían estudiado dando un enfoque diferente.

Benoit, afirma en sus publicaciones lo siguiente: Un objeto que a simple vista es una figura Euclidiana perfecta en todo sentido, la cual posee un área definida y puede ser descrita por una función regular y continua; al ser analizado a escalas cada vez menores, comienza a perder estas características debido a las irregularidades del material, haciendo que cada vez sea más complicado el poder describirla y comienza a tener cambios en su área que tienen a infinito. Por lo que comienza a observarse que en realidad no es posible una comprensión correcta de lo irregular y lo fragmentado (así como de lo regular y lo conexo) si se define la dimensión como número de coordenadas. Cuando se intentan analizar estos objetos o eventos, se les asigna el término “fractal”. (Mandelbrot, 1997).

### 3.3 Características de un fractal

Mandelbrot (1997) describió un fractal como un conjunto para el cual su dimensión de Hausdorff es mayor a su dimensión topológica.

Además de lo anterior, en el campo de la geometría fractal, se presenta una característica fundamental de los fractales, conocida como autosimilitud.

#### 3.3.1 Autosimilitud

Según Mandelbrot (1967), un objeto es autosimilar o autosemejante si sus partes tienen la misma forma o estructura que el todo, aunque pueden presentarse a diferente escala y pueden estar ligeramente deformadas, es decir, son isotrópicos.

Existen tres tipos de autosimilitud, los cuales son:

- a) **Autosimilitud exacta.** Este es el tipo más restrictivo de autosimilitud: exige que el fractal parezca idéntico a diferentes escalas. A menudo la encontramos en fractales definidos por sistemas de funciones iteradas (IFS). (figura 3.2)

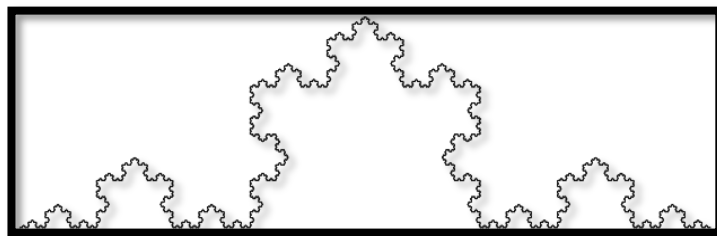


Figura 3.2.- Fractal con autosimilitud exacta (Copo de nieve de Koch) (Cattaneo et al, 2009)

- b) **Cuasiautosimilitud:** Exige que el fractal parezca aproximadamente idéntico a diferentes escalas. Los fractales de este tipo contienen copias menores y distorsionadas de sí mismos. Matemáticamente

Sullivan (1987) definió el concepto de conjunto cuasiautosimilar a partir del concepto de cuasi-isometría. Los fractales definidos por relaciones de recurrencia son normalmente de este tipo. (figura 3.3)

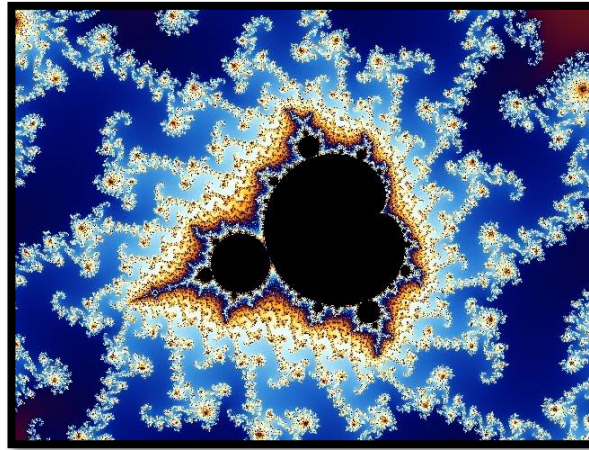


Figura 3.3.- Fractal con cuasiautosimilitud (Conjunto de Mandelbrot) (Cattaneo et al, 2009)

- c) **Autosimilitud estadística.** Es el tipo más débil de autosimilitud: se exige que el fractal tenga medidas numéricas o estadísticas que se preserven con el cambio de escala. Los fractales aleatorios son ejemplos de fractales de este tipo (Cattaneo et al, 2009). Mandelbrot y Van Ness (1968), extendieron el concepto de la autosimilitud estadística a las series de tiempo, utilizando el concepto de auto afinidad. Por tal motivo, la autosimilitud estadística es equivalente a la característica de autoafinidad. (figura 3.4)

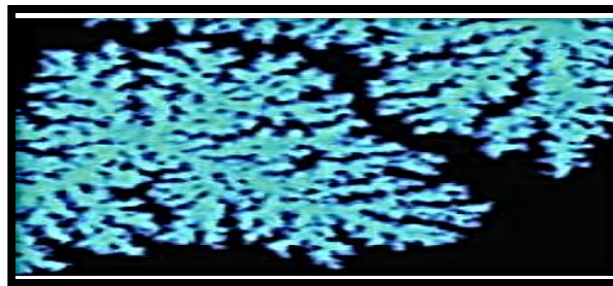


Figura 3.4.- Fractal con autosimilitud estadística o autoafinidad (fractal generado por computadora) (Cattaneo et al, 2009)

De acuerdo a Mandelbrot (1967) la definición matemática de un conjunto autosimilar obedece que:

Un conjunto  $X$  es autosimilar, solo si existe un conjunto finito de homeomorfismos no sobreyectivos  $\{F_1, \dots, F_n\}$  para el cual:

$$X = \bigcup_{k=1}^n F_k(X) \quad (42)$$

Si  $X \subset Y$ , decimos que  $X$  es autosimilar si es el único subconjunto no vacío de  $Y$ , tal que la ecuación anterior es válida para  $\{F_k\}_{k=1 \dots n}$ . Decimos que

$$\mathfrak{F} = (X, S, \{F_k\}_{k=1 \dots n}) \quad (43)$$

es una estructura autosimilar.

La mayoría de los fractales están constituidos por partes, que son similares al conjunto completo. Si definimos como  $D$  un subconjunto cerrado de  $\mathbb{R}^n$ , usualmente  $D = \mathbb{R}^n$ . La representación gráfica  $S : D \rightarrow D$  se llama la contracción, si es que  $c$  es un número con  $0 < c < 1$ , de manera que  $|S(x) - S(y)| \leq c |x - y|$  para toda  $x, y \in D$ . Si se mantiene la igualdad, es decir,  $|S(x) - S(y)| = c |x - y|$ , entonces  $S$  se denomina similitud de contracción.

Un número finito de familias de contracción  $\{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ , con  $m \geq 2$ , se conoce como un sistema de funciones iteradas (IFS). Un subconjunto compacto no vacío  $F$  del conjunto  $D$ , se conoce como el atractor (o conjunto invariante) para el IFS, si:

$$F = \bigcup_{i=1}^m S_i(F) \quad (44)$$

La propiedad fundamental de un IFS es que determina un único atractor, el cual usualmente es un fractal.

Como un ejemplo sencillo, tómesese  $F$  como el segundo tercio de un conjunto de Cantor (véase la figura 2.20), y sea  $S_1, S_2 : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ , dado por:

$$S_1(x) = \frac{1}{3}x \quad ; \quad S_2(x) = \frac{1}{3}x + \frac{2}{3} \quad (45)$$

Entonces  $S_1(F)$  y  $S_2(F)$  son las partes izquierda y derecha de  $F$ , de manera que  $F = S_1(F) \cup S_2(F)$ ; de manera que  $F$  es el atractor de IFS que consiste de las contracciones  $\{S_1, S_2\}$ , las dos representaciones gráficas, representan las características de autosimilitud de un conjunto (figura 3.5) (Falconer, 1990).

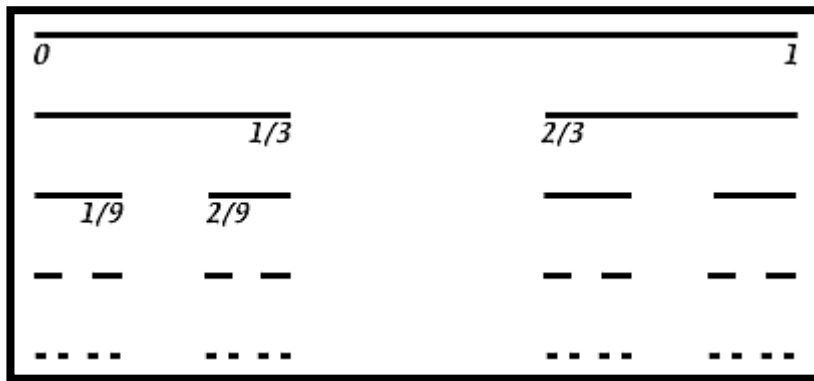


Figura 3.5.- Características de autosimilitud del conjunto de Cantor (Falconer, 1990).

### 3.3.2 Autoafinidad

La autoafinidad es el tipo de autosimilitud más común que puede presentarse. Una transformación de autoafinidad  $S : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$  es una transformación de la forma:

$$S(x) = T(x) + b \quad (46)$$

donde  $T$  es una transformación lineal de  $\mathbb{R}^n$  (representable por una matriz  $n \times n$ ) y  $b$  es un vector en  $\mathbb{R}^n$ . Por lo tanto una transformación de afinidad  $S$ , es una combinación de translación, rotación, escalamiento y posiblemente reflexión. Ejemplos son: transformar una esfera en un elipsoide, cuadrado en un paralelogramo, etc. Contrario a las características de la autosimilitud exacta o la cuasiautosimilitud; las transformaciones de autoafinidad se basan en tasas de cambio diversas para diferentes direcciones. (Véase figura 3.6).

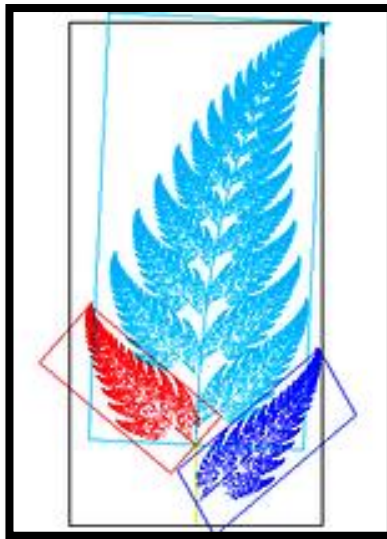


Figura 3.6.- Características de un objeto con propiedades de autoafinidad (translación, rotación y escalamiento). (Cattaneo et al, 2009).

Un fractal estadísticamente autosimilar es por definición isotrópico. Una definición de un fractal autosimilar en un espacio bidimensional  $x, y$  es que  $f(rx, ry)$  es estadísticamente similar a  $f(x, y)$  en donde  $r$  es un factor de escala. En contraste, un fractal con autoafinidad estadística no es generalmente isotrópico; las coordenadas  $x$  y  $y$  se pueden escalar diferente. Una definición de fractal con autoafinidad en un espacio bidimensional es:

$$f(rx, r^{Ha} y) \text{ es estadísticamente similar a } f(x, y) \quad (47)$$

En donde  $x$  y  $y$  son variables,  $r$  es una factor de escala, y  $Ha$  es el exponente de Hausdorff el cual es constante. Para el caso especial en el que  $Ha = 1$  el fractal de autoafinidad es también autosimilar (figura 3.7) (Falconer, 1990).

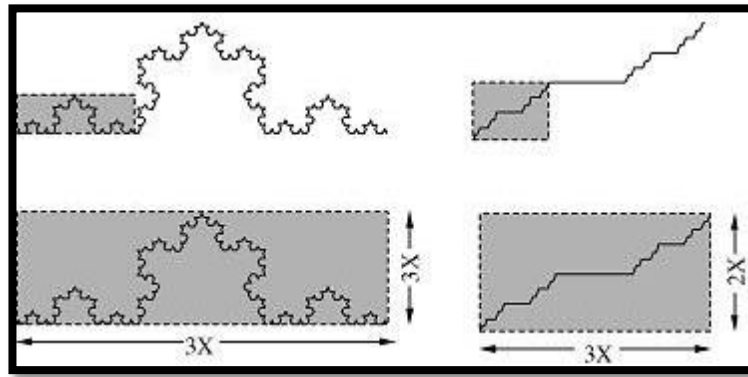


Figura 3.7.- Comparación entre objetos con autosimilitud (derecha) y autoafinidad (izquierda). (Cattaneo et al, 2009).

### 3.3.3 Ejemplo de fractal y sus propiedades

Uno de los ejemplos más claros de esto es el conjunto de tercio medio de Cantor (figura 3.8), el cual demuestra varias de las características de los fractales. Es construida con un intervalo y posteriormente aplicar una serie de operaciones de eliminación. Sea  $E_0$  el intervalo  $[0,1]$ , posteriormente definamos  $E_1$  como el conjunto obtenido de eliminar el segundo tercio de ese intervalo, por lo que  $E_1$  está formado por dos intervalos:  $[0,1/3]$  y  $[2/3,1]$ . Eliminar los segundos tercios de estos intervalos formaría el conjunto  $E_2$ , por lo que  $E_2$  está formado por cuatro intervalos:  $[0,1/9]$ ,  $[2/9,1/3]$ ,  $[2/3,7/9]$  y  $[8/9,1]$ . Continuamos de este modo con  $E_k$  obtenido de eliminar el segundo tercio de cada intervalo de  $E_{k-1}$ . Por lo tanto  $E_k$  consiste en  $2^k$  intervalos, cada uno con una longitud de  $3^{-k}$ . El conjunto F del segundo tercio de Cantor consiste en los números que están en  $E_k$  para todas las  $k$ ; matemáticamente hablando, F es la intersección  $\bigcap_{k=0}^{\infty} E_k$ . El conjunto F de Cantor puede pensarse como el límite de la secuencia de conjuntos  $E_k$  mientras que  $k$  tiende al infinito. Es imposible dibujar el conjunto F, debido a su detalle infinitesimal, por lo que imágenes de F, en realidad son imágenes de una de las  $E_k$ , la cual es una buena aproximación de F cuando  $k$  es razonablemente grande.

A primera instancia podría parecer que se ha eliminado tanto del intervalo  $[0,1]$  durante la elaboración de F que desaparece por completo. De hecho, F es un conjunto infinito el cual contiene números infinitos. El conjunto de Cantor consiste precisamente en esos números contenidos en  $[0,1]$  cuya expansión de base 3 no contiene el dígito 1, es decir, todos los números  $a_1 3^{-1} + a_2 3^{-2} + a_3 3^{-3} + \dots$  con  $a_i = 0$  o  $2$  para cada  $i$ . Para lograr ver esto, nótese que para obtener  $E_i$  a partir de  $E_0$  se requiere remover aquellos números con  $a_i = 1$ , para obtener  $E_2$  a partir de  $E_1$  se requiere remover los números con  $a_2 = 1$ , y así sucesivamente.

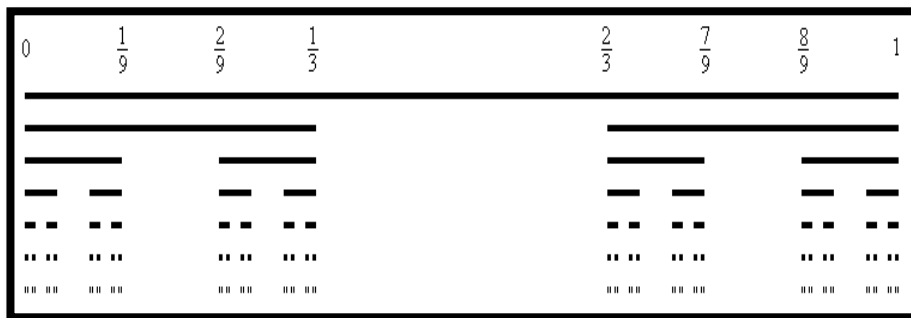


Figura 3.8.- Construcción del conjunto F de segundo tercio de Cantor, al remover repetidamente el segundo tercio de los intervalos. Nótese que  $F_L$  y  $F_R$  son copias escaladas de F por un factor de  $1/3$ . (Falconer, 1990)

El conjunto de Cantor posee muchas características presentes en los fractales, como:

- a) F es autosimilar. Es claro que el fragmento de F en el intervalo  $[0, 1/3]$  y el fragmento en el intervalo  $[2/3, 1]$  son geoméricamente similares a F, escalados por un factor de  $1/3$ . De nuevo, los fragmentos de F en cada uno de los cuatro intervalos de  $E_2$  son similares a F con un factor de escala de  $1/9$ , etc. Es decir que el conjunto de Cantor posee copias de sí mismo en muchas escalas diferentes.
- b) El conjunto F posee una estructura fina. Es decir, contiene detalles a escalas arbitrariamente pequeñas. Mientras más se aumenta la imagen del conjunto de Cantor, se notan más espacios entre los fragmentos.
- c) Aunque F posee una intrincada estructura detallada, la definición actual de F es directa.
- d) F se obtiene de un procedimiento recursivo. Es decir consiste en remover repetidamente los segundos tercios de los intervalos. Pasos sucesivos brindan muy buenas aproximaciones de  $E_k$  del conjunto F.
- e) La geometría de F no puede describirse de manera sencilla con métodos clásicos.
- f) Es complicado describir la geometría local de F, dado que cerca de un punto se encuentran muchos otros, separados por espacios de longitudes variables.
- g) Aunque F es bastante grande (infinitamente incontable), su tamaño no se puede cuantificar con mediciones normales como la longitud. Bajo cualquier definición de F razonable, este posee una longitud de cero.

### 3.4 Dimensiones fractales

Además de la dimensión topológica, existe otro tipo de dimensiones, las cuales no asignan valores numéricos enteros a los objetos que describen, sino que asignan valores fraccionarios y que representan una medida del grado de autosimilitud presente en el conjunto analizado (Mandelbrot, 1997; Li, 2010), denominadas dimensiones fractales; las cuales son objeto de estudio de la geometría fractal. La dimensión fractal no es única, sino que existen diversas definiciones de dimensión fractal que, frecuentemente, resultan equivalentes. Entre estas dimensiones se encuentra la dimensión de Hausdorff-Besicovich, la dimensión de correlación, la dimensión de información, entre otras.

#### 3.4.1 Dimensión de autosemejanza o de Hausdorff- Besicovich

Una característica de la dimensión topológica es la expresión de su valor numérico siempre dado en enteros, tales como 0, 1, 2, 3, lo cual es obligado porque las posibilidades de movimiento en sentidos contrarios siempre será una serie de números enteros. No cabe imaginar un sistema de ejes cartesianos en donde el número de estos no sea un entero positivo, incluso para situaciones por fuera de la experiencia sensorial del mundo físico, como sucede en los universos de alta dimensión, como el espacio de 4 dimensiones que implica un conjunto de 4 ejes cartesianos en sentidos contrarios. Así como este último caso es completamente válido desde su aspecto matemático, aunque totalmente improbable como experiencia física, cabe imaginar otras situaciones espaciales donde el valor numérico de la dimensión no corresponde a números enteros. Este es el caso de suponer espacios de dimensión comprendida entre los números enteros, esto es, decimales, como por ejemplo un espacio de dimensión 0.32 o 1.288. Espacios de esta clase no resultan válidos para la experiencia física y el mundo de los

sentidos. ¿Cómo imaginar un desplazamiento en 1.288 direcciones contrarias? Imposible claro está, si la idea de número de direcciones implica obligatoriamente un número entero. Entonces el 0.288, ¿qué significado puede tener desde en términos estrictamente topológicos? Pues quizás suponer que 1.288 alude a algo así como un espacio que nos permite el desplazamiento completo y seguro en un sentido (el 1), y deja la posibilidad de un desplazamiento irregular, o incompleto, en otro sentido (el 0.288), cerca del entero 1 y alejado del entero 2, acciones (o posibilidades) que combinadas producen como resultado un movimiento incierto, vago e inseguro, que viene del 1 (la línea) y va hacia el 2 (el plano), no siendo ni lo uno ni lo otro, sino el simple deseo de una línea de convertirse en un plano (una cuasi línea), sin poder conseguirlo nunca, ya que siempre el evento estará atrapado en la imposibilidad de superar la fraccionalidad del valor dimensional, y condenado a quedarse en una especie de limbo dimensional, en el cual y como un perro que no desfallece en el intento de morderse la cola, se repetirá incansablemente hasta el infinito, dando lugar así por aproximación, sino mejor por saturación, a la producción de un ente angustiado que en su visualidad denota el vano esfuerzo de conseguir la dimensión que no puede. Este registro gráfico de su atormentado sino, o historia visual del esfuerzo inconcluso de saltar de un nivel dimensional a otro, produce paradójicamente, un evento visual de extraordinaria belleza, que resulta perceptible (Echeverri, 2011).

Una definición distinta de dimensión topológica es la definición por semejanza, llamada también de autosemejanza, que sugirió Félix Hausdorff (Hausdorff, 1919), readaptada posteriormente por Besicovich (dimensión de Hausdorff-Besicovich). La cual básicamente afirma lo siguiente:

Si al obtener desde un ente  $H$ ,  $N$  entes iguales, semejantes al original, con razón de semejanza  $r$ , entonces la dimensión topológica de  $H$  es el número real  $D$  que verifica:

$$N.r^D = 1 \quad (48)$$

O sea,  $\ln(N) + D\ln(r) = 0$ . Por tanto:

$$D = \frac{\ln N}{\ln\left(\frac{1}{r}\right)} \quad (49)$$

Esta definición se puede justificar desde la teoría de la medida:

1) La medida de la unión de  $N$  figuras que no se solapan  $A_1, A_2, \dots, A_N$ , es la suma algebraica de sus medidas:

$$m(\text{union}) = \sum_{k=1}^N m(A_k) \quad (50)$$

2) Si una figura  $A$  es semejante a otra figura  $A'$ , con razón de semejanza  $r$ , la medida de  $A$  es proporcional a la medida de  $A'$ , siendo la constante de proporcionalidad una potencia de la razón de semejanza:

$$m(A) = \left(\frac{1}{r}\right)^D m(A') \quad (51)$$

Veamos cómo obtener la definición de Hausdorff-Besicovich mediante la medición de un segmento  $AB$  del que se obtienen  $N$  subsegmentos iguales, cuya razón de semejanza con  $AB$  es  $r$ , despreciando el resto del segmento.

La medida total del segmento  $AB$  es la suma de la medida de todos los subsegmentos iguales:

$$m(AB) = \sum_{k=1}^N m(s_k) = N.m(s_1) \quad (52)$$

Por otra parte:

$$m(AB) = \left(\frac{1}{r}\right)^D m(s_1) \quad (53)$$

De donde identificando:

$$N = \left(\frac{1}{r}\right)^D \Rightarrow r^D \cdot N = 1 \quad (54)$$

El exponente  $D$  es, pues, lo que Hausdorff-Besicovich llama dimensión de autosemejanza. (Salbor, 1998).

Ahora bien la dimensión de Hausdorff-Besicovich, se obtiene matemáticamente de la siguiente analogía:

Si se tiene que  $U$  sea un subconjunto no vacío de un espacio Euclidiano con  $n$  dimensiones,  $R^n$ , el diámetro de  $U$  se define como  $|U| = \sup\{|x-y| : x, y \in U\}$ , es decir la mayor distancia entre un par de puntos en  $U$ . Si  $\{U_i\}$  es una colección de conjuntos finitos con un diámetro de máximo  $\delta$  que cubre  $F$ , siendo  $F \subset \bigcup_{i=1}^{\infty} U_i$  con  $0 < |U_i| \leq \delta$  para cada  $i$ , se dice que  $\{U_i\}$  es una cubierta  $\delta$  de  $F$ .

Supóngase que  $F$  es un subconjunto de  $R^n$  y que  $s$  es un número no negativo. Para cualquier valor de  $\delta > 0$  se tiene que:

$$\mathcal{H}_\delta^s(F) = \inf \left\{ \sum_{i=1}^{\infty} |U_i|^s : \{U_i\} \text{ es una cubierta } \delta \text{ de } F \right\} \quad (55)$$

Por lo tanto miramos a todas las cubiertas de  $F$  como conjuntos de diámetro máximo  $\delta$  y tratamos de minimizar la suma de los  $s$  número de diámetros (como se observa en la figura 3.9).



Figura 3.9.- Un conjunto  $F$  y dos posibles cubiertas  $\delta$  para  $F$ . (Falconer, 1990)

Mientras  $\delta$  se decrementa, la clase de cubiertas permisibles en  $F$  se reduce. Por lo tanto el valor de  $\mathcal{H}_\delta^s(F)$  incrementa y por lo consiguiente se aproxima al límite mientras que  $\delta \rightarrow 0$ . Escribimos entonces:

$$\mathcal{H}^s(F) = \lim_{\delta \rightarrow 0} \mathcal{H}_\delta^s(F) \quad (56)$$

Este límite existe para cualquier subconjunto  $F$  de  $R^n$ , aunque el valor limitante puede ser (y usualmente lo es) 0 o  $\infty$ . Entonces llamamos a  $\mathcal{H}^s(F)$ , la medida de  $F$  de dimensión “ $s$ ” de Hausdorff. Con determinado esfuerzo,  $\mathcal{H}^s$  puede mostrarse como una medida. En particular,  $\mathcal{H}^s(\emptyset) = 0$ , si  $E$  está contenido en  $F$  entonces se tiene que  $\mathcal{H}^s(E) \leq \mathcal{H}^s(F)$ , y si  $\{F_i\}$  es cualquier colección contable de conjuntos de disjuntos de Borel, entonces:

$$\mathcal{H}^s\left(\bigcup_{i=1}^{\infty} F_i\right) = \sum_{i=1}^{\infty} \mathcal{H}^s(F_i) \quad (57)$$

La medición de Hausdorff generalizan las ideas de longitud, área, volumen, etc. Se puede mostrar que para subconjuntos de  $R^n$ , la medida de dimensión “ $n$ ” de Hausdorff es un múltiplo constante de la medida de Lebesgue, es decir, la medición de volumen usual. Hablando con mayor precisión si  $F$  es un subconjunto de Borel de  $R^n$ , entonces:

$$\mathcal{H}^n(F) = c_n \text{vol}^n(F) \quad (58)$$

Donde la constante  $c_n = \pi^{1/2n} / 2^n (\frac{1}{2}n)!$  es el volumen de una esfera de dimensión “ $n$ ” con diámetro 1.

Similarmente, para subconjuntos de baja dimensión de  $R^n$ , se tiene que  $\mathcal{H}^0(F)$  es el número de puntos en  $F$ ;

$\mathcal{H}^1(F)$  proporciona la longitud de la curva suave  $F$ ;  $\mathcal{H}^2(F) = \frac{1}{4} \pi x(\text{area}(F))$  si  $F$  es una superficie suave;

$\mathcal{H}^3(F) = \frac{4}{3} \pi x(\text{volumen}(F))$ ; y finalmente  $\mathcal{H}^m(F) = c_m x(\text{volumen}^m(F))$  si  $F$  es una subvariedad suave de  $R^n$ .

Las propiedades escalares de longitud, área y volumen son bien conocidas. Al incrementarlas por un factor  $\lambda$ , la longitud de la curva se multiplica por  $\lambda$ , el área de la región en plano se multiplica por  $\lambda^2$  y el volumen de un objeto tridimensional se multiplica por  $\lambda^3$ . Como podrá anticiparse las escalas de medida de dimensión “ $s$ ” de Hausdorff se aplican con un factor de  $\lambda$ . Estas propiedades de escala son fundamentales para la teoría de fractales (figura 3.10).

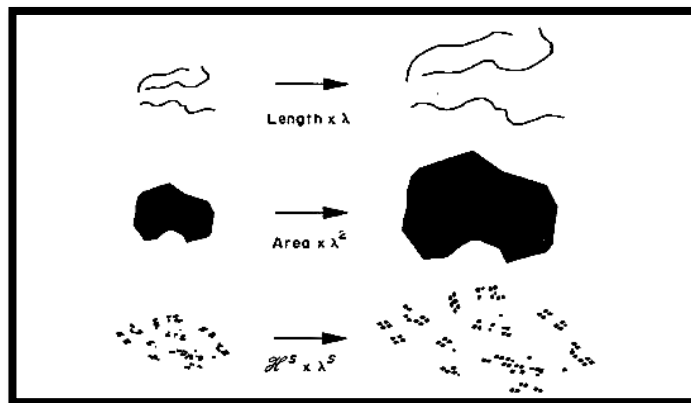


Figura 3.10.- Conjuntos de escala por un factor  $\lambda$  incrementan la longitud por un factor  $\lambda$ , área por un factor de  $\lambda^2$ , y una medición de dimensión “ $s$ ” de Hausdorff por un factor de  $\lambda^s$  (Falconer, 1990)

Regresando a la ecuación (55) para cualquier conjunto  $F$  y  $\delta < 1$ ,  $\mathcal{H}_\delta^s(F)$  no se incrementa con  $s$ , así que para la ecuación (56),  $\mathcal{H}^s(F)$  tampoco se incrementa. De hecho, si  $t > s$  y  $\{U_i\}^s$  es una cubierta  $\delta$  de  $F$ , se tiene que:

$$\sum_i |U_i|^t \leq \delta^{t-s} \sum_i |U_i|^s \quad (59)$$

Así que, se tiene lo siguiente:  $\mathcal{H}_\delta^t(F) \leq \delta^{t-s} \mathcal{H}_\delta^s(F)$ . Permitiendo que  $\delta \rightarrow 0$  se puede observar que si  $\mathcal{H}^s(F) < \infty$  entonces  $\mathcal{H}^t(F) = 0$  para  $t > s$ . Por lo que si se desarrolla un gráfico de  $\mathcal{H}^s(F)$  contra  $s$ , se muestra que existe un valor crítico de  $s$  en el cual  $\mathcal{H}^s(F)$  cambia súbitamente de  $\infty$  a 0.

La explicación a este cambio súbito de acuerdo a Helmborg (Helmborg, 2007), es debido a que cuando se cubre el conjunto  $F$  con conjuntos menores infinitos de diámetro pequeño, eventualmente menores a  $\delta < 1$  y esencialmente sumar las  $s$  potencias de estos diámetros. Si  $s$  se decreta, estas potencias se incrementan en la dirección de  $\infty$ . Si  $s$  se incrementa, las potencias se decrementan y la suma tiende a desaparecer cuando  $\delta \rightarrow 0$ .

El valor en el que se presenta este cambio drástico o valor crítico se conoce como la dimensión de Hausdorff de  $F$ , y se denomina como  $\dim_H F$  (figura 3.11).

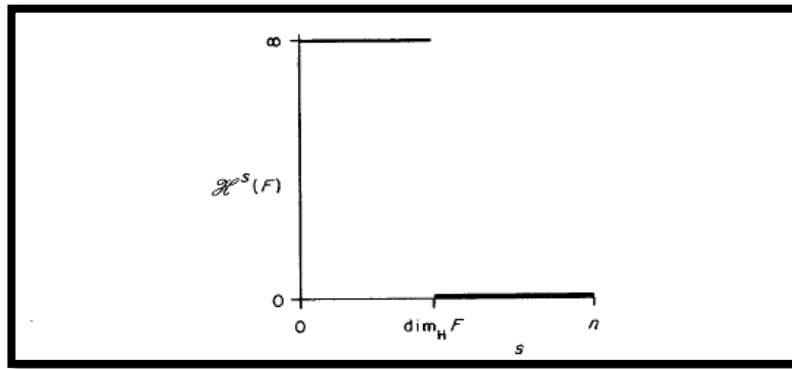


Figura 3.11.- Grafica de  $\mathcal{H}^s(F)$  contra  $s$  para un conjunto  $F$ . La dimensión de Hausdorff es el valor de  $s$  en el cual el cambio súbito de  $\infty$  a 0 ocurre. (Falconer, 1990)

Formalmente:

$$\dim_H F = \inf \{s : \mathcal{H}^s(F) = 0\} = \sup \{s : \mathcal{H}^s(F) = \infty\} \quad (60)$$

Por lo que:

$$\mathcal{H}^s(F) = \begin{cases} \infty & \text{si } s < \dim_H F \\ 0 & \text{si } s > \dim_H F \end{cases} \quad (61)$$

Si  $s = \dim_H F$ , entonces  $\mathcal{H}^s(F)$  puede ser 0 o  $\infty$ , o puede satisfacer

$$0 < \mathcal{H}^s(F) < \infty \quad (62)$$

La dimensión de Hausdorff satisface las siguientes propiedades:

- a) Conjuntos abiertos: Si  $F \subset \mathbb{R}^n$  es abierto, entonces  $\dim_H F = n$  debido a que  $F$  contiene una esfera de volumen de dimensión “n” positiva.
- b) Conjuntos suaves: Si  $F$  es una subvariedad suave de “m” dimensiones (superficie de “m” dimensiones) de  $\mathbb{R}^n$ , entonces  $\dim_H F = m$ . En particular, las curvas suaves tienen dimensión 1, superficies suaves poseen dimensión 2.
- c) Monotonicidad: Si  $E \subset F$ , entonces  $\dim_H E \leq \dim_H F$
- d) Estabilidad contable: Si  $F_1, F_2, \dots$  es una secuencia contable de conjuntos, entonces
$$\dim_H \bigcup_{i=1}^{\infty} F_i = \sup_{1 \leq i < \infty} \{ \dim_H F_i \}$$
- e) Conjuntos contables: Si  $F$  es contable, entonces  $\dim_H F = 0$ . Ya que si  $F$  es un punto único,  $\mathcal{H}^0(F_i) = 1$  con  $\dim_H F_i = 0$ .

### 3.4.2. Dimensión de información

Una manera básica de determinar la dimensión fractal, es mediante la dimensión de información, la cual contempla la entropía de Shannon,  $I_1(\varepsilon)^2$  (Shannon y Weaver, 1949) de un sistema. La entropía es un caso particular de la información, la cual se define mediante la siguiente expresión (Balatoni y Reny, 1976):

$$I_q(\varepsilon) = \frac{1}{1-q} \ln \left( \sum_{i=1}^{M(\varepsilon)} p_i^q \right) \quad (63)$$

Donde se divide el espacio de fase en  $M(\varepsilon)$  hipercubos de tamaño  $\varepsilon$ . La probabilidad de encontrar un punto en el  $i$ -ésimo denotada por  $p_i$ . La generalización,  $q$ , puede ser cualquier número, usualmente un número entero. Cuando se incrementa el valor de  $q$ , se le brinda mayor valor ponderado a los hipercubos con datos. Para  $q = 1$ , se tiene que:

$$I_1(\varepsilon) = - \sum_{i=1}^{M(\varepsilon)} p_i \ln p_i \quad (64)$$

Donde  $I_1(\varepsilon)$  se conoce como la entropía de Shannon del sistema. La definición de la dimensión de información es:

$$D_q = - \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{I_q(\varepsilon)}{\ln \varepsilon} \quad (65)$$

para  $N \rightarrow \infty$  (N es el número de puntos). Sin embargo, en la práctica, el requerimiento  $\varepsilon \rightarrow 0$  no puede lograrse, por lo que se requiere calcular un promedio en base a un rango de valores de  $\varepsilon$ .

### 3.4.3 Dimensión de correlación

Grassberger y Procaccia (1983) presentaron un método para obtener la dimensión de correlación,  $D_2$ . De acuerdo a este método, es posible calcular la dimensión fractal solo con conocer la correlación entre diferentes

puntos, sin conexión directa a la fase del espacio, por lo que se vuelve muy sencillo de aplicar. Algunos años después, una función de correlación más general fue desarrollada por Pawelzik y Schuster (1987):

Para un conjunto de datos:

$$\{X_i\}_{i=1}^N \text{ con } X_i \in \mathbb{R}^n \quad (66)$$

Se considerara la integral de correlación  $C(R)$  que cuenta el número de pares  $\{X_i, X_j\}$  tales que  $\|X_i - X_j\|$  sea más pequeño que un umbral  $R > 0$  con  $\|\cdot\|$  siendo la distancia euclidiana estándar en  $\mathbb{R}^n$ . Se expresa como:

$$C(R) = \frac{2}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N \Theta(R - \|X_i - X_j\|) \quad (67)$$

donde  $\Theta$  es la función de Heaviside y  $2/(N(N-1))$  es el factor de normalización de manera que  $C(R)$  tienda a 1, cuando  $R$  tiende a infinito. Esto hace que si el conjunto es fractal,  $C(R)$  se comporte como una ley en potencia de la forma:

$$C(R) \propto R^{D_2} \quad (68)$$

esto es:

$$\log(C(R)) \propto D_2 \log(R) \quad (69)$$

De donde se podrá obtener  $D_2$  mediante el coeficiente de regresión de la relación (69).

### 3.4.4 Métodos que estiman la dimensión fractal

Existen diversos métodos que permiten obtener la dimensión fractal para un conjunto. Algunos otros métodos estiman un parámetro conocido como el exponente de Hurst (Hurst, 1951; 1956). La dimensión fractal se relaciona con el exponente de Hurst, mediante la expresión desarrollada por Voss (1985):

$$2H_u + 1 = 5 - 2D_f \quad (70)$$

Despejando la ecuación anterior se obtiene una relación directa entre la dimensión fractal ( $D_f$ ) y el exponente de Hurst ( $H_u$ ), por lo tanto:

$$D_f = 2 - H_u \quad (71)$$

Donde  $D_f$  es la dimensión fractal y  $H_u$  es el exponente de Hurst.

Debido a la gran variedad de métodos que permiten estimar la dimensión fractal o el exponente de Hurst, a continuación se desarrollan los métodos más utilizados en las investigaciones enfocadas a series de precipitación y temperatura consultadas.

### 3.4.4.1 Método de Rango Rescalado de Hurst (R/S)

Este método fue desarrollado por Hurst (1951, 1956), y permite obtener el valor del exponente de Hurst mediante el cociente entre la suma de rangos parciales de las desviaciones de las medias de una serie de tiempo y la desviación estándar.

El exponente de Hurst permite clasificar la serie de acuerdo a la correlación a largo plazo de sus incrementos. De acuerdo a Karner (2001), al estudiar la dependencia a largo plazo se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones: a) Al analizar series de tiempo cortas, la correlación a corto plazo se considera importante y b) Es necesario detectar la trayectoria de interés antes de realizar cualquier análisis.

Debido a su sencillez, el método de rango rescalado ha sido utilizado de manera satisfactoria al momento de analizar las propiedades escalares de tiempo, estadísticos y el comportamiento antipersistente, persistente y aleatorio para series de precipitación, temperatura, nivel del mar, manchas solares, entre otras. (Salomao et al, 2009).

De acuerdo a Hurst (1951, 1956) el método consiste en los siguientes pasos:

Los datos de entrada son obtenidos de la diferencia entre registros de dos puntos consecutivos:

$$I'_i = I_i - I_{i+1} \quad (72)$$

donde  $I_i$  es el registro para el tiempo  $i$ . El promedio de diferencias en un periodo  $\tau$  está dado por:

$$\langle I' \rangle_\tau = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} I'_i \quad (73)$$

Si  $X(i, \tau)$  es la diferencia entre  $I'_i$  y  $\langle I' \rangle_\tau$ , definida como:

$$X(i, \tau) = \sum_{u=1}^i [I'_u - \langle I' \rangle_\tau] \quad (74)$$

Finalmente, la variable  $R$  y la desviación estándar  $S$  están dadas por:

$$R(\tau) = \max_{1 \leq i \leq \tau} X(i, \tau) - \min_{1 \leq i \leq \tau} X(i, \tau) \quad (75)$$

$$S(\tau) = \left\{ \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} [I'_i - \langle I' \rangle_\tau]^2 \right\}^{1/2} \quad (76)$$

De donde se obtiene, para cada valor de escala  $\tau$ , un valor de  $R/S$  que obedece una ley de potencia. Aplicando logaritmos a ambos términos de la igualdad, se obtiene el valor de  $H$  igual al valor de la pendiente:

$$\log(R/S) \sim H \log(\tau) \quad (77)$$

donde  $H$  es el exponente de Hurst. Este generalmente toma valores entre 0 y 1. Este análisis es robusto debido a que el comportamiento está influenciado solamente por la persistencia a largo plazo, detecta ciclos no periódicos aun cuando estos tengan longitud mayor o igual al periodo muestral en estudio y además es un método sensible para detectar correlaciones a largo plazo en procesos aleatorios. (Tabla 3.2)

**Tabla 3.2.- Comportamiento del conjunto analizado con respecto al valor del exponente de Hurst**

Valor del exponente de Hurst	Interpretación de persistencia
$0.5 < H < 1$	Persistencia. Indica que un crecimiento en el comportamiento de la serie de tiempo, generalmente será seguido por un análogo. Un decrecimiento también es seguido por un análogo.
$H = 0.5$	Tiene un comportamiento aleatorio e independiente. Generalmente se identifica como ruido blanco.
$0 < H < 0.5$	Antipersistencia. Indica que un crecimiento en el comportamiento de la serie de tiempo, generalmente será seguido por un decrecimiento y viceversa.

A manera de ejemplo, supongamos una escala de  $\tau = 64$ , el valor de  $(R/S)$  para este valor de  $\tau$  es obtenido mediante el método descrito anteriormente. Posteriormente se descompone la serie en dos partes de  $\tau = 32$  cada una, y se obtienen sus  $(R/S)$  respectivos, se promedian y se obtiene un valor de  $(R/S)$  promedio para  $\tau = 32$ . El conjunto de datos es descompuesto en cuatro partes, cada uno con  $\tau = 16$ , se obtendrá un valor promedio de  $(R/S)$  para  $\tau = 16$ . Este proceso continua para  $\tau = 8, 4, 2$  y 1. Finalmente, los valores obtenidos para  $(R/S)$  se grafican contra los valores respectivos de  $\tau$  de manera log/log. Se obtiene la pendiente del mejor ajuste para la gráfica, el cual es igual al valor del exponente de Hurst  $H$  (Figura 3.12).

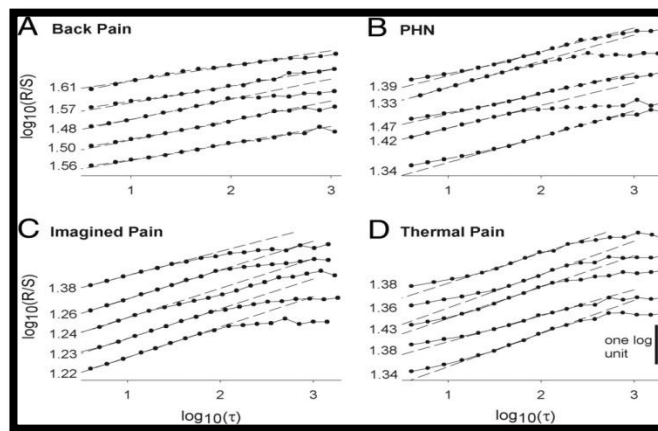


Figura 3.12.- Gráficos del método de rango rescalado  $(R/S)$  para diversos tipos de dolor A) Espalda, B) neuropatía, C) imaginado y D) termal. (Foss et al, 2006)

### 3.4.4.2 Método de conteo de caja

Desarrollado por Russel et al (1980), es uno de los métodos más utilizados, el cual consiste en generar una cobertura del sistema y medir la densidad de dicha cobertura. (Breslin y Belward, 1999)

Al cubrir una señal binaria, con cajas de tamaño definido  $\delta$ , se procede a determinar la dimensión fractal, considerando el número de cajas que se requieren para cubrir la señal; es decir, se coloca una malla de cuadros de tamaño  $\delta$  sobre la señal, este proceso se puede repetir para diversos tamaños de caja; posteriormente se grafica el número de cajas con datos, contra el tamaño de cajas ( $\delta$ ) de forma log-log. Si la gráfica se comporta de manera lineal, la pendiente de la curva se relaciona con la dimensión fractal (Mianabadi y Farid, 2011).

Siguiendo a Falconer (1990) y a Breslin y Belward (1999), él método se puede aplicar a conjuntos en cualquier dimensión, por ejemplo, ha sido utilizado para el análisis de imágenes que involucran desde agrupamientos

menores hasta galaxias. Una curva fractal es aquella que posee detalle infinito debido a su autosimilitud, incrementando su resolución de acuerdo a la exactitud del método de medición. La dimensión fractal determina el incremento de resolución y por lo tanto la longitud de la misma. Para un fractal, la longitud  $L$  como función de la resolución de la medida  $\delta$  es dada por:

$$L(\delta) \propto \delta^{-D} \quad (78)$$

donde  $D$  es un exponente conocido como la dimensión fractal. En el método de conteo de caja, se determina la medición de  $L(\delta)$  para un  $\delta$  variable, a partir del conteo del número de cajas que no se superponen de tamaño  $\delta$  requerido para cubrir la curva mencionada anteriormente. Estas mediciones se basan en la ecuación (78) para obtener un estimado de la dimensión fractal, la cual se conoce como dimensión de caja.

Una dimensión fractal, puede ser asignada a un conjunto de datos de una serie de tiempo al graficarlos como función del tiempo y calcular la dimensión de caja. La ecuación (78) tendrá un rango finito de tamaños de caja. Las cajas más pequeñas tendrán un ancho de ventana de  $\tau$ , donde  $\tau$  es la resolución en el tiempo y una altura  $\alpha$ , donde  $\alpha$  es la resolución de los datos.

Supongamos que tenemos un elemento fractal llamado triángulo de Sierpinski. Sobre este elemento fractal se dibuja una malla, para el ejemplo planteado será de 90 cuadrados o cajas con lados de dimensión  $\delta$ . Con paciencia se puede demostrar que solamente en 51 de los 90 cuadrados se encuentran presentes puntos del triángulo de Sierpinski. Las otras 39 cajas están vacías. Supongamos ahora, que se repite el procedimiento para diferentes tamaños  $\delta$  de cajas. Posteriormente se gráfica, donde el eje de abscisas representa el logaritmo inverso del tamaño de lado de las cajas,  $\ln(1/\delta)$  y el eje de ordenadas el logaritmo del número de cajas no vacías  $\ln(N(\delta))$ . Lo anterior se representa por las figuras 3.13 y 3.14.

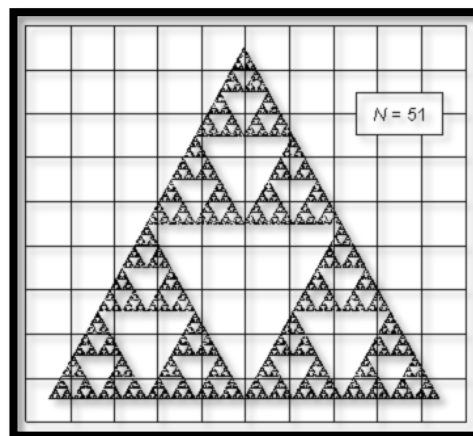


Figura 3.13.- Triángulo de Sierpinski en la cuadrícula propuesta. (Falconer, 1990).

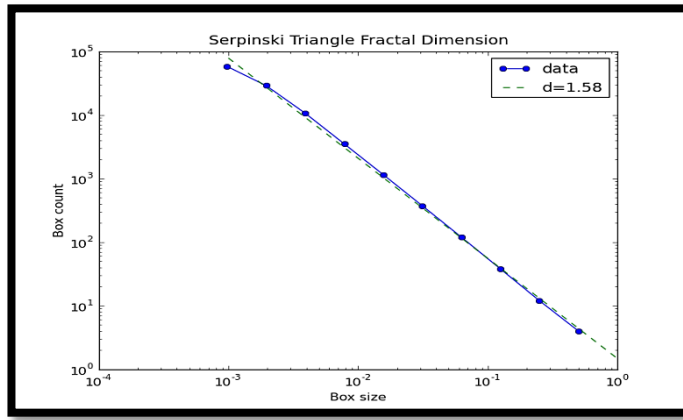


Figura 3.14.- Grafico del logaritmo inverso del tamaño del lado de la caja contra el logaritmo del número de cajas no vacías. Falconer (1990)

Se observa que la línea formada se puede describir mediante la ecuación de una recta del modo:

$$\ln(N(\delta)) = D * \ln(1 / \delta) + C \quad (79)$$

Despejando  $N(r)$ , tenemos:

$$N(r) = Cte * \delta^{-D} \quad (80)$$

Es decir una ley potencial del exponente  $-D$ . El valor  $D=1.593$  obtenido en este ejemplo representa la dimensión fractal de este conjunto. Para compararlo con la teoría anteriormente descrita, tenemos que se compone por elementos de  $1/3$  de escala del original, por lo que cada lado del triángulo posee tamaño de  $\delta = 1/2$ . Requiriendo  $3^n$  triángulos de lado  $\frac{1}{2}^n$ :

$$(1/2^n)^{-D} = 3^n \quad (81)$$

Despejando  $D$  teníamos:

$$D \ln(2^n) = \ln(3^n) \quad (82)$$

$$D = \frac{\ln 3}{\ln 2} = 1.58$$

El método de Box Counting es sin duda el más extendido en la literatura científica, debido a que puede aplicarse a cualquier distribución de puntos, curvas, superficie, volúmenes, etc.

Otro enfoque utilizado emparentado con el box counting es el método de compas o Compass method. El cual sirve para medir la dimensión fractal de perímetros. El procedimiento consiste en realizar una medición por medio de una longitud establecida  $\delta$ . Posteriormente se cambia la longitud preestablecida  $\delta$  y se realizan mediciones pertinentes (figura 3.15).



Figura 3.15.- Mediciones sobre la costa de Gran Bretaña utilizando varios valores de delta  $\delta$ . (Salbor, 1998)

Valores de delta inferiores, darán mayores longitudes y viceversa. La medida obtenida será el producto del número de pasos  $N$  de tamaño delta necesarios para cubrir el perímetro.

$$L(\delta) = N\delta \quad (83)$$

A medida que delta se hace cada vez más pequeña, se añaden más detalles y la longitud de costa sigue creciendo. Esto es debido a que el perímetro de la costa muestra autosimilaridad estadística. Si miramos el detalle del borde de una piedra recogida de la costa, observaremos que sigue presentado cierta similaridad con una imagen de satélite de cientos de kilómetros. De modo que la pregunta "¿cuánto mide la costa?" no tiene un sentido definido si no es en referencia a una escala de medida. Si aun así queremos caracterizar una costa, podemos calcular su dimensión fractal. Para estimar la dimensión fractal  $D$  determinamos la ley de potencias:

$$L(\delta) = Cte * \delta^{1-D} \quad (84)$$

Ajustando de nuevo una recta al diagrama log-log de  $L$  contra  $d$ , obtenemos la pendiente  $1-D$  para determinar la dimensión fractal.

Ahora bien, desde un enfoque más científico, tenemos que:

La dimensión de caja está definida por el exponente  $D_b$  en la relación:

$$N(\delta) \approx \frac{1}{\delta^{D_b}} \quad (85)$$

En donde  $N(\delta)$  es el número de cajas de tamaño linear  $\delta$  necesaria para cubrir el conjunto de datos distribuidos en un plano bidimensional. La base del método es que, para objetos que son Euclidianos, la ecuación anterior define su dimensión. Se requiere un numero de cajas proporcionales a  $1/\delta$  para cubrir el conjunto de puntos sobre una línea; proporcional a  $1/\delta^2$  para cubrir puntos sobre un plano, etcétera.

Esta dimensión es en algunas ocasiones conocida como la dimensión de rejilla, debido a que por conveniencia matemática las cajas son parte de la rejilla. Se podría definir la dimensión de caja donde las cajas se colocan en cualquier posición y orientación, para minimizar el número de cajas requeridas para cubrir el conjunto. Es lógicamente un problema computacional complicado el encontrar de entre todas las posibles formas de cubrir el conjunto con cajas de tamaño  $d$  la configuración que minimiza  $N(\delta)$ .

También la sobrestimación de  $N(\delta)$  en una rejilla no es una función de la escala, lo que es una conjetura plausible si el conjunto posee autosimilitud, y luego utilizar las cajas en la rejilla o minimizar  $N(\delta)$  al permitir que las cajas tomen cualquier posición resultara en lo mismo. Esto es debido a que la ley de potencia de la ecuación anterior es tal, que el exponente no varía si se multiplica  $N(\delta)$  o  $d$  por una constante.

En la práctica, para medir  $D_b$ , se cuenta el número de cajas de tamaño linear  $\delta$  necesarias para cubrir el conjunto; se grafica el logaritmo de  $N(\delta)$  en el eje vertical contra el logaritmo de  $\delta$  en el eje horizontal. Si el conjunto es fractal, se generara una línea recta con pendiente negativa que es igual a  $-D_b$ . Para obtener puntos que sean espaciados igualmente en el espacio log-log, es mejor utilizar tamaños de caja  $\delta$  que sigan una progresión geométrica ( $\delta = 1, 2, 4, 8, \dots$ ) en lugar de una progresión aritmética ( $\delta = 1, 2, 3, 4, \dots$ ).

Una elección que se hace en este procedimiento, es el rango de valores de  $\delta$ . Resultados triviales se esperan para valores muy grandes o muy pequeños. Una opción conservadora puede ser el utilizar como la  $\delta$  más pequeña, el valor de diez veces la distancia más pequeña entre puntos, y la más grande puede ser la máxima distancia entre puntos dividida entre diez.

En teoría, para cada tamaño de caja, la rejilla debe estar configurada de forma que el número mínimo de cajas este ocupado. Esto se puede lograr rotando la rejilla para cada tamaño de caja en 90 grados y graficar el valor mínimo de  $N(\delta)$  (Falconer, 1990).

### **3.4.4.3 Método Multifractal de fluctuación sin tendencia (Multifractal Detrended Fluctuation Analysis MF-DFA)**

El método se basa en la identificación de los momentos de  $q$ -ésimo orden que dependen de la longitud de la señal con la generalización de  $q = 2$ . Posteriormente se obtiene un promedio de todos los segmentos para determinar la función de fluctuación, el comportamiento escalar de la función se obtiene mediante gráficos log-log y finalmente se establece una ley en potencia, donde  $q(2) = H$  (Movahed et al, 2005).

Según Gómez y Poveda (2008) es posible identificar diversos órdenes de MF-DFA, los cuales se caracterizan por la forma en la cual se remueven las tendencias de los datos. En el orden más bajo (MF-DFA1) se determina, para cada segmento, el mejor ajuste lineal del perfil, y se identifican las fluctuaciones por medio de la varianza del perfil respecto a la línea recta. De esta forma, se elimina la posible influencia de tendencias lineales a escalas mayores a la del segmento. Es importante mencionar que al eliminar las tendencias del perfil, también se están eliminando en los datos.

El método permite generar una caracterización multifractal de una serie de tiempo multifractal no estacionaria, además permite determinar correlaciones de largo alcance contenidas en series temporales aparentemente no estacionarias, enfocándose en eliminar las tendencias que se puedan presentar en la señal analizada y que no están relacionadas con sus propiedades de correlación (Kantelhardt et al, 2002).

De acuerdo a Movahed et al (2005) en el análisis multifractal de fluctuaciones sin tendencia (MF-DFA), se supone que  $x_k$  es una serie de longitud  $N$  y que esta serie no posee valores de cero en un conjunto cerrado, es decir,  $x_k = 0$  para una insignificante fracción de valores. A continuación, se presenta el desarrollo de la metodología a seguir en el análisis de una serie de tiempo:

Paso 1.- Se determina el perfil:

$$Y(i) = \sum_{k=1}^i [x_k - \langle x \rangle], \quad i=1, \dots, N. \quad (86)$$

La sustracción de la media  $\langle x \rangle$  no es obligatoria ya que será eliminada en el análisis de tendencia que se desarrolla en el paso 3.

Paso 2.- Se divide el perfil  $Y(i)$  en  $N_s = \text{int}(N/s)$  segmentos que no se sobrepongan de igual longitud  $s$ , ya que la longitud  $N$  de la serie no es usualmente un múltiplo de la escala de tiempo  $s$  considerada, una pequeña parte al final del perfil puede ser residual. Para eliminar la parte residual de la serie, se realiza el mismo procedimiento anterior, comenzando desde el extremo opuesto de la serie; por lo tanto se obtienen  $2N_s$  segmentos.

Paso 3.- Se elimina la tendencia local para cada uno de los  $2N_s$  segmentos por medio de un ajuste de mínimos cuadrados y posteriormente se determina la varianza de la siguiente manera:

$$F^2(s, v) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \{Y[(v-1)s+i] - y_v(i)\}^2 \quad (87)$$

para cada segmento  $v, v = 1, \dots, N_s$ , y:

$$F^2(s, v) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s \{Y[N - (v - N_s)s + i] - y_v(i)\}^2 \quad (88)$$

para  $v = N_s + 1, \dots, 2N_s$ . Donde  $y_v(i)$  es el polinomio de ajuste en el segmento  $v$ . En el procedimiento de ajuste también se pueden emplear polinomios lineales, cuadráticos, cúbicos o de mayor orden.

Dado que la eliminación de tendencia de la serie de tiempo se realiza por la sustracción del polinomio de ajuste al perfil; los análisis de fluctuaciones sin tendencia (DFA) de diferente orden, difieren en su capacidad de eliminar tendencias en la serie.

Paso 4.- Se promedia sobre todos los segmentos para obtener la función de fluctuación o fluctuación media de  $q$  ésimo orden, definida como:

$$F_q(s) = \left\{ \frac{1}{2N_s} \sum_{v=1}^{2N_s} [F^2(s, v)]^{q/2} \right\}^{1/q} \quad (89)$$

Donde, generalmente, la variable de índice  $q$  puede tomar cualquier valor real excepto cero. Para  $q = 2$ , se utiliza el procedimiento estándar del DFA.

Paso 5.- Se determina el comportamiento escalar de la función de fluctuación analizando los gráficos logaritmo-logaritmo de  $F_q(s)$  contra  $s$  para cada valor de  $q$ . Si la serie de tiempo  $x_i$  presenta correlaciones con una ley de potencia, entonces se tiene que:

$$F_q(s) \sim s^{h(q)} \quad (90)$$

En general, el exponente  $h(q)$  puede depender de  $q$ . Para series de tiempo estacionarias tales como fGn (Ruido Gaussiano fraccionario),  $Y(i)$  de la ecuación (87) será una señal fBm (movimiento Browniano fraccionario), por

lo que,  $0 < h(q=2) < 1$ . El exponente  $h(2)$  es idéntico al conocido exponente de Hurst  $H$  (Peng et al, 1995; Feder, 1988).

### 3.4.4.4 Método de ondoleta

Método desarrollado por Grossmann y Morlet (1984), el cual de acuerdo a Malamud y Turcotte (1999), brinda información de la dependencia espacio-temporal de una serie de tiempo, posee una base fractal y usualmente se aplica a series de tiempo no periódicas.

De acuerdo a Velasquez et al, (2013); el método de ondoleta consiste en la integral de menos infinito a infinito de una ondoleta madre, la cual es afectada por un factor de escala o cambio. Si la serie presenta autoafinidad, la varianza de la nueva ondoleta permitirá obtener una ecuación en función de potencia.

El algoritmo se basa en:

Si  $f(t)$  es un proceso aleatorio con autoafinidad,  $t$  es un parámetro de posición, ya sea de tiempo o de espacio,  $a > 0$  es un parámetro de escala,  $w(t)$  se le conoce como ondoleta madre, y  $w_{t,a}(t') = (1/\sqrt{a})w(t'-t)/a$  es su versión escalada, entonces se puede definir la transformada de ondoleta como sigue:

$$W(t, a) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} w_{t,a}(t') f(t') dt' \quad (91)$$

Si la serie de tiempo posee autoafinidad, la varianza de  $W(t, a)$  será afectada por un parámetro de escala de manera asintótica de la siguiente manera:

$$V(a) = \langle W^2 \rangle - \langle W \rangle^2 \propto a^\delta \quad (92)$$

El exponente  $\delta$  se encuentra entre -1 y 3,  $-1 \leq \delta \leq 3$  El exponente de Hurst quedara definido de la siguiente manera:

$$H_w \begin{cases} \bullet \frac{\delta+1}{2} & \text{si } -1 \leq \delta < 1 \text{ (FGN)} \\ \bullet \frac{\delta-1}{2} & \text{si } 1 \leq \delta < 3 \text{ (FBM)} \end{cases} \quad (93)$$

Donde FGN es un ruido Gaussiano fraccionario, mientras que FBM es un movimiento Browniano fraccionario.

### 3.4.4.5 Método de Espectro de Potencia

Es un método que describe la variación de potencia de una señal respecto a la frecuencia (Olsson, 1995). Usualmente los fractales con autoafinidad son analizados con métodos espectrales.

Siguiendo a Valdez-Cepeda *et al* (2003), los fractales con autoafinidad generalmente son analizados usando técnicas de espectro. La variación del espectro de potencia  $P(f)$  con frecuencia  $f$  sigue la siguiente ley de potencia:

$$P(f) \sim f^{-\beta} \quad (94)$$

El espectro de potencia se define como la magnitud al cuadrado de la transformada de Fourier de la serie, denotada por  $Z(t)$ , por lo tanto, se tiene que:

$$P(f) = \left| \int_{t_0}^{t_1} Z(t) e^{-i2\pi ft} dt \right|^2 \quad (95)$$

donde  $t_0$  y  $t_1$  son los límites de tiempo de la serie de tiempo. En el caso de muestreos o series con intervalos de tiempo discretos, se utiliza la versión discreta de la ecuación anterior:

$$P(f) = \left| \sum_{t=t_0}^{t_1} Z(t) e^{-i2\pi ft} \right|^2 \quad (96)$$

Posteriormente se obtiene una relación entre la potencia  $\beta$  y la dimensión fractal  $D$ . Al considerar dos series de tiempo  $Z_1(t)$  y  $Z_2(t)$  relacionadas por:

$$Z_2(t) = \frac{1}{r^H} Z_1(rt) \quad (97)$$

Puede apreciarse que  $Z_1(t)$  posee las mismas propiedades estadísticas de  $Z_2(t)$ , y debido que  $Z_2$  es una versión reescalada de  $Z_1$ , se puede escribir:

$$P(f) = \frac{1}{r^{2H+1}} P\left(\frac{f}{r}\right) \quad (98)$$

Llegando a la relación:

$$\beta = 2H + 1 = 5 - 2D_s \quad (99)$$

el exponente  $\beta$  de la ecuación anterior, puede ser un indicativo de la ausencia de una escala de tiempo característica en el rango de la ley de potencias y por lo tanto se puede asumir la presencia de un comportamiento multifractal (Tessier et al, 1993; Gómez y Poveda, 2008). Así mismo, el exponente  $\beta$  será

mayor a 1 si la serie presenta persistencia fuerte y no es estacionaria; para valores entre 0 y 1 indicará una serie estacionaria con persistencia débil; un valor igual a 0, significará una serie estacionaria sin correlación; y un valor menor a 0, implicará una serie estacionaria antipersistente (Malamud y Turcotte, 1999).

Finalmente se establece que:

$$D = \frac{5-\beta}{2} \quad (100)$$

donde  $D$  denota la dimensión fractal estimada a partir del espectro de potencia. La dimensión fractal se obtiene de la pendiente del espectro (Lopes y Betrouni 2009).

Según Sivakumar (2001) y Gómez y Poveda (2008), para un proceso aleatorio, el espectro de potencia oscila aleatoriamente alrededor de un valor constante, indicando que una frecuencia no explica más de la varianza de la secuencia que otra. Para secuencias periódicas o casi periódicas, solo existen picos a ciertas frecuencias, el ruido medido le agrega un piso continuo al espectro. De esta manera, en el espectro, la señal y el ruido son fácilmente diferenciados. Señales caóticas pueden tener líneas espectrales muy notorias, pero siempre en la ausencia de ruido ellas serán parte continua del espectro (Sivakumar, 2001).

#### 3.4.4.6 Análisis de fluctuaciones sin tendencia (DFA) (Detrended Fluctuation Analysis)

Es un método introducido por Peng et al (1995). De acuerdo a Yuval y Broday (2010), el DFA permite detectar correlaciones de largo alcance contenidas en series temporales aparentemente no estacionarias; así mismo, el método a partir de un análisis de invarianza de escala es capaz de eliminar tendencias de diferentes órdenes que se puedan presentar en la señal analizada y que no están relacionadas con sus propiedades de correlación (Blázquez et al, 2009).

Siguiendo a Yuval y Broday [177], un conjunto de datos  $y_i$  es integrado de la siguiente forma:

$$\sum_{j=1}^i y_j \quad \text{para } i = 1, \dots, N \quad (101)$$

A continuación la serie integrada se divide en segmentos que no se sobrepongan de igual longitud  $m$  y un polinomio de ajuste  $x$  se utiliza para cada segmento. La fluctuación sin tendencia en cada segmento es dada por:

$$F(m) = \frac{1}{m \sum_{j=1}^m (x_j - \bar{x})^2} \quad (102)$$

Posteriormente para series de tiempo con autoafinidad, la fluctuación media de los segmentos está relacionada con su escala de longitud mediante la siguiente ley de potencia:

$$\bar{F}(m) \sim m^{2H} \quad (103)$$

donde  $H$  se puede encontrar mediante una regresión de  $\log(\bar{F}(m))$  contra  $\log(m)$  usando un número de divisiones con longitud de segmento  $m$ .

### 3.4.4.7 Método Fractal- Multifractal

De acuerdo a Huai-Hsien *et al* (2013) el método fractal-multifractal utiliza funciones de interpolación fractal para transformar medidas multifractales a proyecciones derivadas, con el objetivo de representar la complejidad de patrones naturales más allá de las características estadísticas. A partir de los parámetros  $a_n, c_n, d_n, e_n, f_n$ , genera de manera determinística una serie de patrones aparentemente aleatorios, en una o más dimensiones, preservando las características del conjunto de datos.

La gráfica  $G = \{(x, f(x)) | x \in [0,1]\}$  de la función de interpolación fractal  $f : x \rightarrow y$  que pasa por  $N+1$  puntos ordenados a lo largo de  $x$ ,  $\{(x_n, y_n) | x_0 < \dots < x_N, n=0, 1, \dots, N\}$  se define como un atractor determinístico único de  $N$  mapas afines  $W_n$  (Barnsley, 1988):

$$w_n \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_n & 0 \\ c_n & d_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_n \\ f_n \end{pmatrix}, \quad n=1, \dots, N \quad (104)$$

donde los parámetros verticales de escala  $d_n$  satisfacen  $|d_n| < 1$ , y los otros parámetros se definen por medio de las condiciones iniciales:

$$w_n \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{n-1} \\ y_{n-1} \end{pmatrix}, \quad (105)$$

$$w_n \begin{pmatrix} x_N \\ y_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \end{pmatrix}, \quad (106)$$

De acuerdo a Cortis *et al* (2009), las condiciones iniciales anteriores, conllevan a un conjunto de ecuaciones lineales simultáneas que permiten encontrar los valores de los parámetros  $a_n, c_n, e_n, f_n$ , de forma que:

$$a_n = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_N - x_0} \quad (107)$$

$$e_n = x_{n-1} - x_0 \cdot a_n \quad (108)$$

$$c_n = \frac{y_n - y_{n-1} - d_n(y_N - y_0)}{x_N - x_0} \quad (109)$$

$$f_n = y_{n-1} - c_n \cdot x_0 - d_n \cdot y_0 \quad (110)$$

La gráfica de función fractal  $f$ , y con dimensión fractal entre  $1 \leq D < 2$ , se obtiene mediante el procedimiento conocido como juego del caos. (Barnsley, 1988).

### 3.4.4.8 Dinámica de Hurst- Kolmogorov

El método se basa en un proceso estocástico, caracterizado por propiedades invariantes de la distribución de probabilidad multifractal (Koutsoyiannis et al, 2011).

Este modelo disgrega un ruido fraccional Gaussiano mediante un proceso de cascada aditiva diádica, el cual es posteriormente transformado de manera exponencial para obtener la serie de tiempo. Esta serie de tiempo obtenida, se supone que tendrá una distribución log-normal (Lombardo et al, 2012; Over, 1995).

De acuerdo a Koutsoyiannis et al (2011) Si  $z$  es una variable aleatoria de interés, y se asume que está definida en un espacio bidimensional (2D) denotado por variables continuas  $(x, y)$  o discretas  $(i, j)$  que definen un espacio del campo estocástico  $z(x, y)$  o  $z_{ij}$ , éstas se pueden relacionar mediante:

$$z_{ij} \approx \frac{1}{\Delta^2} \int_{(i-1)\Delta}^{i\Delta} \int_{(j-1)\Delta}^{j\Delta} z(x, y) dx dy \quad (111)$$

donde  $\Delta$  se expresa como un intervalo fijo que representa una unidad de escala, utilizada en la conversión de representación continua a discreta de la variable de interés.

Debido a su simplicidad, se asume que el campo  $z$  es estacionario e isotrópico, denotando su media como  $\mu = E[Z_{ij}]$ , su autocovarianza como  $\gamma_{k,l} = Cov[Z_{ij}, Z_{i+kj+l}]$  y su correlación como  $\rho_{k,l} = Corr[Z_{ij}, Z_{i+kj+l}] = \gamma_{k,l} / \gamma_0$ , donde  $\gamma_0$  es la varianza. Además, se define el proceso promedio a escala espacial con un entero  $(k = 1, 2, \dots)$  múltiplo de  $\Delta$ , de manera que:

$$z_{ij}^{(k)} = \frac{1}{k^2} \sum_{m=(i-1)k+1}^{ik} \sum_{n=(j-1)k+1}^{jk} z_{m,n} \quad (112)$$

denotando su autocovarianza como  $\gamma_{l,m}^{(k)}$ , su varianza como  $\gamma_0^k$  y su autocorrelación como  $\rho_{l,m}^k$ . Esta forma de representación implica que el superíndice 1 puede omitirse ( $z_{i,j}^{(1)} \equiv z_{i,j}$ ).

Un proceso de Hurst-Kolmogorov en 2D, puede definirse como un proceso estocástico, el cual para los índices  $i, j, m, n$ , y cualquier escala  $k$  y  $l$ , posee la siguiente propiedad:

$$\left( z_{ij}^{(k)} - \mu \right) =_d \left( \frac{k}{l} \right)^{2H-2} \left( z_{m,n}^{(l)} - \mu \right) \quad (113)$$

donde  $=_d$  significa que las dos variables aleatorias poseen la misma función de distribución conjunta de orden finito. El exponente  $H$  se conoce como el exponente de Hurst y toma valores entre 0 y 1. Este comportamiento Hurst-Kolmogorov es una representación de la evolución de los procesos naturales.

### 3.4.4.9 Flujo Integrado fraccional de 3 parámetros (basado en el Modelo Multifractal Universal)

La integración fraccional de orden  $H$  de un modelo multifractal universal, se conoce como el método de flujo integrado fraccional de tres parámetros (FIF) (Schertzer y Lovejoy, 1991; Verrier et al, 2010).

El modelo FIF se basa en el concepto de cascadas multiplicativas en el contexto de turbulencia, el cual fue desarrollado por Kolmogorov (1941) y Mandelbrot (1974). De acuerdo a este modelo, la energía cinética proporcionada a un sistema a gran escala, es transferida por un proceso multiplicativo conservador a escalas cada vez más pequeñas y finalmente es disipada en forma de calor. Este tipo de proceso se puede modelar al (i) distribuir uniformemente una cantidad dada en un intervalo definido; (ii) dividir el intervalo en subintervalos; (iii) asignar a los subintervalos la cantidad original dada, multiplicada por una variable aleatoria que no dependa de la escala (De Montera et al 2009).

Cuando  $H$  es diferente de cero, el campo resultante, denominado como  $R_\lambda$ , no es estacionario; siendo  $H$  denominado como el parámetro de no estacionariedad.  $H$  es un tipo de exponente de Hurst que representa el grado de suavidad del proceso, la cual se incrementa con el valor de  $H$  (Verrier et al , 2010). Para los incrementos de campo se tiene que:

$$|\Delta R_\lambda| \approx \phi_\lambda |\Delta \bar{x}|^H \quad (114)$$

donde  $\Delta R_\lambda(\bar{x}) = R_\lambda(\bar{x} + \Delta \bar{x}) - R_\lambda(\bar{x})$ , y  $|\Delta \bar{x}| = L/\lambda$ , siendo  $\lambda$  la resolución del modelo.

Si los términos de la ecuación (114) se elevan a la potencia  $q$ , se obtiene la función de estructura de  $R$  para un orden  $q$  y se tiene que:

$$\langle |\Delta R_\lambda|^q \rangle \approx \lambda^{-\xi(q)} \quad (115)$$

donde  $\xi(q) = qH - K(q)$  es llamado el exponente de la función de estructura.

### 3.4.4.10 Método de Higuchi

El método de Higuchi (Higuchi, 1988) determina la dimensión fractal de una serie de tiempo. De acuerdo a Kalauzi et al (2009), la señal observada consiste en una secuencia de tiempo  $x(1), x(2), \dots, x(N)$ , y un número  $k$  de nuevas series autosimilares  $X_k^m$  se construyen de la siguiente manera:

$$X_k^m : x(m), x(m+k), x(m+2k), \dots, x(m + \text{int}[(N-m)/k]k) \quad (116)$$

donde  $m$  es el tiempo inicial, para un  $m = 1, 2, \dots, k$ ;  $k$  es el intervalo de tiempo, para un  $k = 2, \dots, k_{max}$  y  $\text{int}(r)$  es la parte entera del número real  $r$ .

La longitud de las series  $X_k^m$  es definida como:

$$L_m(k) = \frac{1}{k} \left[ \sum_{i=1}^{\text{int}\left[\frac{N-m}{k}\right]} |x(m+ik) - x(m+(i-1)k)| \right] \frac{N-1}{\text{int}\left[\frac{N-m}{k}\right]} \quad (117)$$

$L_m(k)$  es promediada para todos los valores de  $m$ , y se obtiene el valor promedio de longitud de la serie  $L(k)$ , para cada  $k = 2, \dots, k_{max}$  de la siguiente manera:

$$L(k) = \frac{\sum_{m=1}^k L_m(k)}{k} \quad (118)$$

Finalmente se obtiene un conjunto de valores medios  $L(k)$  y la dimensión fractal se estima como la pendiente del mejor ajuste lineal de mínimos cuadrados correspondiente al gráfico  $\ln(L(k))$  vs.  $\ln(1/k)$ , por lo tanto:

$$D = \frac{\ln(L(k))}{\frac{1}{k}} \quad (119)$$

donde  $D$  es la dimensión fractal obtenida mediante el método de Higuchi.

#### 3.4.4.11 Estimación de la dimensión fractal a partir de diferencias consecutivas

De acuerdo a Kalauzi *et al* (2009), se utiliza este método para calcular la dimensión fractal de una señal unidimensional, considerando los valores medios absolutos de orden  $n$  de diferencias consecutivas finitas para una señal  $y(t)$  con  $m_y^{(n)} = \text{media}(\text{abs}(y^{(n)}(t)))$ , se observa que los logaritmos para  $m_y^{(n)}$ ,  $n = 2, 3, \dots, n_{max}$  son linealmente dependientes para  $n$ , con las pendientes estables y con  $Y$  intercepciones proporcionales a la dimensión fractal de la señal, entonces:

$$\log(m_y^{(n)}) = (\text{pendiente})n + Y_{int} \quad (120)$$

Para establecer una relación entre  $Y_{int}$  y la dimensión fractal de la señal, se utiliza la familia de funciones Weierstrass, con parámetros de  $H$  ( $0 < H < 1$ ) y  $\gamma$  ( $\gamma > 1$ ) de la siguiente manera:

$$W_H^\gamma(t) = \sum_i \gamma^{-iH} \cos(2\pi\gamma^i t) \quad (121)$$

Estas funciones tienen una dimensión fractal definida teóricamente,  $D = 2 - H$ . Ya que la dimensión fractal  $D$  es linealmente dependiente de  $Y_{int}$ , se establece:

$$D = A(n_{max})Y_{int} + B(n_{max}) \quad (122)$$

Los parámetros de regresión  $A(n_{max})$  y  $B(n_{max})$  se calculan para  $n_{max}$ . El planteamiento anterior solo es aplicable para series monofractales.

### 3.4.4.12 Método de Superficie de interpolación Fractal Browniana

Mandelbrot (1967) estableció que la dimensión fractal de un método fractal Browniano es invariante cuando se aplican transformaciones. De acuerdo a Pentland (1985), la mayoría de los fractales en modelos físicos, son funciones fractales Brownianas.

De acuerdo a Tao y Barros (2010), para procesos que presentan autoafinidad, el exponente espectral  $\beta$ , la dimensión fractal  $D$ , y el exponente de Hurst  $H$ , son tres características intercambiables;  $D$  y  $H$  pueden ser obtenidas a partir del exponente espectral  $\beta$  para un campo de tres dimensiones, de la siguiente forma:

$$D = \frac{7 - \beta}{2} \quad (123)$$

$$H = \frac{\beta - 1}{2} \quad (124)$$

El exponente espectral, definido como la pendiente del espectro de potencia de Fourier en un gráfico log-log en 2D, describe la variabilidad de la serie como una función de longitud de onda y/o escala espacial; donde la amplitud de rugosidad y la potencia en la longitud de onda más corta, miden la varianza de la serie a la escala espacial correspondiente. El exponente de Hurst, el cual también se conoce como el índice de autoafinidad, mide la correlación de largo alcance. Si el conjunto de interés presenta características de autoafinidad, entonces se puede igualar la pendiente espectral con el factor de rugosidad del conjunto. El modelo de superficie fractal Browniana, es dado por:

$$Z(u, v) = \frac{Z_b(u, v)}{k_r^{(\beta - \beta_b)/2}} \exp \left[ \frac{1}{2} (S_{r,1} - \frac{\beta + 1}{\beta_b + 1} S_{r,2}) \right] \quad (125)$$

donde  $Z(u, v)$ ,  $Z_b(u, v)$ ,  $\beta$ , y  $\beta_b$  son las transformadas de Fourier de las superficies de interpolación y del movimiento Browniano, así como los exponentes del espectro de potencia referenciados y Brownianos respectivamente;  $k_r$  es el número de onda radial;  $S_{r,1}$  y  $S_{r,2}$  son los factores de rugosidad de superficie original y del ruido Browniano.

### 3.4.4.13 Método de variación

De acuerdo a Dubuc et al (1987), Breslin y Belward (1999) el método de variación utiliza una cobertura de intervalos, en lugar de ventanas. Es decir, se calcula la oscilación para un conjunto de puntos que se encuentran a lo largo de la curva  $X(t)$ . La oscilación en un punto  $X(t_0)$  será:

$$v(X(t_0), \epsilon) = \max_{\tau \in (t_0 - \epsilon, t_0 + \epsilon)} X(\tau) - \max_{\tau \in (t_0 - \epsilon, t_0 + \epsilon)} \min(\tau) \quad (126)$$

La ecuación anterior corresponde al espesor de cobertura;  $\epsilon$  representa la escala de medición de la oscilación, similar al tamaño de caja en el método de conteo de caja. Al disminuir este valor, también disminuye la cobertura. El área de cobertura se encuentra integrando  $v$ , se conoce como la variación de  $X$  y se denota como  $V(\epsilon)$ . Para encontrar la dimensión fractal se calcula el rango al cual el área  $V(\epsilon)$  tiende a 0, mientras que  $\epsilon$  tiende a 0. La pendiente del gráfico log-log de  $V(\epsilon)/\epsilon^2$  vs  $1/\epsilon^2$  es la dimensión fractal de la serie.

#### **3.4.4.14 Ventajas y desventajas de los métodos de estimación fractal**

A continuación se presentan las principales características de los métodos que permiten estimar la dimensión fractal o el exponente de Hurst, que han sido aplicados a series de precipitación y temperatura en las investigaciones consultadas (Tabla 3.3).

**Tabla 3.3.- Características de los modelos fractales que permiten estimar el exponente de Hurst y/o la dimensión fractal**

Método	No. De parámetros	Descripción de Parámetros	Ventajas	Desventajas
Rango rescalado (R/S)	2	$i$ = valor en el tiempo de la serie; $\tau$ = periodo de tiempo considerado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Influenciado solamente por la persistencia a largo plazo, detecta ciclos no periódicos aun cuando estos tengan longitud mayor o igual al periodo muestral en estudio, además de ser un método sensible para detectar correlaciones a largo plazo en procesos aleatorios. Permite deducir que muchos fenómenos naturales no son procesos aleatorios independientes, pero tienen correlación a largo plazo significativa (Amaro et al, 2004).</li> <li>Es una herramienta útil para analizar registros empíricos en los cuales existe dependencia estadística (Karner, 2001).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debe de considerarse un efecto al estudiar dependencia a largo plazo usando el método, el cual es: Correlación a corto plazo juega un papel importante cuando se analizan series de tiempo cortas. (Karner 2001).</li> </ul>
Conteo de caja	1	$\delta$ = Resolución de la medida de la ventana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es un método intuitivo y sencillo de aplicar, siendo aplicable a conjuntos en cualquier dimensión (Breslin y Belward, 1999).</li> <li>Es uno de los métodos más efectivos ya que permite obtener la dimensión fractal aun cuando no se poseen formulas numéricas o lograr determinar la pendiente de figuras irregulares. Es adaptable a muchas situaciones, ya que mientras que el objeto pueda contenerse en cajas se podrá encontrar la dimensión fractal. (Mandelbrot, 1988)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si se pretende cubrir un conjunto utilizando ventanas bidimensionales, la dimensión fractal no puede exceder 2, debido a que la dimensión fractal estimada no puede exceder la dimensión de la ventana utilizada. (Mandelbrot, 1988)</li> </ul>
Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MFDFA)	3	$s$ = Longitud de los segmentos; $q$ = Orden de momento; $\nu$ = Numero de segmentos obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se ve influenciado por tendencias lineales que pueda presentar la serie. Logra detectar correlaciones de largo alcance en series de tiempo no estacionarias con ruido. (Gomez y Poveda, 2008).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solamente puede determinar exponentes de Hurst generalizados positivos, volviéndose un poco impreciso para señales fuertemente anticorrelacionadas, cuando <math>h(q)</math> es cercano a 0. Cuando <math>h(q) \rightarrow 0</math>, se debe de integrar la serie antes de aplicar el MF-DFA. (Kantelhardt et al, 2003).</li> <li>El método continua considerando asunciones estacionarias sobre los estadísticos de las desviaciones restantes después de eliminar tendencias lineales o polinomiales (Lovejoy y Schertzer, 2013).</li> </ul>
Análisis de ondoletas	3	$t$ = Parámetro de posición; $a$ = parámetro de escala; $w(t)$ = ondoleta madre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliza pocos parámetros. Los resultados son sencillos de interpretar. (Lovejoy y Schertzer, 2013).</li> <li>De acuerdo con Velásquez <i>et al</i> [168] el método de ondoleta es apropiado para analizar series autoafines, donde la varianza no es constante al incrementar el tamaño de ventana.</li> <li>No existe la necesidad de generar una cuadrícula sobre la señal, en contraste con el método de conteo de caja (Lopes &amp; Betrouni, 2009)</li> <li>Este método es apropiado para series no estacionarias. (Rehman 2009).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No es sencillo interpretar las fluctuaciones del modelo. (Lovejoy y Schertzer, 2013).</li> </ul>

**Tabla 3.3.- Características de los modelos fractales que permiten estimar el exponente de Hurst y/o la dimensión fractal**

Método	No. De parámetros	Descripción de Parámetros	Ventajas	Desventajas
Análisis de ondoletas	3	$t$ = Parámetro de posición; $a$ = parámetro de escala; $w(t)$ = ondoleta madre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es ideal para el análisis de superficies con autoafinidad y para fines de simulación. (Lopes y Betrouni, 2009)</li> <li>• Es una herramienta estándar para la investigación del comportamiento fractal de series geofísicas. (Olsson, 1995)</li> <li>• Es particularmente usado para el estudio de oscilaciones de una serie (Sivakumar, 2001).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es solo útil en superficies que exhiben un espectro de potencia exponencial. (Lopes y Betrouni, 2009),</li> </ul>
Espectro de potencia	3	$t_0$ y $t_1$ = Límites de tiempo considerados; $\beta$ = Potencia de la serie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ha sido aplicado de forma satisfactoria en el análisis de registros climáticos a largo plazo y secuencias de ADN (Weron, 2002).</li> <li>• Modelo ampliamente utilizado para detectar propiedades de escala con comportamiento fractal para series de tiempo no estacionarias.</li> <li>• Permite caracterizar las propiedades fractales sin ser influenciado por tendencias o la no estacionariedad de la serie (Yuan et al, 2012).</li> <li>• Permite separar tendencias y correlaciones en series de tiempo para posteriormente analizar la persistencia de regímenes climáticos (Kurnaz, 2004).</li> <li>• Detecta correlación a largo plazo en series de precipitación. (Zhang et al, 2014).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las fluctuaciones del método están definidas con respecto a desviaciones de la media cuadrática de regresiones polinomiales, lo cual es una limitante (Lovejoy y Schertzer, 2013).</li> </ul>
Análisis de fluctuación sin tendencia (DFA)	1	$m$ = Longitud de los segmentos, $x$ = polinomio de ajuste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite determinar el atractor de la serie de tiempo (Cortis et al, 2009)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para la realización de un análisis de series de tiempo, requiere proporcionarle un elevado número de parámetros, lo cual incrementa la complejidad del algoritmo al ser programado.</li> </ul>
Fractal-Multifractal	5	$d_n$ : Parámetro de escala vertical. $a_n$ , $c_n$ , $e_n$ y $f_n$ = Parámetros que dependen de las condiciones iniciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta la opción de ampliar su campo de estudio a dos dimensiones, facilitando la comprensión de una serie de tiempo (Koutsoyiannis et al, 2011).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para la realización de un análisis de series de tiempo, requiere proporcionarle un elevado número de parámetros, lo cual incrementa la complejidad del algoritmo al ser programado.</li> </ul>
Dinámica de Hurst-Kolmogorov	7	$i, j, m, n$ = Índices dependientes de los datos; $k, l$ = Factores de escala; $\Delta$ = intervalo fijo que expresa una unidad de la escala	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es ideal para el análisis de superficies con autoafinidad y para fines de simulación. (Lopes y Betrouni, 2009)</li> <li>• Es una herramienta estándar para la investigación del comportamiento fractal de series geofísicas. (Olsson, 1995)</li> <li>• Es particularmente usado para el estudio de oscilaciones de una serie (Sivakumar, 2001).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es solo útil en superficies que exhiben un espectro de potencia exponencial. (Lopes y Betrouni, 2009),</li> </ul>

**Tabla 3.3.- Características de los modelos fractales que permiten estimar el exponente de Hurst y/o la dimensión fractal**

Método	No. De parámetros	Descripción de Parámetros	Ventajas	Desventajas
Flujo integrado fraccional de 3 parámetros (FIF)	3	$\lambda$ =Resolución del modelo; $q$ =potencia considerada; $R$ =campo de análisis.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede modelar las propiedades de invarianza de escala de una serie de tiempo(Schertzer y Lovejoy, 1987; Akrouer et al, 2013)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No puede representar múltiples escalas temporales de la precipitación (Akrouer et al, 2013).</li> </ul>
Higuchi	2	$k$ = Numero de series autosimilares generadas; $k_{max}$ = Intervalo de tiempo máximo considerado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método rápido y confiable para determinar la correlación de series de tiempo, en comparación con otros métodos tales como la densidad espectral y el DFA, debido a su corto logaritmo y pocos parámetros (Coyt et al, 2013).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El máximo grado de reducción (<math>k_{max}</math>) se determina arbitrariamente por el investigador. (Coyt et al, 2013).</li> <li>Al ser aplicado a imágenes, se presentan dificultades cuando la imagen posee una baja resolución (Ahammer, 2011).</li> </ul>
Dimensión de correlación fractal (FCD)	1	$R$ = Umbral definido	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para estimar la dimensión de correlación se utiliza un sólo parámetro. Se considera <math>D_c \approx D_f</math> (Korvin et al, 1990).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No es un estimador de la dimensión fractal, sino de la dimensión de correlación.</li> </ul>
Estimación de la dimensión fractal a partir de diferencias consecutivas	2	$n$ = Orden de las diferencias consecutivas; $\gamma$ = Parámetro de la ecuación Weierstrass.	<ul style="list-style-type: none"> <li>No requiere determinar un valor de <math>k_{max}</math>. Aunque requiere del valor de <math>n</math>, este siempre es igual o menor a 3. (Kalauzi et al, 2009).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se vuelve inapropiado para aplicarlo a perfiles de tendencia superior a la lineal (Kalauzi et al, 2009).</li> </ul>
Modelo de Superficie de interpolación Fractal Browniana	3	$k_r, k_s$ = Numero de onda radial; $S_{r,1}$ y $S_{r,2}$ = Factores de rugosidad de la superficie original y la superficie de ruido Browniano respetivamente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Puede ser modificado de múltiples maneras por calibración o postprocesamiento para mejorar su rendimiento para lugares específicos, tipos de tormenta y escalas. (Tao y Barros, 2010).</li> <li>A pesar de que requiere generar una distribución de superficie para determinar la superficie de interpolación media, se puede crear campos usando una superficie de interpolación de forma separada (Tao y Barros, 2010).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solo puede ser aplicado a un rango definido de escalas espaciales donde los datos poseen autoafinidad. Las superficies escaladas no son las soluciones únicas, solamente una de las soluciones de un proceso aleatorio. (Tao y Barros, 2010).</li> </ul>
Modelo de variación	1	$\epsilon$ = Escala a la cual se realiza la medición de la oscilación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dubuc et al (1989) afirman que presenta mejores resultados que el método de conteo de caja estándar, así como la ventaja de ser más robusto y eficiente, debido a que no utiliza cubiertas, sino intervalos, lo que da buenas aproximaciones de la dimensión fractal.</li> <li>Mide variaciones rápidas o súbitas a escalas pequeñas. Implica un rango finito de escalas para lograr estimar la pendiente de la variación en un gráfico log-log (Berizzi et al, 2006).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta el inconveniente de que debe ser propuesto como modelo discreto, para posteriormente realizar un análisis de los efectos de muestreo y truncamiento de ancho de banda(Berizzi et al, 2006).</li> </ul>

A partir de los valores de exponente de Hurst y dimensión fractal estimados mediante los métodos desarrollados anteriormente, es posible evaluar las características de estacionariedad y persistencia de una serie de tiempo.

### 3.5 Características de estacionariedad, tendencia y persistencia

La estacionariedad de una serie de tiempo implica que los parámetros o momentos estadísticos de media y varianza no cambian en el tiempo, excepto debido a variaciones de muestreo (Machiwal y Jha, 2008).

Se dice que una serie de tiempo presenta una tendencia en el tiempo cuando existe una correlación significativa entre las observaciones y el tiempo. Puede ser evaluada mediante el gradiente de la ecuación de ajuste de la serie (Shahin et al, 1993).

La persistencia de una serie de tiempo se define como la tendencia de la magnitud de un evento de ser dependiente de la magnitud del evento anteriormente registrado (Machiwal y Jha, 2008).

Cuando a una serie de tiempo se le ha removido las periodicidades y tendencias, lo que resta se le denomina el componente estocástico. El componente estocástico de una serie de tiempo posee dos aspectos fundamentales, su distribución estadística de valores, y su persistencia. La persistencia mide las correlaciones entre valores adyacentes dentro de la serie de tiempo, y puede ser débil, fuerte o no existente (ruido blanco). Los valores de una serie de tiempo pueden afectar otros valores que no precisamente estén cercanos en la serie (corto plazo) sino también lejanos (largo plazo). La dimensión fractal y el exponente de Hurst  $H$  obtenidos a partir de las series analizadas, permiten determinar las características de persistencia o antipersistencia.

De acuerdo a Malamud y Turcotte (1999), el exponente de Hurst es una medida de la fuerza de persistencia de una serie de tiempo, así como de la estacionariedad de la misma (Tabla 3.4).

**Tabla 3.4.- Características de una serie de tiempo, de acuerdo al valor del exponente de Hurst y la dimensión fractal**

Valor de la dimensión fractal	Valor del exponente de Hurst	Persistencia	Estacionariedad
$1.2 \geq D \geq 1$	$0.8 \leq H \leq 1$	Persistencia fuerte	No estacionaria
$1.5 > D > 1.2$	$0.5 < H < 0.8$	Persistencia débil	Estacionaria
$D = 1.5$	$H = 0.5$	Sin relación	Estacionaria
$2 \geq D > 1.5$	$0 \leq H < 0.5$	Antipersistencia	Estacionaria

Una serie con comportamiento persistente en el tiempo indica que cuando se presenta un incremento en la serie, existe una alta probabilidad que el próximo registro sea un incremento; un decremento en la serie, será seguido de otro decremento (Sun et al, 2007). Esto implica que cada valor de la serie, tendrá un grado de ocurrencia sobre eventos futuros, lo cual también es conocido como memoria a largo plazo. Una serie con fuerte persistencia, presentara un comportamiento no estacionario, debido a que su comportamiento en el tiempo, influye en los momentos estadísticos de la misma, siendo dependientes de la serie. La presencia de persistencia en el tiempo, es un indicador que los eventos registrados en el presente influyen en los eventos futuros a largo plazo. Mientras mayor es el valor del exponente de Hurst, la persistencia de la serie es más fuerte. (Figura 3.16)

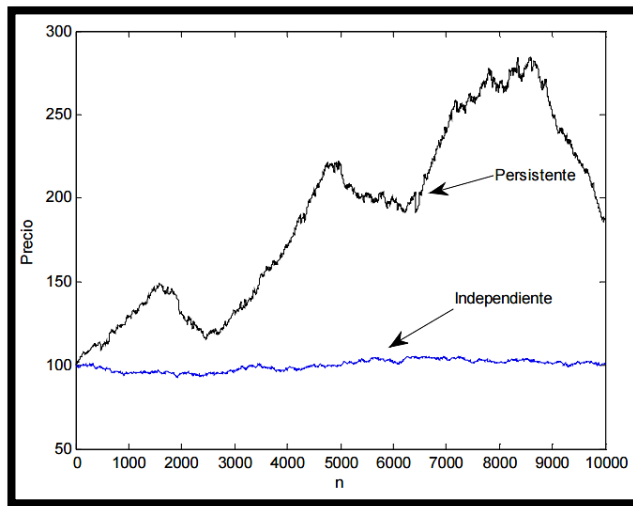


Figura 3.16.- Serie de tiempo con valor del exponente de Hurst superior a 0.5, implicando persistencia.  
(Mansukhani, 2012)

Una serie antipersistente en el tiempo, presenta una alta probabilidad de registrar un comportamiento de incremento, seguido de un decremento y viceversa. Este tipo de series presentara un comportamiento estacionario en el tiempo mientras menor sea el valor del exponente de Hurst, debido a que los incrementos y decrementos tienden a compensarse entre sí, por lo que los momentos estadísticos son independientes de la serie. Rehman (2009) establece que en el caso de la precipitación, un comportamiento antipersistente indica una menor dependencia con los valores registrados previamente de la serie de tiempo (Figura 3.17).

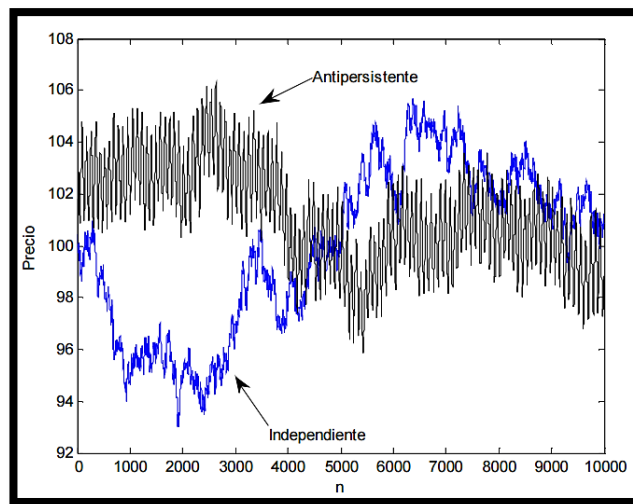


Figura 3.17.- Serie de tiempo con valor del exponente de Hurst menor a 0.5, implicando antipersistencia.  
(Mansukhani, 2012)

Una serie de tiempo que presente aleatoriedad, implica que presenta igual probabilidad de registrar un incremento o un decremento, independientemente del registro anterior, por lo que este tipo de serie de tiempo es la más complicada de predecir. También es llamada serie de tiempo Browniana, dado que no presenta correlación entre los registros presentes y los futuros. (Figura 3.18)

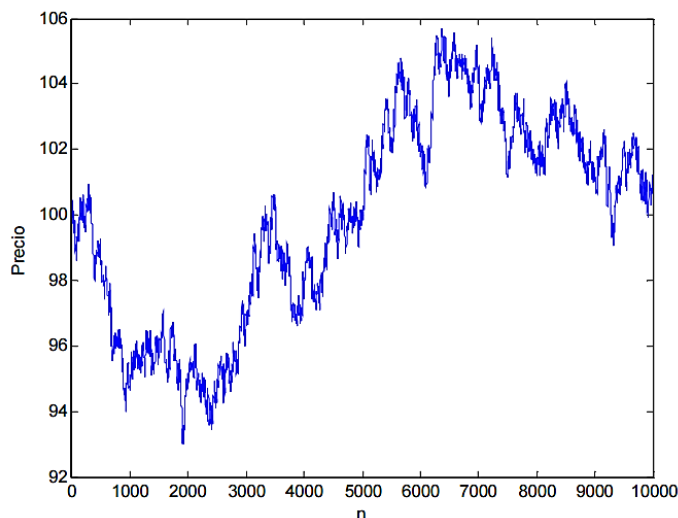


Figura 3.18.- Serie de tiempo con valor del exponente de Hurst igual a 0.5, implicando aleatoriedad.  
(Mansukhani, 2012)

Dada la relevancia que presentan en esta investigación las condiciones climáticas de Baja California al momento de desarrollar un análisis de correlación con los valores estimados de exponente de Hurst y dimensión fractal; a continuación se presentan los fundamentos de la clasificación climática de Köppen.

### 3.6 Clasificación climática de Köppen

De acuerdo a la clasificación de climas elaborada en 1900 por Wladimir Peter Köppen (Köppen, 1918), se consideraron las características climatológicas de las zonas estudiadas (Climate-Data.Org, 2015) con lo cual se puede ampliar el análisis. Esta clasificación fue elaborada basándose en la relación empírica entre el clima y la vegetación. La clasificación de Köppen provee una forma eficiente de describir condiciones climáticas definidas por múltiples variables. Por lo que se ha aceptado y utilizado ampliamente desde su elaboración (Dealiang y Hans, 2013). A comienzos del siglo XX el climatólogo y botánico alemán Wladimir Köppen presentó una clasificación de las distintas zonas climáticas del mundo basándose en los diversos tipos de vegetación que se presenten. Esta clasificación empírica del clima ha sido mejorada continuamente y, aunque ha sido criticada, sigue siendo hasta hoy uno de los métodos más conocidos de clasificación climática. (Figura 3.19)

La clasificación de Köppen se basa en una subdivisión de las zonas climáticas del mundo en cinco grupos principales, los cuales se representan por las letras en mayúscula A, B, C, D, E y H.

#### Procedimiento de clasificación

Los climas son definidos por valores medios anuales y mensuales de temperatura y precipitación:

- A : Clima tropical lluvioso. Todos los meses, la temperatura media es superior a 18°C. No existe estación invernal y las lluvias son abundantes.
- B : Climas secos. La evaporación es superior a la precipitación y no hay excedente hídrico.
- C : Climas templados y húmedos. El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18° y -3°C, y la media del mes más cálido supera los 10°C.

- D : Climas templados de invierno frío. La temperatura media del mes más frío es inferior a  $-3^{\circ}\text{C}$  y la del mes más cálido está por encima de  $10^{\circ}\text{C}$ .
- E : Climas polares. No tienen estación cálida y el promedio mensual de las temperaturas es siempre inferior a  $10^{\circ}\text{C}$ . Cuando el mes más cálido oscila entre  $0$  y  $10^{\circ}\text{C}$ , el autor diferencia el grupo ET (clima de tundra); y cuando ninguno supera los  $0^{\circ}\text{C}$ , el grupo EF (clima de hielo permanente).

Finalmente, la letra H se asigna a los climas de montaña.

Los grupos anteriores se subdividen en subgrupos más específicos (letras minúsculas), con referencia a la distribución estacional de la precipitación:

- f : lluvioso todo el año, ausencia de período seco.
- s : presencia de estación seca en verano.
- w : estación seca en invierno.
- m : precipitación de tipo monzónico.

Para matizar el régimen térmico se hace uso de una tercera letra:

- a : temperatura media del mes más cálido superior a  $22^{\circ}\text{C}$
- b : temperatura media del mes más cálido inferior a  $22^{\circ}\text{C}$ , pero al menos con cuatro meses superiores a  $10^{\circ}\text{C}$
- c : menos de cuatro meses tienen temperatura media superior a  $10^{\circ}\text{C}$
- d : el mes más frío está por debajo de  $-38^{\circ}\text{C}$
- h : temperatura media anual superior a  $18^{\circ}\text{C}$
- k : temperatura media anual inferior a  $18^{\circ}\text{C}$

Finalmente se asigna una cuarta letra referente al comportamiento de la precipitación:

x´: Precipitaciones ocurren durante todo el año

h´: Precipitaciones ocurren principalmente en invierno

La clasificación se resume en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5. Clasificación climática de Köppen**

		Humedad					
	Temperatura	S	W	f	m	W	s
A	Tropical	-	-	Af=Ecuatorial	Am= Monzónico	Aw=Tropical de Sabana	As= Tropical de Sabana
B	Seco	BS= Estepario	BW= Desértico	-	-	-	-
C	Templado	-	-	Subtropical Cfa=sin estación seca (pampeano o chino), Cfb=Oceánico	-	Cwa, Cwb = Subtropical de altura	Csa= Mediterráneo Csb= Oceánico de Veranos secos
D	Continental	-	-	Dfa, Dfb= Continental Dfc, Dfd= Subártico	-	Dwa, Dwb= Manchuriano	-
E	Frio	ET= Tundra			EF= Polar		

A continuación se da una descripción de cada uno de estos climas presentados en la Tabla 3.5.

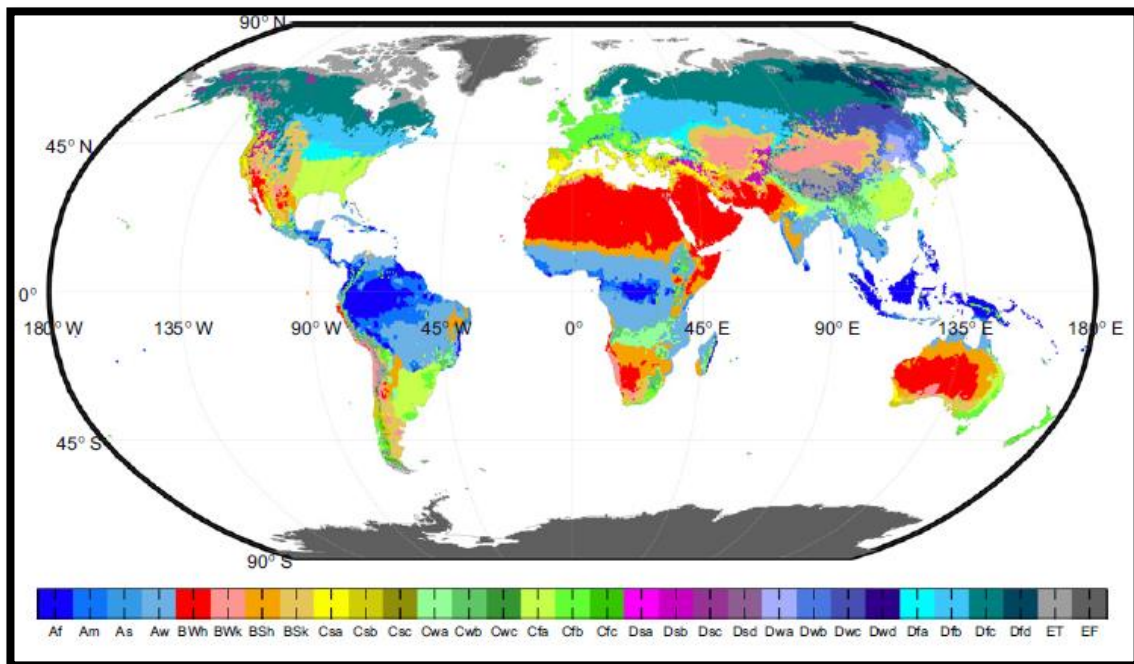


Figura 3.19.- Plano de la distribución de climas a nivel mundial de acuerdo a la clasificación de Köppen (Köppen, 1918).

Los climas tipo A corresponden a las zonas más cálidas del planeta, y dentro de este grupo se diferencian aquellos climas con estaciones secas en invierno (Aw), estaciones secas cortas (Am) y climas sin estación seca (Af).

**A (Tropical):** Se caracteriza porque todos los meses tienen una temperatura media superior a los 18 °C y las precipitaciones anuales son superiores a la evaporación. Bajo estas condiciones se suelen dar las selvas y los bosques tropicales. Se clasifica de acuerdo a su régimen de precipitaciones en:

**Af (Ecuatorial):** Las lluvias están repartidas a lo largo del año por lo que no hay una estación seca, ya que todos los meses superan los 60 mm. Se da en las zonas cercanas al ecuador terrestre, como sectores de la cuenca amazónica, América Central, África ecuatorial y el sudeste asiático. Como excepción, se da en algunos sectores de la costa atlántica brasilera alejados del ecuador. Este clima se caracteriza por ser un clima de alta vegetación verde, además de ser uno de los más húmedos, cuenta con distintas plantas y especies vegetales.

**Flora:** se compone de distintos niveles de altura, es decir, existen árboles que superan los 30 m; en este nivel es común ver aves como el águila; existen árboles de altura media, en estos niveles se pueden observar felinos como el jaguar; en los niveles bajos como arbustos y pastos se ven distintas aves como el flamenco; en el subsuelo habitan armadillos y reptiles, así como microorganismos.

**Fauna:** Cuenta con una gran cantidad de especies, el pelaje de algunos es pardo, esto ayuda a los animales a camuflarse y confundirse con la vegetación seca o de color café. La piel de los reptiles es verde para confundirse con la vegetación verdosa, los animales pequeños como insectos no se pueden distinguir a simple vista, ya que son verdosos.

**Características:**

- En este clima existen lluvias abundantes por la evaporación del agua contenida en las plantas.
- Existen niveles de altura en la vegetación por la fotosíntesis que realizan algunos árboles, unos necesitan más energía que otros; esto hace que unos se sobrepongan sobre otro.
- La vegetación es verde porque parte de la vegetación muda de hojas en una temporada corta, mientras que la mayoría está verde.

**Am (Monzónico):** Cálido todo el año, con una estación seca corta seguida por una húmeda con fuertes lluvias. Es el clima de los bosques monzónicos. Con algún mes por debajo de 60 mm.

**Aw (Invierno seco):** Cálido todo el año, con estación seca. Con algún mes por debajo de 60 mm. El periodo seco se da en invierno

**As (Verano seco):** Cálido todo el año Con algún mes por debajo de 60 mm. El periodo seco se da en verano.

En los climas tipo B, el principal factor que controla la vegetación no es la temperatura, sino la sequedad. Aquí la aridez no solamente se relaciona con las lluvias, sino también con las pérdidas de agua del suelo por evaporación. Dado que la evaporación no es una variable meteorológica convencional, Köppen tuvo que expresar la aridez en términos de un índice de temperatura y precipitación. Estos climas se dividen en climas áridos (BW) y semi-áridos (BS), y se utiliza una tercera letra para indicar si es un clima cálido (h) o frío (k).

**B (Seco):** Se caracteriza porque las precipitaciones anuales son inferiores a la evaporación. Bajo estas condiciones se suelen dar las estepas y los desiertos. Se clasifica de acuerdo al grado de aridez en:

**BS (Estepario):** Las precipitaciones están entre un 50% y un 100% de la temperatura media anual multiplicada por veinticuatro. Bajo estas condiciones la vegetación es escasa. Este clima es conocido en algunas regiones como mediterráneo seco pues es, en muchas ocasiones, un clima de transición entre el Csa (mediterráneo) y el BW (desértico). Se clasifica de acuerdo a las temperaturas en:

**BSh (Estepario cálido):** Los inviernos son suaves y los veranos cálidos o muy cálidos. Las precipitaciones son escasas. La vegetación natural es la estepa.

**BSk (Estepario frío):** Los inviernos son fríos o muy fríos, y los veranos pueden ser templados o cálidos. Las precipitaciones son escasas. La vegetación natural es la estepa.

**BW (Desértico):** Las precipitaciones están entre un 0% y un 50% de la temperatura media anual multiplicada por veinticuatro. Bajo estas condiciones la vegetación es muy escasa o nula. Se da en los desiertos y en algunos semidesiertos. Se clasifica de acuerdo a las temperaturas en:

**BWh (Desértico cálido):** Los inviernos son suaves aunque en zonas del interior las temperaturas pueden acercarse por la noche a los cero grados. Los veranos son cálidos. En algunas zonas con este clima las temperaturas en verano son extremadamente altas, y se han registrado las máximas del planeta. Las precipitaciones son muy escasas. Plantas del desierto, o sin vegetación. La temperatura media anual está por encima de los 18 °C.

**BWk (Desértico frío):** Los inviernos son muy fríos y los veranos cálidos. Las precipitaciones son muy escasas. La vegetación es la propia del desierto, o inexistente. La temperatura media anual está por debajo de los 18° C.

Por otro lado, los tipos de clima de latitudes medias (letras C y D) se especifican mediante una segunda letra minúscula, la cual indica si en esta región climática existe una estación seca en el verano (s), en el invierno (w) o no existe estación seca (f). Aquí también se agrega una tercera letra (a, b, c ó d) que indica cuán cálido es el verano o cuán frío es el invierno.

**C (Templado):** Se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es menor de 18 °C y superior a -3 °C y la del mes más cálido es superior a 10 °C. Las precipitaciones exceden a la evaporación. Se clasifica de acuerdo al régimen de precipitación en:

**Cf (Precipitación constante):** Las lluvias están repartidas a lo largo del año por lo que no hay una estación seca. Se clasifica de acuerdo al comportamiento de temperaturas en:

**Cfa (Subtropical medio):** La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C. Inviernos fríos o templados y veranos húmedos y cálidos. Precipitaciones bien repartidas a lo largo del año. Se da el bosque siempre verde, o el bosque templado

**Cfb (Oceánico):** La temperatura media del mes más cálido no llega a los 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año. Inviernos fríos o templados, y veranos frescos. Las precipitaciones están bien distribuidas a lo largo del año. La vegetación natural son los bosques de frondosas.

**Cfc (Subpolar oceánico):** Los meses con temperatura media superior a 10 °C son menos de cuatro al año. Inviernos fríos y sin un verdadero verano. Con lluvias todo el año. En algunos lugares los fuertes vientos hacen que la vegetación sea escasa.

**Cw (Invierno seco):** Se da una disminución considerable de las precipitaciones en invierno. Se clasifica de acuerdo al comportamiento de temperaturas:

**Cwa (Subtropical con estación seca):** La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C. Inviernos fríos o templados y veranos cálidos. La estación seca es el invierno. Es clima de bosques templados.

**Cwb (Templado con invierno seco):** La temperatura media del mes más cálido no llega a los 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año. Inviernos fríos o templados y veranos frescos. Los veranos son lluviosos y los inviernos secos.

**Cwc (Subpolar oceánico con invierno seco):** Los meses con temperatura media superior a 10 °C son menos de cuatro al año.

**Cs (Verano seco):** Se da una disminución considerable de las precipitaciones en verano. Se clasifica de acuerdo al comportamiento de las temperaturas en:

**Csa (Mediterráneo):** La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C. Inviernos templados y veranos secos y cálidos. La mayor parte de las lluvias caen en invierno o en las estaciones intermedias. La vegetación natural es el bosque mediterráneo.

**Csb (Oceánico mediterráneo):** La temperatura media del mes más cálido no llega a los 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año. Inviernos fríos o templados y veranos secos y frescos. La mayor parte de las lluvias caen en invierno o en las estaciones intermedias. La vegetación natural es el bosque mediterráneo.

**Csc (Subpolar oceánico con verano seco):** Los meses con temperatura media superior a 10 °C son menos de cuatro al año. Es un clima muy poco común, influenciado por la altitud.

**D (Continental):** Se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es menor de -3 °C y la del mes más cálido es superior a 10 °C. Son climas con una gran amplitud térmica (muchas diferencias entre las temperaturas mínimas y las máximas). En estos climas las estaciones intermedias, otoño y primavera, tienden a ser muy cortas. Las precipitaciones exceden a la evaporación. Es el clima donde se dan los bosques microtéricos. Estos climas se dan raramente en el hemisferio sur, debido a que en él no existen grandes masas continentales en latitudes altas. Se clasifica de acuerdo al régimen pluvial en:

**Df (Precipitaciones constantes):** Las lluvias están repartidas a lo largo del año por lo que no hay una estación seca. Se clasifica de acuerdo a las temperaturas en:

**Dfa (Continental sin estación seca):** La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C. Inviernos muy fríos y con nieve, veranos cálidos. La vegetación natural son los bosques caducifolios.

**Dfb (Hemiboreal sin estación seca):** La temperatura media del mes más cálido no llega a los 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año. Inviernos muy fríos y con nieve, y veranos frescos. La vegetación es el bosque mixto de coníferas y planifolias.

**Dfc (Subpolar sin estación seca):** Los meses con temperatura media superior a 10 °C son menos de cuatro al año y el mes más frío está por encima de -38 °C. Inviernos muy fríos y largos, con nieve, veranos fríos y muy cortos. Es el clima de la taiga, o bosque frío de coníferas.

**Dfd (Subpolar sin estación seca):** Los meses con temperatura media superior a 10 °C son menos de cuatro al año y el mes más frío está por debajo de -38 °C. Con inviernos extremadamente fríos, los más fríos del hemisferio norte, que duran hasta nueve meses. En mayo y en septiembre se da una transición muy rápida al verano, que es muy corto aunque relativamente cálido.

**Dw (Invierno seco):** Se da una disminución considerable de las precipitaciones en invierno. Es una variación de los climas Cw, ya que a mayores latitudes las temperaturas son más bajas. Se clasifica por temperaturas en:

**Dwa (Continental con invierno seco):** La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C. Inviernos muy fríos y con nieve, veranos cálidos. La vegetación natural son los bosques caducifolios.

**Dwb (Hemiboreal con invierno seco):** La temperatura media del mes más cálido no llega a los 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año. Inviernos muy fríos y con nieve, y veranos frescos. La vegetación es el bosque mixto de coníferas y planifolias.

**Dwc (Subpolar con invierno seco):** Los meses con temperatura media superior a 10 °C son menos de cuatro al año y el mes más frío está por encima de -38 °C. Inviernos muy fríos y largos, con nieve, veranos fríos y muy cortos. Es el clima de la taiga, o bosque frío de coníferas.

**Dwd (Subpolar con invierno seco):** Los meses con temperatura media superior a 10 °C son menos de cuatro al año y el mes más frío está por debajo de -38 °C. Con inviernos extremadamente fríos, los más fríos del hemisferio norte, que duran hasta nueve meses. En mayo y en septiembre se da una transición muy rápida al verano, que es muy corto aunque relativamente cálido.

**Ds (Verano seco):** Se da una disminución considerable de las precipitaciones en verano. Este clima puede ser la variación en altura del mediterráneo o Csa y se da en regiones limítrofes con dicho clima. Se clasifica de acuerdo a la temperatura en:

**Dsa (Continental mediterráneo):** La temperatura media del mes más cálido supera los 22 °C. Inviernos muy fríos y con nieve, veranos cálidos. La vegetación natural son los bosques caducifolios.

**Dsb (Hemiboreal mediterráneo):** La temperatura media del mes más cálido no llega a los 22 °C pero se superan los 10 °C durante cuatro o más meses al año. Inviernos muy fríos y con nieve, y veranos frescos. La vegetación es el bosque mixto de coníferas y planifolias.

**Dsc (Subpolar con verano seco):** Los meses con temperatura media superior a 10 °C son menos de cuatro al año y el mes más frío está por encima de -38 °C

**Dsd (Subpolar con verano seco):** Los meses con temperatura media superior a 10 °C son menos de cuatro al año y el mes más frío está por debajo de -38 °C.

Los climas tipo E abarcan las regiones más frías de la tierra, y se subdividen en climas de tundra (ET) y climas de nieve/hielo (EF).

**E (Frio):** Se caracteriza porque la temperatura media del mes más cálido es inferior a 10 °C. La vegetación suele ser escasa o nula.

**ET (Clima de tundra):** La temperatura media del mes más cálido está entre 0 °C y 10 °C. La vegetación es únicamente de hierbas en estos meses donde se superan los 0 °C

**EF (Polar):** La temperatura media del mes más cálido es inferior a 0 °C. No existe ningún tipo de vegetación. Es el clima de los hielos perpetuos.

## **Capítulo IV.- Metodología**

En este capítulo se presenta la metodología utilizada durante esta investigación, detallando los pasos seguidos para obtener los resultados.

### **4.1 Características de la zona de estudio**

La zona de estudio está delimitada por las fronteras territoriales del estado de Baja California, México. Las características principales del estado son las presentadas en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1 Características principales del estado de Baja California**

Coordenadas	(32.713N, 114.723O), (32.527N, 117.141O), (28.095N, 115.364O), y (27.994N, 112.799O).
Localización	Noroeste de México, Sur de California
Área	71, 576 Km <sup>2</sup>
Limite Oeste	Océano Pacífico
Limite Este	Mar de Cortes o Golfo de California
Límite Sur	Baja California Sur
Limite Norte	Estado de California, USA
Capital	Mexicali
Municipios	Ensenada, Mexicali, Tijuana, Rosarito, Tecate

En cuanto a las características relevantes a la investigación, se encuentra el clima el cual en esta región es muy variado entre mediterráneo y árido.

El clima mediterráneo se localiza en la parte noroeste del estado, con sus veranos secos y sus inviernos frescos y lluviosos. Este tipo de clima se puede encontrar desde Tijuana hasta San Quintín y en los valles interiores. La corriente fría de California generalmente crea niebla cerca de las costas. Esta niebla se puede presenciar en cualquier parte costera del estado colindante al Océano Pacífico.

El cambio de altitud hacia la Sierra de Baja California provoca un clima alpino en esta región. Los veranos son frescos y los inviernos pueden ser muy fríos. Las nevadas son comunes en la Sierra de Juárez (por ejemplo, en La Rumorosa y en la Laguna de Hanson) y en la Sierra de San Pedro Mártir (y en los valles interiores entre estas sierras) desde diciembre hasta abril.

Las lluvias son escasas hacia la parte oriental de las montañas, provocando climas áridos. El Desierto de Sonora se caracteriza por tener veranos muy cálidos e inviernos moderados. El Valle de Mexicali (el cual está sobre el nivel del mar) experimenta las temperaturas más altas del país.

Más hacia el sur por la costa del Océano Pacífico, el clima también se hace desértico; pero no es tan extremo y cálido como en la costa del Golfo de California. Los climas de transición (del mediterráneo al desértico) se pueden encontrar desde San Quintín hasta El Rosario. Hacia el Este y cerca del Golfo, la vegetación es muy escasa y las temperaturas son muy altas en el verano. El clima desértico también se encuentra en todas las islas del Golfo de California. Algunos oasis se localizan en poblados como Cataviña, San Borja y Santa Gertrudis. (Portal del Gobierno de Baja California, 2015).

## 4.2 Recopilación y organización de la información

La investigación se enfoca en el análisis de series de tiempo de precipitación y temperatura en el estado de Baja California; por lo que el primer paso es la obtención de los registros de precipitación, temperatura promedio, temperatura máxima y temperatura mínima; de todas aquellas estaciones climatológicas en el estado que posean registros de mínimo 30 años, ya que es posible que una longitud de tiempo menor no contenga suficiente información para evaluar las características de las series analizadas. La obtención de esta información se logró con la ayuda de las bases de datos de:

- a) Datos climáticos diarios del CLICOM del Sistema Meteorológico Nacional del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (figura 4.1)



Figura 4.1.- Base de datos climatológica nacional (CLICOM, CICESE)

- b) Extractor rápido de información climatológica (ERIC III Versión 3.2) del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (figura 4.2).

Edo.	Clave	Nombre	Long. (W)	Latitud	Altitud	Primer	Ultimo	Compl.
B.C.	002059	SANTA CLARA	-115.286	31.081	410	07/1962	06/2002	
B.C.	002060	SANTA CRUZ	-115.628	30.879	980	10/1959	11/2002	
B.C.	002061	SANTA GERTRUDIS	-113.092	28.075	400	10/1955	12/1991	
B.C.	002062	SANTA ISABEL	-115.817	31.871	8	01/1969	06/1983	
B.C.	002063	SANTA MARIA DEL MAR	-115.888	30.402	28	07/1957	11/2002	
B.C.	002064	SANTO DOMINGO	-115.867	30.767	28	09/1962	12/2002	
B.C.	002065	SANTO TOMAS	-116.406	31.792	152	03/1948	11/2002	
B.C.	002066	SIERRA DE JUAREZ	-115.948	32.004	1580	10/1961	12/1986	
B.C.	002067	TEPIC	-115.721	31.158	1000	05/1969	09/1986	
B.C.	002068	TIJUANA	-117.042	32.525	55	06/1948	12/1984	
B.C.	002069	VALLE DE LAS PALMAS	-116.654	32.370	280	01/1949	12/2002	
B.C.	002070	VALLE REDONDO	-116.756	32.518	242	04/1934	05/1990	
B.C.	002071	COLONIA VALLE DE LA TRIN	-115.696	31.356	780	06/1957	01/1997	
B.C.	002072	PRESA EMILIO LOPEZ ZAMOR	-115.597	31.896	55	01/1923	12/2002	
B.C.	002073	TIJUANA (CFE)	-117.074	32.524	150	01/1969	12/1982	
B.C.	002079	EL ALAMAR	-116.900	32.528	65	01/1972	12/2002	
B.C.	002084	EL PROGRESO	-115.191	29.968	517	08/1973	11/2002	
B.C.	002085	SAN REGIS	-113.755	28.597	495	12/1972	12/2002	
B.C.	002086	EJIDO JACUME	-116.192	32.591	888	11/1973	04/1996	
B.C.	002087	EJIDO DOCTOR A. OVIEDO M	-115.169	32.229	8	10/1974	06/2000	
B.C.	002088	HEROES DE LA INDEPENDENC	-115.938	31.610	1070	05/1969	11/1992	

Figura 4.2.- Interfaz del software ERIC II v3.2 del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)

A continuación se procedió a migrar los datos de cada una de las estaciones en archivos con formato Excel, desarrollando un documento en este formato para cada una de las estaciones climatológicas con más de 30 años de registros. Se obtuvieron 92 estaciones climatológicas que cumplieron con estas especificaciones. A continuación se presentan las estaciones de interés con sus respectivos datos de longitud, latitud, altitud, cima, precipitación promedio anual y temperatura promedio anual (tabla 4.2).

**Tabla 4.2 Estaciones Climatológicas de Baja California con más de 30 años y sus características de interés**

ID	Nombre de la estación	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)	Clima	Precip. Promedio anual (mm)	Temp. promedio anual (°C)
2001	Agua caliente	-116.454	32.107	400	BSks	272.7	12.68
2002	Bahía de los ángeles	-113.556	28.604	4	BWh(x)	63.77	21.98
2003	Bataquez	-115.069	32.551	23	BSks	69.33	20.02
2004	Ignacio Zaragoza	-116.486	32.195	540	Cs	294.04	12.21
2005	Boquilla Santa Rosa	-116.777	32.022	250	BSks	260.9	13.22
2006	Chapala	-114.364	29.488	660	BWh(x)	115.15	19.59
2008	Colonia Guerrero	-115.983	30.717	30	BSks	156	15.34
2009	Colonia Juárez	-115.016	32.299	17	BW(h)(x)	57.13	19.01
2011	Delta	-115.189	32.353	12	BW(h)(x)	46.65	19.76
2012	Ejido j. María Morelos	-114.026	28.3	20	BSks	62.74	15.53
2014	El Álamo	-116.054	31.593	1115	Cs	265.7	13.66
2015	El Arco	-113.396	28.029	288	BWhs	102.75	17.62
2016	El Barril	-112.878	28.302	50	BW(h)(x)	81.31	24.12
2019	El Compadre	-116.254	32.338	1110	Cs	293.43	18.84
2020	El Mayor	-115.278	32.127	15	BW(h)(x)	56.16	17.74
2021	El Pinal	-116.292	32.183	1320	Cs	453.8	9.22
2022	El Rosario	-115.723	30.059	40	BWhs	168.59	16.78
2023	El Socorro	-115.821	30.321	26	BWks	106.08	17.11
2024	El Testerazo	-116.534	32.296	380	BSks	240.57	11.72
2027	Isla Cedros	-115.175	28.135	3	BWhs	62.72	19.74
2029	La Providencia	-116.157	30.969	40	BSks	257.24	13.93
2030	La Puerta	-116.678	32.544	480	Cs	326.51	13.56
2031	La Rumorosa	-116.046	32.549	1232	BWks	137.99	14.7
2032	Las Escobas	-115.938	30.579	30	BWks	132.73	15.03
2033	Mexicali (DGE)	-115.468	32.663	3	BW(h)(x)	72.98	18.8
2034	Mexicali (SMN)	-115.467	32.55	3	BW(h)(x)	95.18	20.24
2035	Ojos Negros	-116.265	31.912	680	BSks	222.32	12.73
2036	Olivares Mexicanos	-116.681	32.049	340	BSks	279.9	14.46
2037	Presa Morelos	-114.729	32.715	40	BW(h)(x)	61.4	17.83
2038	Presa Rodríguez	-116.908	32.447	120	BSks	208.46	14.63
2039	Punta Prieta	-114.146	29.158	325	BWhs	89.93	16.47
2040	Rancho Alegre	-113.755	28.229	120	BWhs	120.32	15.83
2041	Nuevo Rosarito	-114.017	28.634	20	BWhs	110.32	16.84
2043	San Agustín	-114.967	29.938	552	BWks	111.09	17.13
2044	San Borja	-113.753	28.735	445	BWhs	104.9	18.03
2045	San Carlos	-116.464	31.785	164	Cs	263.3	15.19
2046	San Felipe	-114.835	31.028	10	BW(h)(x)	64.9	22.5
2049	San Juan de Dios del norte	-116.165	32.132	1280	Cs	362.9	12.09
2050	San Juan de Dios del sur	-115.137	30.184	600	BSok(x <sup>^</sup> )	120.7	16.7

**Tabla 4.2- Estaciones Climatológicas de Baja California con más de 30 años y sus características de interés (continuación)**

ID	Nombre de la estación	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)	Clima	Precip. Anual Promedio (mm)	Temp. anual promedio (°C)
2051	San Luis Baja California	-114.711	29.727	480	BWhs	92.7	17.82
2053	San Miguel	-113.95	28.583	440	BWhs	124.9	19.44
2055	San Telmo	-116.1	30.95	60	BSks	187.8	13.8
2056	San Vicente	-116.248	31.329	110	BSks	211.7	13.21
2057	Santa Catarina norte	-115.824	31.657	1150	Cs	248.7	14.53
2058	Santa Catarina sur	-115.13	29.722	317	BWhs	137.6	16.38
2059	Santa Clara	-115.286	31.081	410	BWh(x)	128.2	18.84
2060	Santa Cruz	-115.628	30.879	980	BSks	265.3	15.57
2061	Santa Gertrudis	-113.092	28.075	400	BWh(x)	105.4	18.06
2063	Santa María del mar	-115.888	30.402	28	BWks	160.6	14.95
2064	Santo Domingo	-116.377	31.633	250	BSks	211.5	14.06
2065	Santo Tomás	-116.406	31.792	180	Cs	259.14	16.43
2068	Tijuana	-117.042	32.525	20	BSks	215.6	15.22
2069	Valle de las palmas	-116.654	32.37	280	BSks	206.9	12.74
2070	Valle redondo	-116.756	32.518	242	BSks	291.19	15.01
2071	Colonia valle de la trinidad	-115.696	31.356	740	BSks	204.72	10.59
2072	Presa Emilio López Zamora	-115.597	31.896	43	BWh(x)	250.99	14.58
2079	El alamar	-116.204	31.836	710	BSks	264.08	12.8
2084	El progreso	-115.191	29.968	517	BWhs	135.6	17.64
2085	San Regis	-113.755	28.597	495	BWhs	132.9	17.97
2086	Ejido Jacume	-116.192	32.591	860	BWks	214.48	13.24
2088	Ejido héroes de la independencia	-115.938	31.61	1000	Cs	263.6	14.08
2089	Ejido Emilio López Zamora	-116.168	31.104	180	BSks	187.2	14
2091	Ejido Ignacio López	-116.264	31.288	170	BSks	269.9	11.88
2092	Ejido San Matías	-115.544	31.331	968	BSks	214.2	15.95
2093	Ejido valle de la trinidad	-115.749	32.356	780	BWh(x)	231.18	11.6
2096	La calentura	-116.037	31.27	210	BSks	209.38	14.27
2099	Rancho los algodones	-115.175	30.781	460	BWh(x)	71.5	19.3
2101	El centinela	-115.742	32.575	50	BWh(x)	46.12	20.7
2102	La ventana	-115.054	31.44	16	BWh(x)	36.32	21.3
2104	El ciprés	-116.588	31.79	8	BSks	202.84	15.25
2106	Maneadero	-116.573	31.696	50	BSks	202.02	15.28
2107	Percebu	-114.779	30.886	4	BW(h)(x)	40.7	19.12
2108	Punta banda	-116.666	31.714	15	BSks	260.6	15.13
2109	Santa rosanita	-114.237	28.668	8	BSks	136.02	16.64
2110	Guayaquil	-115.097	29.967	530	BSks	123.5	17
2111	Ejido nueva Baja California	-115.931	30.517	17	BWks	134.9	14.13
2114	Ejido Carmen Serdán	-116.584	32.244	560	Cs	231.8	11.57

**Tabla 4.2- Estaciones Climatológicas de Baja California con más de 30 años y sus características de interés (continuación)**

ID	Nombre de la estación	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)	Clima	Precip. Anual Promedio (mm)	Temp. anual promedio (°C)
2118	Valle San Rafael	-116.234	31.919	721	BSks	218.4	12.45
2120	Ejido México	-116.206	31.072	75	BWhs	176.9	13.61
2121	El hongo	-116.303	32.516	960	BSks	286.35	12.55
2124	El Carrizo II	-116.684	32.491	300	BSks	231.88	13.59
2137	Colonia Mariana	-115.322	32.259	9	BWh(x)	57.61	19.4
2139	Colonia Rodríguez	-115.036	32.419	17	BW(h)(x)	36.8	18
2140	Colonia Zaragoza	-115.531	32.61	8	BW(h)(x)	65.16	12.43
2141	Compuerta Benassini	-115.111	32.57	20	BW(h)(x)	55.11	17.9
2144	Ensenada blanca	-113.864	28.411	10	BWhs	89.07	19.7
2145	Rancho Williams	-114.878	32.624	29	BW(h)(x)	63.05	20.57
2146	Colonia San Pedro Mártir	-115.204	31.038	416	BWh(x)	106.3	16.19
2151	Agua de chale	-114.75	30.638	5	BWh(x)	53.12	22.59
2152	Ejido J. María del pino	-116.068	32.373	1380	BSks	273.6	8.7
2153	Ejido Uruapan	-116.455	31.619	195	BSks	288.55	13.9
2154	Colonia Zacatecas	-115.059	32.06	12	BW(h)(x)	52.12	18.46

### 4.3- Espacialización de variables climáticas y fisiográficas

En esta fase de la investigación se generan los mapas de distribución de estaciones climatológicas, clasificación climática, precipitación promedio anual, temperatura observada anual, temperatura máxima anual, temperatura mínima anual y altitud; los cuales permiten evaluar de forma espacial las condiciones climáticas y fisiográficas de Baja California. Los mapas mencionados anteriormente han sido elaborados mediante un sistema de información geográfica de la siguiente manera:

- a) Se han georeferenciado las 92 estaciones climatológicas de la tabla 4.2
- b) Se ha obtenido la clasificación climática de Köppen a escala mundial, para posteriormente delimitarla al estado de Baja California.
- c) A partir de los datos de precipitación diaria, se obtuvieron los valores de precipitación anual promedio de las 92 estaciones climatológicas. Posteriormente se han georeferenciado las precipitaciones promedio anual de acuerdo a la estación climatológica correspondiente. Se utilizó la metodología de interpolación Spline (ecuación (40)) para obtener el mapa de interpolación de precipitación promedio anual de Baja California.
- d) El procedimiento descrito en el paso c), fue aplicado para series de temperatura promedio, temperatura máxima y temperatura mínima.
- e) A partir de la altitud correspondiente a las estaciones climatológicas analizadas, se ha generado una interpolación mediante el método Spline, para generar el mapa de altitud de Baja California.

Se consideraron otros métodos de interpolación como el IDW (Inverse Distance Weighted) y Kriging, sin embargo, el error cuadrático medio que generan es mayor que el del método Spline para este tipo de información, lo cual se fundamenta en la ecuación (41).

El objetivo de esta sección es espacializar las variables que serán consideradas en el análisis de correlación que se desarrolla en secciones posteriores, así como la visualización de las características climáticas y fisiográficas de Baja California.

## 4.4- Análisis estadístico

El análisis estadístico desarrollado en esta sección, permite analizar desde el enfoque estocástico las series de tiempo de precipitación y temperatura. Los momentos estadísticos, series de tiempo y gradientes, brindan un indicio del comportamiento de las series de precipitación y la temperatura.

### 4.4.1 Momentos estadísticos

Por medio de los estadísticos generados de una serie de tiempo se puede obtener una gran cantidad de información que permite comprender su comportamiento, por lo que el siguiente paso consiste en el cálculo de los momentos estadísticos anuales: media, mediana, moda, desviación estándar, varianza, coeficiente de asimetría, curtosis, rango, valor mínimo, valor máximo y total anual (solo en el caso de series de precipitación). Los momentos estadísticos mencionados se obtienen a partir de las ecuaciones (1), (2), (4), (5), (6) y (8).

Los momentos estadísticos anteriormente mencionados, fueron obtenidos para los siguientes vectores de cada una de las estaciones climatológicas.

- a) Series de precipitaciones diarias incluyendo valores de 0 (cero)
- b) Series de precipitaciones diarias sin incluir valores de 0 (cero)
- c) Series de temperatura promedio
- d) Series de temperatura máxima promedio
- e) Series de temperatura mínima promedio

### 4.4.2 Gráficos de series de tiempo

Con el propósito de analizar la tendencia de las series de precipitación y temperatura, se generaron los gráficos de la series de tiempo de las siguientes variables al graficar las magnitudes especificadas contra el tiempo:

- a) Precipitación diaria incluyendo ceros
- b) Precipitación diaria sin incluir ceros
- c) Precipitación máxima anual
- d) Precipitación promedio anual
- e) Precipitación total anual
- f) Precipitación total mensual
- g) Temperatura promedio diaria
- h) Temperatura promedio máxima anual
- i) Temperatura promedio media anual
- j) Temperatura promedio media mensual
- k) Temperatura máxima diaria
- l) Temperatura máxima máxima anual
- m) Temperatura máxima media anual
- n) Temperatura máxima media mensual
- o) Temperatura mínima diaria
- p) Temperatura mínima máxima anual
- q) Temperatura mínima media anual
- r) Temperatura mínima media mensual

#### **4.4.3 Obtención de gradientes de series de tiempo**

A partir de las series de tiempo anteriores, se han obtenido los gradientes correspondientes a un ajuste lineal, (ecuación (9)), que se han registrado con el objetivo de evaluar la tasa de cambio en el tiempo de cada variable climatológica de cada estación, es decir, la tendencia. Posteriormente se realiza una tabla resumen en donde se registran los gradientes y se clasifican de acuerdo a los climas del estado de Baja California.

Además, se generaron los mapas de interpolación de gradientes obtenidos anteriormente para precipitación y temperatura promedio, máxima y mínima de datos diarios y anuales, mediante el método de interpolación Spline, con el objetivo de visualizar patrones de cambio y comportamiento relacionado con los mapas elaborados previamente para variables climatológicas y fisiográficas.

#### **4.5.- Fase de análisis fractal**

En esta sección se desarrolla un análisis fractal por medio del software de análisis fractal Benoit, lo que permite analizar la estructura de las series de tiempo y obtener el valor del exponente de Hurst y la dimensión fractal. Los valores de dimensión fractal y el exponente de Hurst serán espacializados para encontrar relación con las variables climáticas de precipitación promedio, temperatura promedio, distribución climática y con la variable fisiográfica altitud.

Se aplican tres métodos de estimación del exponente de Hurst, con el propósito de evaluar las diferencias que presentan entre sí. Los métodos son:

- a) Método de rango rescalado (R/S)
- b) Método de conteo de caja
- c) Método de Análisis Multifractal de fluctuaciones sin tendencia (MF-DFA)

Se seleccionaron los tres métodos anteriores sobre el resto de los métodos existentes, debido a que son los representativos de método original, método más sencillo de aplicar y método más complejo respectivamente.

Este análisis considera diversas escalas temporales: el registro completo de los datos, 25, 10 y 5 años (figura 4.3).

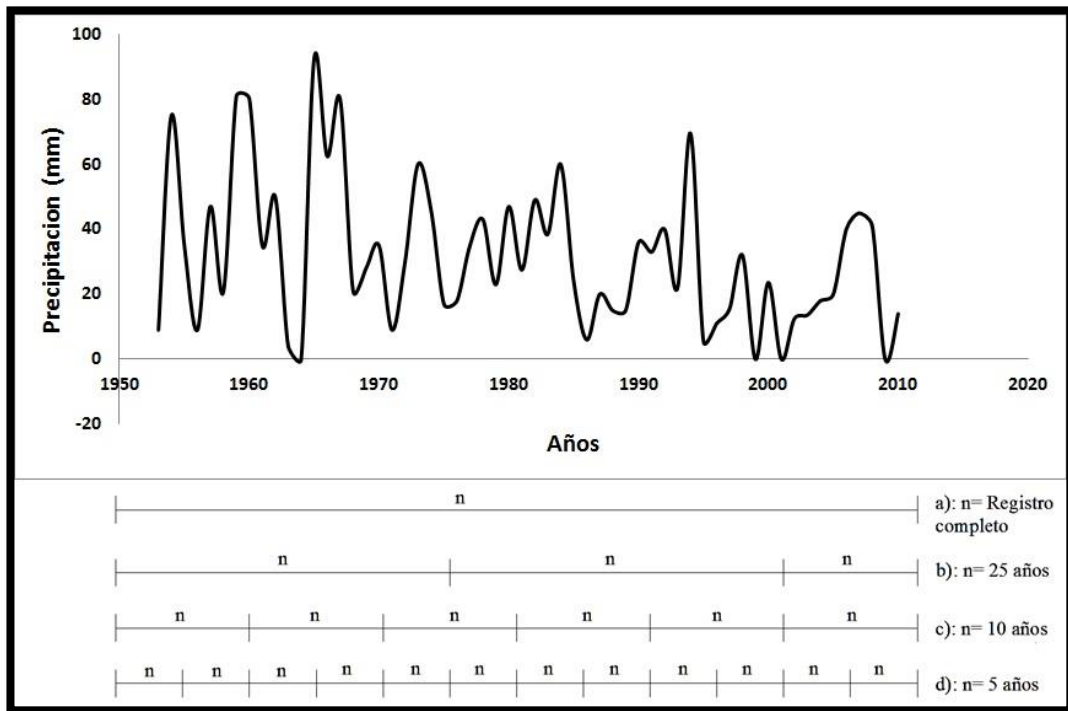


Figura 4.3.- Intervalos de tiempo considerados en el análisis fractal

No se han considerado series de precipitación sin ceros en el análisis, debido a que presentan errores cuando se consideran escalas de tiempo menores a 25 años.

Se obtendrán valores del exponente de Hurst y dimensión fractal de la forma siguiente:

- a) Obtencion de exponente de Hurst y dimensión fractal para el registro completo de datos
- b) Para una escala temporal de 25 años, se descompone el registro completo en vectores de 25 años de longitud y se calcula el exponente de Hurst y la dimensión fractal para estos vectores.
- c) Para el caso de las escalas temporales de 10 y 5 años, el procedimiento es el mismo que el descrito en el inciso b).

El método de rango rescalado estima el exponente de Hurst, mientras que el método de conteo de caja y el analisis multifractal de fluctuaciones sin tendencia (MF-DFA) estiman la dimesion fractal; por lo que utilizando la ecuación (71) se puede obtener la dimensión fractal a partir del exponente de Hurst, y viceversa.

Todos estos apartados anteriores se plantean debido a que el solo considerar todo el registro puede generar algunos resultados inciertos debido a la presencia de eventos atípicos que puedan afectar el resultado. De manera similar el considerar vectores demasiado pequeños puede generar que se vean fuertemente afectados por eventos atípicos o ruido blanco (errores en los registros), por lo cual se establecen diversos escenarios de análisis.

Todos estos vectores se generaron el archivo de formato de texto, para su posterior uso en diversas plataformas, cuyo procedimiento se explica más adelante (Figura 4.4).

guerrero_temp_1948	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	10 KB
guerrero_temp_1953	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	11 KB
guerrero_temp_1958	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	11 KB
guerrero_temp_1963	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	10 KB
guerrero_temp_1968	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	11 KB
guerrero_temp_1973	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	11 KB
guerrero_temp_1978	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	11 KB
guerrero_temp_1983	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	11 KB
guerrero_temp_1988	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	9 KB
guerrero_temp_1993	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	1 KB
guerrero_temp_1998	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	0 KB
guerrero_temp_2003	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	0 KB
guerrero_temp_2008	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	0 KB
guerrero_temp_2013	21/08/2014 04:23 ...	Documento de tex...	0 KB

Figura 4.4.- Recopilación de archivos en formato de texto de datos de temperatura de una de las estaciones para vectores de longitud de 5 años.

Debido a que se aplican 3 métodos distintos a estos datos, se procede a explicar la metodología de la interfaz del software utilizado.

#### 4.5.1 Método del rango rescalado (R/S)

El método de rango rescalado empleado en esta sección se utiliza para obtener el exponente de Hurst de los vectores previamente detallados, fundamentando el algoritmo en la ecuación (77).

Para la obtención de estos datos, se recurre al software conocido como Fractal Analysis software Benoit v1.31 en donde se utiliza el siguiente algoritmo:

1. Iniciar el software y desplegar la interfaz (figura 4.5)

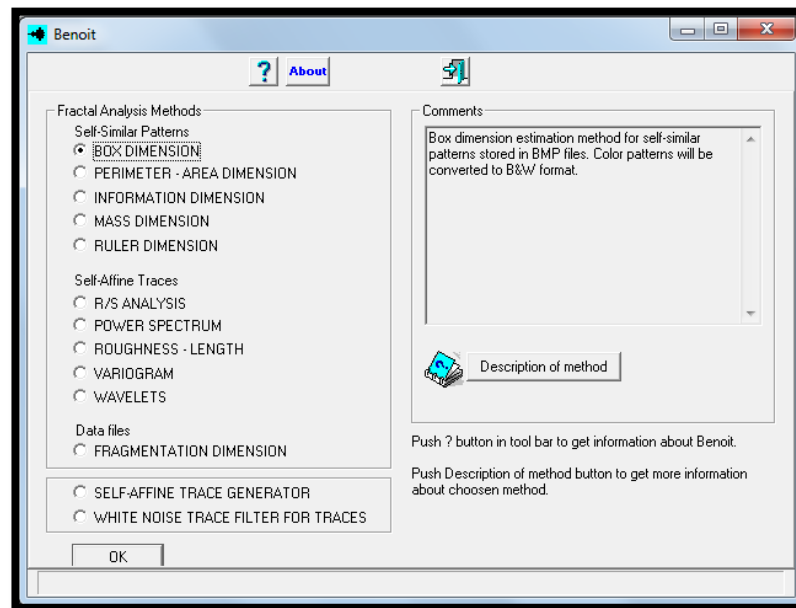
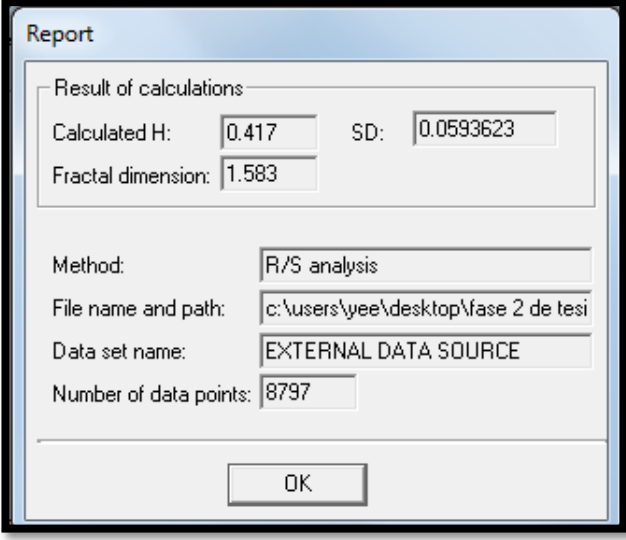


Figura 4.5.- Interfaz del software Fractal Analysis Software.

2. Se procede a seleccionar el método de rango rescalado (R/S ANALYSIS)

3. A continuación se selecciona el archivo con formato de texto correspondiente al vector que se desea analizar (figura 4.6). Los pasos siguientes corresponden al desarrollo del método que el programa utiliza.



The image shows a 'Report' dialog box with the following fields and values:

Result of calculations	
Calculated H:	0.417
SD:	0.0593623
Fractal dimension:	1.583

Method:	R/S analysis
File name and path:	c:\users\yee\desktop\fase 2 de tesi
Data set name:	EXTERNAL DATA SOURCE
Number of data points:	8797

OK

Figura 4.6.- Salida de resultados del método de rango rescalado.

4. Definir un intervalo de interés para el análisis  $\tau$ .
5. Obtener las diferencias entre un valor de la serie y el próximo valor en el intervalo definido en el paso 4.
6. Obtener el promedio de diferencias del paso 5, utilizando la ecuación (73).
7. Obtener las diferencias entre la diferencia promedio del paso 6, y cada una de las diferencias calculadas en el paso 5.
8. Obtener la sumatoria de diferencias del paso 7 con base a la ecuación (74). Los pasos 5 a 8 se desarrollan para diversos intervalos de tiempo  $\tau$ .
9. Se obtienen los valores de la variable  $R$  y la desviación estándar  $S$ , por medio de las ecuaciones (75) y (76), para cada intervalo de tiempo  $\tau$ . Posteriormente se grafica el valor de  $R/S$  para su respectivo intervalo de tiempo  $\tau$ .
10. Finalmente, se obtiene el valor del exponente de Hurst como la pendiente del gráfico de la ecuación (77). La dimensión fractal de la misma serie será determinada con respecto al exponente de Hurst mediante la ecuación (71).
11. Este resultado viene acompañado de los gráficos pertinentes al proceso del método de rango rescalado (figura 4.7).

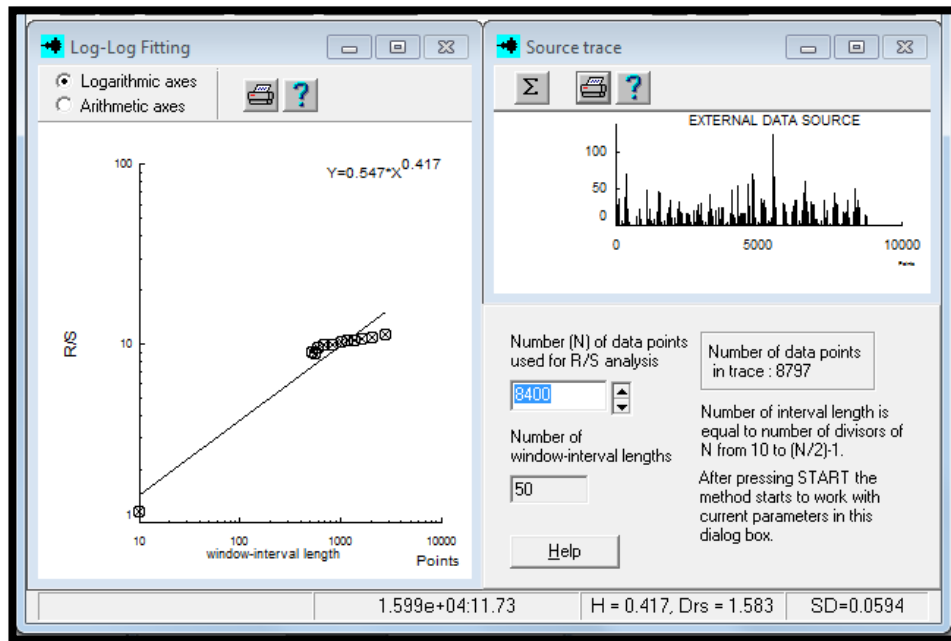


Figura 4.7.- Gráficos de comportamiento fractal desplegados del análisis de una estación climatológica.

9.- Este procedimiento se repite para cada uno de los vectores especificados anteriormente, para cada una de las 92 estaciones climatológicas estudiadas.

#### 4.5.2 Método de conteo de caja

El método de Box-Counting o conteo de caja que se aplica a continuación, al igual que el método anterior, obtiene el valor de exponente de Hurst, mediante un enfoque diferente. Este enfoque está fundamentado por la ecuación (78).

1.- Para este método se requiere ingresar los vectores de datos en un gráfico en el tiempo con formato de mapa de bit; para darle eficiencia a este procedimiento, se recurrió al uso de un archivo de Excel (figura 4.8) enlazado con un documento en Microsoft PowerPoint (figura 4.9). Se ingresan los vectores al archivo en Microsoft Excel y posteriormente el documento enlazado generará los archivos en Microsoft PowerPoint para posteriormente guardar las diapositivas generadas en formato de mapa de bits. Nótese que el software Benoit requiere el ingreso de los mapas de bits con un fondo negro y los datos de un color distinto para lograr identificarlos.

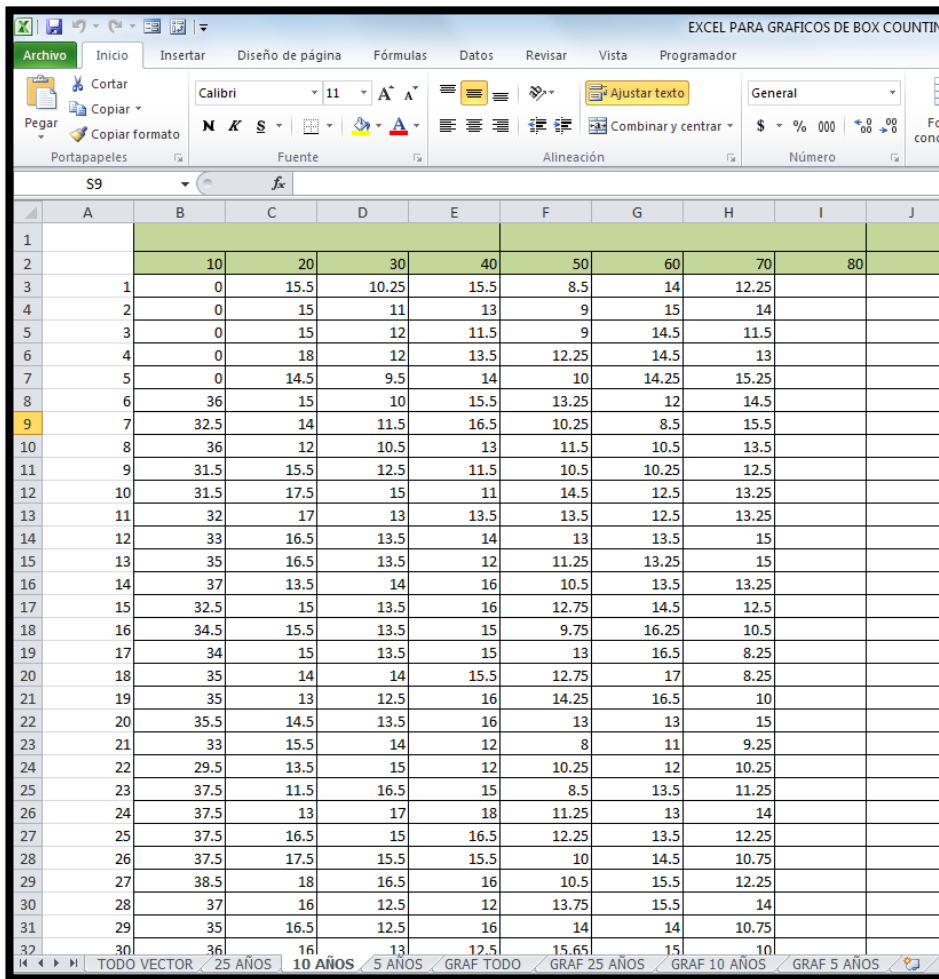


Figura 4.8.- Documento en Microsoft Excel vinculado con el documento PowerPoint

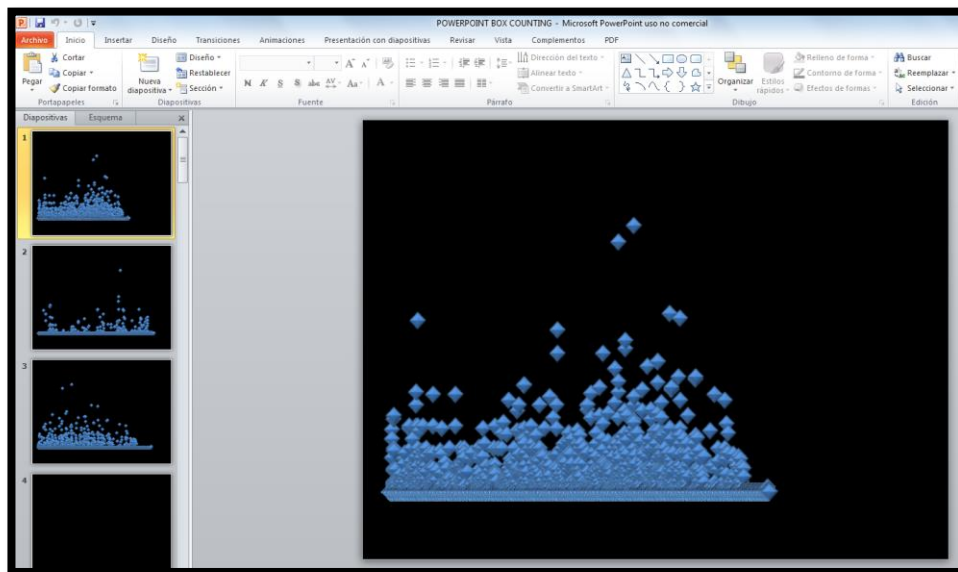


Figura 4.9.- Archivo en Microsoft PowerPoint generador de los archivos en mapa de bits

2.- Posteriormente en el software Benoit se elegirá la opción de BOX DIMENSION, para posteriormente elegir cada uno de los mapas de bits generados para cada variable en cada estación climatológica. El desarrollo de método es el siguiente:

3.- Se selecciona un tamaño de ventana deseado  $\delta$ .

4.- Generar una cuadrícula de ventanas de tamaño  $\delta$  sobre el conjunto de datos.

5.- Se determina el número de ventanas que poseen datos.

6.- Este proceso se repite para diversos tamaños de ventana.

7.- Se grafica el valor inverso de tamaño de ventana ( $1/\delta$ ) vs el numero de ventanas de tamaño  $\delta$  que contienen datos, utilizando escala log-log.

8.- Se obtendrá el valor de la dimensión fractal igual al exponente de la ecuación (78), correspondiente al método descrito.

9.- El valor del exponente de Hurst correspondiente estará dado por la relación (71).

#### 4.5.3 Método Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MF-DFA)

Este método de obtención de la dimensión fractal está directamente relacionado con el enfoque multifractal y comparte algunas similitudes con el mismo. El método está fundamentado en la ecuación (90).

1.- El proceso de este método explicado en el capítulo II consiste en la aplicación del programa desarrollado por el Dr. Álvaro López Lambráño para estudios de datos con enfoque multifractal.

2.- Primeramente se inicia el algoritmo, desplegando la siguiente interfaz (figura 4.10).

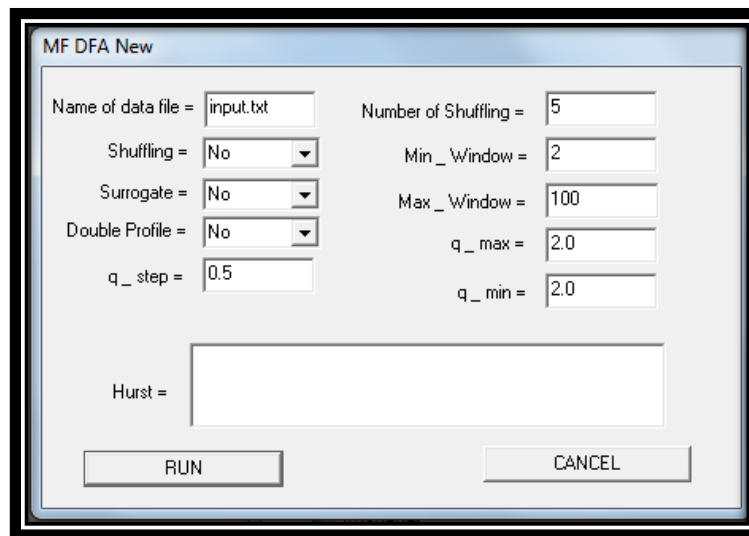


Figura 4.10.- Interfaz del algoritmo del análisis multifractal de fluctuaciones sin tendencia (MF-DFA).

3.- Posteriormente se ingresa el archivo de texto generado del vector a calcular, y se especifica  $q_{\max}$  y  $q_{\min}$  igual a 2 (esta especificación permitirá enfocarse en el análisis fractal del vector sin aplicar el proceso multifractal). Los pasos que desarrolla el programa son los siguientes:

4.- Obtener la media aritmética del conjunto de datos.

- 5.- Restar el valor medio a todos los valores del vector de datos. El conjunto resultante se denomina el perfil de datos.
- 6.- Dividir el perfil en  $N_s$  subintervalos de tamaño  $s$ . Usualmente la longitud  $N$  del perfil no es un múltiplo de  $s$ , por lo que quedará un residuo.
- 7.- En caso de tener residuo, se repite el proceso del paso 6, iniciando desde el extremo opuesto de la serie. Obteniendo dos conjuntos de segmentos  $2N_s$ .
- 8.- Se procede a eliminar la tendencia local de cada subconjunto, por medio de un ajuste de mínimos cuadrados, de forma que:
  - a) Si  $N$  es un múltiplo de  $s$ , se obtendrán  $N_s$  subconjuntos, a los cuales se les determina la fluctuación mediante la ecuación (87)
  - b) Si  $N$  no es un múltiplo de  $s$ , se obtendrán  $2N_s$  subconjuntos, donde para los segmentos de  $N_s$ , se calcula la fluctuación con la ecuación (87). Para los subconjuntos de  $N_s + 1 \dots 2N_s$  se calcula la fluctuación con la ecuación (88)
- 9.- Se obtiene el promedio del paso anterior  $F_q(s)$ , considerando todos los segmentos, en base a la ecuación (89). Se repiten los pasos 6 a 9, para diversos tamaños de intervalo  $s$ .
- 8.- Se grafica el logaritmo del promedio  $F_q(s)$ , contra el logaritmo de cada longitud  $s$  considerada. A partir de la ecuación (90) se obtendrá el valor del exponente de Hurst, considerando un orden  $q = 2$ .

#### **4.6 Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio**

Al momento se han obtenido valores del exponente de Hurst y dimensión fractal para todos los vectores utilizando tres métodos. A continuación se obtendrá un valor promedio de exponente de Hurst y de dimensión fractal a partir de los resultados de los tres métodos. Estos valores promedio se obtendrán para cada vector analizado.

Para cada vector analizado se ha obtenido un valor de exponente de Hurst promedio y una dimensión fractal promedio. Posteriormente se promedian los valores del exponente de Hurst y dimensión fractal de vectores que tengan la misma escala temporal (registro completo, 25, 10 y 5 años).

Lo anteriormente mencionado se realiza para el registro completo, 25, 10 y 5 años de las variables precipitación, temperatura observada, temperatura máxima y temperatura mínima. Al final se tendrá para cada estación, un valor de exponente de Hurst promedio para registro completo, exponente de Hurst promedio para 25 años, exponente de Hurst promedio para 10 años, exponente de Hurst promedio de 5 años; para las variables precipitación, temperatura observada, máxima y mínima. Se sigue el mismo procedimiento para las dimensiones fractales.

#### **4.7 Mapas de exponente de Hurst y dimensión fractal**

Se geolocalizan en un mapa de Baja California, los valores del exponente de Hurst de cada escala temporal para cada variable, de acuerdo a la localización geográfica de la estación correspondiente. Posteriormente se genera la interpolación de cada escala temporal y variable mediante el método Spline, fundamentado en la ecuación (37).

Se obtuvieron mapas de interpolación de dimensión fractal y exponente de Hurst para: registro completo, 25, 10 y 5 años; para precipitación diaria, temperatura observada diaria, temperatura máxima diaria y temperatura mínima diaria. En total se obtuvieron 32 mapas.

## **4.8 Análisis de correlación**

Es de interés para esta investigación, además del comportamiento fractal de los eventos de precipitación y temperatura; el analizar una posible correlación entre las variables de interés, por lo cual a continuación se describe el proceso llevado a cabo para confirmar o rechazar una posible correlación de la precipitación, temperatura, elevación y exponentes de Hurst obtenidos. Se han determinado los coeficientes de determinación y de correlación para todos los análisis de correlación desarrollados.

Los análisis de correlación planteados son:

1.- Análisis de correlación de los datos de las estaciones climatológicas localizadas en intervalos de 30 minutos geográficos en el mapa de clasificación climática de Baja California elaborado anteriormente, de manera latitudinal y longitudinal. Es decir, se generó una cuadrícula sobre el mapa, desarrollando un análisis de correlación para los datos de las estaciones climatológicas localizadas dentro de la franja en cuestión. Se presenta de forma visual este análisis. (Figuras 4.11 y 4.12). Donde para cada sección, se consideran solamente las variables de interés de las estaciones delimitadas por la sección.

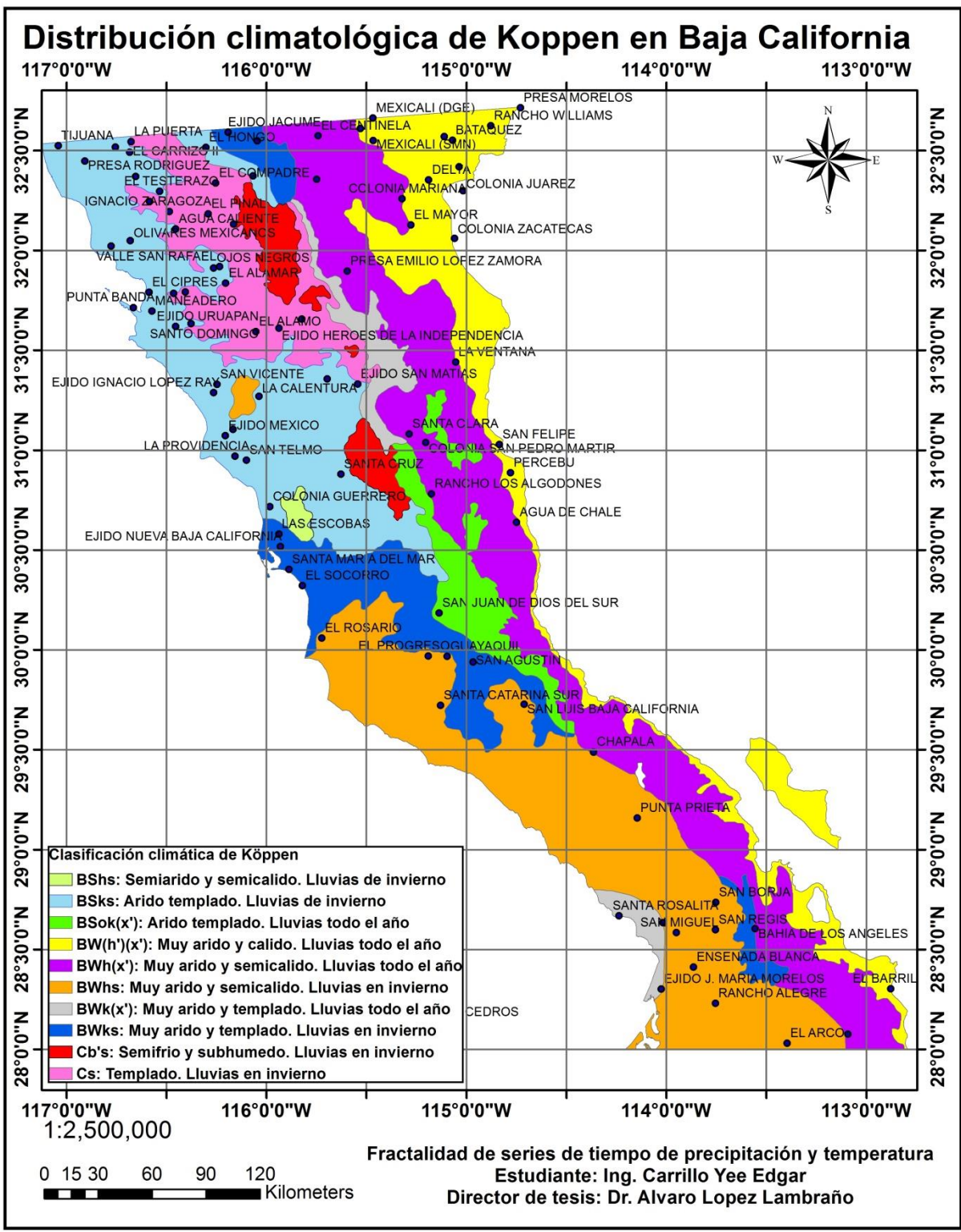


Figura 4.11.- Cuadrícula generada sobre el plano de distribución climatológica y de las estaciones de interés sobre Baja California.

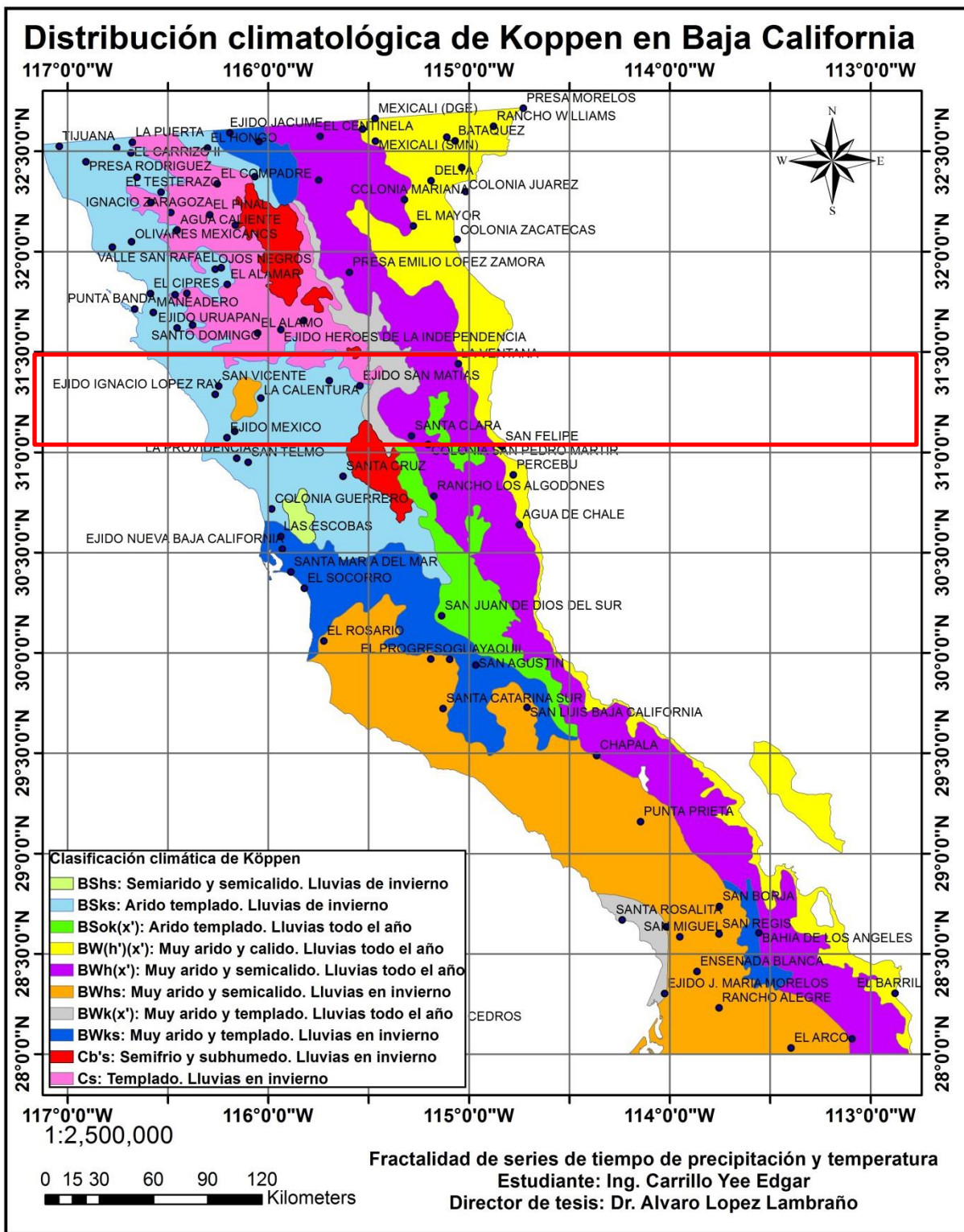


Figura 4.12.- Selección del margen de estaciones consideradas en el análisis de correlación.

2.- Análisis de correlación para las variables de estaciones climatológicas que se encuentran bajo las mismas condiciones climáticas, con respecto a la clasificación de Köppen.

3.- Análisis de correlación para los datos de estaciones climatológicas que se encuentran bajo las mismas condiciones climáticas y altitudes similares.

Los tres análisis anteriores presentan las siguientes relaciones de análisis:

- a) Exponente de Hurst de series de precipitación y exponentes de Hurst de series de temperatura.
- b) Exponente de Hurst de series de precipitación y altitud.
- c) Exponente de Hurst de series de temperatura y altitud.

Para los tres subanálisis anteriores, se consideran análisis de los valores del exponente de Hurst para el registro completo, 25, 10 y 5 años.

4.- Análisis de correlación con relaciones respecto a las coordenadas geográficas de las estaciones analizadas, de manera que:

- a) Exponentes de Hurst de precipitación – latitud
- b) Exponentes de Hurst de precipitación – longitud
- c) Exponentes de Hurst de temperatura – latitud
- d) Exponentes de Hurst de temperatura - longitud

De manera similar a los análisis 1, 2 y 3; se consideran los valores del exponente de Hurst de registro completo, 25, 10 y 5 años.

Los cuatro análisis planteados anteriormente (1, 2, 3 y 4), así como sus respectivas clasificaciones; se han desarrollado con ajustes:

- a) Ajuste de regresión lineal (ecuación (9))
- b) Ajuste de regresión potencial (ecuación (21))
- c) Ajuste de regresión logarítmico (ecuación (23))
- d) Ajuste de regresión polinomial de segundo grado (ecuación (24))
- e) Ajuste de regresión polinomial de tercer grado (ecuación (25))
- f) Ajuste de regresión lineal múltiple (ecuación (30))

Para el caso del inciso f) se consideraron dos escenarios:

f.1) Variable dependiente: Exponente de Hurst de precipitación; Variables independientes: precipitación promedio anual, temperatura promedio anual y altitud.

f.2) Variable dependiente: Exponente de Hurst de temperatura; Variables independientes: precipitación promedio anual, temperatura promedio anual y altitud.

Los análisis f.1 y f.2 han considerado valores de los exponentes de Hurst de registro completo, 25, 10 y años.

Posterior a la obtención del ajuste, se determinaron los coeficientes de determinación y correlación, para cada uno de los ajustes, mediante las ecuaciones (18), (20), (27), (35).

#### **4.9.- Fase de comparación con resultados mundiales**

Posteriormente, con la información recopilada en estado del arte referente a las investigaciones realizadas, se genera un mapa de localización de las investigaciones realizadas enfocadas a eventos de precipitación y de temperatura presentados en el registro del capítulo I a nivel mundial para dar una perspectiva al comportamiento de estas variables climáticas y una idea general de forma visual de la documentación existente. De donde se simboliza cada método de manera diferente, así como identificando los resultados superiores a 0.5 (persistencia en el tiempo) con color azul, así como menores a 0.5 (antipersistentes en el tiempo) con color rojo.

## **Capítulo V.- Resultados y análisis de resultados**

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante esta investigación. Además se presenta la discusión pertinente de los mismos con el objetivo de detectar comportamientos, relaciones y efectos de las variables climatológicas estudiadas en el estado de Baja California.

### **5.1 Condiciones climatológicas y fisiográficas de Baja California**

Los mapas generados de geolocalización de estaciones (Figura 5.1), clasificación climatológica de Koppen en Baja California (Figura 5.2), precipitación promedio anual (Figura 5.3), distribución de temperatura promedio (Figura 5.4), temperatura máxima (Figura 5.5), temperatura mínima (Figura 5.6), y altitud (Figura 5.7); se analizan con el objetivo de detectar patrones de comportamiento que muestren relaciones entre las variables anteriormente mencionadas.

Con respecto a la geolocalización de las estaciones climatológicas con registros mayores a 30 años en Baja California presentes en la Figura 5.1, se puede notar que existe una distribución sobre todo el estado, aunque existe una acumulación de estaciones en la región Norte del estado. Por tal motivo, al momento de realizar la interpolación de las variables de interés en esta investigación, se consideraron las condiciones de la precipitación, temperatura y altitud, de manera que se obtuvieron mapas congruentes con los registros de estaciones climatológicas.

Al considerar la clasificación de climas en Baja California (Figura 5.2) se puede observar que la variabilidad climatológica en el estado es elevada, detectando 10 climas sobre toda la superficie; además, la mayor parte del estado, principalmente las regiones Sur y este, presentan climas con comportamiento árido y cálido (BWk (x'), BW (h') (x'), BWh (x') y BSok (x')); mientras que la región Noroeste presenta clima semi-árido y semi-cálido (BSks, Cs, BWks y BWhs). Concerniente al comportamiento de la precipitación en estos climas, se presentan dos condiciones; precipitaciones presentes durante todo el año en las regiones áridas, y precipitaciones solo durante la temporada de invierno en la región semi-árida y fría. Esta alta variabilidad climatológica genera comportamientos diversos de precipitación y temperatura, los cuales influyen en las características del ciclo hidrológico en Baja California.

Es razonable mencionar que las condiciones climatológicas de las regiones estudiadas son dependientes del comportamiento de las variables climatológicas presentes, es decir, las condiciones predominantes en cierta región será el resultado de la combinación de efectos de la precipitación, temperatura, altitud, etc., por lo tanto, es importante analizar a detalle el comportamiento de las variables mencionadas anteriormente, con el propósito de determinar los efectos que cada una de las mencionadas variables produce.

El comportamiento espacial de la precipitación promedio anual mostrado en la Figura 5.3, permite determinar que las regiones con la precipitación promedio anual con mayor magnitud, están localizadas en la zona perteneciente a climas que presentan eventos de precipitaciones solo durante la temporada de invierno, es decir, los climas BSks, BShs, BWhs, BWks, Cb's y Cs. Mientras que regiones con la precipitación promedio anual con menor magnitud en el estado, se encuentran en regiones con climas que presentan eventos de precipitaciones durante todo el año. Por lo que se puede afirmar que en Baja California, existe una relación inversa entre la frecuencia de eventos de precipitación anual y la magnitud que presentan, dando como resultado cierta tendencia del comportamiento de la precipitación que posteriormente se analiza más a detalle.

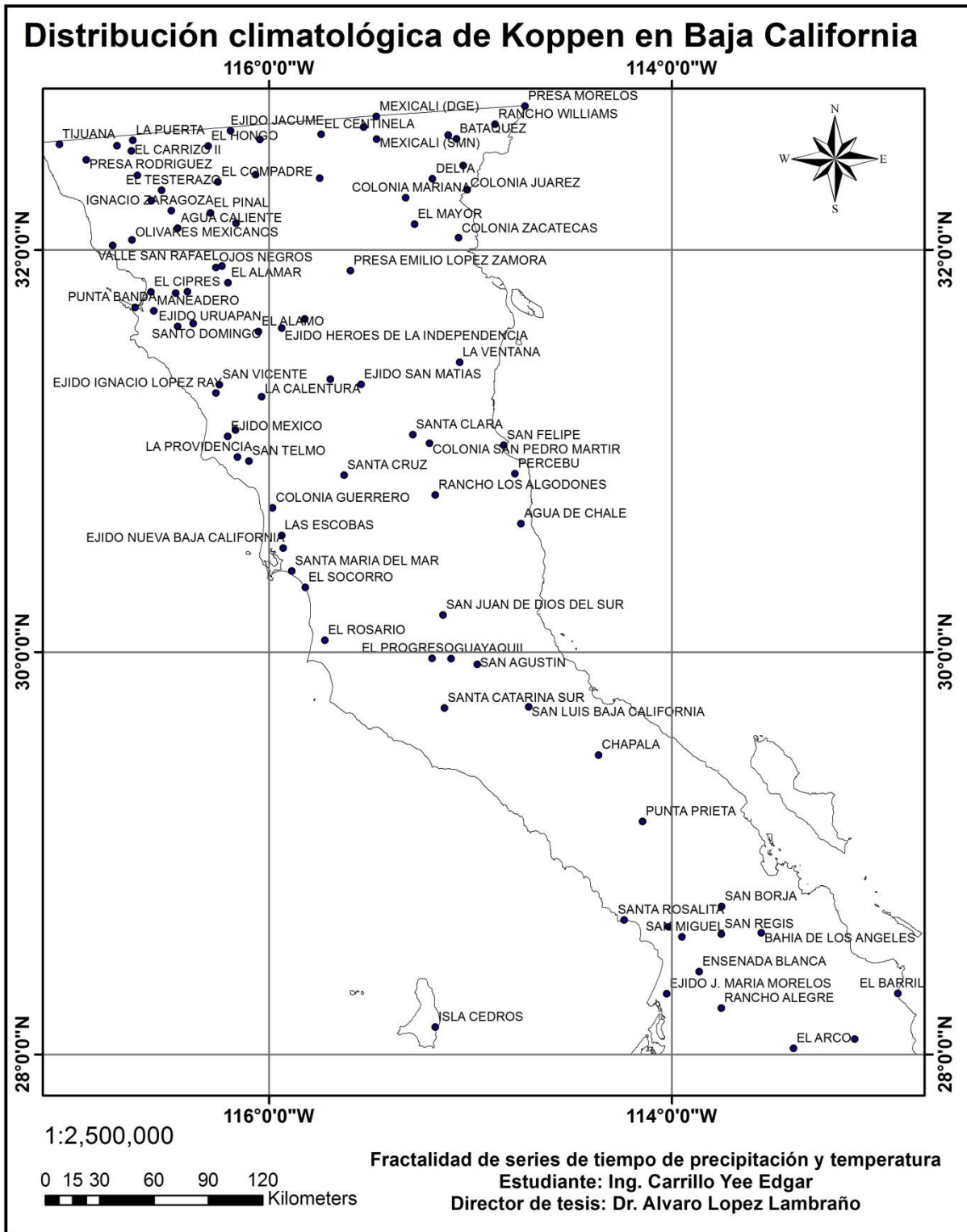


Figura 5.1.- Geoespacialización de las estaciones climatológicas con mas de 30 años de registro en Baja California

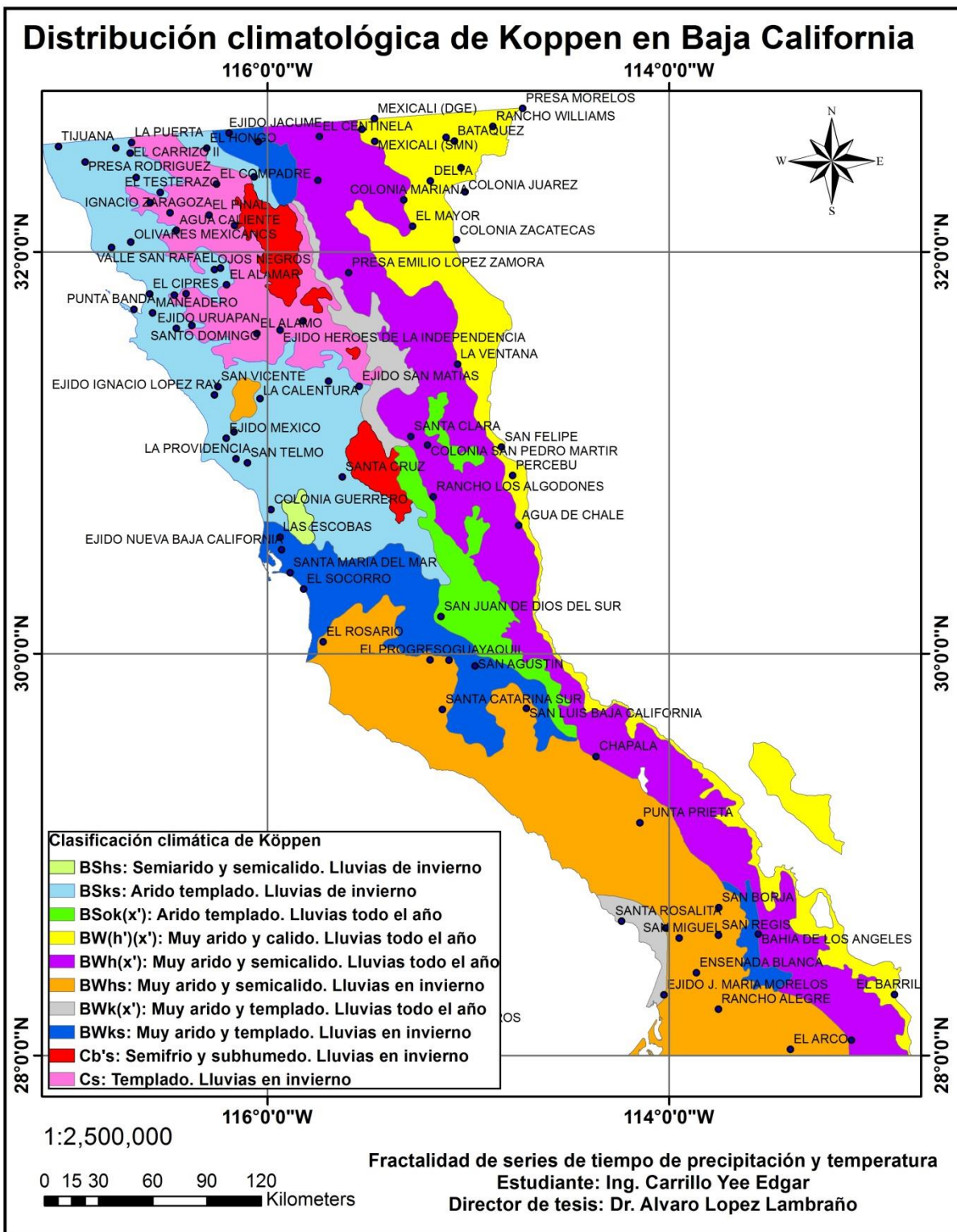


Figura 5.2.- Mapa de distribución climatológica de Köppen en Baja California

Dado que, los eventos de precipitación están directamente ligados con la variable temperatura mediante el proceso de evaporación y condensación, se procede a analizar las variables de temperatura promedio, máxima y mínima, mediante la utilización de los mapas de espacialización de las respectivas variables (Figuras 5.4, 5.5, y 5.6). Se puede observar que el comportamiento de la temperatura en el estado de Baja California, está relacionado con la distribución climatológica en Baja California, es decir, regiones con climas áridos presentan las temperaturas más elevadas del estado (BWks, BWhs, BWh(x'), BW(h')(x')), mientras que regiones con climas semi-cálidos o fríos presentan las temperaturas más bajas (BSks, Cs, Cb's, BWks, BWk(x')). Con respecto a la relación precipitación promedio y temperaturas, se puede observar de acuerdo a las figuras 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6, que la magnitud de la precipitación promedio anual presenta los valores más elevados en regiones que presentan las temperaturas más frías en Baja California, así como las regiones con precipitación promedio anual con magnitud baja, presentan las temperaturas más elevadas de Baja California. Básicamente la explicación que se puede presentar por este acontecimiento, es que mientras mayor sea la altura, menor será la temperatura, ya que se está alejándose más de la irradiación de energía solar que produce la Tierra. Además esto a su vez genera mayor régimen de precipitación, debido a que las masas de aire alcanzan el punto de saturación más rápidamente para poder iniciar el fenómeno de condensación y generan mayores precipitaciones en el estado, a diferencia de zonas con temperaturas elevadas en zona cercana al nivel del mar, donde las moléculas de agua que ingresan a la masa de aire no alcanzan a saturarla como para que se genere la condensación.

Concerniente a los mapas de temperaturas máximas y temperaturas mínimas (Figuras 5.5 y 5.6), se puede corroborar que aunque lógicamente los valores presentes no son los mismos a los que se obtienen en el mapa de temperaturas promedio (Figura 5.4), la tendencia y comportamiento espacial de la temperatura se mantiene constante. Esto implica que la temperatura mantiene un comportamiento definido espacialmente, independiente de la consideración de máximos, promedios o mínimos.

Esta claro que las condiciones climatológicas que se presentan en determinada región están en función de la altitud de la misma, por lo que se procede al análisis del mapa de espacialización de la altitud en el estado de Baja California (Figura 5.7), en donde puede observarse que las regiones con mayor altitud son las correspondientes a la Sierra Juárez y la Sierra San Pedro Mártir. La altitud al ser analizada en conjunto con las variables de distribución climatológica, precipitación promedio anual, temperatura promedio, temperatura máxima y temperatura mínima (Figuras 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6) permite detectar que las regiones con las mayores altitudes en Baja California presentan las mayor magnitud de precipitación promedio anual y las menores temperaturas registradas; consecuentemente se observa que las regiones con climas que presentan precipitaciones durante todo el año, están localizadas en las mayores altitudes del estado, así como regiones con precipitaciones durante todo el año, presentan las altitudes más bajas, cercanas al nivel del mar. Una de las razones por la cual ocurre este fenómeno, es la presencia de precipitaciones del tipo orográfico, el cual ocurre en las regiones montañosas presentes en el estado de Baja California y que incrementan la magnitud de las precipitaciones que ocurren en ese tipo de regiones.

Se observa que los climas áridos y cálidos se presentan en las zonas que se encuentran cercanas al nivel del mar, mientras que las zonas con climas fríos y templados predominan en regiones con elevadas alturas sobre el nivel del mar. Además, los climas semifríos y templados son los que presentan el mayor régimen pluvial, con la menor temperatura y mayor nivel sobre el nivel del mar, aunque las precipitaciones solo se presentan en su mayoría en invierno, son de una magnitud superior al resto del estado.

Mientras tanto regiones con climas cálidos y áridos o semisecos, se presentan en regiones del noreste del estado y zona central inferior, además de los extremos cercanos al océano en la región central del estado. Esto significa que estos climas predominan en regiones cercanas al nivel del mar. Si bien estos climas presentan precipitaciones todo el año, son de baja intensidad y por lo tanto se registran bajos niveles de precipitación promedio anual en estos climas. Además es donde se presentan las temperaturas más elevadas, lo que provoca por supuesto el clima árido y/o seco. Nótese que los climas predominantes en Baja California son los áridos, secos y semisecos por lo cual se tiene un nivel de precipitación promedio anual en el estado relativamente bajo en comparación con otros estados de la república mexicana.

Como puede observarse existe una fuerte relacion entre los eventos de precipitación, temperatura promedio, máxima y mínima, así como la altitud y la distribución climatológica de las regiones analizadas. Por lo tanto, se tienen ciertas relaciones entre las variables las cuales son:

- La distribución climatológica del estado de Baja California esta en función del comportamiento de la precipitación, temperatura y altitud.
- La magnitud de los eventos de precipitación promedio anual que ocurren en Baja California presentan una relación inversamente proporcional a la temperatura registrada, así como una relación directamente proporcional con la altitud.
- El comportamiento de las precipitaciones que ocurren en Baja California esta en función de las condiciones de la región, es decir, regiones que presentan eventos de precipitaciones durante todo el año, tienden a registrar las magnitudes más bajas, así como ser características de climas áridos y cálidos ( $BW(h)(x)$ ,  $BWh(x)$ ,  $BSok(x)$ ,  $BWk(x)$  y viceversa).

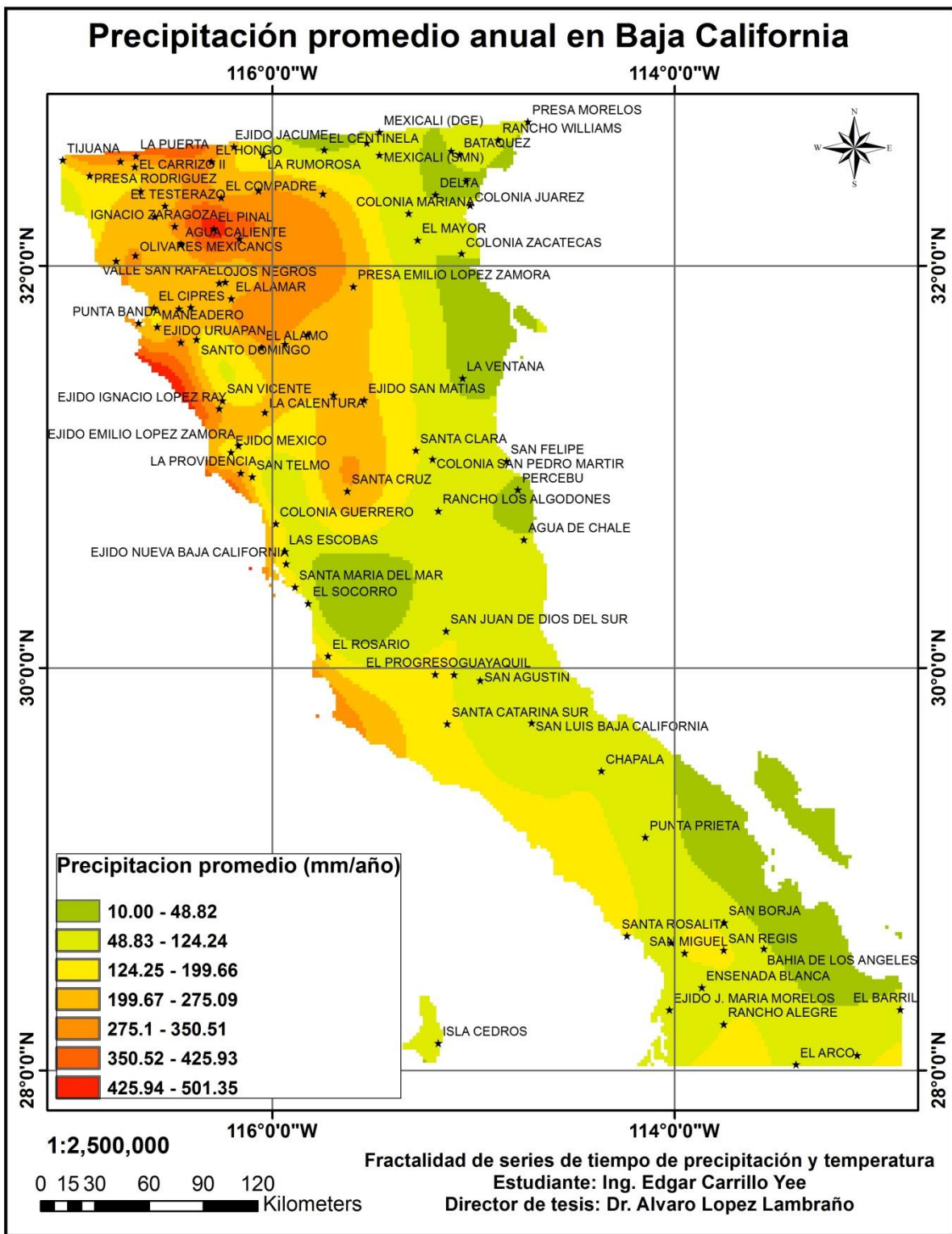


Figura 5.3.- Distribución de precipitación promedio anual en Baja California (mm/año)

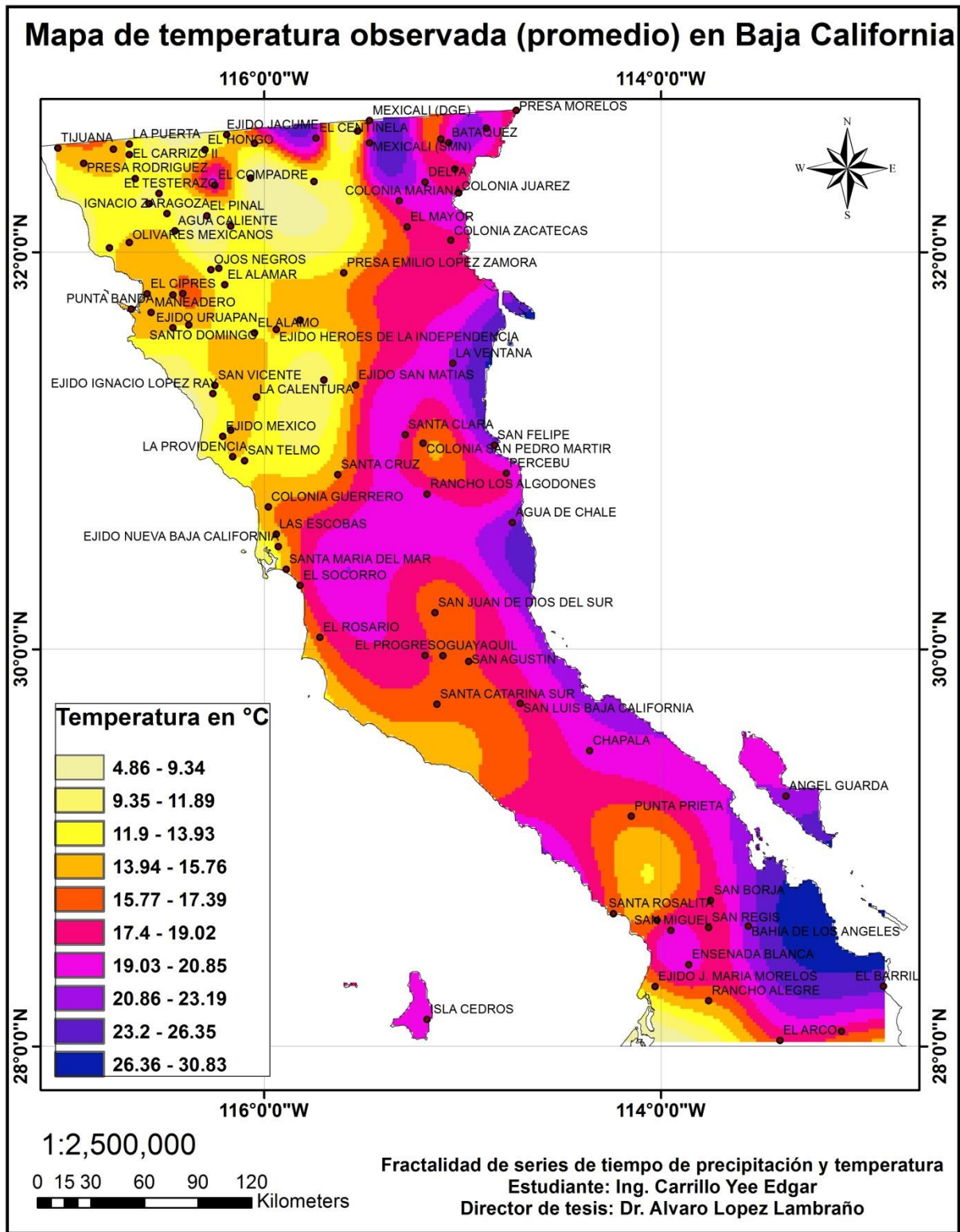


Figura 5.4.- Mapa de distribución de temperatura promedio diaria en Baja California

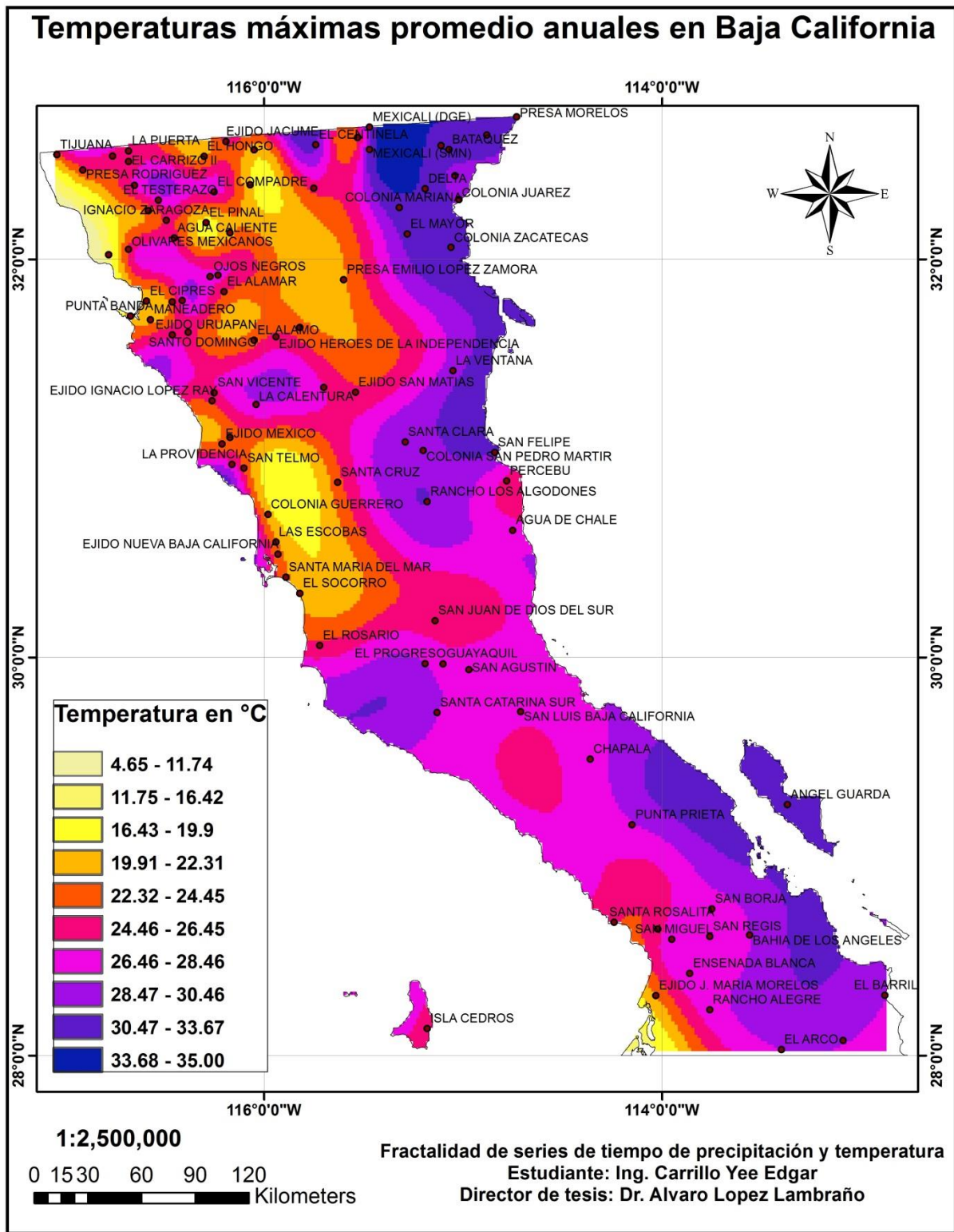


Figura 5.5.- Mapa de distribución de temperatura máxima diaria en Baja California

# Temperaturas mínimas promedio anuales en Baja California

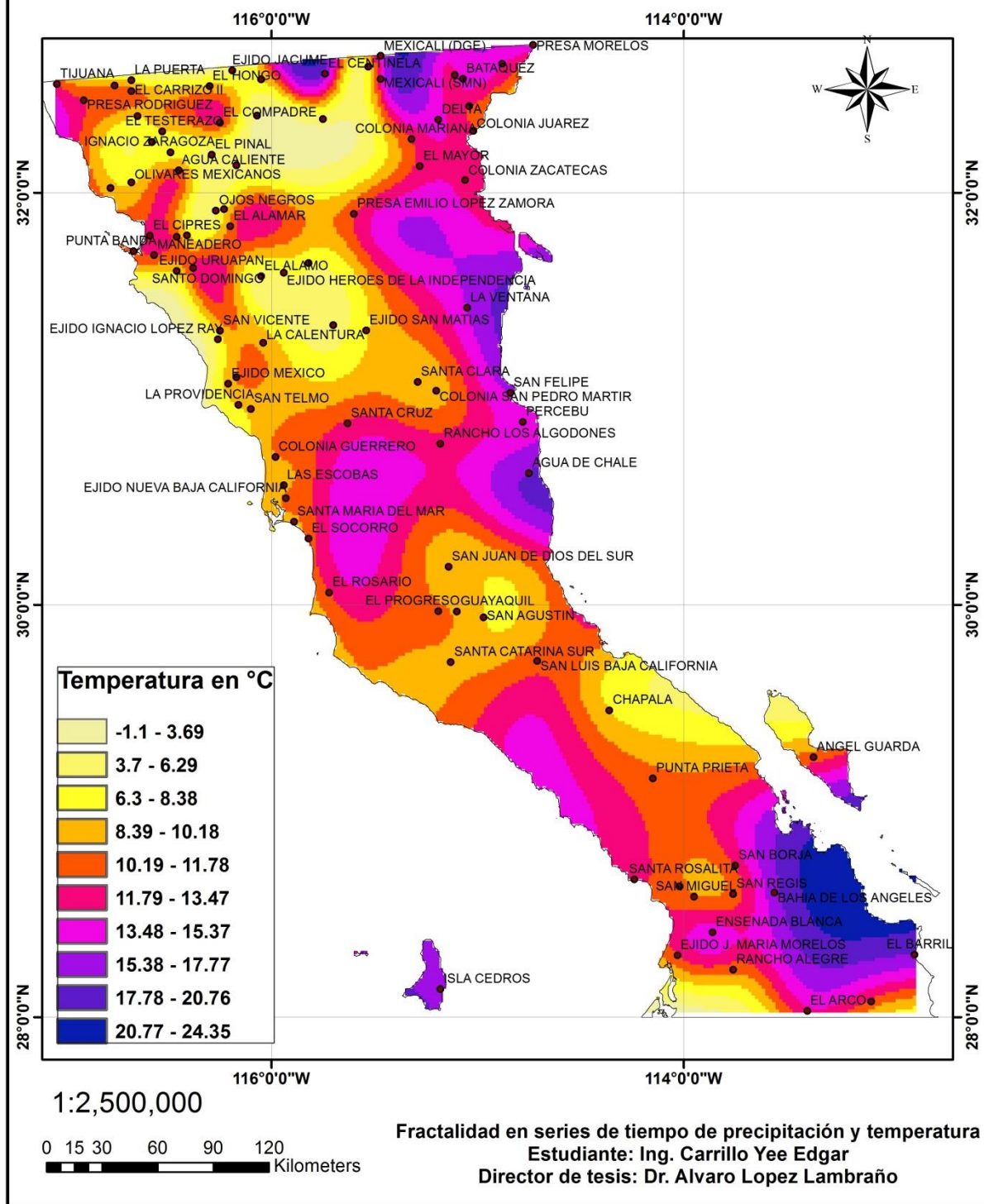


Figura 5.6.- Mapa de distribución de temperatura mínima diaria en Baja California

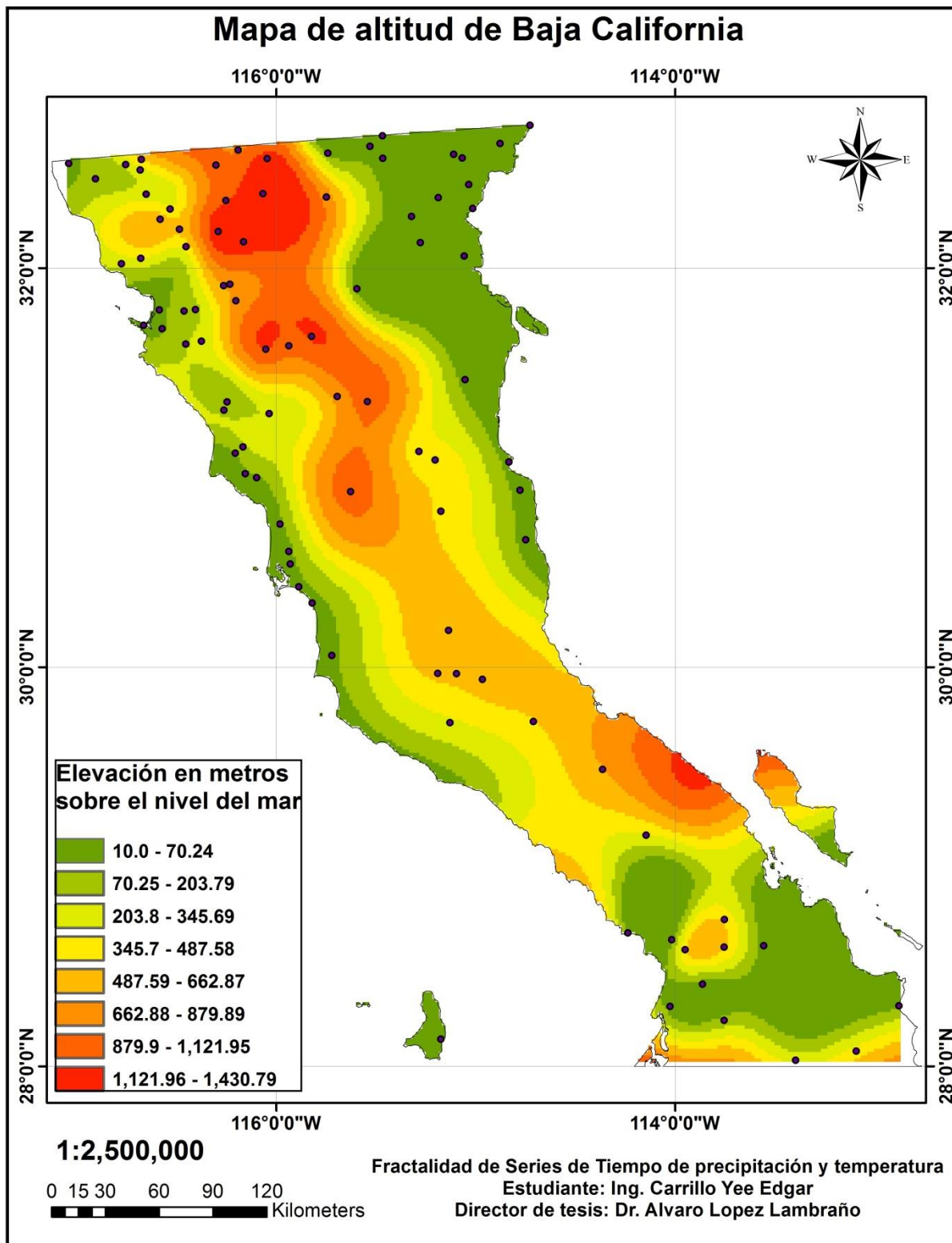


Figura 5.7.- Mapa de distribución de altitud en metros sobre el nivel del mar en Baja California

## 5.2 Análisis estadístico de series de precipitación y temperatura

### 5.2.1 Momentos estadísticos y series de tiempo

Con el propósito de determinar el comportamiento de las series de tiempo de precipitación y temperatura obtenidas de los registros de las estaciones climatológicas analizadas, se obtuvieron los momentos estadísticos de las 92 estaciones climatológicas. Dado que la información constituye una gran cantidad de tablas con información estadística, se ha optado por mostrar en este documento únicamente los momentos estadísticos de precipitación diaria considerando valores de 0, precipitación diaria sin considerar valores de 0, temperatura diaria promedio, temperatura diaria máxima y temperatura mínima diaria; únicamente de una estación climatológica de Baja California (Estación San Vicente). Los datos estadísticos de las estaciones con mayor registro de cada clima y distribuidas uniformemente de manera espacial en Baja California se localizan en el anexo A.

Primeramente se analiza el comportamiento de los momentos estadísticos de las estaciones climatológicas representativas de cada clima en Baja California; de acuerdo a la tabla 5.1, la estación San Vicente muestra cambios en sus valores de media y varianza con respecto al tiempo para sus eventos de precipitación tanto en análisis con ceros (tabla 5.1) como sin ceros (tabla 5.2). Sin embargo, se observa que no mantienen una tendencia de incrementos o decrementos, sino que fluctúan en un rango definido (entre 7 y 9 mm en el caso de precipitación sin considerar valores de cero). De acuerdo a la teoría de probabilidad, una serie de tiempo que presenta cambios significativos en sus valores de media y varianza, tal como es el caso de los eventos de precipitación de la estación San Vicente, puede ser clasificada como una serie de tiempo con comportamiento no estacionario. Puede también notarse en la tabla 5.1 que los valores de mediana y moda son iguales a cero, debido a la consideración de ceros en la serie de tiempo, lo cual da una idea de la influencia que genera considerar valores de cero en el análisis de series de tiempo de eventos de precipitación. Los valores de asimetría positivos en todos los casos para la tabla 5.1, indican que los valores tienden a concentrarse del lado izquierdo de la media, lo cual es evidente al considerar una gran cantidad de valores de cero en las series diarias de precipitación; además, la curtosis presenta valores positivos, lo cual indica una gran concentración de valores cercanos a la media, indicando nuevamente poca fluctuación en los valores registrados.

Con respecto a un análisis de eventos de precipitación sin considerar los valores de cero, tal como el que se plantea para la estación San Vicente en la tabla 5.2, se puede observar que los valores de la media tienden a alejarse de un rango definido, como en el caso anterior (tabla 5.1), además de que los valores de la varianza no tienden a mantenerse en el tiempo, por lo que puede clasificarse como una serie de tiempo no estacionaria. Ahora bien, considerando los valores del coeficiente de asimetría y la curtosis, se puede observar que el primero se mantiene con valores positivos, sin embargo la curtosis presenta tanto valores positivos como negativos en diversos puntos del tiempo, por lo que se puede afirmar que los valores presentan concentración solo en algunos momentos en el tiempo.

Puede entonces concluirse que la consideración de los valores de cero es crucial al momento de realizar un análisis de precipitación, dado que puede afectar el juicio que se emite con respecto a las características de la serie de tiempo. Sin embargo, también existen estadísticos que no se verán afectados por esta consideración, tales como el rango y los valores máximos y mínimos registrados.

**Tabla 5.1 .- Estación San Vicente (Clima BSKs). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. Típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1951	0.70	0.00	0.00	3.14	9.85	5.41	30.55	23.70	0.00	23.70	257.30
1952	0.90	0.00	0.00	3.89	15.15	5.88	39.96	35.50	0.00	35.50	329.90
1953	0.35	0.00	0.00	2.52	6.35	8.33	73.27	28.50	0.00	28.50	129.20
1954	0.42	0.00	0.00	2.45	6.01	8.02	70.72	27.00	0.00	27.00	153.40
1955	0.35	0.00	0.00	1.82	3.30	6.15	40.60	16.50	0.00	16.50	129.30
1956	0.19	0.00	0.00	0.97	0.94	5.64	33.35	8.00	0.00	8.00	71.20
1957	0.52	0.00	0.00	2.29	5.23	6.12	45.95	24.00	0.00	24.00	182.40
1958	0.58	0.00	0.00	2.61	6.82	5.20	28.36	19.00	0.00	19.00	211.70
1959	0.54	0.00	0.00	2.76	7.60	5.99	38.09	25.00	0.00	25.00	197.50
1960	0.49	0.00	0.00	3.46	11.94	11.31	139.34	47.00	0.00	47.00	175.00
1961	0.35	0.00	0.00	2.81	7.92	11.58	148.92	40.00	0.00	40.00	102.50
1962	0.66	0.00	0.00	3.93	15.45	8.75	83.76	42.50	0.00	42.50	239.50
1963	0.40	0.00	0.00	2.08	4.33	6.50	46.27	20.00	0.00	20.00	143.40
1964	0.10	0.00	0.00	0.88	0.77	9.85	106.88	11.00	0.00	11.00	25.90
1965	0.82	0.00	0.00	3.60	12.94	5.06	26.77	29.00	0.00	29.00	299.50
1966	0.39	0.00	0.00	2.20	4.86	6.42	44.02	20.00	0.00	20.00	121.70
1967	0.47	0.00	0.00	2.22	4.95	5.87	38.03	20.00	0.00	20.00	165.30
1968	0.20	0.00	0.00	1.36	1.85	8.47	76.50	14.50	0.00	14.50	43.80
1969	0.65	0.00	0.00	2.83	7.99	5.33	29.29	19.50	0.00	19.50	235.50
1970	0.48	0.00	0.00	2.75	7.58	6.77	47.73	24.00	0.00	24.00	175.50
1971	0.36	0.00	0.00	1.84	3.38	6.55	47.95	18.80	0.00	18.80	130.70
1972	0.38	0.00	0.00	2.22	4.93	7.54	65.08	25.50	0.00	25.50	138.60
1973	0.52	0.00	0.00	2.29	5.25	6.25	45.33	23.00	0.00	23.00	189.00
1974	0.39	0.00	0.00	3.16	9.98	10.64	125.66	44.00	0.00	44.00	140.80
1975	0.30	0.00	0.00	1.83	3.36	9.47	103.29	23.40	0.00	23.40	110.70
1976	0.85	0.00	0.00	4.74	22.45	7.76	67.07	53.00	0.00	53.00	309.70
1977	0.54	0.00	0.00	2.66	7.06	6.40	46.05	27.00	0.00	27.00	197.90
1978	1.79	0.00	0.00	7.03	49.45	6.56	55.16	80.00	0.00	80.00	653.50
1979	0.96	0.00	0.00	4.74	22.43	7.78	74.01	58.00	0.00	58.00	351.00
1980	1.31	0.00	0.00	5.83	34.01	5.79	37.47	54.00	0.00	54.00	479.70
1981	0.64	0.00	0.00	3.86	14.91	9.24	104.72	53.00	0.00	53.00	232.20
1982	0.88	0.00	0.00	3.78	14.30	5.45	31.61	29.50	0.00	29.50	319.60
1983	1.40	0.00	0.00	5.34	28.47	5.46	35.88	49.50	0.00	49.50	509.70
1984	0.78	0.00	0.00	3.99	15.91	6.27	43.99	37.50	0.00	37.50	285.70
1985	0.48	0.00	0.00	2.47	6.09	6.10	40.25	22.70	0.00	22.70	177.00
1986	0.55	0.00	0.00	3.02	9.12	6.81	49.25	28.00	0.00	28.00	201.00
1987	0.85	0.00	0.00	4.54	20.59	8.10	78.37	56.50	0.00	56.50	309.20
1988	0.46	0.00	0.00	2.72	7.38	8.59	90.49	35.70	0.00	35.70	169.60
1989	0.23	0.00	0.00	1.57	2.47	8.79	89.06	20.00	0.00	20.00	83.50

**Tabla 5.1 (continuación).- Estación San Vicente (Clima BSks). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1990	0.52	0.00	0.00	2.50	6.23	6.55	48.42	22.50	0.00	22.50	140.80
1991	0.91	0.00	0.00	4.64	21.50	6.73	51.39	48.80	0.00	48.80	332.70
1992	0.99	0.00	0.00	5.32	28.32	7.26	57.48	51.50	0.00	51.50	330.10
1993	0.94	0.00	0.00	5.07	25.71	10.02	128.65	74.60	0.00	74.60	341.60
1994	0.11	0.00	0.00	1.12	1.26	14.87	246.07	19.30	0.00	19.30	40.70
1995	0.16	0.00	0.00	1.75	3.06	12.00	151.81	25.00	0.00	25.00	59.80
1996	0.40	0.00	0.00	3.24	10.51	11.28	138.28	44.60	0.00	44.60	145.30
1997	1.39	0.00	0.00	8.43	71.02	10.80	133.61	109.00	0.00	109.00	282.40
1998	0.90	0.00	0.00	4.76	22.62	9.80	119.86	67.00	0.00	67.00	297.20
1999	0.35	0.00	0.00	2.08	4.33	8.16	73.46	21.50	0.00	21.50	98.70
2000	0.32	0.00	0.00	1.85	3.41	7.91	74.01	22.50	0.00	22.50	114.60
2001	0.72	0.00	0.00	3.78	14.27	7.26	60.14	38.30	0.00	38.30	262.20
2002	1.18	0.00	0.00	3.46	11.94	2.84	6.59	15.00	0.00	15.00	369.80
2003	0.64	0.00	0.00	3.90	15.24	8.48	79.80	45.00	0.00	45.00	204.70
2004	0.83	0.00	0.00	5.01	25.10	8.65	86.18	62.20	0.00	62.20	291.30
2005	0.68	0.00	0.00	3.65	13.33	7.37	61.45	38.20	0.00	38.20	248.10
2006	0.27	0.00	0.00	1.58	2.51	8.09	74.14	17.80	0.00	17.80	75.30
2007	0.30	0.00	0.00	1.36	1.84	6.00	41.03	13.00	0.00	13.00	84.20
2008	0.60	0.00	0.00	3.32	11.01	7.19	57.92	34.00	0.00	34.00	214.90
2009	0.42	0.00	0.00	2.74	7.53	7.95	67.95	28.00	0.00	28.00	125.80
2010	1.77	0.00	0.00	7.07	49.97	5.11	28.25	48.80	0.00	48.80	335.20

**Tabla 5.2.- Estación San Vicente (Clima BSks). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1949	9.51	4.00	35.50	11.92	142.13	1.41	0.61	35.30	0.20	35.50	304.30
1950	5.38	4.00	2.00	4.16	17.34	0.74	-0.43	12.70	0.30	13.00	69.90
1951	7.35	3.50	0.50	7.42	55.10	0.99	-0.33	23.20	0.50	23.70	257.30
1952	8.68	7.00	1.00	8.95	80.07	1.55	2.26	35.20	0.30	35.50	329.90
1953	7.60	3.00	0.50	9.27	85.85	1.06	-0.24	28.30	0.20	28.50	129.20
1954	4.79	2.50	0.50	6.99	48.89	2.03	3.47	26.90	0.10	27.00	153.40
1955	5.62	4.00	1.50	4.86	23.60	0.77	-0.44	16.20	0.30	16.50	129.30
1956	3.96	4.00	2.00	2.10	4.42	0.43	-0.83	7.00	1.00	8.00	71.20
1957	6.29	6.00	6.50	5.22	27.28	1.76	3.89	23.00	1.00	24.00	182.40
1958	8.47	7.50	19.00	5.80	33.60	0.50	-0.75	18.90	0.10	19.00	211.70
1959	9.40	7.00	1.50	7.11	50.52	0.60	-0.74	23.50	1.50	25.00	197.50
1960	7.61	4.00	4.00	11.76	138.25	2.86	7.56	46.00	1.00	47.00	175.00
1961	9.32	5.00	1.00	11.87	140.91	2.16	4.47	39.00	1.00	40.00	102.50
1962	9.58	4.50	11.50	12.05	145.24	2.11	3.40	41.50	1.00	42.50	239.50
1963	7.17	5.00	2.00	5.53	30.54	1.01	-0.03	18.60	1.40	20.00	143.40
1964	6.48	5.35	NA	3.11	9.68	1.67	2.74	6.80	4.20	11.00	25.90
1965	11.09	10.00	20.00	7.90	62.43	0.51	-0.82	28.50	0.50	29.00	299.50
1966	8.69	8.75	1.00	6.11	37.35	0.37	-0.62	19.00	1.00	20.00	121.70
1967	6.89	5.50	1.00	5.45	29.76	0.93	0.20	19.20	0.80	20.00	165.30
1968	4.87	2.50	1.00	4.96	24.62	1.20	0.05	13.50	1.00	14.50	43.80
1969	7.36	4.15	2.00	6.54	42.81	0.89	-0.74	19.00	0.50	19.50	235.50
1970	9.24	6.00	3.00	8.24	67.90	0.70	-1.05	23.50	0.50	24.00	175.50
1971	5.23	3.00	0.50	4.97	24.70	1.17	0.78	18.30	0.50	18.80	130.70
1972	6.93	4.50	8.00	6.85	46.97	1.24	1.35	25.40	0.10	25.50	138.60
1973	4.97	2.90	1.00	5.38	28.91	1.76	2.97	22.60	0.40	23.00	189.00
1974	10.83	6.50	1.40	13.42	180.19	1.58	1.99	43.60	0.40	44.00	140.80
1975	4.43	2.70	0.50	5.65	31.96	2.48	6.09	22.90	0.50	23.40	110.70
1976	11.47	6.00	1.50	13.74	188.66	1.78	2.47	52.80	0.20	53.00	309.70
1977	6.60	3.00	2.50	6.88	47.32	1.36	1.29	26.50	0.50	27.00	197.90
1978	12.57	7.00	14.00	14.66	214.85	2.64	8.76	79.00	1.00	80.00	653.50
1979	10.64	6.00	6.00	12.21	149.02	2.40	6.60	57.00	1.00	58.00	351.00
1980	13.71	9.50	1.50	13.79	190.27	1.31	1.14	53.00	1.00	54.00	479.70
1981	11.61	7.75	8.00	12.31	151.47	2.24	6.13	52.70	0.30	53.00	232.20
1982	8.19	4.00	3.00	8.69	75.43	1.21	0.34	28.90	0.60	29.50	319.60
1983	10.40	6.70	2.00	10.97	120.26	1.81	3.67	49.20	0.30	49.50	509.70
1985	8.05	7.40	15.00	6.46	41.75	0.73	-0.32	22.50	0.20	22.70	177.00
1986	7.73	3.15	0.20	8.66	75.05	1.19	0.15	27.80	0.20	28.00	201.00
1987	9.09	4.00	1.00	12.24	149.82	2.33	6.10	56.00	0.50	56.50	309.20
1988	7.37	4.50	1.00	8.31	69.10	2.03	5.21	35.40	0.30	35.70	169.60
1989	5.22	4.50	0.10	5.67	32.19	1.31	1.72	19.90	0.10	20.00	83.50

**Tabla. 5.2 (continuación) - Estación San Vicente (Clima BSks). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1990	5.21	2.50	0.10	6.30	39.72	1.68	2.47	22.40	0.10	22.50	140.80
1991	8.99	3.50	0.10	11.95	142.71	1.71	2.58	48.70	0.10	48.80	332.70
1992	10.32	4.70	0.10	14.35	205.78	1.85	2.62	51.40	0.10	51.50	330.10
1993	8.33	5.20	0.10	13.07	170.80	3.59	16.46	74.50	0.10	74.60	341.60
1994	1.94	0.10	0.10	4.30	18.50	3.62	14.49	19.20	0.10	19.30	40.70
1995	8.54	5.00	0.10	10.09	101.74	0.85	-0.86	24.90	0.10	25.00	59.80
1996	6.92	2.00	0.10	11.99	143.87	2.47	5.65	44.50	0.10	44.60	145.30
1997	15.69	9.00	4.00	24.63	606.42	3.54	13.73	108.90	0.10	109.00	282.40
1998	5.83	2.00	0.10	10.97	120.41	3.97	19.45	66.90	0.10	67.00	297.20
1999	3.40	0.80	0.10	5.68	32.25	2.35	5.18	21.40	0.10	21.50	98.70
2000	4.98	2.00	1.00	5.54	30.67	1.70	3.24	22.30	0.20	22.50	114.60
2001	9.04	5.00	0.60	10.37	107.51	1.72	2.59	38.10	0.20	38.30	262.20
2002	8.80	10.50	12.00	4.70	22.10	-0.62	-1.02	14.50	0.50	15.00	369.80
2003	7.31	2.15	0.30	11.38	129.52	2.21	4.51	44.80	0.20	45.00	204.70
2004	9.40	3.50	0.20	14.45	208.81	2.33	5.64	62.00	0.20	62.20	291.30
2005	8.56	5.20	1.00	10.17	103.52	1.72	2.52	38.00	0.20	38.20	248.10
2006	4.43	3.00	1.90	4.92	24.21	1.70	2.55	17.50	0.30	17.80	75.30
2007	3.66	2.50	0.80	3.29	10.85	1.32	1.43	12.50	0.50	13.00	84.20
2008	9.77	6.25	1.50	9.71	94.31	1.27	1.04	33.50	0.50	34.00	214.90
2009	8.99	5.25	NA	9.53	90.80	1.02	-0.11	27.80	0.20	28.00	125.80
2010	16.76	11.70	NA	15.17	230.08	1.22	0.51	48.60	0.20	48.80	335.20

Ahora bien, el análisis estadístico de la temperatura promedio de la estación San Vicente mostrado en la tabla 5.3, muestra características similares a los eventos de precipitación. Primeramente, con respecto a la media y la varianza, se puede observar que los valores de ambos momentos estadísticos no presentan cambios significativos, manteniéndose en un rango pequeño de valores. Esta condición es la necesaria para afirmar que la serie de tiempo de eventos de temperatura promedio en San Vicente muestra comportamiento estacionario en el tiempo, debido a que la media y la varianza muestran tendencia a mantenerse en el tiempo. Con respecto a la mediana y la moda, sucede un comportamiento similar al anteriormente mencionado, en donde estos estadísticos se mantienen en cierto rango en el tiempo, es decir, estacionarios. Con respecto al coeficiente de asimetría, la gran mayoría de los valores son superiores a cero, lo que indica una asimetría positiva o cargada a la izquierda, lo que indica que la mayoría de los valores de temperatura promedio diaria son de baja magnitud, y los valores superiores a la media son muy elevados con respecto a los primeros, dando lugar a la conclusión de que se trata de datos atípicos o eventos extremos. Finalmente, concerniente a la curtosis, se puede apreciar en la tabla 5.3, que predominan los valores negativos, es decir, existe una gran dispersión de datos con respecto a la media, lo cual indica que a pesar de que se presenta una condición de estacionariedad, los valores registrados son presentan amplia variabilidad.

**Tabla 5.3 .- Estación San Vicente (Clima BSks). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1949	17.20	16.00	23.00	4.07	16.60	0.20	-1.53	11.00	12.00	23.00
1950	15.77	15.00	10.00	6.50	42.26	0.00	-0.46	30.00	1.00	31.00
1951	14.50	14.50	15.00	4.66	21.71	0.20	-0.17	27.00	4.00	31.00
1952	14.62	15.00	17.00	5.03	25.33	-0.21	-0.09	28.00	2.00	30.00
1953	15.09	14.00	13.00	5.73	32.82	0.21	-0.52	27.00	3.00	30.00
1954	12.64	12.50	13.00	5.17	26.70	0.43	0.50	31.00	1.00	32.00
1955	13.61	14.00	15.00	5.59	31.21	-0.18	-0.40	28.00	-2.00	26.00
1956	11.99	12.00	10.00	5.04	25.44	0.16	-0.17	30.00	-3.00	27.00
1957	12.81	13.00	15.00	5.35	28.64	-0.07	-0.24	30.00	-2.00	28.00
1958	13.55	14.00	15.00	5.13	26.33	-0.11	-0.33	28.00	1.00	29.00
1959	12.38	13.00	15.00	5.48	30.01	-0.03	-0.71	26.00	1.00	27.00
1960	12.72	13.00	15.00	5.12	26.17	0.02	-0.59	27.00	1.00	28.00
1961	12.78	12.00	15.00	5.86	34.37	0.24	-0.52	29.00	1.00	30.00
1962	12.95	12.00	10.00	5.10	26.00	0.33	-0.49	23.00	1.00	24.00
1963	13.15	13.00	10.00	4.41	19.43	0.08	-0.42	23.00	1.00	24.00
1964	15.41	16.00	18.00	5.24	27.43	0.18	-0.16	28.00	3.00	31.00
1965	16.75	16.00	14.00	5.63	31.73	0.21	-0.75	29.00	4.00	33.00
1966	13.31	13.00	15.00	4.18	17.49	0.38	0.48	27.00	3.00	30.00
1967	12.52	13.00	15.00	5.10	26.03	0.08	0.09	33.00	2.00	35.00
1968	13.71	14.00	15.00	5.78	33.43	0.11	-0.45	31.00	1.00	32.00
1969	12.01	12.00	10.00	5.72	32.67	0.10	-0.68	26.00	1.00	27.00
1970	13.34	14.00	14.00	4.96	24.56	0.17	0.49	35.00	2.00	37.00
1971	13.14	13.00	13.00	5.48	30.03	0.38	0.24	34.00	1.00	35.00
1972	12.17	12.00	13.00	5.68	32.24	0.07	-0.69	26.00	-1.00	25.00
1973	12.62	13.00	12.00	5.83	33.97	-0.10	-0.54	30.00	-2.00	28.00
1974	11.29	12.00	15.00	4.94	24.38	-0.08	-0.44	29.00	-1.00	28.00
1975	11.80	13.00	15.00	5.87	34.42	-0.28	-0.49	29.00	-2.00	27.00
1976	11.22	11.00	9.00	5.56	30.95	0.20	-0.30	32.00	-1.00	31.00
1977	12.77	13.00	18.00	5.33	28.41	-0.38	-0.49	26.00	-2.00	24.00
1978	12.16	12.00	12.00	5.08	25.78	0.03	-0.57	24.00	2.00	26.00
1979	12.94	13.00	14.00	5.37	28.88	0.16	-0.01	29.00	1.00	30.00
1980	12.66	13.00	15.00	5.69	32.33	-0.08	-0.78	25.00	1.00	26.00
1981	13.57	14.00	15.00	4.91	24.07	-0.09	-0.21	26.00	2.00	28.00
1982	13.19	13.00	10.00	5.30	28.06	0.06	-0.74	27.00	1.00	28.00
1983	13.16	13.00	15.00	4.83	23.29	-0.12	-0.52	23.00	1.00	24.00
1984	14.11	14.00	11.00	5.63	31.66	0.30	-0.70	25.00	3.00	28.00
1985	14.73	15.00	12.00	6.17	38.04	-0.02	-0.98	24.50	2.50	27.00
1986	13.23	14.00	16.00	4.95	24.48	-0.37	-0.59	24.00	1.00	25.00
1987	13.15	14.00	16.00	4.46	19.94	-0.13	-0.55	24.00	1.00	25.00
1988	13.01	14.00	17.00	5.29	27.98	-0.38	-0.95	22.00	1.00	23.00

**Tabla 5.3 (continuación).- Estación San Vicente (Clima BSks). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo
1990	12.42	12.00	10.00	5.06	25.63	0.08	-0.63	26.00	2.00	28.00
1991	13.68	13.00	14.00	6.92	47.87	0.26	-1.00	27.00	1.00	28.00
1992	14.38	14.00	15.00	5.20	27.03	0.20	-0.46	25.00	1.00	26.00
1993	15.28	15.00	19.00	5.65	31.92	-0.39	-0.73	24.00	1.00	25.00
1994	15.35	16.00	19.00	4.63	21.46	-0.63	-0.59	21.00	3.00	24.00
1995	13.82	14.00	15.00	4.84	23.39	-0.03	-0.51	22.00	3.00	25.00
1996	14.25	15.00	19.00	4.99	24.88	-0.36	-0.74	21.00	3.00	24.00
1997	14.24	15.00	15.00	4.16	17.33	-0.10	-0.69	21.00	4.00	25.00
1998	13.56	12.00	10.00	5.84	34.15	0.38	-0.96	25.50	1.50	27.00
1999	12.19	12.00	10.00	6.05	36.61	0.13	-0.74	29.00	-3.00	26.00
2000	11.83	12.00	15.00	5.90	34.77	0.04	-0.91	27.00	-1.00	26.00
2001	13.61	15.00	10.00	4.96	24.61	-0.12	-0.77	23.00	2.00	25.00
2002	13.42	14.00	15.00	5.15	26.55	-0.27	-0.68	23.00	2.00	25.00
2003	12.36	12.50	15.00	5.28	27.84	0.11	-0.18	29.00	1.00	30.00
2004	13.62	15.00	15.00	4.54	20.66	-0.18	-0.57	23.00	2.00	25.00
2005	12.78	13.00	15.00	4.82	23.24	-0.13	-0.70	23.00	1.00	24.00
2006	13.22	13.00	15.00	4.55	20.66	0.26	-0.19	22.00	2.00	24.00
2007	13.88	14.00	10.00	5.60	31.37	0.03	-0.82	26.00	1.00	27.00
2008	12.82	13.00	15.00	4.91	24.10	0.12	-0.44	23.00	2.00	25.00
2009	13.93	14.00	10.00	5.16	26.62	-0.08	-0.92	22.00	3.00	25.00
2010	12.36	13.00	15.00	4.80	23.07	-0.03	-0.62	24.00	2.00	26.00

Podría suponerse que los eventos de temperatura máxima y mínima que se presentan en San Vicente (tablas 5.4 y 5.5 respectivamente) presentan un comportamiento similar al de las series de tiempo de temperatura promedio registradas en esa región, sin embargo, no son idénticas. La temperatura máxima registrada (tabla 5.4) presenta estacionariedad en sus valores de media y varianza, sin embargo, al analizar el coeficiente de asimetría y la curtosis, se puede observar que se incrementa la cantidad de años que registran magnitudes positivas de estos dos estadísticos, es decir, los eventos de temperatura máxima registrados tienden a presentar un comportamiento leptocurtico y asimétricamente positivo.

Sin embargo, al analizar los registros de temperatura mínima de la estación San Vicente (tabla 5.5) se puede observar que el comportamiento es muy similar al de la temperatura promedio de la tabla (5.3), es decir, los cambios de comportamiento solamente ocurren en los registros de temperatura máxima, lo cual puede ser un indicador de que los eventos extremos máximos generan cambios en el comportamiento de la serie de tiempo analizada.

El comportamiento de la estación San Vicente puede ser visualizado mediante los gráficos presentados en las figuras 5.8 a 5.12, en donde se presentan las series de tiempo para diversos escenarios considerados. De acuerdo a la gráfica 5.8, la precipitación media anual presenta oscilaciones limitadas a determinado rango, además puede observarse que usualmente un incremento es seguido de un decremento y viceversa. Los gráficos correspondientes a precipitación de la estación San Vicente que se muestran en las figuras 5.8 y 5.9 presentan el mismo comportamiento oscilatorio descrito por lo que puede afirmarse que la escala temporal considerada no influye en el comportamiento que posee la precipitación.

**Tabla 5.4 .- Estación San Vicente (Clima BSKs). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1949	29.06	26.00	26.00	6.75	45.53	1.02	-0.21	21.00	22.00	43.00
1950	25.76	26.00	30.00	6.75	45.55	-0.13	-0.17	36.00	9.00	45.00
1951	26.28	25.50	24.00	4.93	24.33	0.50	0.35	31.00	13.00	44.00
1952	24.86	25.00	23.00	5.94	35.23	0.01	0.02	33.00	10.00	43.00
1953	25.21	25.00	19.00	6.70	44.94	0.08	-0.77	32.00	10.00	42.00
1954	25.85	25.00	23.00	5.71	32.60	0.27	-0.43	28.00	12.00	40.00
1955	26.59	27.00	25.00	5.81	33.78	0.23	-0.44	31.50	14.00	45.50
1956	24.76	24.00	21.00	5.93	35.11	0.62	1.07	37.00	11.00	48.00
1957	25.83	25.00	24.00	5.82	33.90	0.34	-0.10	32.00	13.00	45.00
1958	25.84	25.00	22.00	6.16	37.94	0.23	-0.67	31.00	12.00	43.00
1959	25.93	26.00	22.00	5.87	34.50	0.27	-0.11	35.00	10.00	45.00
1960	26.19	26.00	30.00	5.54	30.66	0.28	-0.02	29.00	12.00	41.00
1961	25.31	25.00	20.00	5.74	32.95	-0.02	-0.62	29.00	12.00	41.00
1962	23.99	23.00	21.00	4.78	22.84	0.28	-0.43	25.00	13.00	38.00
1963	24.23	23.00	23.00	6.03	36.37	0.22	-0.37	32.00	9.00	41.00
1964	27.62	27.00	21.00	7.52	56.52	0.33	-0.77	34.00	11.00	45.00
1965	26.21	26.00	28.00	5.08	25.79	-0.02	-0.48	26.00	13.00	39.00
1966	24.59	24.00	21.00	5.76	33.16	0.27	-0.49	28.00	10.00	38.00
1967	24.53	24.00	23.00	5.31	28.16	0.49	0.27	30.00	13.00	43.00
1968	25.16	25.00	31.00	6.10	37.17	0.07	0.21	39.00	10.00	49.00
1969	25.28	25.00	25.00	5.55	30.80	0.45	0.33	30.00	12.00	42.00
1970	24.63	24.00	23.00	5.83	33.96	0.48	0.46	34.00	12.00	46.00
1971	24.96	24.00	23.00	5.50	30.20	0.27	0.25	40.00	7.00	47.00
1972	24.16	24.00	21.00	6.22	38.74	0.32	-0.54	33.00	12.00	45.00
1973	24.75	25.00	26.00	5.33	28.41	0.40	0.24	29.00	12.00	41.00
1974	23.91	24.00	26.00	5.75	33.06	0.45	-0.10	30.00	11.00	41.00
1975	24.69	24.00	26.00	5.38	28.90	0.19	-0.13	31.00	12.00	43.00
1976	24.20	23.00	23.00	5.66	32.01	0.33	-0.38	29.00	12.00	41.00
1977	25.13	25.00	28.00	5.15	26.52	-0.02	-0.25	27.00	11.00	38.00
1978	25.53	25.00	22.00	5.00	25.03	0.11	-0.69	24.00	14.00	38.00
1979	25.69	25.00	20.00	6.57	43.11	0.56	-0.25	32.00	13.00	45.00
1980	26.25	26.00	28.00	5.83	33.99	0.33	-0.02	32.00	12.00	44.00
1981	25.79	26.00	24.00	5.61	31.49	0.19	-0.03	32.00	11.00	43.00
1982	25.92	26.00	29.00	5.24	27.47	0.41	0.15	31.00	12.00	43.00
1983	24.92	24.00	23.00	5.60	31.36	0.46	0.36	31.00	12.00	43.00
1984	25.81	25.00	23.00	5.32	28.31	0.29	-0.56	26.00	14.00	40.00
1986	24.63	25.00	25.00	6.11	37.35	0.28	-0.40	30.50	11.50	42.00
1987	27.17	27.00	28.00	4.99	24.95	0.16	-0.36	25.00	15.00	40.00
1988	27.20	26.00	24.00	7.11	50.56	0.03	-0.78	33.00	10.00	43.00
1989	25.62	25.00	25.00	5.23	27.31	0.25	0.11	30.50	11.50	42.00

**Tabla 5.4 (continuación).- Estación San Vicente (Clima BSks). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1990	27.00	27.00	26.00	5.92	35.03	-0.17	-0.51	28.00	12.00	40.00
1991	27.51	28.00	32.00	6.46	41.73	-0.10	-0.12	37.00	10.00	47.00
1992	27.09	26.00	24.00	6.52	42.51	0.47	-0.46	31.00	13.00	44.00
1993	29.29	28.00	28.00	7.04	49.52	0.11	-0.97	29.00	14.00	43.00
1994	28.63	29.00	30.00	6.26	39.16	-0.06	-0.70	28.00	15.00	43.00
1995	27.36	27.00	28.00	5.86	34.34	0.19	-0.62	25.00	15.00	40.00
1996	29.15	29.00	29.00	5.43	29.47	0.20	-0.56	24.00	17.00	41.00
1997	26.36	26.00	25.00	5.61	31.45	0.28	-0.54	26.00	15.00	41.00
1998	27.75	27.00	34.00	6.25	39.11	0.10	-0.59	29.00	12.00	41.00
1999	25.01	25.00	25.00	6.76	45.72	0.09	-0.69	32.00	11.00	43.00
2000	27.01	27.00	27.00	6.22	38.70	0.07	-0.52	32.50	12.00	44.50
2001	26.84	26.50	25.00	5.16	26.63	0.19	-0.35	27.50	13.50	41.00
2002	26.11	26.00	25.00	5.97	35.66	0.01	-0.71	29.00	13.50	42.50
2003	25.99	25.00	25.00	5.69	32.34	0.29	-0.43	28.50	14.00	42.50
2004	26.86	26.00	25.00	5.46	29.84	0.37	-0.52	26.00	16.00	42.00
2005	25.33	25.00	22.00	5.37	28.81	0.37	-0.57	28.00	13.00	41.00
2006	26.35	26.00	30.00	5.44	29.60	0.17	-0.30	30.50	13.00	43.50
2007	27.51	27.00	22.00	5.68	32.30	0.24	-0.64	27.00	15.00	42.00
2008	26.06	26.00	28.00	6.16	37.96	0.06	-0.29	31.00	11.00	42.00
2009	27.58	28.00	30.00	6.32	39.90	-0.12	-0.81	32.50	12.00	44.50
2010	26.61	26.00	24.00	6.05	36.61	0.35	0.19	34.50	11.00	45.50

**Tabla 5.5.- Estación San Vicente (Clima BSks). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo
1949	8.67	10.00	10.00	2.77	7.67	-0.04	-0.92	9.00	4.00	13.00
1950	9.05	10.00	10.00	4.88	23.81	-0.24	-0.49	25.50	-3.00	22.50
1951	9.18	9.00	10.00	4.22	17.77	0.15	-0.56	21.00	-1.00	20.00
1952	9.22	10.00	10.00	4.48	20.06	-0.13	-0.88	21.00	-1.00	20.00
1953	8.31	8.00	6.00	4.72	22.23	0.31	-0.94	18.90	0.10	19.00
1954	8.27	8.50	12.00	4.46	19.86	-0.01	-0.83	24.00	-5.00	19.00
1955	9.20	10.00	10.00	5.24	27.47	-0.25	-0.28	26.00	-5.00	21.00
1956	8.14	8.00	10.00	5.43	29.48	0.06	-0.43	25.50	-5.00	20.50
1957	8.72	9.00	10.00	5.27	27.74	-0.21	-0.91	22.50	-3.00	19.50
1958	9.21	9.00	12.00	4.90	23.99	-0.14	-0.22	27.00	-6.00	21.00
1959	9.45	10.00	13.00	5.16	26.66	-0.02	-0.36	27.00	-5.00	22.00
1960	9.81	9.00	10.00	5.21	27.13	0.24	-0.97	20.00	1.00	21.00
1961	9.70	10.00	13.00	5.70	32.47	0.22	-0.89	25.00	-2.00	23.00
1962	8.40	7.00	6.00	4.85	23.54	0.63	-0.38	24.00	-2.00	22.00
1963	5.65	5.00	5.00	2.80	7.84	0.38	0.03	18.00	-3.00	15.00
1964	8.11	8.00	8.00	3.63	13.18	0.25	0.83	25.00	-4.00	21.00
1965	10.17	11.00	11.00	4.04	16.32	-0.01	-0.96	16.00	2.00	18.00
1966	7.85	8.00	10.00	5.68	32.22	-0.97	2.11	31.00	-10.00	21.00
1967	7.40	7.00	4.00	4.83	23.31	-0.26	-0.47	22.00	-5.00	17.00
1968	9.36	9.50	3.00	5.40	29.16	0.12	-1.13	23.00	1.00	24.00
1969	8.79	8.00	7.00	5.59	31.21	0.25	-1.00	21.90	0.10	22.00
1970	9.24	9.00	5.00	5.29	27.99	-0.15	-0.48	30.00	-5.00	25.00
1971	8.54	8.00	4.00	5.35	28.62	0.20	-0.33	34.00	-6.00	28.00
1972	8.25	8.00	5.00	5.78	33.36	0.15	-0.82	25.00	-5.00	20.00
1973	8.83	9.00	4.00	6.09	37.05	-0.01	-0.84	28.00	-5.00	23.00
1974	7.74	8.00	2.00	4.82	23.25	0.05	-0.96	21.00	-2.00	19.00
1975	8.58	9.00	10.00	5.57	31.00	-0.14	-0.75	27.00	-5.00	22.00
1976	8.01	8.00	13.00	5.15	26.48	-0.05	-0.94	23.00	-3.00	20.00
1977	9.38	10.00	12.00	5.37	28.84	-0.14	-0.71	25.00	-4.00	21.00
1978	9.11	9.00	8.00	5.13	26.28	0.15	-0.88	22.00	-1.00	21.00
1979	9.93	10.00	9.00	4.53	20.48	0.03	-0.63	24.00	-1.00	23.00
1980	8.82	9.00	3.00	5.04	25.43	0.10	-1.04	22.00	-3.00	19.00
1981	9.70	9.00	8.00	4.87	23.75	0.24	-0.57	24.00	-1.00	23.00
1982	10.28	10.00	6.00	5.11	26.11	0.10	-1.11	23.00	-2.00	21.00
1983	9.40	9.00	8.00	4.81	23.15	0.31	-0.85	20.00	1.00	21.00
1984	10.34	10.00	7.00	5.53	30.54	0.27	-0.84	23.50	1.00	24.50
1986	9.76	10.00	11.00	5.05	25.48	-0.10	-0.91	23.00	-2.00	21.00
1987	9.27	9.00	8.00	4.44	19.67	0.01	-0.38	24.00	-5.00	19.00
1988	9.36	10.00	15.00	5.07	25.66	-0.49	-0.69	22.00	-4.00	18.00
1989	8.36	9.00	4.00	5.13	26.27	-0.02	-0.75	22.50	-3.50	19.00

**Tabla 5. 5 (continuación) .- Estación San Vicente (Clima BSks). Estadísticos anuales de temperatura mínima)**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo
1990	8.68	9.00	9.00	4.80	23.02	-0.13	-0.55	22.00	-3.00	19.00
1991	10.18	9.00	15.00	6.67	44.52	0.44	-0.76	28.00	-3.00	25.00
1992	9.58	9.00	5.00	5.42	29.41	0.24	-0.84	27.00	-3.00	24.00
1993	10.92	11.00	14.00	5.22	27.26	-0.18	-0.75	24.00	-2.00	22.00
1994	10.98	11.00	15.00	4.64	21.56	-0.38	-0.55	19.90	0.10	20.00
1995	10.31	10.00	10.00	4.86	23.58	-0.20	-0.72	22.00	-2.00	20.00
1996	10.63	11.50	13.00	5.28	27.84	-0.18	-1.13	23.00	-2.00	21.00
1997	10.71	10.00	9.00	3.74	14.02	-0.10	-0.26	20.00	-1.00	19.00
1998	9.88	7.00	7.00	6.02	36.21	0.55	-1.20	22.00	-1.00	21.00
1999	8.27	8.00	2.00	5.64	31.83	0.14	-0.56	28.00	-6.00	22.00
2000	8.20	8.00	15.00	5.67	32.17	-0.02	-1.05	23.50	-3.00	20.50
2001	9.94	10.00	5.00	5.30	28.14	-0.06	-1.04	22.00	-2.00	20.00
2002	9.62	10.00	12.00	5.03	25.27	-0.20	-0.94	21.00	-2.00	19.00
2003	8.59	8.00	5.00	5.39	29.01	0.19	-0.14	34.00	-4.00	30.00
2004	10.36	10.00	5.00	5.16	26.63	0.02	-1.01	25.00	-3.00	22.00
2005	9.62	10.00	10.00	5.02	25.19	-0.03	-0.56	25.50	-3.00	22.50
2006	9.14	9.00	10.00	4.65	21.64	0.17	-0.60	21.50	-2.50	19.00
2007	10.41	10.00	5.00	5.86	34.30	-0.01	-0.93	26.00	-3.00	23.00
2008	9.49	9.00	5.00	5.43	29.51	0.01	-0.44	28.00	-5.00	23.00
2009	10.12	10.00	15.00	5.00	25.05	0.09	-1.10	22.00	-2.00	20.00
2010	8.73	8.00	4.00	4.86	23.66	0.21	-1.06	19.50	0.50	20.00

Al analizar los gráficos de series de tiempo de temperatura promedio, máxima y mínima presentados en las figuras 5.9, 5.10, 5.11 y 5.12 presentan el mismo comportamiento, sin importar la escala temporal o escenario considerado, es decir, tienden a poseer estacionariedad, debido a que los valores de temperatura registrados oscilan dentro de cierto rango de valores, aunado al hecho de que los decrementos son seguidos de incrementos y viceversa.

Al momento es posible afirmar que se conoce el comportamiento estadístico de la serie de tiempo de la estación San Vicente, sin embargo, se requiere de un análisis comparativo con el resto de las estaciones representativas de cada uno de los climas que se encuentran espacializados en Baja California, de manera que puedan detectarse patrones de comportamiento o tendencias que permitan realizar generalizaciones entre el comportamiento estadístico de las series de tiempo de precipitación y temperatura de las estaciones en Baja California y las características climatológicas y fisiográficas que presentan las regiones donde están localizadas.

Concerniente a la estación Delta, los eventos de precipitación considerando ceros (tabla A.1) presentan valores de media y varianza con un comportamiento que aunque presenta fluctuaciones en sus valores de media y varianza, los incrementos o decrementos que se registran son menos frecuentes, es decir, en ciertos puntos en el tiempo, los cambios de magnitud son sucedidos por incrementos análogos, por lo que los momentos estadísticos tienden a presentar incrementos o decrementos en el tiempo. Analizando el coeficiente de asimetría y la curtosis, puede observarse que presenta distribución leptocurtica y asimétrica a la derecha, lo cual indica concentración de valores cercanos a la media, es decir, a pesar que existe baja dispersión de datos, el orden en que se presentan altera el comportamiento estacionario de la serie de tiempo.

GRAFICOS DE LA ESTACION CON EL REGISTRO MAS AMPLIO DEL CLIMA BSKs (SAN VICENTE)

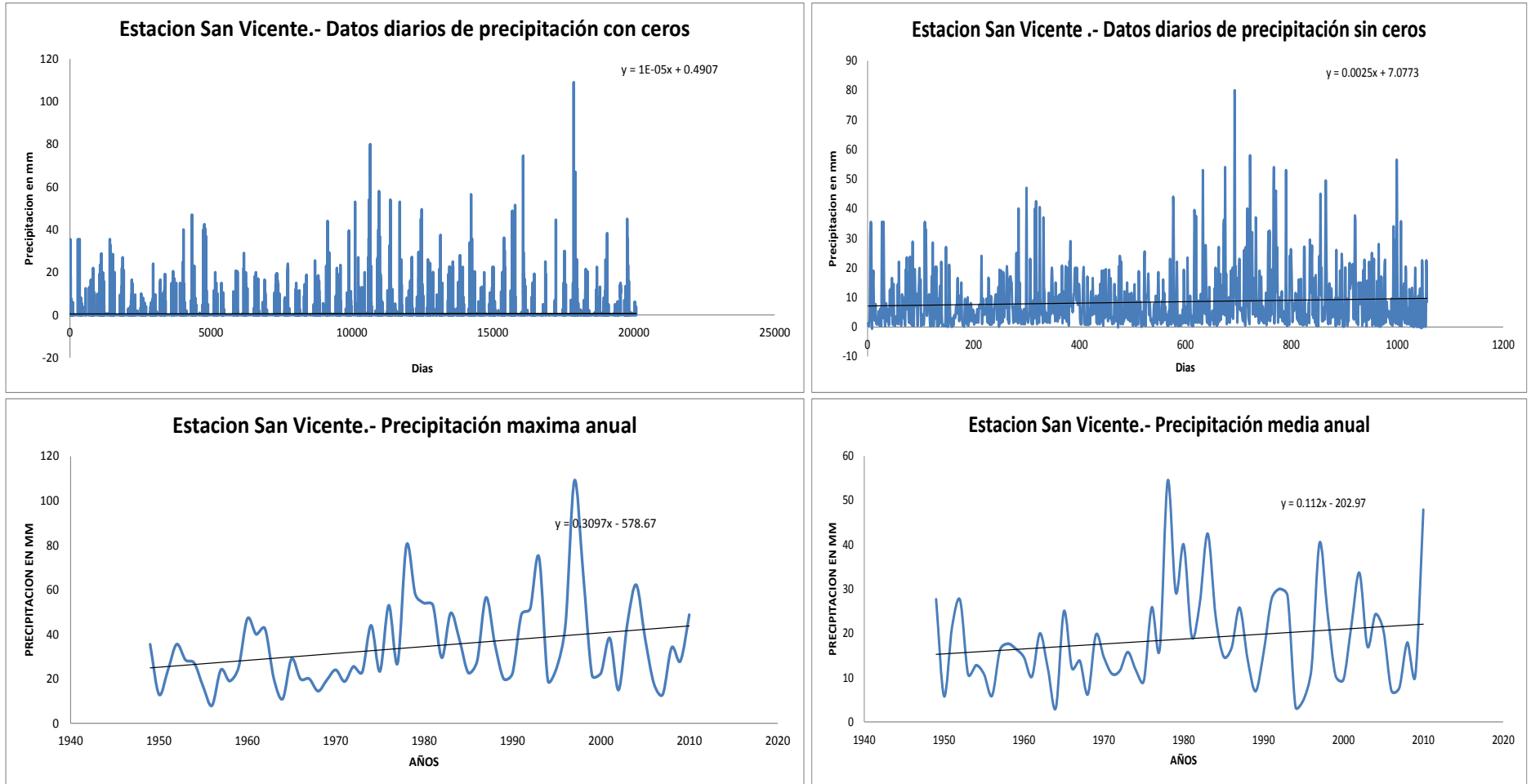


Figura 5.8.- Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación San Vicente.

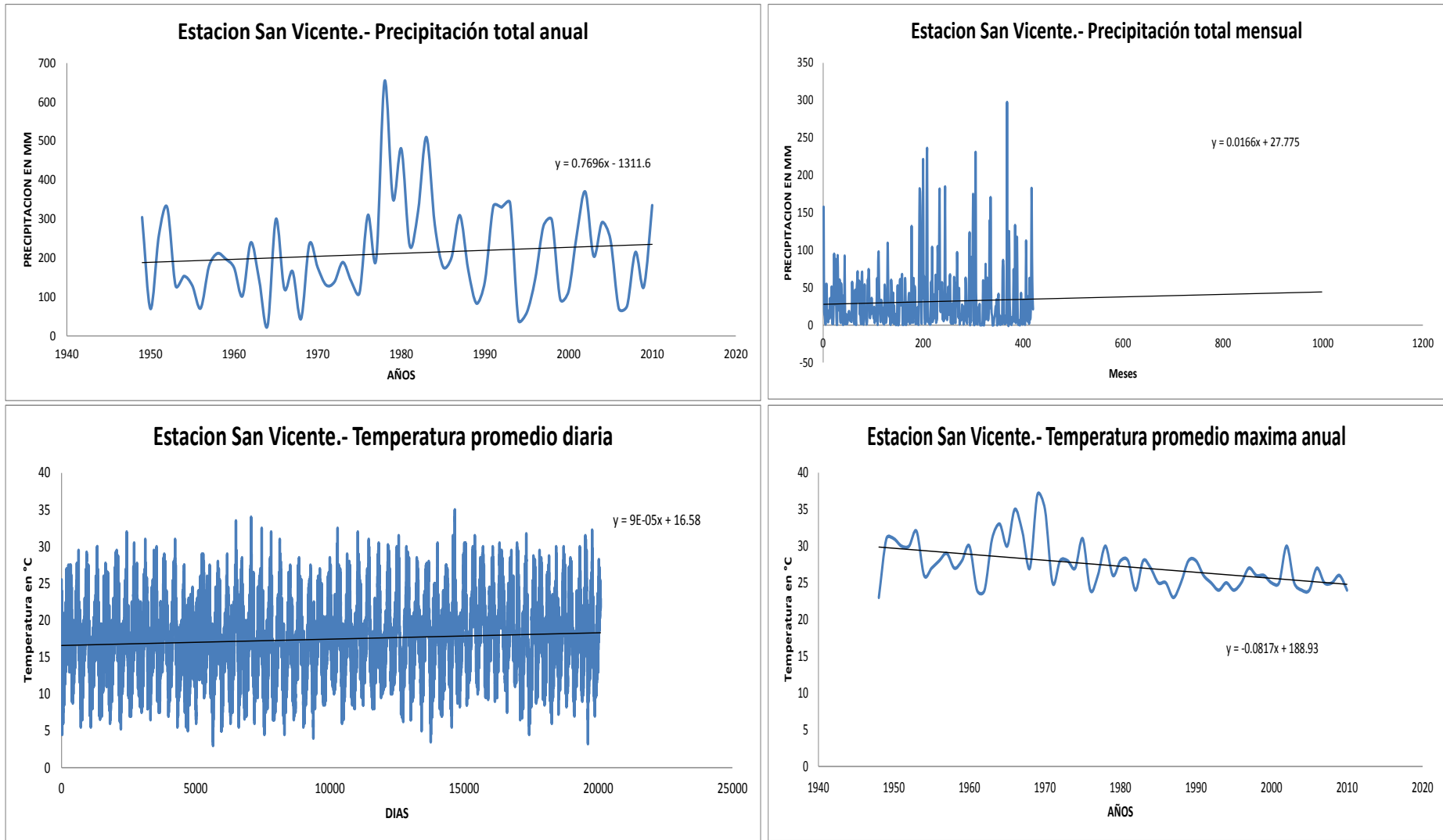


Figura 5.9.- Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estacion San Vicente.

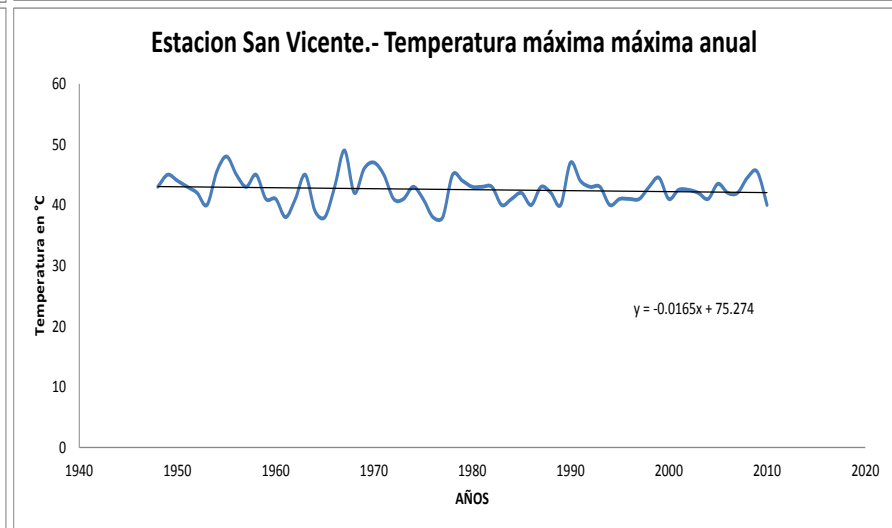
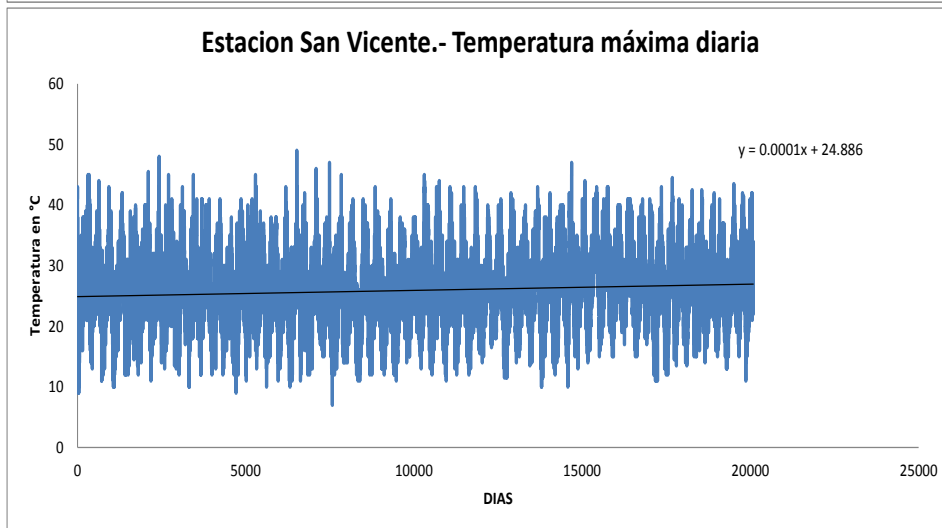
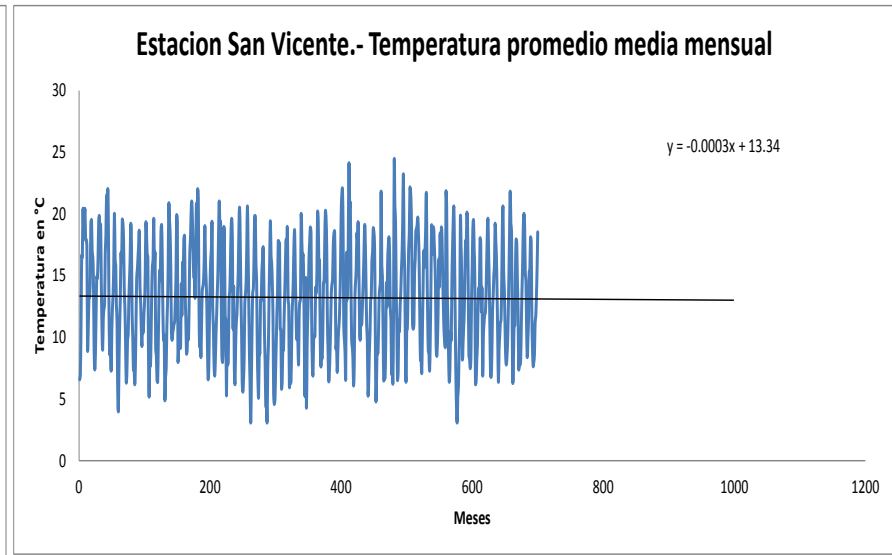
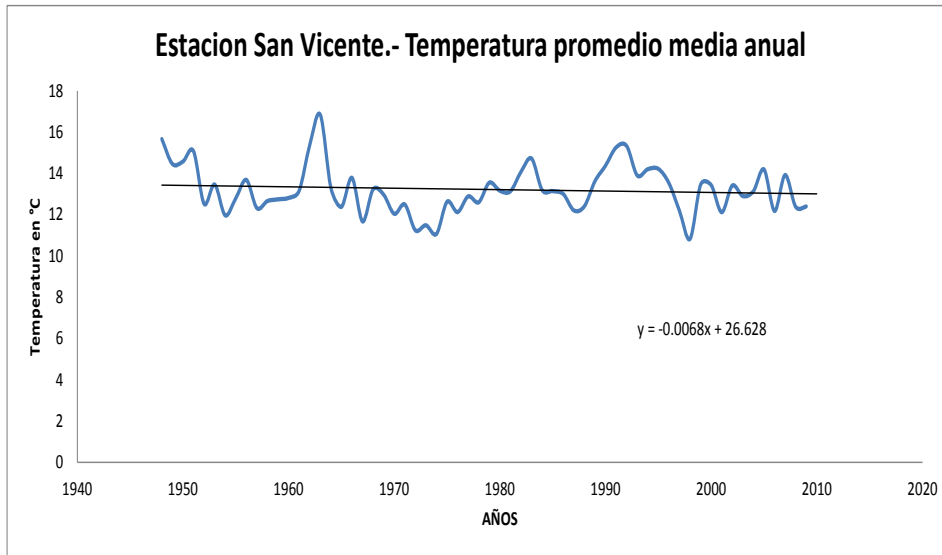


Figura 5.10.- Series de tiempo de datos de temperatura promedio media anual, temperatura promedio media mensual, temperatura máxima diaria y temperatura máxima máxima anual de la estacion San Vicente

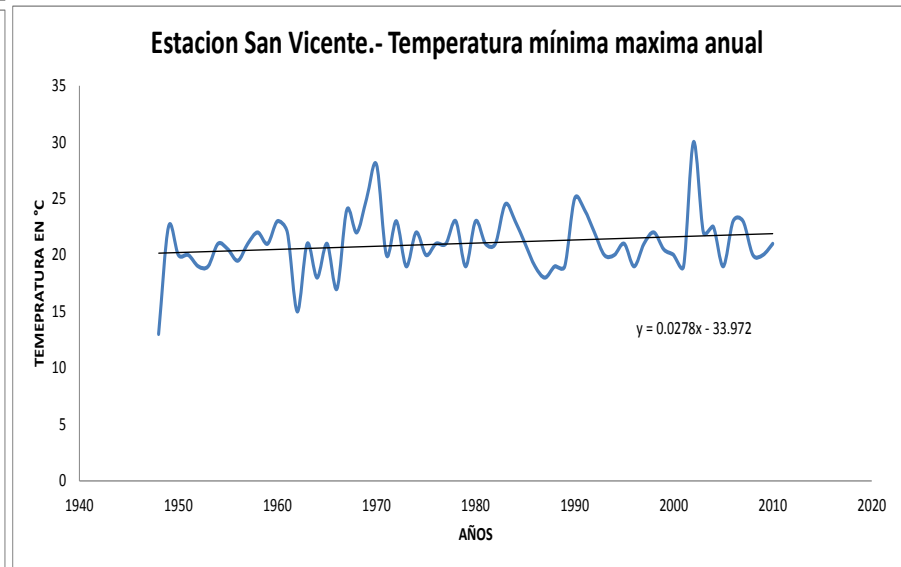
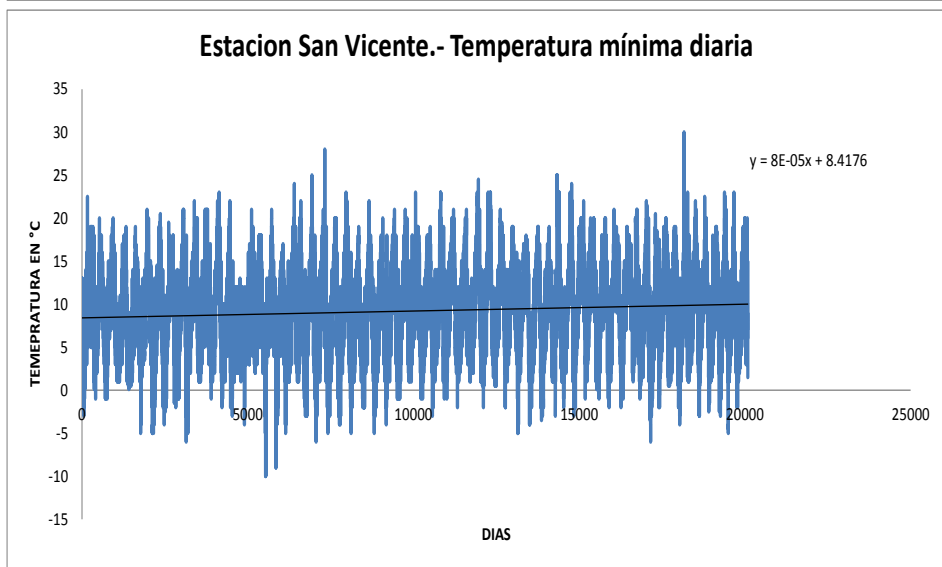
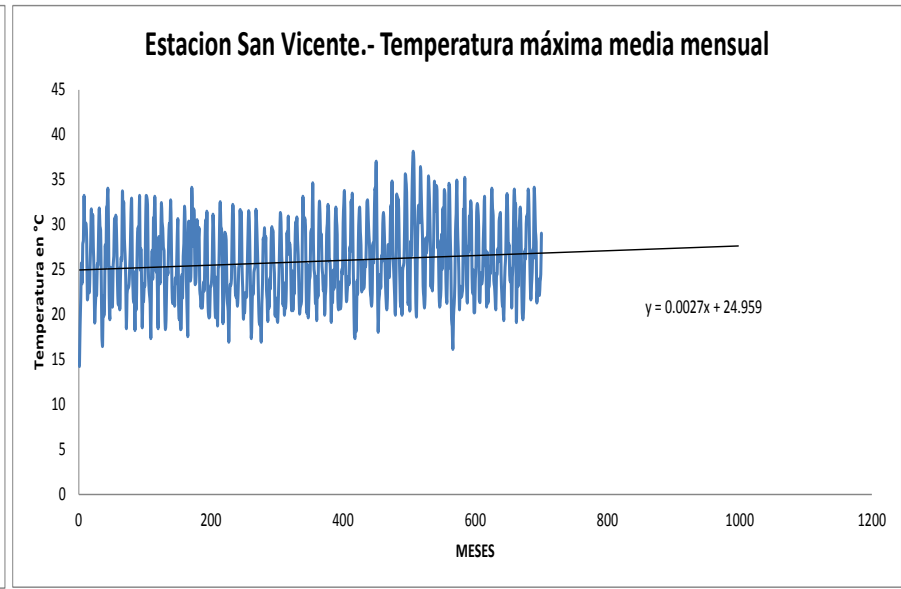
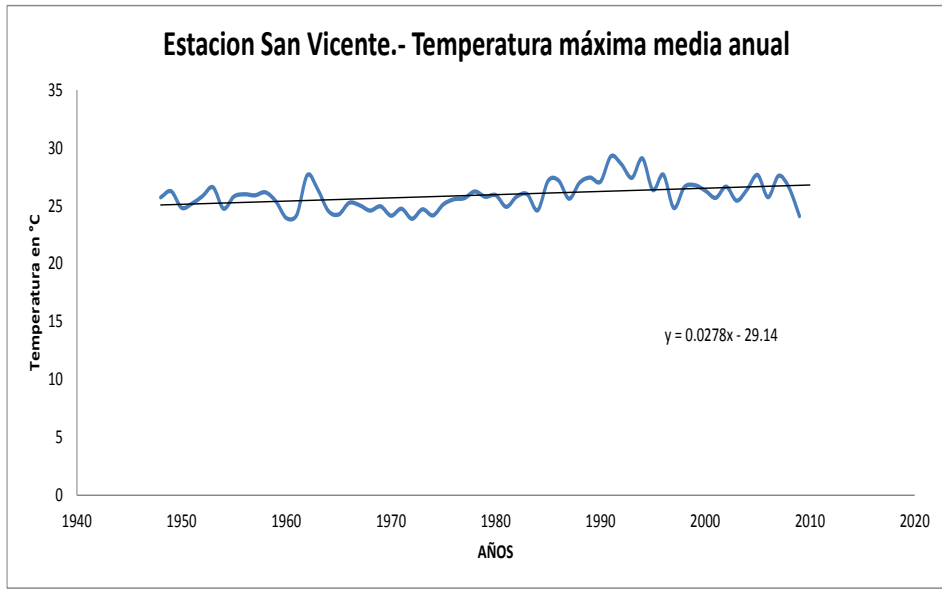


Figura 5.11.- Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estacion San Vicente

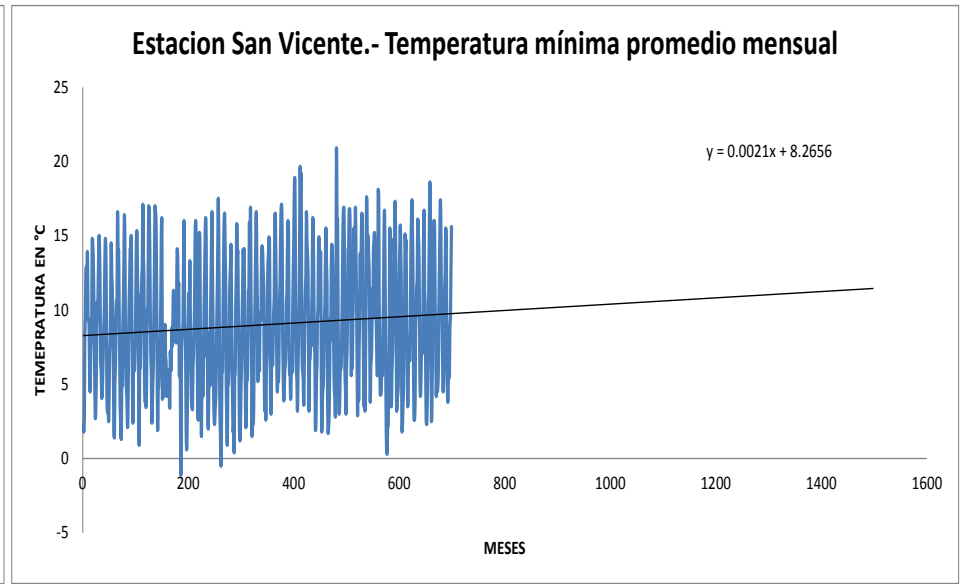
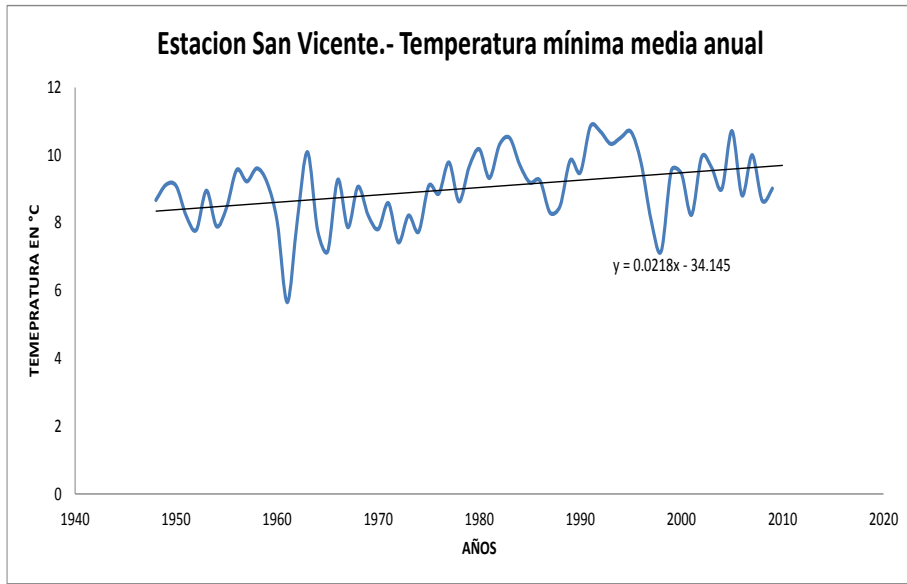


Figura 5.12.- Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estacion San Vicente.

Ahora bien, al analizar el comportamiento de la misma serie de tiempo de datos de precipitaciones sin considerar los valores de cero (tabla A.2), el comportamiento no estacionario se mantiene, mientras que los valores de la curtosis comienzan a presentar valores negativos, lo cual implica que en algunos años se presenta una distribución platicúrtica, es decir, con una baja concentración de datos cerca de la media, lo cual implica presencia de eventos atípicos que generan alta dispersión en el registro.

Con respecto al comportamiento de los estadísticos de registros de temperatura promedio, se puede observar en la tabla A.3, que los valores de media y varianza presentan un comportamiento estacionario, debido a que los cambios con respecto al tiempo que presentan son mínimos; los coeficientes de asimetría muestran valores positivos y negativos, lo cual indica distribución con asimetría positiva y negativa; además la curtosis muestra valores negativos en el tiempo, es decir, distribución platicúrtica o con baja concentración de valores; es decir de alguna manera estas distribuciones se compensan en el tiempo, lo cual permite que se presente un comportamiento estacionario.

En cuanto al comportamiento de los estadísticos de registros de temperatura máxima (tabla A.4) y mínima (tabla A.5), se puede notar que la tendencia de la media y la varianza es similar a la que presenta la temperatura promedio (tabla A.3), es decir, estacionaria en el tiempo. Sin embargo, al analizar los coeficientes de asimetría se detecta que la temperatura máxima tiende a generar distribuciones asimétricas a la derecha de la media, mientras que la temperatura mínima se comporta con asimetría a la izquierda; este comportamiento puede llegar a explicar que los valores de media y varianza se compensen para presentar series con estacionariedad. La curtosis de estas variables presenta valores negativos, es decir poseen una distribución platicúrtica, o con alta dispersión de valores, lo que permite que se compensen sus magnitudes para permitir el comportamiento estacionario.

Al analizar los gráficos de series de tiempo de precipitación y temperatura de la estación Delta (figuras B.1, B.2, B.3, B.4 y B.5) se pueden detectar ciertos patrones de comportamiento. Por ejemplo, los eventos de precipitación no mantienen un rango de valores definido, debido a que se observan incrementos y decrementos súbitos que son característicos de las series no estacionarias.

Puede también observarse que existe un periodo de incremento súbito en los valores registrados de precipitación, lo cual es un indicador de una temporada de eventos extremos, que posteriormente regresa a los valores iniciales; este comportamiento puede ser posiblemente generado por un comportamiento cíclico a largo plazo, sin embargo, debido a registros relativamente cortos, no es posible corroborar esta hipótesis aun.

Con respecto a las series de tiempo de temperatura promedio, máxima y mínima, se puede detectar que la línea de tendencia es prácticamente invariante en el tiempo, es decir, un comportamiento estacionario es evidente, lo cual concuerda con el comportamiento mostrado en las tablas A.3, A.4 y A.5. Además, a pesar de que se exhibe una alta dispersión de los datos con respecto a la media, sus magnitudes se compensan a lo largo del tiempo, lo que permite que la media y la varianza se mantengan constantes en el tiempo, es decir, muestren comportamiento estacionario.

Los eventos de precipitación considerando valores de cero de la estación Chapala (tabla A.6) tienen variaciones significativas en la media y varianza, principalmente entre 1975 y 1985, por lo que se puede clasificar como una serie de tiempo no estacionaria. Se puede observar también que los coeficientes de asimetría obtenidos son positivos lo cual indica que los valores de precipitación registrados son en su mayoría menores a la media, lo cual es causado por la consideración de valores de cero, como se mencionó anteriormente. La curtosis presenta un comportamiento leptocúrtico, es decir, una alta concentración de valores cercanos a la media. Referente a la suma o valores anuales de precipitación, se observa que su comportamiento está directamente relacionado con la media, lo cual puede ser corroborado con los gráficos de series de tiempo de la figura B.6.

Cuando no se consideran los valores de cero de eventos de precipitación en la estación Chapala (A.7) no se registran cambios en el comportamiento de la serie de tiempo, es decir, a pesar de que los valores son diferentes,

las tendencias se mantienen con respecto al análisis considerando valores de cero; manteniéndose la no estacionariedad de la serie.

Analizando las series de tiempo de la estación Chapala para eventos de temperatura promedio (tabla A.8), temperatura máxima (tabla A.9) y temperatura mínima (Tabla A.10); se presentan comportamientos similares, en donde se obtienen valores constantes de media y varianza, por lo que son clasificados como series estacionarias, es decir, que tienden a mantener un comportamiento constante en el tiempo.

Los coeficientes de asimetría obtenidos para las variables de temperatura promedio, máxima y mínima de la estación Chapala son positivos y negativos, lo que indica que se presenta variabilidad asimétrica de los valores; mientras que la curtosis de las series indica que existe una distribución platicurtica, indicando alta dispersión de valores.

Con respecto a los gráficos de series de tiempo de la estación Chapala mostrados en las figuras B.5 a B.10, se puede notar que la precipitación presenta ligeros incrementos en el tiempo, por lo que los valores finales registrados son superiores a los iniciales, es decir, la serie muestra tendencia a incrementar sus valores de media, lo cual indica que la serie no se mantiene constante en el tiempo, indicando no estacionariedad. Puede además notarse que existe un súbito incremento en el registro entre los años de 1975 y 1985, lo cual es posiblemente debido a eventos extremos, lo cual concuerda con el registro de la estación Delta.

Nótese también, que a pesar de que se analizan diversos escenarios de tiempo, se sigue manteniendo el comportamiento de la serie, lo cual es un indicador de que el comportamiento de la serie de tiempo es invariante con la escala de tiempo analizada.

Las series de tiempo de temperatura promedio, máxima y mínima de las figuras B.7, B.8, B.9 y B.10, muestran nuevamente el comportamiento estacionario que se explica anteriormente en el análisis de la temperatura de la estación Chapala. Nuevamente se puede observar que la escala de tiempo analizada no influye en el comportamiento de la serie de tiempo.

El análisis de la estación El Arco, para series de tiempo de precipitación considerando valores de cero (tabla A.11) muestra que la media y la varianza presentan cambios en el tiempo súbitos, es decir un típico comportamiento no estacionario. Además, puede notarse que un incremento es usualmente seguido de un comportamiento análogo en el tiempo, lo que implica que los valores no se mantienen en el tiempo. Los coeficientes de asimetría positivos y los valores de curtosis positivos, son indicadores de una distribución asimétrica la derecha o a la izquierda leptocurtica o con alta concentración de valores cercanos a la media.

Cuando se analiza la misma serie de tiempo sin considerar los valores de cero (tabla A.12), se puede observar que a pesar de que los valores son diferentes a los de la tabla A.11, no existen cambios en el comportamiento de la serie de tiempo. Por lo que una nueva teoría se presenta, en la cual se determina que considerar o no los valores de cero, no altera las tendencias que presenta la serie.

La serie de tiempo de temperatura promedio de la estación El Arco (tabla A.13) presenta un comportamiento estacionario debido a que los valores de media y varianza se mantienen dentro de un rango pequeño, de forma que se considera constante en el tiempo. El mismo comportamiento se presenta en las series de tiempo de temperatura máxima y mínima de la estación el Arco (tablas A.14 y A.15). Sin embargo al analizar los coeficientes de asimetría y curtosis se revela que no existen comportamientos similares. Por ejemplo, la temperatura promedio y máxima muestran distribución platicurtica, sin embargo la temperatura mínima despliega distribución tanto leptocurtica como platicurtica, indicando que las consideraciones de las variables puede influir en la distribución de los datos, pero no alteran el comportamiento de la serie.

En cuanto a las series de tiempo de las variables analizadas para la estación El Arco (figuras B.11, B.12, B.13, B.14 y B.15) se puede observar que la serie de precipitaciones muestra ciertas tendencias de persistencia o de

mantener el comportamiento de sus valores, es decir, un incremento usualmente es seguido por un incremento y viceversa. Sin embargo se puede observar que la frecuencia de los cambios de incremento a decremento es menor que la que presenta la estación San Vicente. Nuevamente es notorio para eventos de precipitación en las figuras B.11 y B.12 que se mantienen las tendencias de la serie, a pesar de considerar escalas y escenarios diferentes.

Con respecto a la temperatura promedio, máxima y mínima, su comportamiento estacionario es apreciable en las figuras B.12, B.13 B.14 y B.15; en donde se observan las oscilaciones en el tiempo de la temperatura que se compensan entre sí para mantener la estacionariedad de la serie.

Al analizar la serie de tiempo de precipitación considerando valores de cero para la estación San Agustín (tabla A.16) se puede observar que algunos valores de media y varianza con cambios súbitos generan que la serie no mantenga propiedades de estacionariedad, presentando valores de coeficiente de asimetría y curtosis positivos, lo cual implica una distribución asimétrica positiva y leptocurtica, o con una alta concentración de valores cercanos a la media del lado izquierdo. Como se ha mencionado anteriormente, al analizar la serie de precipitaciones sin considerar los valores de cero (tabla A.17), es evidente que los valores de media y varianza no se mantengan, sin embargo siguen presentando las tendencias de la contraparte considerando ceros, es decir se mantiene la no estacionariedad; aunque comienzan a presentarse distribuciones leptocurticas y platicurticas en el tiempo.

Las series de tiempo de temperatura promedio (tabla A.18), temperatura máxima (tabla A.19) y temperatura mínima (tabla A.20) presentan valores de temperatura que oscilan en un rango pequeño, lo cual indica que se presentan tendencias de estacionariedad. Además, la curtosis de estas tres variables es platicurtica, es decir, presentan una distribución con baja concentración de valores o alta variabilidad, lo cual es debido a la oscilación de valores obtenidos de media y varianza, que explican la estacionariedad de las series.

El análisis de las series de tiempo de precipitación y temperaturas de la estación San Agustín (figuras B.16, B.17, B.18, B.19 y B.20), muestra que las series de precipitación de la figura B.16 presentan tendencias de incrementos análogos, es decir, los valores son persistentes en el tiempo. Puede observarse que las oscilaciones son menos frecuentes en comparación con estaciones como San Vicente.

Con respecto a las temperaturas promedio, máxima y mínima (figuras B.17, B.18, B.19 y B.20) puede observarse que mantienen su comportamiento estacionario independientemente de la escala o escenario en consideración, lo cual implica que la estructura interna de la serie no se ve afectada significativamente por la escala de tiempo considerada; únicamente genera características más notorias, tales como incrementos más definidos.

El análisis de series de tiempo de precipitación considerando valores de cero para la estación Santo Tomas (tabla A.21) muestra que se presenta un comportamiento no estacionario. El análisis de series de precipitación sin considerar valores de cero, presentan este mismo comportamiento, como puede apreciarse en la tabla A.22. Los valores de coeficiente de asimetría y curtosis son indicadores de una distribución asimétrica positiva y leptocurtica, o con una gran concentración de valores cercanos a la media.

Referente al análisis estadístico de eventos de temperatura promedio, temperatura máxima y temperatura mínima de la estación Santo Tomas (tablas A.23, A.24 y A.25) se puede apreciar que en conjunto con los gráficos de series de tiempo de las figuras B.22, B.23, B.23 y B.24; se observa la estacionariedad de las series, debido a que existe un rango de valores en el que la media y la varianza se mantienen; además de que en los gráficos se aprecia un comportamiento cíclico característico de las series estacionarias.

Con respecto a la asimetría y la curtosis, se presentan valores positivos y negativos en las tablas A.23, A.24 y A.25 para los coeficientes de asimetría, mientras que la curtosis implica distribuciones platicurticas para la

temperatura máxima y mínima; sin embargo, la temperatura promedio posee distribuciones leptocurticas y platicurticas.

La tabla de estadísticos de precipitaciones considerando valores de cero para la estación San Juan de Dios Sur (tabla A.26) en combinación con los gráficos de series de tiempo de las figuras B.26 y B.27, muestran que la media y la varianza presentan un comportamiento de variación notable en el tiempo, lo cual es un claro indicio de comportamiento no estacionario. De acuerdo a las figuras B.26 y B.27, la serie muestra un comportamiento persistente en el tiempo, es decir, un incremento positivo o negativo es usualmente seguido por un análogo. Caso muy similar al que presenta la estación San Vicente. La misma situación se presenta para eventos de precipitación sin considerar valores de cero (tabla A.27).

Con respecto a la asimetría y la curtosis, se presentan valores positivos en ambos momentos estadísticos, lo que implica una asimetría positiva leptocurtica, o bien, una alta concentración de valores cercanos a la media.

Referente a la temperatura promedio, máxima y mínima (tablas A.28, A.29 y A.30) se puede apreciar un comportamiento estacionario en el tiempo de los registros de temperaturas, debido a que no se detectan cambios significativos en la media y varianza en ningún caso. Además, de acuerdo a las figuras B.27, B.28, B.29 y B.30, se puede observar un comportamiento cíclico que verifica el comportamiento estacionario. Además, se presenta una distribución platicurtica de acuerdo a los valores negativos obtenidos de curtosis, implicando una baja concentración de los datos con respecto a la media.

Referente a la estación Ejido José María Morelos, los eventos de precipitación considerando valores de cero presentados en la tabla A.31, puede observarse que los valores de media y varianza, presenta variaciones significativas entre sus valores, lo cual implica no estacionariedad en los eventos de precipitación. Con respecto a la asimetría y la curtosis, se observan valores positivos, implicando distribución asimétrica positiva leptocurtica.

Referente a los eventos de precipitación sin considerar valores de cero en la tabla A.32, puede observarse que se mantienen las características mencionadas anteriormente.

Las gráficas de las series de tiempo mostradas en las figuras B.31 y B.32, muestran un comportamiento persistente en el tiempo, es decir, tiende a mantener la tendencia de incremento o decremento que presente en puntos anteriores en el tiempo. Además de presentar un incremento en el tiempo, lo cual es indicador de una serie no estacionaria.

Con respecto a eventos de temperatura promedio, máxima y mínima (tablas A.33, A.34 y A.35) se presentan valores de media y varianza dentro de un rango definido, lo cual implica estacionariedad de las series de temperatura. Esto puede corroborarse de acuerdo a los gráficos de las series de tiempo de las figuras B.32, B.33, B.34 y B.35, en donde se observa que las series mantienen su comportamiento en el tiempo, a pesar de considerar diversas escalas y escenarios.

Sin embargo, la curtosis y la asimetría muestran ligeras variaciones que se ven reflejadas en los gráficos, en algunos casos se presentan distribuciones platicurticas y en otros leptocurticas.

Ahora bien, después de analizar cada una de las estaciones representativas de cada clima en Baja California, se detectan una serie de relaciones entre las estaciones, por lo que a continuación se describen:

Primeramente, puede observarse que las series de precipitación registradas por estaciones climatológicas muestran un comportamiento estadístico no estacionario. Es decir, no se mantienen los momentos estadísticos en el tiempo de las series de precipitación.

Asimismo, los eventos de precipitación de todas las estaciones analizadas muestran una distribución leptocurtica o con concentración de valores cercanos a la media. Algunos ejemplos de este tipo de distribución son:

distribución t-student, distribución Rayleigh, exponencial, Poisson, logística y Laplace. Esta última puede llamarse la distribución exponencial doble, la cual también es usada para referirse a la distribución tipo Gumbel. La distribución tipo Gumbel es ampliamente utilizada en hidrología para analizar el comportamiento de la precipitación extrema, por lo que indirectamente se verifica la efectividad de este tipo de distribución probabilística en la predicción de eventos de precipitación.

Al analizar el comportamiento de los eventos de temperatura de todas las estaciones representativas, puede observarse que la gran mayoría de las estaciones climatológicas presentan distribuciones platicurticas, lo cual aplicando conocimientos de probabilidad y estadística, esta distribución implica que existen valores de probabilidad asignados a cada valor posible de temperatura que se presente que serán muy similares. Analizando el comportamiento de las series de tiempo, puede observarse un comportamiento estacionario en todos los registros de estaciones climatológicas consideradas, indicando que la temperatura tiende a ser estacionaria independientemente del clima en Baja California, aunque algunas series de tiempo muestran tendencias más marcadas de estacionariedad que otras, por lo que debe existir una relación con alguna variable climática que influya en este comportamiento. Hasta este punto de la investigación se consideran las magnitudes de la temperatura en las regiones analizadas, ya que puede observarse que usualmente, las regiones con temperaturas elevadas tienden a presentar un grado mayor de estacionariedad que regiones con temperaturas ligeramente menores.

### 5.2.2 Gradientes de las series de tiempo

Tabla 5.6 .- Valores de tendencia de ajuste de crecimiento en el tiempo (Registro diario)

NO.	ESTACION	CLIMA	ELEVACION (MSNM)	PRECIPITACIÓN CON 0	PRECIPITACIÓN SIN 0	TEMP OBSERVADA	TEMP MÁXIMA	TEMP MÍNIMA
2001	AGUA CALIENTE	BSks	400	-0.0004	-0.0005	0.000006	-0.000007	0.0001
2005	BOQUILLA SANTA ROSA DE L	BSks	250	-0.00001	0.0014	0.0001	0.0002	0.00006
2008	COLONIA GUERRERO	BSks	30	-0.00002	0.0008	0.00005	-0.00005	0.0001
2024	EL TESTERAZO	BSks	380	-0.00002	0.0034	0.0002	0.0004	-0.00007
2029	LA PROVIDENCIA	BSks	40	-0.00003	0.0004	0.0002	0.00001	0.00001
2035	OJOS NEGROS	BSks	680	0.00001	0.003	-0.0003	-0.0006	0.00002
2036	OLIVARES MEXICANOS	BSks	340	-0.00002	0.0044	-0.0001	-0.00008	-0.0001
2038	PRESA RODRIGUEZ	BSks	120	0.00003	0.0017	-0.00002	-0.00001	-0.00003
2055	SAN TELMO	BSks	60	0.000007	0.0069	0.0001	0.0001	0.00008
2056	SAN VICENTE	BSks	110	0.00001	0.0025	0.00009	0.0001	0.00008
2060	SANTA CRUZ	BSks	980	-0.000004	0.0031	0.0005	0.0005	0.0006
2064	SANTO DOMINGO	BSks	250	-0.000006	0.0069	0.0002	0.0001	0.00001
2068	TIJUANA	BSks	20	0.00002	-0.001	0.0001	0.0001	0.0001
2069	VALLE DE LAS PALMAS	BSks	280	0.00001	0.0012	-0.00005	0.00006	0.0001
2070	VALLE REDONDO	BSks	242	0.00006	0.0029	-0.0001	-0.00003	-0.0002
2071	COLONIA VALLE DE LA TRINIDAD	BSks	740	0.00002	0.0012	-0.00002	0.0001	-0.0002
2079	EL ALAMAR	BSks	710	-0.000005	-0.0005	0.00009	0.0002	0.000004
2089	EJIDO EMILIO LOPEZ ZAMORA	BSks	180	-0.00005	-0.002	0.0002	-0.00001	0.0005
2091	EJIDO IGNACIO LOPEZ RAY	BSks	170	-0.00002	-0.001	-0.0001	-0.00008	-0.0002
2092	EJIDO SAN MATIAS	BSks	968	0.000002	-0.0006	0.0003	0.0003	0.0002
2096	LA CALENTURA	BSks	210	-0.00002	-0.0017	0.00007	0.0002	-0.00003
2104	EL CIPRES	BSks	8	-0.00003	-0.0037	0.0001	0.00004	0.0002
2106	MANEADERO	BSks	50	-0.000004	-0.0085	0.0001	0.0002	0.0001
2108	PUNTA BANDA	BSks	15	-0.00003	-0.001	-0.0002	0.0002	-0.0003

**Tabla 5.6 (continuación).- Valores de tendencia de ajuste de crecimiento en el tiempo (Registro diario)**

NO.	ESTACION	CLIMA	ELEVACION (MSNM)	PRECIPITACIÓN CON 0	PRECIPITACIÓN SIN 0	TEMP OBSERVADA	TEMP MÁXIMA	TEMP MÍNIMA
2118	VALLE SAN RAFAEL	BSks	721	-0.00003	0.0014	0.0003	0.0004	0.00006
2120	EJIDO MEXICO	BSks	75	0.00002	0.0005	0.0002	0.0002	0.0002
2121	EL HONGO	BSks	960	-0.00004	-0.0019	-0.00002	-0.000002	-0.00004
2124	EL CARRIZO II	BSks	300	-0.00002	-0.0014	0.00003	0.0002	-0.0001
2152	EJIDO J. MARIA DEL PINO	BSks	1380	-0.00008	-0.00004	0.0004	0.0006	0.0008
2153	EJIDO URUAPAN	BSks	195	0.000009	0.0054	0.00008	0.0001	0.0001
2050	SAN JUAN DE DIOS DEL SUR	BSok(x')	600	-0.00003	-0.013	-0.0003	-0.0007	0.0001
2003	BATAQUEZ	BW(h')(x')	23	-0.000003	-0.0055	0.00005	0.00009	0.00001
2009	COLONIA JUAREZ	BW(h')(x')	17	0.000009	-0.0039	0.00006	-0.00008	0.0002
2011	DELTA	BW(h')(x')	12	0.000001	-0.0041	0.00001	-0.00004	0.00005
2016	EL BARRIL	BW(h')(x')	50	0.0000005	0.0039	0.00004	0.0001	-0.00002
2020	EL MAYOR	BW(h')(x')	15	-0.000003	0.0002	-0.0001	0.0001	-0.0004
2033	MEXICALI (DGE)	BW(h')(x')	3	-0.000002	0.0005	0.0002	0.00008	0.0002
2034	MEXICALI (SMN)	BW(h')(x')	3	-0.000008	-0.014	-0.000006	0.00002	-0.00002
2037	PRESA MORELOS	BW(h')(x')	40	-0.000002	0.022	0.00007	0.0001	0.00003
2046	SAN FELIPE	BW(h')(x')	10	-0.000006	0.0175	-0.00002	-0.0002	0.0002
2107	PERCEBU	BW(h')(x')	4	-0.00001	-0.0055	0.00002	-0.00003	0.00006
2139	COLONIA RODRIGUEZ	BW(h')(x')	17	-0.000006	-0.0061	0.0013	-0.0002	0.00003
2140	COLONIA ZARAGOZA	BW(h')(x')	8	0.000006	0.0063	-0.0052	-0.003	-0.0074
2141	COMPUERTA BENASSINI	BW(h')(x')	20	-0.00000006	0.0079	-0.0004	-0.0004	-0.0003
2145	RANCHO WILLIAMS	BW(h')(x')	29	0.0000005	0.0036	0.00004	-0.00008	0.0002
2154	COLONIA ZACATECAS	BW(h')(x')	12	-0.0000008	0.0058	0.0003	0.0003	0.0003
2002	BAHIA DE LOS ANGELES	BWh(x')	4	0.000002	0.001	-0.00004	0.00002	-0.00009
2006	CHAPALA	BWh(x')	660	0.000002	-0.002	0.0002	0.0003	0.0003
2059	SANTA CLARA	BWh(x')	410	-0.000003	-0.0057	0.0001	0.00003	0.0002

**Tabla 5.6 (continuación).- Valores de tendencia de ajuste de crecimiento en el tiempo (Registro diario)**

NO.	ESTACION	CLIMA	ELEVACION (MSNM)	PRECIPITACIÓN CON 0	PRECIPITACIÓN SIN 0	TEMP OBSERVADA	TEMP MÁXIMA	TEMP MÍNIMA
2061	SANTA GERTRUDIS	BWh(x')	400	-0.000007	-0.0079	-0.0002	-0.0002	-0.0003
2072	PRESA EMILIO LOPEZ ZAMORA	BWh(x')	43	-0.000004	-0.0033	0.00003	0.00002	0.00004
2093	EJIDO VALLE DE LA TRINIDAD	BWh(x')	780	-0.00004	-0.0012	0.00005	0.00007	0.00002
2099	RANCHO LOS ALGODONES	BWh(x')	460	0.000007	0.0164	-0.0008	-0.0007	-0.001
2101	EL CENTINELA	BWh(x')	50	-0.000008	-0.0549	0.0004	0.001	-0.0002
2102	LA VENTANA	BWh(x')	16	-0.000008	0.0054	0.0002	0.0005	-0.00008
2137	COLONIA MARIANA	BWh(x')	9	-0.000003	0.0039	0.0003	0.0003	0.0004
2146	COLONIA SAN PEDRO MARTIR	BWh(x')	416	-0.00004	-0.0169	0.0002	0.0003	0.0001
2151	AGUA DE CHALE	BWh(x')	5	-0.000003	-0.0022	0.0004	0.0006	0.0002
2015	EL ARCO	BWhs	288	-0.00001	0.0066	0.00006	0.00007	0.00006
2022	EL ROSARIO	BWhs	40	-0.000006	0.011	0.0002	0.0003	-0.000008
2027	ISLA CEDROS	BWhs	3	-0.00001	-0.01	0.0003	0.0001	0.0004
2039	PUNTA PRIETA	BWhs	325	0.000002	0.0046	0.00002	0.00007	-0.00003
2040	RANCHO ALEGRE	BWhs	120	-0.00002	-0.013	-0.00003	0.0001	-0.0002
2041	NUEVO ROSARITO	BWhs	20	-0.000005	-0.0035	-0.000008	0.00004	-0.00005
2044	SAN BORJA	BWhs	445	-0.000003	0.0028	-0.00005	-0.00009	-0.000005
2051	SAN LUIS BAJA CALIFORNIA	BWhs	480	-0.00002	-0.0049	0.0003	0.0004	0.0001
2053	SAN MIGUEL	BWhs	440	-0.00002	-0.0038	-0.00003	-0.00008	0.00001
2058	SANTA CATARINA SUR	BWhs	317	0.000002	0.0019	0.0001	0.0003	-0.00005
2084	EL PROGRESO	BWhs	517	-0.00003	-0.004	0.00004	0.00002	0.00007
2085	SAN REGIS	BWhs	495	0.000003	0.0071	-0.00003	0.00006	-0.0001
2110	GUAYAQUIL	BWhs	530	-0.00005	-0.0049	0.0006	0.0004	0.0007
2144	ENSENADA BLANCA	BWhs	10	-0.00002	-0.0092	0.0009	0.00006	0.0016
2012	EJIDO J. MARIA MORELOS	BWk(x')	20	0.000005	0.0093	-0.0009	-0.0002	0.000005
2109	SANTA ROSALITA	BWk(x')	8	-0.00001	-0.019	-0.0004	-0.0008	0.0001

**Tabla 5.6 (continuación).- Valores de tendencia de ajuste de crecimiento en el tiempo (Registro diario)**

NO.	ESTACION	CLIMA	ELEVACION (MSNM)	PRECIPITACIÓ N CON 0	PRECIPITACIÓ N SIN 0	TEMP OBSERVADA	TEMP MÁXIMA	TEMP MÍNIMA
2023	EL SOCORRO	BWks	26	-0.00001	-0.0046	-0.00006	0.00008	-0.0002
2031	LA RUMOROSA	BWks	1232	0.00002	0.0022	0.00005	0.000007	0.00008
2032	LAS ESCOBAS	BWks	30	0.000005	0.0025	0.0001	0.0001	0.0001
2043	SAN AGUSTIN	BWks	552	0.0000003	0.0006	0.00001	0.00003	-0.000007
2063	SANTA MARIA DEL MAR	BWks	28	-0.000002	-0.0035	-0.0002	-0.0001	-0.0003
2086	EJIDO JACUME	BWks	860	-0.00005	-0.0007	0.0002	0.0004	0.0001
2111	EJIDO NUEVA BAJA CALIFORNIA	BWks	17	-0.00005	-0.001	0.0002	0.0006	-0.0002
2004	IGNACIO ZARAGOZA	Cs	540	-0.00003	0.0052	0.00001	0.00006	-0.00003
2014	EL ALAMO	Cs	1115	-0.000008	0.0062	-0.0001	-0.0001	-0.00007
2019	EL COMPADRE	Cs	1110	-0.00006	0.004	0.0012	0.0014	0.001
2021	EL PINAL	Cs	1320	-0.0001	-0.0027	0.00007	0.00004	0.0001
2030	LA PUERTA	Cs	480	0.00004	0.004	0.0001	0.0003	-0.00002
2045	SAN CARLOS	Cs	164	-0.00005	0.0022	-0.00003	0.00004	-0.0001
2049	SAN JUAN DE DIOS DEL NORTE	Cs	1280	0.00008	0.0049	-0.0002	-0.0002	-0.00009
2057	SANTA CATARINA NORTE	Cs	1150	0.00002	0.0017	0.00008	0.00003	0.0001
2065	SANTO TOMAS	Cs	180	0.00001	0.0035	0.00004	0.00007	0.00003
2088	EJIDO HEROES DE LA INDEPENDENCIA	Cs	1000	-0.00001	0.0085	0.0003	0.0004	0.0001
2114	EJIDO CARMEN SERDAN	Cs	560	-0.000009	-0.0006	-0.0005	-0.0003	-0.0006

**Tabla 5.7 .- Valores de tendencia de ajuste de crecimiento en el tiempo (Registro anual)**

NO.	ESTACION	CLIMA	ELEVACION (MSNM)	PRECIPITACIÓN CON 0	PRECIPITACIÓN SIN 0	TEMP OBSERVADA	TEMP MÁXIMA	TEMP MÍNIMA
2001	AGUA CALIENTE	BSks	400	-0.13	-0.13	0.005	-0.006	0.036
2005	BOQUILLA SANTA ROSA DE L	BSks	250	0.29	0.29	0.0201	0.018	0.0185
2008	COLONIA GUERRERO	BSks	30	0.16	0.16	-0.061	-0.015	0.0506
2024	EL TESTERAZO	BSks	380	-1.59	-1.59	0.14	0.118	-0.036
2029	LA PROVIDENCIA	BSks	40	-0.33	-0.29	-0.04	0.0007	0.0035
2035	OJOS NEGROS	BSks	680	0.212	0.212	-0.149	-0.199	0.0035
2036	OLIVARES MEXICANOS	BSks	340	0.169	0.229	-0.099	-0.034	-0.05
2038	PRESA RODRIGUEZ	BSks	120	0.1321	0.1321	-0.041	0.014	0.006
2055	SAN TELMO	BSks	60	0.211	0.285	0.024	0.0339	0.0263
2056	SAN VICENTE	BSks	110	0.112	0.112	-0.0068	0.0278	0.0218
2060	SANTA CRUZ	BSks	980	-0.0203	-0.0203	0.138	0.148	0.216
2064	SANTO DOMINGO	BSks	250	0.094	0.163	0.0448	0.0043	0.0577
2068	TIJUANA	BSks	20	0.4543	0.4543	-0.028	0.0294	0.0364
2069	VALLE DE LAS PALMAS	BSks	280	0.0919	0.0919	-0.1335	0.0286	-0.0371
2070	VALLE REDONDO	BSks	242	0.826	-0.064	-0.107	-0.009	-0.009
2071	COLONIA VALLE DE LA TRINIDAD	BSks	740	1.06	1.06	-0.11	0.0411	-0.06
2079	EL ALAMAR	BSks	710	0.096	-0.045	-0.017	0.0591	0.0183
2089	EJIDO EMILIO LOPEZ ZAMORA	BSks	180	-0.314	-0.314	0.0052	0.0113	0.1563
2091	EJIDO IGNACIO LOPEZ RAY	BSks	170	-0.184	-0.184	-0.08	-0.034	-0.078
2092	EJIDO SAN MATIAS	BSks	968	-0.0452	0.0033	0.1475	0.0823	0.0387
2096	LA CALENTURA	BSks	210	-0.2268	-0.2268	-0.0419	0.0412	-0.0133
2104	EL CIPRES	BSks	8	-0.352	-0.294	-0.0342	0.0029	0.0505
2106	MANEADERO	BSks	50	-1.11	-1.11	0.1356	0.0578	0.1226
2108	PUNTA BANDA	BSks	15	-0.517	-0.517	-0.0653	-0.066	-0.0937

**Tabla 5.7 (continuación) .- Valores de tendencia de ajuste de crecimiento en el tiempo (Registro anual)**

NO.	ESTACION	CLIMA	ELEVACION (MSNM)	PRECIPITACIÓN CON 0	PRECIPITACIÓN SIN 0	TEMP OBSERVADA	TEMP MÁXIMA	TEMP MÍNIMA
2118	VALLE SAN RAFAEL	BSks	721	-0.294	-0.294	0.0847	0.1277	0.049
2120	EJIDO MEXICO	BSks	75	-0.2103	-0.29	0.0052	0.0152	0.0599
2121	EL HONGO	BSks	960	0.234	0.234	-0.1497	-0.0384	-0.0507
2124	EL CARRIZO II	BSks	300	-0.202	-0.202	-0.1331	0.0495	-0.046
2152	EJIDO J. MARIA DEL PINO	BSks	1380	-1.09	-1.09	0.3683	0.1341	0.0658
2153	EJIDO URUAPAN	BSks	195	-0.0517	-0.0517	0.0212	0.0349	0.0253
2050	SAN JUAN DE DIOS DEL SUR	BSok(x')	600	-0.1142	-0.098	0.0629	-0.062	0.0491
2003	BATAQUEZ	BW(h')(x')	23	-0.024	-0.027	-0.07	0.027	0.0051
2009	COLONIA JUAREZ	BW(h')(x')	17	0.042	0.013	0.012	0.022	0.105
2011	DELTA	BW(h')(x')	12	0.022	-0.021	0.0026	-0.0035	0.021
2016	EL BARRIL	BW(h')(x')	50	-0.04	-0.04	0.008	0.021	-0.018
2020	EL MAYOR	BW(h')(x')	15	-0.09	-0.05	-0.22	-0.041	-0.08
2033	MEXICALI (DGE)	BW(h')(x')	3	-0.017	-0.017	-0.058	0.022	0.074
2034	MEXICALI (SMN)	BW(h')(x')	3	-0.162	-0.162	-0.019	0.0286	-0.0115
2037	PRESA MORELOS	BW(h')(x')	40	-0.028	-0.028	-0.046	0.023	-0.0013
2046	SAN FELIPE	BW(h')(x')	10	-0.04	-0.004	0.039	-0.063	0.0757
2107	PERCEBU	BW(h')(x')	4	-0.206	-0.266	0.0012	-0.0264	-0.049
2139	COLONIA RODRIGUEZ	BW(h')(x')	17	-0.24	-0.24	-0.00009	-0.0793	0.0183
2140	COLONIA ZARAGOZA	BW(h')(x')	8	0.57	0.7307	-1.983	-0.7398	-1.63
2141	COMPUERTA BENASSINI	BW(h')(x')	20	-0.0875	-0.0875	-0.0246	-0.152	-0.1246
2145	RANCHO WILLIAMS	BW(h')(x')	29	0.0043	0.0043	0.0771	-0.036	0.0477
2154	COLONIA ZACATECAS	BW(h')(x')	12	-0.039	-0.013	-0.086	0.0783	0.102
2002	BAHIA DE LOS ANGELES	BWh(x')	4	0.0311	0.0203	0.0089	0.0012	-0.036
2006	CHAPALA	BWh(x')	660	0.058	0.042	0.016	0.098	0.037
2059	SANTA CLARA	BWh(x')	410	-0.176	-0.176	-0.0162	-0.0014	0.0028

**Tabla 5.7 (continuación) .- Valores de tendencia de ajuste de crecimiento en el tiempo (Registro anual)**

NO.	ESTACION	CLIMA	ELEVACION (MSNM)	PRECIPITACIÓN CON 0	PRECIPITACIÓN SIN 0	TEMP OBSERVADA	TEMP MÁXIMA	TEMP MÍNIMA
2061	SANTA GERTRUDIS	BWh(x')	400	0.1433	0.088	-0.024	-0.085	-0.0862
2072	PRESA EMILIO LOPEZ Z.	BWh(x')	43	0.147	0.147	0.015	0.0234	0.0214
2093	EJIDO VALLE DE LA TRINIDAD	BWh(x')	780	-0.329	-0.329	-0.0031	0.0234	0.0033
2099	RANCHO LOS ALGODONES	BWh(x')	460	0.212	0.319	-0.39	-0.275	-0.314
2101	EL CENTINELA	BWh(x')	50	-1.61	-3.17	-0.1535	0.0085	-0.1807
2102	LA VENTANA	BWh(x')	16	-0.131	-0.173	0.0212	0.108	-0.0778
2137	COLONIA MARIANA	BWh(x')	9	-0.019	-0.006	0.0691	0.098	0.1211
2146	COLONIA SAN PEDRO MARTIR	BWh(x')	416	-0.508	-0.508	0.0545	0.0902	0.0327
2151	AGUA DE CHALE	BWh(x')	5	-0.2298	-0.2298	0.276	0.2417	0.1431
2015	EL ARCO	BWhs	288	-0.092	-0.089	-0.022	-0.0077	0.0187
2022	EL ROSARIO	BWhs	40	0.287	0.287	-0.009	0.105	0.0044
2027	ISLA CEDROS	BWhs	3	-0.16	-0.11	0.075	0.0377	0.13
2039	PUNTA PRIETA	BWhs	325	0.0024	-0.0023	-0.01	0.0116	-0.012
2040	RANCHO ALEGRE	BWhs	120	-0.256	-0.256	-0.078	0.031	-0.059
2041	NUEVO ROSARITO	BWhs	20	-0.026	-0.026	-0.0999	0.0003	-0.034
2044	SAN BORJA	BWhs	445	-0.001	-0.001	-0.014	-0.027	-0.0039
2051	SAN LUIS BAJA CALIFORNIA	BWhs	480	-0.092	-0.0064	-0.0092	0.0842	0.0083
2053	SAN MIGUEL	BWhs	440	-0.147	0.0267	-0.11	-0.012	-0.0333
2058	SANTA CATARINA SUR	BWhs	317	0.0401	0.0401	-0.053	0.095	-0.0209
2084	EL PROGRESO	BWhs	517	-0.245	-0.245	0.0165	0.0002	0.0184
2085	SAN REGIS	BWhs	495	-0.1185	-0.1185	-0.05	0.038	-0.0336
2110	GUAYAQUIL	BWhs	530	-0.713	-0.689	0.313	0.1416	0.2434
2144	ENSENADA BLANCA	BWhs	10	-0.206	-0.206	0.533	-0.058	0.436
2012	EJIDO J. MARIA MORELOS	BWk(x')	20	0.067	0.038	-0.05	-0.066	0.0059
2109	SANTA ROSALITA	BWk(x')	8	-0.325	-0.536	-0.0712	-0.222	0.0272

**Tabla 5.7 (continuación).- Valores de tendencia de ajuste de crecimiento en el tiempo (Registro anual)**

<b>NO.</b>	<b>ESTACION</b>	<b>CLIMA</b>	<b>ELEVACION (MSNM)</b>	<b>PRECIPITACIÓN CON 0</b>	<b>PRECIPITACIÓN SIN 0</b>	<b>TEMP OBSERVADA</b>	<b>TEMP MÁXIMA</b>	<b>TEMP MÍNIMA</b>
2023	EL SOCORRO	BWks	26	-0.12	-0.1	0.014	0.022	-0.061
2031	LA RUMOROSA	BWks	1232	0.027	0.027	0.0301	0.044	0.075
2032	LAS ESCOBAS	BWks	30	0.043	0.043	0.038	0.047	0.034
2043	SAN AGUSTIN	BWks	552	0.0062	0.0195	0.005	0.0066	-0.0086
2063	SANTA MARIA DEL MAR	BWks	28	0.0516	0.0516	-0.064	-0.0402	-0.103
2086	EJIDO JACUME	BWks	860	-0.3351	-0.3351	0.0466	0.1603	0.0286
2111	EJIDO NUEVA BAJA CALIFORNIA	BWks	17	-0.741	-0.741	0.0212	0.176	-0.0498
2004	IGNACIO ZARAGOZA	Cs	540	0.094	0.094	-0.11	0.0024	-0.031
2014	EL ALAMO	Cs	1115	0.0076	0.0076	-0.082	-0.051	-0.023
2019	EL COMPADRE	Cs	1110	0.28	0.28	0.6619	0.896	0.6687
2021	EL PINAL	Cs	1320	0.23	0.23	-0.107	-0.065	0.02
2030	LA PUERTA	Cs	480	0.222	0.222	-0.05	0.0666	-0.018
2045	SAN CARLOS	Cs	164	-0.1942	-0.1652	0.0225	0.012	-0.0301
2049	SAN JUAN DE DIOS DEL NORTE	Cs	1280	1.2405	1.2405	-0.175	-0.038	0.0347
2057	SANTA CATARINA NORTE	Cs	1150	0.344	0.344	-0.017	-0.0024	0.0363
2065	SANTO TOMAS	Cs	180	0.138	0.138	0.081	0.0392	0.0027
2088	EJIDO HEROES DE LA INDEPENDENCIA	Cs	1000	-0.062	-0.062	0.0143	0.12	0.0216
2114	EJIDO CARMEN SERDAN	Cs	560	0.0644	0.0644	-0.329	-0.149	-0.2105

Al analizar los gradientes de los graficos de series de tiempo de precipitación, temperatura promedio, máxima y mínima de registros diarios y anuales para las 92 estaciones climatológicas consideradas en esta investigación y que se presentan en las tablas 5.6 y 5.7; se presentan las tendencias encontradas para cada clima y posteriormente un análisis general.

### **5.2.2.1 Análisis para datos diarios**

#### **Clima BSks**

La tendencia general de las magnitudes de registros de precipitación considerando ceros de las estaciones climatológicas en este tipo de clima es de decrementarse en el tiempo a razón de 0.002 mm/día, debido a que los gradientes obtenidos de las series de tiempo (Tabla 5.6) son en su mayoría negativos. Analizando las elevaciones de las estaciones consideradas en este clima, no existe una relación entre el comportamiento de la precipitación y la altitud, dada la alta variabilidad de los gradientes; esto permite corroborar la alta variabilidad de los eventos de precipitación en Baja California.

Con respecto a los gradientes de eventos de precipitación sin considerar ceros, existe alta variabilidad, no teniendo una relación directa con la altitud de la estación. Puede además observarse en la tabla 5.6, que el comportamiento de crecimiento o decremento de las magnitudes de precipitación en las estaciones tiende a mantenerse independientemente de considerar o no los ceros en la serie de tiempo.

El comportamiento de los eventos de temperatura promedio, máxima y mínima es analizado mediante los valores de gradiente de las series de tiempo de temperatura para el tipo de clima BSks, en donde puede notarse que la mayoría de los gradientes presentan valores positivos, indicando un incremento en el tiempo de las magnitudes de los valores de temperatura registrados a razón de 0.0001 °C/día, sin embargo los valores del gradiente son relativamente pequeños, indicando que a pesar de que se presenten incrementos de temperatura registrada, estos ocurren de manera lenta. Referente a los eventos de temperaturas extremas (máxima y mínimas) puede observarse que la tendencia es de incrementos en los valores de temperatura registrados, lo cual implica que en este tipo de climas existe tendencia a temperaturas cada vez mayores.

Además, al realizar una comparación entre precipitación y temperatura, puede observarse que en la gran mayoría de las estaciones se muestra una relación inversa entre estos dos registros, es decir, tendencias de incremento en el tiempo de magnitudes de eventos de precipitación usualmente están relacionadas con decrementos en los registros de temperatura en el tiempo y viceversa.

#### **Clima BSok(x')**

En el particular caso de este tipo de clima, solamente existe una estación climatológica con un registro mínimo de 30 años, por lo que el análisis es referente al comportamiento de la estación San Juan de Dios Sur. De acuerdo a los valores de gradiente obtenidos, se observa que la tendencia de la magnitud de los eventos de precipitación en la de descender en el tiempo a razón de 0.013 mm/día, por lo que puede esperarse eventos de precipitación con magnitudes cada vez menores. Referente a la temperatura, también existe la tendencia de que disminuya con respecto al tiempo a razón de 0.0001 °C/día. Por lo que este tipo de clima, de acuerdo a lo analizado, tiene tendencias directamente proporcionales entre comportamiento en el tiempo de precipitación y temperatura registradas.

#### **Clima BW(h')(x')**

La tendencia general de las magnitudes de registros de precipitación considerando ceros de las estaciones climatológicas en este tipo de clima es de decrementarse en el tiempo a razón de 0.004 mm/día, debido a que los gradientes obtenidos de las series de tiempo (Tabla 5.6) son en su mayoría negativos.

Con respecto a los gradientes de eventos de precipitación sin considerar ceros, existe alta variabilidad, no teniendo una relación directa con la altitud de la estación. Puede además observarse en la tabla 5.6, que el comportamiento de crecimiento o decremento de las magnitudes de precipitación en las estaciones no existe un comportamiento definido, debido a que cuando se analizan las tendencias de series con y sin ceros, existe el mismo número de estaciones que mantienen su comportamiento, que el número que cambia.

El comportamiento de los eventos de temperatura promedio, máxima y mínima es analizado mediante los valores de gradiente de las series de tiempo de temperatura, en donde puede notarse que la mayoría de los gradientes presentan valores positivos, indicando un incremento en el tiempo de las magnitudes de los valores de temperatura registrados a razón de  $0.00005 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{día}$ , sin embargo los valores del gradiente son relativamente pequeños, indicando que a pesar de que se presenten incrementos de temperatura registrada, estos ocurren de manera lenta. Referente a los eventos de temperaturas extremas (máxima y mínimas) puede observarse que la tendencia es de incrementos en los valores de temperatura registrados, lo cual implica que en este tipo de climas existe tendencia a temperaturas cada vez mayores.

Además, al realizar una comparación entre precipitación y temperatura, puede observarse que en la gran mayoría de las estaciones se muestra una relación inversa entre estos dos registros, es decir, tendencias de incremento en el tiempo de magnitudes de eventos de precipitación usualmente están relacionadas con decrementos en los registros de temperatura en el tiempo y viceversa.

### **Clima BWh(x')**

La tendencia general de las magnitudes de registros de precipitación considerando ceros de las estaciones climatológicas en este tipo de clima es de decrementarse en el tiempo, debido a que los gradientes obtenidos de las series de tiempo (Tabla 5.6) son en su mayoría negativos.

Con respecto a los gradientes de eventos de precipitación sin considerar ceros, se tiene una tendencia de decremento en las magnitudes de eventos de precipitación, debido a que la mayoría de los gradientes obtenidos de las series de tiempo son negativos, a razón de  $0.003 \text{ mm}/\text{día}$ . Puede además observarse en la tabla 5.6, que el comportamiento de crecimiento o decremento de las magnitudes de precipitación en las estaciones tiende a mantenerse, es decir, estaciones con determinada característica del gradiente considerando ceros, mantienen ese comportamiento al realizar el análisis sin considerar valores de ceros.

El comportamiento de los eventos de temperatura promedio, máxima y mínima es analizado mediante los valores de gradiente de las series de tiempo de temperatura, en donde puede notarse que la mayoría de los gradientes presentan valores positivos, indicando un incremento en el tiempo de las magnitudes de los valores de temperatura registrados a razón de  $0.0004 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{día}$ . Referente a los eventos de temperaturas extremas (máxima y mínimas) puede observarse que la tendencia es de incrementos en los valores de temperatura registrados, lo cual implica que en este tipo de climas existe tendencia a temperaturas cada vez mayores.

Además, al realizar una comparación entre precipitación y temperatura, puede observarse que en la gran mayoría de las estaciones se muestra una relación inversa entre estos dos registros, es decir, tendencias de incremento en el tiempo de magnitudes de eventos de precipitación usualmente están relacionadas con decrementos en los registros de temperatura en el tiempo y viceversa.

### **Clima BWhs**

La tendencia general de las magnitudes de registros de precipitación considerando ceros de las estaciones climatológicas en este tipo de clima es de decrementarse en el tiempo, debido a que los gradientes obtenidos de las series de tiempo (Tabla 5.6) son en su mayoría negativos.

Con respecto a los gradientes de eventos de precipitación sin considerar ceros, se tiene un comportamiento de decremento e incremento, aunque el número de estaciones que presentan decrementos en la magnitud de precipitación es superior a aquellas que presentan incrementos. Puede además observarse en la tabla 5.6, que el comportamiento de crecimiento o decremento de las magnitudes de precipitación en las estaciones tiende a mantenerse, es decir, estaciones con determinada característica del gradiente considerando ceros, mantienen ese comportamiento al realizar el análisis sin considerar valores de ceros.

El comportamiento de los eventos de temperatura promedio, máxima y mínima es analizado mediante los valores de gradiente de las series de tiempo de temperatura, en donde puede notarse que la mayoría de los gradientes presentan valores positivos, indicando un incremento en el tiempo de las magnitudes de los valores de temperatura registrados a razón de  $0.00003\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{día}$ . Referente a los eventos de temperaturas extremas (máxima y mínimas) puede observarse que la tendencia es de incrementos en los valores de temperatura máxima registrados, sin embargo, referente a las temperaturas mínimas, se presenta un igual número de estaciones que presentan incremento en la magnitud que decrementos, indicando que en algunas regiones existe una tendencia a que las temperaturas mínimas si desciendan.

Además, al realizar una comparación entre precipitación y temperatura, puede observarse que existen relaciones inversas y directas entre estos dos registros, es decir, no existe un comportamiento definido en este tipo de clima entre estas dos variables en el tiempo.

### **Clima BWk(x')**

En este tipo de clima, se encuentran localizadas dos estaciones climatológicas, las cuales de acuerdo a los gradientes de los eventos de precipitación la tendencia se mantiene cuando dejan de considerarse valores de cero, sin embargo no existe un patrón definido.

Referente a la temperatura, la tendencia de los gradientes muestran que existe tendencia a que la magnitud de la temperatura es que disminuya en el tiempo a razón de  $0.0004\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{día}$ . Además puede observarse que no existe una relación definida entre el comportamiento de la magnitud de eventos de precipitación y de temperatura en el tiempo.

### **Clima BWks**

Las estaciones localizadas en este tipo de clima, muestran una tendencia tanto de decremento como de incremento en las magnitudes de precipitación registradas a lo largo del tiempo, debido a que los gradientes obtenidos para este tipo de clima presentados en la tabla 4.6 son positivos y negativos. Las tendencias en la precipitación sin considerar valores de cero se mantienen al dejar de considerar ceros, por lo que no influyen en el comportamiento.

Con respecto a la magnitud de la temperatura registrada, existe la tendencia de incremento en el tiempo a razón de  $0.0002\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{día}$ , debido a que se presentan en su mayoría gradientes positivos en la tabla 5.6.

Por lo tanto, existe una relación directa entre temperatura y precipitaciones registradas en el tiempo para este tipo de clima.

### **Clima Cs**

La tendencia general de las magnitudes de registros de precipitación considerando ceros de las estaciones climatológicas en este tipo de clima es de decrementarse en el tiempo, debido a que los gradientes obtenidos de las series de tiempo (Tabla 5.6) son en su mayoría negativos.

Con respecto a los gradientes de eventos de precipitación sin considerar ceros, se tiene un comportamiento de incremento a razón de 0.004 mm/día, debido a que la gran mayoría de las estaciones muestran gradientes positivos. Puede además observarse en la tabla 5.6, que el comportamiento de crecimiento o decremento de las magnitudes de precipitación en las estaciones no se mantiene, sino que actúa de manera que en el análisis sin considerar ceros, predominan las tendencias de incremento en la magnitud de los eventos de precipitación.

El comportamiento de los eventos de temperatura promedio, máxima y mínima es analizado mediante los valores de gradiente de las series de tiempo de temperatura, en donde puede notarse que la mayoría de los gradientes presentan valores positivos, indicando un incremento en el tiempo de las magnitudes de los valores de temperatura registrados a razón de 0.00007 °C/día.

Además, al realizar una comparación entre precipitación y temperatura, puede observarse que existe un comportamiento de incremento en las magnitudes de precipitación y de temperaturas en el tiempo, por lo que no en todos los climas existe una relación inversa entre la magnitud de precipitación y temperatura, tal es el caso de este tipo de clima Cs, donde la relación es directa.

Al analizar a detalle todas las estaciones climatológicas, se ha detectado un patrón de comportamiento, en el cual, estaciones climatológicas en la región Noroeste de Baja California, tienden a presentar incrementos en las magnitudes de precipitación anual en el tiempo, debido a los gradientes negativos que se obtienen de las series de tiempo.

### **5.2.2.2 Análisis para datos anuales**

De acuerdo a la tabla 5.7 de gradientes para precipitación y temperatura promedio, máxima y mínima anual se tiene que:

#### **Clima BSks**

El análisis de precipitación muestra tendencias mixtas (tabla 5.7), ya que la mitad de las estaciones muestran incrementos en sus registros, mientras que la otra mitad muestra decrementos, lo cual indica que existe una alta variabilidad en este tipo de clima. Sin embargo al comparar con los gradientes de eventos de temperatura puede observarse que siempre se tendrá una relación inversa entre precipitación y temperatura. Los eventos de temperatura extrema (máxima y mínima) siguen el comportamiento de la temperatura promedio en la mayoría de los registros analizados.

#### **Clima BSok(x')**

Muestra decrementos en la magnitud de los eventos de precipitación anual registrados en el tiempo a razón de 0.1 mm/año, así como incrementos en la temperatura registrada en el tiempo a razón de 0.06 °C/año. (tabla 5.7)

#### **Clima BW(h)(x')**

Puede observarse que los gradientes de eventos de precipitación considerando y sin considerar ceros, tienden a ser negativos, es decir, la magnitud de la precipitación anual disminuye en el tiempo a razón de 0.02 mm/año (tabla 5.7). Mientras que los eventos de temperatura muestran un comportamiento de incremento en algunas regiones y de decremento en otras. Por lo tanto a pesar de que la magnitud de los eventos de precipitación disminuye en el tiempo este tipo de clima, la temperatura no muestra un comportamiento definido.

#### **Clima BW(h)(x')**

El comportamiento de este tipo de clima es prácticamente el mismo al considerar series de tiempo con datos diarios que series con datos anuales, con razón de 0.2 mm/año y 0.1 °C/año.

#### **Clima BW(hs)**

Para los eventos de precipitación considerando valores de cero, se obtienen gradientes de precipitación negativos, es decir, existe una tendencia de decremento de las magnitudes de precipitación anual en el tiempo a razón de 0.1

mm/año. Sin embargo los eventos de temperatura presentan el mismo comportamiento de decremento en el tiempo a razón de  $0.05\text{ }^{\circ}\text{C/año}$ . La mitad de las estaciones muestran una relación inversa entre temperatura y precipitación, mientras que el resto muestra una relación directa.

#### **Clima BWk(x')**

Los eventos de precipitación muestran gradientes positivos y negativos, por lo que no se tiene una tendencia definida, con respecto a la temperatura se tienen tendencias de decrecimiento en el tiempo a razón de  $0.06\text{ }^{\circ}\text{C/año}$ .

#### **Clima BWks**

Este tipo de clima no presenta una tendencia definida en sus eventos de precipitación, dado que la mitad de las estaciones presentan gradientes positivos en las series de tiempo, mientras que el resto muestra gradientes negativos. Sin embargo, con respecto a la temperatura, puede observarse que si existe una tendencia definida de gradientes positivos de  $0.05^{\circ}\text{C/año}$ , lo cual indica que a través del tiempo, la magnitud de la temperatura se está incrementando.

#### **Clima Cs**

En este tipo de clima, los eventos de precipitación muestran una tendencia muy marcada a incrementar su magnitud en el tiempo, ya que se obtienen gradientes positivos de  $0.2\text{ mm/año}$ , sin embargo, con respecto a los registros de temperatura, no existe tendencia definida, ya que se presenta igual cantidad de gradientes positivos que negativos. Sin embargo puede notarse que la precipitación y la temperatura están inversamente relacionadas, ya que cuando existe una tendencia de incremento en la temperatura, se presentan decrementos en la magnitud de precipitación anual, y viceversa.

A continuación se presentan mapas de interpolación de los gradientes para las variables analizadas anteriormente:

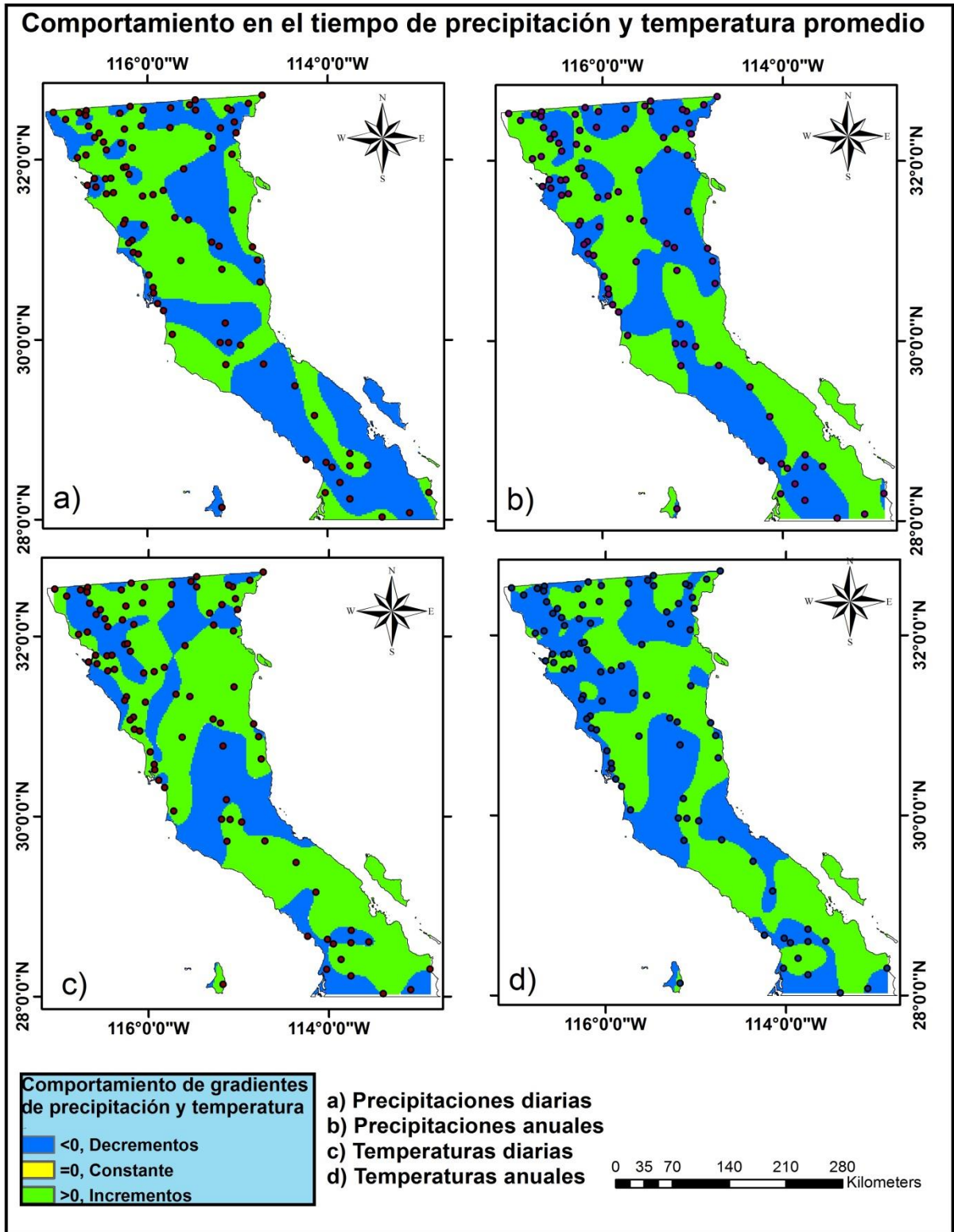


Figura 5.13.- Mapas de interpolación de incrementos/decrementos para: a)Precipitación diaria, b)Precipitación anual, c) Temperatura promedio diaria, d) Temperatura promedio anual.

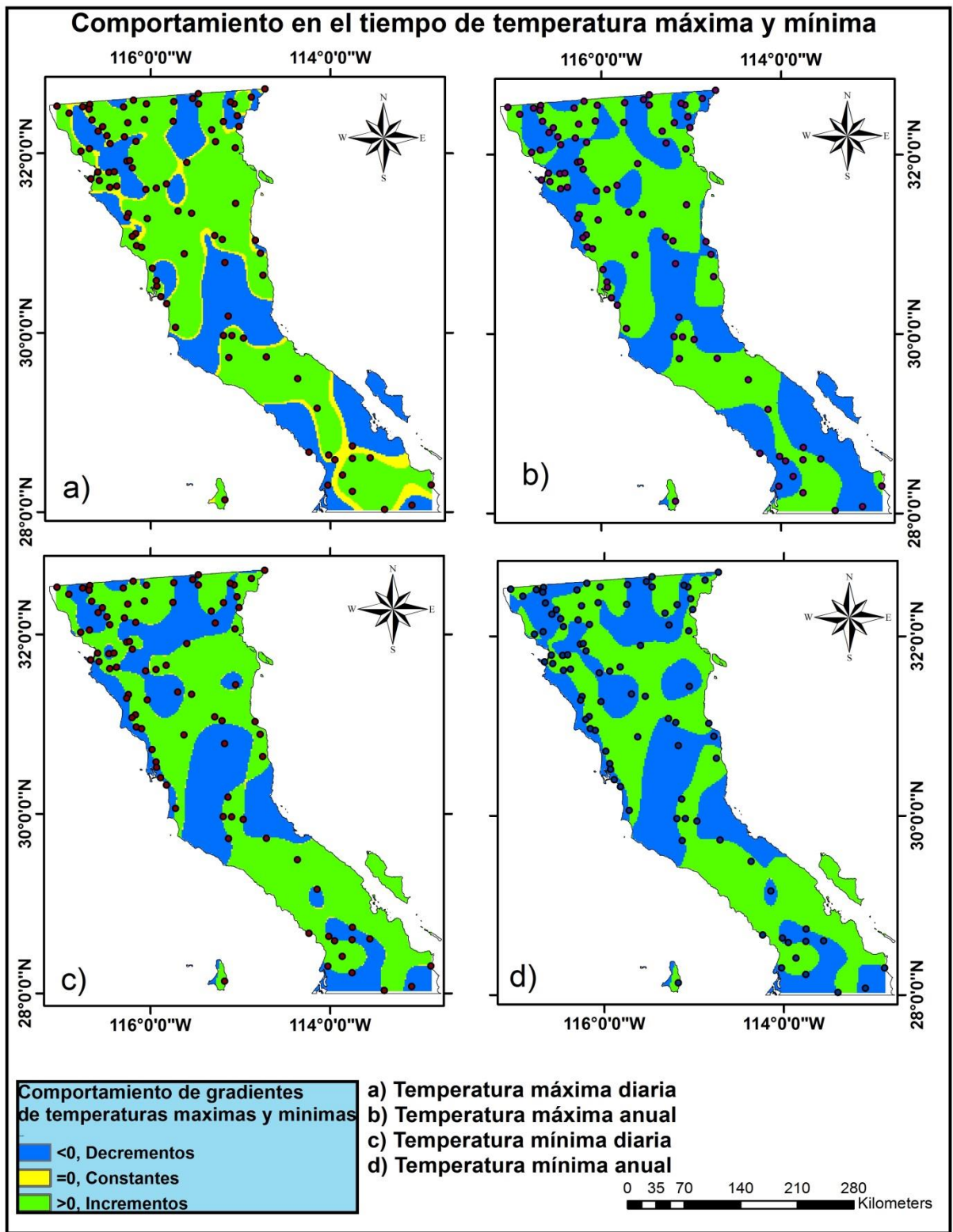


Figura 5.14.- Mapas de interpolación de incrementos/decrementos para: a) Temperatura máxima diaria, b) Temperatura máxima anual, c) Temperatura mínima diaria, d) Temperatura mínima anual.

## 5.3 Análisis fractal

### 5.3.1 Obtención de exponentes de Hurst y dimensión fractal

Siguiendo con el esquema de resultados obtenidos, se presentan a continuación los resultados obtenidos en el cálculo del exponente de Hurst para las variables mencionadas anteriormente, considerando las escalas de tiempo de: registro completo, 25, 10 y 5 años que se explican en la metodología de esta investigación. A continuación se presentan las tablas de resultados para las estaciones representativas de cada uno de los climas, utilizando los métodos de rango rescalado, conteo de caja y el multifractal detrended fluctuation analysis (MF-DFA), mostrados en las tablas 5.8 a 5.23. Posterior a eso, se obtuvo un valor de exponente de Hurst promedio para cada escala de tiempo considerada, para cada una de las variables de las 92 estaciones climatológicas, los cuales son presentados en las tablas 5.24 a 5.27.

Primeramente se tiene la estación San Vicente, la cual puede observarse en las tablas 5.8 y 5.9. Los eventos de precipitación analizados utilizando el registro completo de datos generan un valor del exponente de Hurst menor a 0.5, lo cual indica antipersistencia en el tiempo, sin embargo, para el resto de las escalas de tiempo, los eventos de precipitación tienden a presentar valores del exponente de Hurst superiores a 0.5, lo cual de acuerdo a la fundamentación teórica de la geometría fractal, indica que el comportamiento de la serie de tiempo de eventos de precipitación que registra la estación San Vicente, tiende a presentar un comportamiento persistente en el tiempo, es decir, un cambio en el valor de la serie (positivo o negativo) tiende a ser seguido de un cambio análogo o similar; de forma que un incremento será seguido por otro incremento, y un decremento será seguido por otro decremento.

Con respecto a los valores de exponente de Hurst para temperatura promedio, se presentan valores menores a 0.5, esto indica un comportamiento antipersistente en la serie de tiempo, es decir, un incremento en la serie de tiempo será usualmente sucedido por un decremento y viceversa, de forma que no mantiene un comportamiento definido.

Con respecto a los registros de temperaturas máximas y mínimas, los valores del exponente de Hurst se mantienen por debajo de 0.5, indicando antipersistencia en el tiempo. De manera que para las estaciones con este tipo de clima, los registros de precipitación son persistentes en el tiempo, mientras que los de temperatura son antipersistentes.

**Tabla 5.8.- Estación 2056 San Vicente: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.55	0.45	0.44	0.48	0.40	0.42	0.25	0.36
		Df	1.45	1.55	1.56	1.52	1.60	1.58	1.75	1.64
25 AÑOS	1949-1973	Hu	0.74	0.75	0.46	0.65	0.89	0.45	0.25	0.35
		Df	1.26	1.25	1.54	1.35	1.12	1.55	1.75	1.65
	1974-1998	Hu	0.83	0.58	0.47	0.63	0.89	0.42	0.27	0.35
		Df	1.17	1.42	1.53	1.37	1.11	1.58	1.73	1.65
	1999-2011	Hu	0.92	0.61	0.53	0.69	1.00	0.43	0.29	0.36
		Df	1.08	1.39	1.47	1.31	1.00	1.57	1.71	1.64
10 AÑOS	1949-1958	Hu	0.83	0.62	0.43	0.63	1.00	0.44	0.26	0.35
		Df	1.17	1.38	1.57	1.37	1.00	1.56	1.74	1.65
	1959-1968	Hu	0.87	0.76	0.57	0.73	1.00	0.43	0.25	0.34
		Df	1.13	1.24	1.43	1.27	1.00	1.57	1.76	1.66
	1969-1978	Hu	0.90	0.78	0.50	0.73	1.00	0.44	0.29	0.36
		Df	1.10	1.22	1.50	1.27	1.00	1.56	1.71	1.64
	1979-1988	Hu	0.87	0.80	0.45	0.71	1.00	0.45	0.29	0.37
		Df	1.13	1.20	1.55	1.29	1.00	1.55	1.71	1.63
	1989-1998	Hu	0.92	0.79	0.59	0.76	1.00	0.43	0.29	0.36
		Df	1.09	1.21	1.41	1.24	1.00	1.57	1.71	1.64
	1999-2008	Hu	0.94	0.76	0.51	0.74	1.00	0.45	0.30	0.37
		Df	1.06	1.24	1.49	1.26	1.00	1.55	1.70	1.63
	2009-2011	Hu	0.93	0.73	0.78	0.81	1.00	0.44	0.24	0.34
		Df	1.07	1.27	1.22	1.19	1.00	1.56	1.76	1.66
5 AÑOS	1949-1953	Hu	0.85	0.75	0.47	0.69	1.00	0.45	0.26	0.36
		Df	1.15	1.25	1.53	1.31	1.00	1.55	1.74	1.64
	1954-1958	Hu	0.90	0.76	0.47	0.71	1.00	0.44	0.25	0.35
		Df	1.10	1.24	1.53	1.29	1.00	1.56	1.75	1.65
	1959-1963	Hu	0.81	0.78	0.60	0.73	1.00	0.40	0.28	0.34
		Df	1.19	1.22	1.40	1.27	1.00	1.60	1.73	1.66
	1964-1968	Hu	0.91	0.80	0.66	0.79	1.00	0.43	0.21	0.32
		Df	1.09	1.20	1.34	1.21	1.00	1.57	1.79	1.68
	1969-1973	Hu	0.88	0.79	0.53	0.73	1.00	0.44	0.29	0.37
		Df	1.12	1.21	1.47	1.27	1.00	1.56	1.71	1.63
	1974-1978	Hu	0.91	0.76	0.57	0.75	1.00	0.46	0.27	0.36
		Df	1.09	1.24	1.43	1.25	1.00	1.54	1.73	1.64
	1979-1983	Hu	0.90	0.73	0.51	0.71	1.00	0.45	0.29	0.37
		Df	1.10	1.27	1.49	1.29	1.00	1.55	1.71	1.63
	1984-1988	Hu	0.85	0.74	0.46	0.68	1.00	0.46	0.30	0.38
		Df	1.15	1.26	1.54	1.32	1.00	1.54	1.71	1.62
	1989-1993	Hu	0.92	0.74	0.55	0.74	1.00	0.44	0.30	0.37
		Df	1.08	1.26	1.45	1.26	1.00	1.56	1.70	1.63
	1994-1998	Hu	0.87	0.78	0.73	0.79	1.00	0.44	0.27	0.35
		Df	1.13	1.22	1.27	1.21	1.00	1.56	1.73	1.65
	1999-2003	Hu	1.00	0.76	0.55	0.78	1.00	0.46	0.30	0.38
		Df	1.00	1.24	1.46	1.22	1.00	1.54	1.70	1.62

**Tabla 5.8 (continuación).- Estación 2056 San Vicente: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
5 AÑOS	2004-2008	Hu	0.92	0.76	0.55	0.74	1.00	0.47	0.29	0.38
		Df	1.08	1.24	1.45	1.26	1.00	1.53	1.71	1.62
	2009-2011	Hu	0.93	0.76	0.78	0.82	1.00	0.49	0.24	0.36
		Df	1.07	1.24	1.22	1.18	1.00	1.51	1.76	1.64

**Tabla 5.9.- Estación 2056 San Vicente: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.43	0.42	0.19	0.35	1.00	0.41	0.20	0.31
		Df	1.57	1.58	1.81	1.65	1.00	1.59	1.80	1.70
25 AÑOS	1949-1973	Hu	0.82	0.44	0.20	0.32	1.00	0.44	0.19	0.32
		Df	1.18	1.56	1.80	1.68	1.00	1.56	1.81	1.68
	1974-1998	Hu	0.89	0.44	0.21	0.32	1.00	0.42	0.22	0.32
		Df	1.11	1.56	1.79	1.68	1.00	1.59	1.78	1.68
	1999-2011	Hu	1.00	0.47	0.21	0.34	1.00	0.44	0.24	0.34
		Df	1.00	1.53	1.79	1.66	1.00	1.56	1.77	1.66
10 AÑOS	1949-1958	Hu	1.00	0.45	0.21	0.33	1.00	0.44	0.19	0.32
		Df	1.00	1.55	1.79	1.67	1.00	1.56	1.81	1.68
	1959-1968	Hu	1.00	0.46	0.20	0.33	1.00	0.50	0.17	0.34
		Df	1.00	1.54	1.80	1.67	1.00	1.50	1.83	1.66
	1969-1978	Hu	1.00	0.47	0.23	0.35	1.00	0.46	0.23	0.34
		Df	1.00	1.53	1.77	1.65	1.00	1.54	1.78	1.66
	1979-1988	Hu	1.00	0.47	0.22	0.35	1.00	0.44	0.23	0.34
		Df	1.00	1.53	1.78	1.66	1.00	1.56	1.77	1.67
	1989-1998	Hu	1.00	0.44	0.22	0.33	1.00	0.45	0.24	0.35
		Df	1.00	1.56	1.78	1.67	1.00	1.55	1.76	1.65
	1999-2008	Hu	1.00	0.45	0.22	0.34	1.00	0.45	0.24	0.35
		Df	1.00	1.55	1.78	1.67	1.00	1.55	1.76	1.65
	2009-2011	Hu	1.00	0.45	0.20	0.32	1.00	0.45	0.24	0.35
		Df	1.00	1.55	1.81	1.68	1.00	1.55	1.76	1.66
5 AÑOS	1949-1953	Hu	1.00	0.45	0.22	0.34	1.00	0.46	0.19	0.32
		Df	1.00	1.55	1.78	1.66	1.00	1.54	1.81	1.68
	1954-1958	Hu	1.00	0.45	0.21	0.33	1.00	0.45	0.19	0.32
		Df	1.00	1.55	1.79	1.67	1.00	1.55	1.81	1.68
	1959-1963	Hu	1.00	0.45	0.23	0.34	1.00	0.49	0.21	0.35
		Df	1.00	1.55	1.77	1.66	1.00	1.51	1.79	1.65
	1964-1968	Hu	1.00	0.46	0.18	0.32	1.00	0.47	0.15	0.31
		Df	1.00	1.55	1.82	1.68	1.00	1.53	1.85	1.69
	1969-1973	Hu	1.00	0.46	0.24	0.35	1.00	0.49	0.22	0.35
		Df	1.00	1.54	1.76	1.65	1.00	1.51	1.78	1.65
	1974-1978	Hu	1.00	0.45	0.20	0.33	1.00	0.48	0.20	0.34
		Df	1.00	1.55	1.80	1.67	1.00	1.52	1.80	1.66
	1979-1983	Hu	1.00	0.45	0.23	0.34	1.00	0.48	0.20	0.34
		Df	1.00	1.55	1.77	1.66	1.00	1.52	1.80	1.66
	1984-1988	Hu	1.00	0.45	0.23	0.34	1.00	0.46	0.25	0.36
		Df	1.00	1.55	1.77	1.66	1.00	1.54	1.75	1.64
	1989-1993	Hu	1.00	0.45	0.23	0.34	1.00	0.48	0.25	0.36
		Df	1.00	1.55	1.77	1.66	1.00	1.53	1.75	1.64
	1994-1998	Hu	1.00	0.46	0.19	0.33	1.00	0.49	0.24	0.36
		Df	1.00	1.54	1.81	1.68	1.00	1.51	1.76	1.64
	1999-2003	Hu	1.00	0.44	0.23	0.34	1.00	0.48	0.23	0.35
		Df	1.00	1.56	1.77	1.66	1.00	1.52	1.77	1.65

**Tabla 5.9 (continuación).- Estación 2056 San Vicente: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
5 AÑOS	2004-2008	Hu	1.00	0.45	0.20	0.33	1.00	0.45	0.20	0.33
		Df	1.00	1.55	1.80	1.67	1.00	1.55	1.80	1.67
	2009-2011	Hu	1.00	0.45	0.20	0.32	1.00	0.45	0.20	0.32
		Df	1.00	1.55	1.81	1.68	1.00	1.55	1.81	1.68

A continuación se analiza la estación Delta (tablas 5.10 y 5.11), los registros de precipitación presentan exponentes de Hurst superiores a 0.5 para todas las escalas de tiempo y los periodos considerados, indicando persistencia en el tiempo. Los registros de temperatura promedio presentan un comportamiento antipersistente, al igual que la temperatura máxima y mínima. De igual manera, las estaciones climatológicas que se encuentran en el mismo clima que la estación Delta, presentan el mismo comportamiento. Además puede observarse que mientras menor es la escala temporal considerada, mayores son los valores del exponente de Hurst, independientemente si se analiza precipitación o temperatura. Como puede notarse, en algunos casos existen diferencias entre los valores de exponente de Hurst que generan los métodos considerados, sin embargo, no influyen en la determinación del comportamiento de la serie de tiempo.

**Tabla 5.10.- Estación 2011 Delta: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media	
REG. TOTAL		Hu	0.71	0.59	0.64	0.65	0.33	0.37	0.30	0.33	
		Df	1.29	1.41	1.36	1.35	1.67	1.63	1.70	1.67	
25 AÑOS	1948-1972	Hu	0.83	0.67	0.77	0.76	0.90	0.48	0.32	0.40	
		Df	1.17	1.33	1.23	1.24	1.10	1.52	1.68	1.60	
	1973-1997	Hu	0.72	0.68	0.62	0.67	0.96	0.42	0.35	0.38	
		Df	1.28	1.32	1.38	1.33	1.04	1.58	1.66	1.62	
	1998-2012	Hu	0.79	0.71	0.68	0.73	1.00	0.41	0.37	0.39	
		Df	1.21	1.29	1.32	1.27	1.00	1.59	1.63	1.61	
10 AÑOS	1948-1957	Hu	0.88	0.66	0.82	0.78	1.00	0.46	0.34	0.40	
		Df	1.12	1.35	1.19	1.22	1.00	1.54	1.66	1.60	
	1958-1967	Hu	0.88	0.66	0.85	0.80	1.00	0.49	0.32	0.40	
		Df	1.12	1.34	1.15	1.20	1.00	1.51	1.68	1.60	
	1968-1977	Hu	0.88	0.62	0.77	0.75	1.00	0.49	0.37	0.43	
		Df	1.12	1.38	1.23	1.25	1.00	1.51	1.63	1.57	
	1978-1987	Hu	0.78	0.61	0.66	0.68	1.00	0.50	0.37	0.44	
		Df	1.22	1.39	1.34	1.32	1.00	1.50	1.63	1.56	
	1988-1997	Hu	0.92	0.63	0.77	0.77	1.00	0.54	0.31	0.43	
		Df	1.08	1.38	1.23	1.23	1.00	1.46	1.69	1.57	
	1998-2007	Hu	0.83	0.62	0.72	0.72	1.00	0.49	0.37	0.43	
		Df	1.17	1.38	1.29	1.28	1.00	1.51	1.63	1.57	
	2008-2012	Hu	0.99	0.76	0.94	0.90	1.00	0.53	0.27	0.40	
		Df	1.01	1.24	1.06	1.10	1.00	1.47	1.73	1.60	
	5 AÑOS	1948-1952	Hu	0.92	0.67	0.94	0.84	1.00	0.48	0.33	0.40
			Df	1.08	1.33	1.06	1.16	1.00	1.52	1.67	1.60
		1953-1957	Hu	0.96	0.67	0.97	0.87	1.00	0.51	0.35	0.43
			Df	1.04	1.33	1.03	1.13	1.00	1.49	1.65	1.57
		1958-1962	Hu	0.93	0.64	0.90	0.82	1.00	0.49	0.27	0.38
			Df	1.07	1.36	1.10	1.18	1.00	1.51	1.73	1.62
		1963-1967	Hu	-	0.65	-	0.65	1.00	0.52	0.30	0.41
			Df	-	1.36	-	1.36	1.00	1.49	1.70	1.59
		1968-1972	Hu	0.94	0.64	0.84	0.81	1.00	0.51	0.37	0.44
			Df	1.06	1.36	1.16	1.19	1.00	1.49	1.63	1.56
1973-1977		Hu	0.90	0.61	0.70	0.74	1.00	0.51	0.35	0.43	
		Df	1.11	1.39	1.30	1.26	1.00	1.49	1.65	1.57	
1978-1982		Hu	0.87	0.64	0.71	0.74	1.00	0.53	0.37	0.45	
		Df	1.13	1.36	1.29	1.26	1.00	1.47	1.63	1.55	
1983-1987		Hu	0.87	0.66	0.83	0.79	1.00	0.52	0.35	0.43	
		Df	1.13	1.34	1.17	1.21	1.00	1.48	1.65	1.57	
1988-1992		Hu	0.92	0.67	0.86	0.82	1.00	0.54	0.26	0.40	
		Df	1.08	1.33	1.14	1.18	1.00	1.46	1.74	1.60	
1993-1997		Hu	0.95	0.67	0.82	0.82	1.00	0.59	0.35	0.47	
		Df	1.05	1.33	1.18	1.18	1.00	1.41	1.65	1.53	
1998-2002		Hu	0.91	0.67	0.79	0.79	1.00	0.52	0.36	0.44	
		Df	1.09	1.33	1.21	1.21	1.00	1.48	1.64	1.56	

**Tabla 5.10 (continuación).- Estación 2011 Delta: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
5 AÑOS	2003- 2007	Hu	0.99	0.64	0.94	0.86	1.00	0.58	0.36	0.47
		Df	1.01	1.36	1.06	1.14	1.00	1.42	1.64	1.53
	2008-2012	Hu	NA	0.90	NA	0.90	1.00	0.54	0.27	0.41
		Df	NA	1.10	NA	1.10	1.00	1.46	1.73	1.59

**Tabla 5.11.- Estación 2011 Delta: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media	
REG. TOTAL		Hu	0.38	0.39	0.25	0.34	0.42	0.35	0.26	0.34	
		Df	1.62	1.61	1.75	1.66	1.58	1.65	1.74	1.66	
25 AÑOS	1948-1972	Hu	0.96	0.48	0.28	0.38	1.00	0.49	0.26	0.37	
		Df	1.04	1.53	1.72	1.62	1.00	1.51	1.74	1.63	
	1973-1997	Hu	1.00	0.42	0.28	0.35	1.00	0.38	0.30	0.34	
		Df	1.00	1.58	1.72	1.65	1.00	1.62	1.70	1.66	
	1998-2012	Hu	1.00	0.41	0.30	0.35	1.00	0.41	0.30	0.35	
		Df	1.00	1.59	1.70	1.65	1.00	1.59	1.70	1.65	
10 AÑOS	1948-1957	Hu	1.00	0.47	0.29	0.38	1.00	0.46	0.28	0.37	
		Df	1.00	1.54	1.71	1.62	1.00	1.54	1.72	1.63	
	1958-1967	Hu	1.00	0.46	0.27	0.37	1.00	0.47	0.27	0.37	
		Df	1.00	1.54	1.73	1.63	1.00	1.53	1.74	1.63	
	1968-1977	Hu	1.00	0.46	0.29	0.37	1.00	0.47	0.33	0.40	
		Df	1.00	1.55	1.71	1.63	1.00	1.53	1.67	1.60	
	1978-1987	Hu	1.00	0.48	0.29	0.39	1.00	0.45	0.32	0.39	
		Df	1.00	1.52	1.71	1.62	1.00	1.55	1.68	1.61	
	1988-1997	Hu	1.00	0.53	0.26	0.39	1.00	0.52	0.24	0.38	
		Df	1.00	1.48	1.74	1.61	1.00	1.48	1.76	1.62	
	1998-2007	Hu	1.00	0.45	0.31	0.38	1.00	0.45	0.31	0.38	
		Df	1.00	1.55	1.70	1.62	1.00	1.55	1.69	1.62	
	2008-2012	Hu	1.00	0.53	0.23	0.38	1.00	0.52	0.20	0.36	
		Df	1.00	1.48	1.77	1.62	1.00	1.48	1.81	1.64	
	5 AÑOS	1948-1952	Hu	1.00	0.48	0.28	0.38	1.00	0.49	0.27	0.38
			Df	1.00	1.52	1.72	1.62	1.00	1.51	1.73	1.62
		1953-1957	Hu	1.00	0.51	0.30	0.40	1.00	0.49	0.27	0.38
			Df	1.00	1.49	1.70	1.60	1.00	1.52	1.73	1.62
		1958-1962	Hu	1.00	0.48	0.24	0.36	1.00	0.48	0.22	0.35
			Df	1.00	1.52	1.76	1.64	1.00	1.52	1.78	1.65
		1963-1967	Hu	1.00	0.50	0.24	0.37	1.00	0.50	0.26	0.38
			Df	1.00	1.50	1.76	1.63	1.00	1.50	1.74	1.62
		1968-1972	Hu	1.00	0.48	0.29	0.38	1.00	0.51	0.32	0.41
			Df	1.00	1.52	1.71	1.62	1.00	1.50	1.69	1.59
1973-1977		Hu	1.00	0.48	0.28	0.38	1.00	0.50	0.31	0.41	
		Df	1.00	1.52	1.73	1.62	1.00	1.50	1.69	1.60	
1978-1982		Hu	1.00	0.50	0.27	0.38	1.00	0.49	0.32	0.40	
		Df	1.00	1.50	1.73	1.62	1.00	1.51	1.68	1.60	
1983-1987		Hu	1.00	0.49	0.29	0.39	1.00	0.49	0.31	0.40	
		Df	1.00	1.51	1.71	1.61	1.00	1.51	1.69	1.60	
1988-1992		Hu	1.00	0.52	0.23	0.37	1.00	0.50	0.21	0.35	
		Df	1.00	1.49	1.78	1.63	1.00	1.50	1.79	1.65	
1993-1997		Hu	1.00	0.58	0.29	0.43	1.00	0.58	0.28	0.43	
		Df	1.00	1.42	1.71	1.57	1.00	1.43	1.72	1.57	
1998-2002		Hu	1.00	0.50	0.31	0.40	1.00	0.49	0.31	0.40	
		Df	1.00	1.50	1.69	1.60	1.00	1.51	1.69	1.60	

**Tabla 5.11 (continuación).- Estación 2011 Delta: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
5 AÑOS	2003- 2007	Hu	1.00	0.49	0.29	0.39	1.00	0.50	0.30	0.40
		Df	1.00	1.51	1.71	1.61	1.00	1.50	1.70	1.60
	2008-2012	Hu	1.00	0.50	0.23	0.37	1.00	0.50	0.20	0.35
		Df	1.00	1.50	1.77	1.63	1.00	1.50	1.81	1.65

Se procede al análisis de la estación Chapala (tablas 5.12 y 5.13) en donde puede observarse que se tiene una longitud de registro de más de 50 años, por lo que se convierte en una de las estaciones con mayor registro en Baja California. Los eventos de precipitación registrados por la estación Chapala presentan un comportamiento persistente en el tiempo, debido a que los valores del exponente de Hurst obtenidos son superiores a 0.5. Mientras que los valores de temperatura promedio, máxima y mínima, presentan un comportamiento antipersistente, debido a valores del exponente de Hurst menores a 0.5. Puede entonces notarse que usualmente la precipitación y la temperatura tienden a presentar comportamientos opuestos en las series de tiempo registradas, de forma que la temperatura tiende a ser antipersistente, y la precipitación, persistente.

Con respecto a la estación El Arco (tablas 5.14 y 5.15), se presentan comportamientos similares a los de las estaciones anteriores, es decir, puede observarse que la precipitación tiende a ser persistente en el tiempo, mientras que la temperatura tiende a ser antipersistente. Además se conserva la característica de que a menor escala temporal, los valores del exponente de Hurst comienzan a incrementarse.

Las estaciones San Agustín (5.16 y 5.17), San Juan de Dios del Sur (tablas 5.20 y 5.21) y Ejido José María Morelos (tablas 5.22 y 5.23) presentan el mismo comportamiento de persistencia en las series de precipitación, así como de antipersistencia en las series de tiempo de temperatura. A pesar de que los valores del exponente de Hurst no son idénticos para las series de tiempo analizadas para cada estación, tienden a mantener cierta similitud, indicando que el comportamiento fractal de las variables analizadas tiende a ser similar en algunas regiones del estado.

Para el caso de la estación Santo Tomas (tablas 5.18 y 5.19) se presentan valores inferiores a 0.5 del exponente de Hurst en la serie de tiempo de precipitación al considerar el registro completo, indicando antipersistencia; sin embargo, al analizar escalas de tiempo menores, ocurre un incremento en el valor del exponente de Hurst que genera un cambio de comportamiento de antipersistente a persistente.

También puede notarse que al analizar series de tiempo de precipitación, usualmente el exponente de Hurst más elevado corresponde al método de rango rescalado, sin embargo al analizar series de temperatura, el exponente de Hurst más elevado tiende a ser el obtenido mediante el método de conteo de caja.

**Tabla 5.12.- Estación 2006 Chapala: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.65	0.52	0.53	0.57	0.49	0.39	0.26	0.38
		Df	1.35	1.48	1.47	1.43	1.51	1.61	1.74	1.62
25 AÑOS	1953-1977	Hu	0.71	0.69	0.64	0.68	0.90	0.45	0.30	0.37
		Df	1.29	1.31	1.36	1.32	1.10	1.55	1.71	1.63
	1978-2002	Hu	0.77	0.62	0.55	0.65	0.92	0.42	0.27	0.35
		Df	1.23	1.38	1.45	1.35	1.08	1.58	1.73	1.65
	2003-2012	Hu	0.91	0.67	0.72	0.77	1.00	0.45	0.28	0.37
		Df	1.09	1.33	1.28	1.23	1.00	1.55	1.72	1.63
10 AÑOS	1953-1962	Hu	0.89	0.70	0.83	0.80	1.00	0.45	0.26	0.35
		Df	1.11	1.30	1.18	1.20	1.00	1.55	1.74	1.65
	1963-1972	Hu	0.84	0.62	0.72	0.73	1.00	0.50	0.34	0.42
		Df	1.16	1.38	1.28	1.27	1.00	1.50	1.67	1.58
	1973-1982	Hu	0.78	0.59	0.68	0.68	1.00	0.47	0.30	0.38
		Df	1.22	1.41	1.32	1.32	1.00	1.53	1.70	1.62
	1983-1992	Hu	0.84	0.55	0.56	0.65	1.00	0.46	0.30	0.38
		Df	1.17	1.45	1.44	1.35	1.00	1.54	1.71	1.62
	1993-2002	Hu	0.87	0.57	0.63	0.69	1.00	0.45	0.29	0.37
		Df	1.13	1.43	1.37	1.31	1.00	1.55	1.72	1.63
	2003-2012	Hu	0.85	0.59	0.74	0.73	1.00	0.45	0.28	0.37
		Df	1.15	1.41	1.26	1.27	1.00	1.55	1.72	1.63
5 AÑOS	1953-1957	Hu	0.89	0.65	0.83	0.79	1.00	0.46	0.25	0.35
		Df	1.11	1.35	1.18	1.21	1.00	1.54	1.75	1.65
	1958-1962	Hu	0.85	0.66	0.77	0.76	1.00	0.49	0.26	0.37
		Df	1.15	1.34	1.23	1.24	1.00	1.51	1.74	1.63
	1963-1967	Hu	0.98	0.61	0.76	0.78	1.00	0.51	0.33	0.42
		Df	1.02	1.39	1.24	1.22	1.00	1.49	1.68	1.58
	1968-1972	Hu	0.87	0.63	0.79	0.76	1.00	0.53	0.37	0.45
		Df	1.14	1.37	1.21	1.24	1.00	1.47	1.63	1.55
	1973-1977	Hu	0.86	0.62	0.72	0.73	1.00	0.48	0.27	0.38
		Df	1.15	1.38	1.29	1.27	1.00	1.52	1.73	1.62
	1978-1982	Hu	0.88	0.59	0.67	0.71	1.00	0.48	0.31	0.39
		Df	1.12	1.41	1.33	1.29	1.00	1.52	1.69	1.61
	1983-1987	Hu	0.79	0.56	0.62	0.66	1.00	0.47	0.32	0.39
		Df	1.21	1.44	1.38	1.34	1.00	1.53	1.69	1.61
	1988-1992	Hu	0.86	0.63	0.72	0.74	1.00	0.45	0.30	0.37
		Df	1.14	1.37	1.28	1.26	1.00	1.55	1.70	1.63
	1993-1997	Hu	0.94	0.64	0.71	0.76	1.00	0.45	0.29	0.37
		Df	1.06	1.36	1.29	1.24	1.00	1.55	1.71	1.63
	1998-2002	Hu	0.85	0.62	0.71	0.73	1.00	0.48	0.27	0.37
		Df	1.15	1.38	1.29	1.27	1.00	1.52	1.73	1.63
	2003-2007	Hu	0.88	0.62	0.72	0.74	1.00	0.49	0.27	0.38
		Df	1.12	1.38	1.28	1.26	1.00	1.51	1.73	1.62
	2008-2012	Hu	0.96	0.72	0.71	0.79	1.00	0.49	0.29	0.39
		Df	1.04	1.28	1.30	1.21	1.00	1.51	1.72	1.61

**Tabla 5.13.- Estación 2006 Chapala: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.52	0.41	0.22	0.32	0.62	0.42	0.22	0.32
		Df	1.48	1.59	1.78	1.68	1.38	1.58	1.78	1.68
25 AÑOS	1953-1977	Hu	0.91	0.43	0.26	0.34	0.98	0.42	0.22	0.32
		Df	1.09	1.58	1.75	1.66	1.02	1.58	1.78	1.68
	1978-2002	Hu	1.00	0.43	0.24	0.33	1.00	0.45	0.23	0.34
		Df	1.00	1.57	1.76	1.67	1.00	1.55	1.77	1.66
	2003-2012	Hu	1.00	0.48	0.26	0.37	1.00	0.49	0.29	0.39
		Df	1.00	1.52	1.74	1.63	1.00	1.51	1.71	1.61
10 AÑOS	1953-1962	Hu	1.00	0.43	0.22	0.33	1.00	0.43	0.17	0.30
		Df	1.00	1.57	1.78	1.67	1.00	1.57	1.83	1.70
	1963-1972	Hu	1.00	0.48	0.30	0.39	1.00	0.49	0.25	0.37
		Df	1.00	1.52	1.71	1.61	1.00	1.51	1.76	1.63
	1973-1982	Hu	1.00	0.47	0.24	0.36	1.00	0.48	0.23	0.35
		Df	1.00	1.53	1.76	1.64	1.00	1.52	1.77	1.65
	1983-1992	Hu	1.00	0.47	0.26	0.36	1.00	0.50	0.24	0.37
		Df	1.00	1.53	1.74	1.64	1.00	1.50	1.76	1.63
	1993-2002	Hu	1.00	0.46	0.25	0.35	1.00	0.50	0.25	0.38
		Df	1.00	1.55	1.75	1.65	1.00	1.50	1.75	1.63
	2003-2012	Hu	1.00	0.47	0.26	0.36	1.00	0.49	0.29	0.39
		Df	1.00	1.54	1.74	1.64	1.00	1.51	1.71	1.61
5 AÑOS	1953-1957	Hu	1.00	0.43	0.18	0.31	1.00	0.42	0.16	0.29
		Df	1.00	1.57	1.82	1.70	1.00	1.58	1.84	1.71
	1958-1962	Hu	1.00	0.47	0.23	0.35	1.00	0.46	0.18	0.32
		Df	1.00	1.53	1.77	1.65	1.00	1.54	1.82	1.68
	1963-1967	Hu	1.00	0.48	0.27	0.38	1.00	0.47	0.21	0.34
		Df	1.00	1.52	1.73	1.63	1.00	1.53	1.79	1.66
	1968-1972	Hu	1.00	0.51	0.33	0.42	1.00	0.51	0.25	0.38
		Df	1.00	1.49	1.67	1.58	1.00	1.49	1.75	1.62
	1973-1977	Hu	1.00	0.45	0.30	0.38	1.00	0.47	0.20	0.33
		Df	1.00	1.55	1.70	1.62	1.00	1.53	1.80	1.67
	1978-1982	Hu	1.00	0.45	0.26	0.35	1.00	0.50	0.27	0.38
		Df	1.00	1.55	1.74	1.65	1.00	1.50	1.73	1.62
	1983-1987	Hu	1.00	0.46	0.27	0.36	1.00	0.48	0.25	0.36
		Df	1.00	1.54	1.73	1.64	1.00	1.52	1.75	1.64
	1988-1992	Hu	1.00	0.45	0.27	0.36	1.00	0.49	0.21	0.35
		Df	1.00	1.55	1.73	1.64	1.00	1.51	1.79	1.65
	1993-1997	Hu	1.00	0.45	0.27	0.36	1.00	0.48	0.26	0.37
		Df	1.00	1.55	1.73	1.64	1.00	1.52	1.75	1.63
	1998-2002	Hu	1.00	0.45	0.26	0.35	1.00	0.47	0.23	0.35
		Df	1.00	1.55	1.74	1.65	1.00	1.53	1.78	1.65
2003-2007		Hu	1.00	0.45	0.25	0.35	1.00	0.49	0.27	0.38
		Df	1.00	1.55	1.75	1.65	1.00	1.51	1.73	1.62

**Tabla 5.14.- Estación 2015 El Arco: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.67	0.54	0.56	0.59	0.52	0.41	0.24	0.39
		Df	1.33	1.46	1.44	1.41	1.48	1.59	1.76	1.61
25 AÑOS	1953-1977	Hu	0.71	0.89	0.61	0.74	0.92	0.45	0.26	0.35
		Df	1.29	1.11	1.39	1.26	1.08	1.55	1.74	1.65
	1978-2002	Hu	0.81	0.67	0.58	0.68	0.93	0.45	0.26	0.35
		Df	1.20	1.33	1.42	1.32	1.07	1.55	1.74	1.65
	2003-2010	Hu	0.86	0.76	0.77	0.80	1.00	0.49	0.25	0.37
		Df	1.14	1.24	1.23	1.20	1.00	1.51	1.75	1.63
10 AÑOS	1953-1962	Hu	0.79	0.71	0.64	0.71	1.00	0.45	0.26	0.36
		Df	1.22	1.29	1.36	1.29	1.00	1.55	1.74	1.64
	1963-1972	Hu	0.86	0.83	0.72	0.80	1.00	0.49	0.25	0.37
		Df	1.14	1.17	1.28	1.20	1.00	1.51	1.75	1.63
	1973-1982	Hu	0.80	0.78	0.65	0.74	1.00	0.47	0.29	0.38
		Df	1.20	1.22	1.35	1.26	1.00	1.53	1.72	1.62
	1983-1992	Hu	0.77	0.74	0.65	0.72	1.00	0.50	0.24	0.37
		Df	1.23	1.26	1.36	1.28	1.00	1.50	1.76	1.63
	1993-2002	Hu	0.92	0.84	0.87	0.87	1.00	0.46	0.25	0.35
		Df	1.09	1.16	1.13	1.13	1.00	1.54	1.76	1.65
	2003-2010	Hu	0.86	0.83	0.77	0.82	1.00	0.48	0.25	0.37
		Df	1.14	1.17	1.23	1.18	1.00	1.52	1.75	1.63
5 AÑOS	1953-1957	Hu	0.90	0.89	0.54	0.78	1.00	0.45	0.29	0.37
		Df	1.10	1.11	1.46	1.22	1.00	1.55	1.72	1.63
	1958-1962	Hu	0.84	0.89	0.78	0.84	1.00	0.47	0.25	0.36
		Df	1.16	1.11	1.22	1.16	1.00	1.53	1.75	1.64
	1963-1967	Hu	0.95	0.88	0.82	0.88	1.00	0.48	0.24	0.36
		Df	1.05	1.12	1.18	1.12	1.00	1.52	1.76	1.64
	1968-1972	Hu	0.85	0.91	0.71	0.82	1.00	0.47	0.24	0.35
		Df	1.15	1.09	1.29	1.18	1.00	1.53	1.76	1.65
	1973-1977	Hu	0.86	0.90	0.85	0.87	1.00	0.48	0.29	0.39
		Df	1.14	1.10	1.16	1.13	1.00	1.52	1.71	1.61
	1978-1982	Hu	0.83	0.82	0.64	0.76	1.00	0.48	0.30	0.39
		Df	1.17	1.18	1.36	1.24	1.00	1.52	1.70	1.61
	1983-1987	Hu	0.78	0.77	0.65	0.74	1.00	0.47	0.25	0.36
		Df	1.22	1.23	1.35	1.26	1.00	1.53	1.75	1.64
	1988-1992	Hu	0.79	0.92	0.80	0.84	1.00	0.48	0.23	0.36
		Df	1.22	1.08	1.20	1.16	1.00	1.52	1.77	1.64
	1993-1997	Hu	0.94	1.04	0.79	0.92	1.00	0.46	0.22	0.34
		Df	1.06	0.96	1.21	1.08	1.00	1.54	1.78	1.66
	1998-2002	Hu	0.99	0.87	1.30	1.05	1.00	0.47	0.26	0.36
		Df	1.01	1.13	0.70	0.95	1.00	1.53	1.75	1.64
	2003-2007	Hu	0.93	1.01	0.74	0.89	1.00	0.46	0.24	0.35
		Df	1.07	0.99	1.26	1.11	1.00	1.54	1.76	1.65
	2008-2010	Hu	0.87	0.90	0.95	0.91	1.00	0.47	0.18	0.32
		Df	1.13	1.10	1.05	1.09	1.00	1.53	1.82	1.68

**Tabla 5.15.- Estación 2015 El Arco: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.51	0.44	0.20	0.32	0.58	0.41	0.21	0.31
		Df	1.49	1.56	1.80	1.68	1.42	1.59	1.79	1.69
25 AÑOS	1953-1977	Hu	0.93	0.45	0.22	0.34	0.89	0.45	0.23	0.34
		Df	1.08	1.55	1.78	1.66	1.11	1.55	1.78	1.66
	1978-2002	Hu	1.00	0.45	0.22	0.33	1.00	0.48	0.23	0.36
		Df	1.00	1.55	1.79	1.67	1.00	1.52	1.77	1.64
	2003-2010	Hu	1.00	0.51	0.21	0.36	1.00	0.51	0.25	0.38
		Df	1.00	1.49	1.79	1.64	1.00	1.49	1.75	1.62
10 AÑOS	1953-1962	Hu	1.00	0.44	0.21	0.33	1.00	0.46	0.24	0.35
		Df	1.00	1.56	1.79	1.67	1.00	1.54	1.76	1.65
	1963-1972	Hu	1.00	0.47	0.21	0.34	1.00	0.49	0.22	0.35
		Df	1.00	1.53	1.79	1.66	1.00	1.51	1.78	1.65
	1973-1982	Hu	1.00	0.45	0.24	0.34	1.00	0.50	0.25	0.38
		Df	1.00	1.55	1.76	1.66	1.00	1.50	1.75	1.62
	1983-1992	Hu	1.00	0.47	0.21	0.34	1.00	0.52	0.21	0.36
		Df	1.00	1.53	1.79	1.66	1.00	1.49	1.79	1.64
	1993-2002	Hu	1.00	0.45	0.19	0.32	1.00	0.51	0.24	0.38
		Df	1.00	1.55	1.81	1.68	1.00	1.49	1.76	1.62
	2003-2010	Hu	1.00	0.47	0.21	0.34	1.00	0.51	0.25	0.38
		Df	1.00	1.53	1.79	1.66	1.00	1.49	1.75	1.62
5 AÑOS	1953-1957	Hu	1.00	0.46	0.24	0.35	1.00	0.45	0.25	0.35
		Df	1.00	1.54	1.76	1.65	1.00	1.55	1.75	1.65
	1958-1962	Hu	1.00	0.47	0.19	0.33	1.00	0.50	0.24	0.37
		Df	1.00	1.53	1.81	1.67	1.00	1.51	1.76	1.63
	1963-1967	Hu	1.00	0.47	0.22	0.35	1.00	0.48	0.19	0.34
		Df	1.00	1.53	1.78	1.66	1.00	1.52	1.81	1.66
	1968-1972	Hu	1.00	0.45	0.20	0.33	1.00	0.47	0.21	0.34
		Df	1.00	1.55	1.80	1.67	1.00	1.53	1.79	1.66
	1973-1977	Hu	1.00	0.46	0.25	0.36	1.00	0.49	0.25	0.37
		Df	1.00	1.54	1.75	1.64	1.00	1.51	1.75	1.63
	1978-1982	Hu	1.00	0.46	0.25	0.36	1.00	0.49	0.27	0.38
		Df	1.00	1.54	1.75	1.64	1.00	1.51	1.74	1.62
	1983-1987	Hu	1.00	0.48	0.22	0.35	1.00	0.46	0.21	0.34
		Df	1.00	1.52	1.78	1.65	1.00	1.54	1.79	1.66
	1988-1992	Hu	1.00	0.45	0.19	0.32	1.00	0.48	0.19	0.34
		Df	1.00	1.55	1.81	1.68	1.00	1.52	1.81	1.66
	1993-1997	Hu	1.00	0.44	0.19	0.31	1.00	0.50	0.22	0.36
		Df	1.00	1.56	1.81	1.69	1.00	1.50	1.78	1.64
	1998-2002	Hu	1.00	0.46	0.17	0.32	1.00	0.54	0.26	0.40
		Df	1.00	1.54	1.83	1.69	1.00	1.47	1.74	1.60
	2003-2007	Hu	1.00	0.49	0.21	0.35	1.00	0.51	0.22	0.36
		Df	1.00	1.51	1.79	1.65	1.00	1.49	1.78	1.64

**Tabla 5.16.- Estación 2043 San Agustín: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media	
REG. TOTAL		Hu	0.62	0.50	0.60	0.57	0.42	0.37	0.27	0.35	
		Df	1.38	1.50	1.40	1.43	1.58	1.63	1.73	1.65	
25 AÑOS	1956-1980	Hu	0.74	0.88	0.68	0.77	0.89	0.46	0.27	0.37	
		Df	1.26	1.12	1.32	1.23	1.11	1.54	1.73	1.64	
	1981-2005	Hu	0.74	0.63	0.54	0.63	0.91	0.40	0.29	0.35	
		Df	1.26	1.37	1.46	1.37	1.09	1.60	1.71	1.66	
2006-2010	Hu	0.91	0.74	0.89	0.85	1.00	0.49	0.28	0.38		
	Df	1.09	1.26	1.11	1.15	1.00	1.52	1.72	1.62		
10 AÑOS	1956-1965	Hu	0.81	0.68	0.74	0.74	1.00	0.42	0.27	0.34	
		Df	1.19	1.32	1.27	1.26	1.00	1.58	1.74	1.66	
	1966-1975	Hu	0.82	0.69	0.77	0.76	1.00	0.46	0.29	0.38	
		Df	1.18	1.31	1.23	1.24	1.00	1.54	1.71	1.62	
	1976-1985	Hu	0.76	0.66	0.61	0.67	1.00	0.45	0.33	0.39	
		Df	1.25	1.34	1.39	1.33	1.00	1.55	1.68	1.61	
	1986-1995	Hu	0.85	0.74	0.63	0.74	1.00	0.45	0.27	0.36	
		Df	1.15	1.26	1.37	1.26	1.00	1.56	1.73	1.64	
	1996-2005	Hu	0.83	0.74	0.71	0.76	1.00	0.45	0.27	0.36	
		Df	1.17	1.26	1.29	1.24	1.00	1.55	1.73	1.64	
	2006-2010	Hu	0.91	0.82	0.89	0.87	1.00	0.49	0.28	0.39	
		Df	1.09	1.18	1.11	1.13	1.00	1.51	1.72	1.61	
	5 AÑOS	1956-1960	Hu	0.86	0.89	0.74	0.83	1.00	0.46	0.24	0.35
			Df	1.14	1.11	1.26	1.17	1.00	1.54	1.76	1.65
		1961-1965	Hu	0.86	0.83	0.89	0.86	1.00	0.46	0.27	0.37
			Df	1.14	1.17	1.11	1.14	1.00	1.54	1.73	1.63
1966-1970		Hu	0.87	0.80	0.81	0.83	1.00	0.49	0.29	0.39	
		Df	1.13	1.20	1.19	1.17	1.00	1.51	1.71	1.61	
1971-1975		Hu	0.81	0.86	0.76	0.81	1.00	0.48	0.26	0.37	
		Df	1.19	1.14	1.25	1.19	1.00	1.52	1.74	1.63	
1976-1980		Hu	0.86	0.80	0.69	0.78	1.00	0.49	0.26	0.37	
		Df	1.14	1.20	1.31	1.22	1.00	1.51	1.74	1.63	
1981-1985		Hu	0.76	0.82	0.52	0.70	1.00	0.50	0.27	0.39	
		Df	1.24	1.18	1.48	1.30	1.00	1.50	1.73	1.61	
1986-1990		Hu	0.78	0.87	0.73	0.79	1.00	0.46	0.28	0.37	
		Df	1.22	1.13	1.28	1.21	1.00	1.54	1.72	1.63	
1991-1995		Hu	0.87	0.82	0.63	0.77	1.00	0.48	0.29	0.39	
		Df	1.13	1.18	1.37	1.23	1.00	1.52	1.71	1.61	
1996-2000		Hu	0.88	0.88	0.87	0.88	1.00	0.47	0.27	0.37	
		Df	1.12	1.12	1.13	1.12	1.00	1.53	1.73	1.63	
2001-2005		Hu	0.84	0.85	0.68	0.79	1.00	0.48	0.26	0.37	
		Df	1.16	1.15	1.32	1.21	1.00	1.52	1.74	1.63	
2006-2010	Hu	0.90	0.90	0.89	0.90	1.00	0.48	0.24	0.36		
	Df	1.10	1.10	1.11	1.10	1.00	1.52	1.76	1.64		

**Tabla 5.17.- Estación 2043 San Agustín: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media	
REG. TOTAL		Hu	0.43	0.41	0.22	0.35	0.43	0.41	0.18	0.30	
		Df	1.57	1.60	1.78	1.65	1.57	1.59	1.82	1.70	
25 AÑOS	1956-1980	Hu	1.00	0.45	0.21	0.33	1.00	0.45	0.20	0.32	
		Df	1.00	1.55	1.79	1.67	1.00	1.55	1.81	1.68	
	1981-2005	Hu	1.00	0.42	0.23	0.33	1.00	0.44	0.20	0.32	
		Df	1.00	1.58	1.77	1.67	1.00	1.57	1.80	1.68	
2006-2010	Hu	1.00	0.50	0.25	0.37	1.00	0.51	0.21	0.36		
	Df	1.00	1.50	1.75	1.63	1.00	1.49	1.79	1.64		
10 AÑOS	1956-1965	Hu	1.00	0.44	0.22	0.33	1.00	0.45	0.19	0.32	
		Df	1.00	1.56	1.78	1.67	1.00	1.56	1.81	1.68	
	1966-1975	Hu	1.00	0.46	0.23	0.35	1.00	0.48	0.21	0.35	
		Df	1.00	1.54	1.77	1.65	1.00	1.52	1.79	1.65	
	1976-1985	Hu	1.00	0.46	0.27	0.36	1.00	0.47	0.22	0.35	
		Df	1.00	1.54	1.73	1.64	1.00	1.53	1.78	1.66	
	1986-1995	Hu	1.00	0.45	0.22	0.34	1.00	0.47	0.17	0.32	
		Df	1.00	1.55	1.78	1.66	1.00	1.53	1.83	1.68	
	1996-2005	Hu	1.00	0.45	0.22	0.34	1.00	0.46	0.19	0.33	
		Df	1.00	1.55	1.78	1.66	1.00	1.54	1.81	1.67	
	2006-2010	Hu	1.00	0.49	0.25	0.37	1.00	0.49	0.21	0.35	
		Df	1.00	1.51	1.75	1.63	1.00	1.51	1.79	1.65	
	5 AÑOS	1956-1960	Hu	1.00	0.45	0.21	0.33	1.00	0.45	0.18	0.32
			Df	1.00	1.55	1.79	1.67	1.00	1.55	1.82	1.68
		1961-1965	Hu	1.00	0.44	0.22	0.33	1.00	0.45	0.18	0.32
			Df	1.00	1.56	1.78	1.67	1.00	1.55	1.82	1.69
1966-1970		Hu	1.00	0.47	0.25	0.36	1.00	0.47	0.21	0.34	
		Df	1.00	1.53	1.75	1.64	1.00	1.53	1.79	1.66	
1971-1975		Hu	1.00	0.45	0.21	0.33	1.00	0.47	0.21	0.34	
		Df	1.00	1.55	1.79	1.67	1.00	1.53	1.79	1.66	
1976-1980		Hu	1.00	0.46	0.25	0.35	1.00	0.46	0.19	0.33	
		Df	1.00	1.54	1.75	1.65	1.00	1.54	1.81	1.67	
1981-1985		Hu	1.00	0.48	0.27	0.37	1.00	0.48	0.24	0.36	
		Df	1.00	1.52	1.73	1.63	1.00	1.53	1.76	1.64	
1986-1990		Hu	1.00	0.48	0.23	0.35	1.00	0.47	0.18	0.32	
		Df	1.00	1.53	1.77	1.65	1.00	1.53	1.82	1.68	
1991-1995		Hu	1.00	0.42	0.24	0.33	1.00	0.48	0.18	0.33	
		Df	1.00	1.58	1.76	1.67	1.00	1.52	1.82	1.67	
1996-2000		Hu	1.00	0.47	0.24	0.35	1.00	0.47	0.18	0.32	
		Df	1.00	1.53	1.76	1.65	1.00	1.53	1.83	1.68	
2001-2005		Hu	1.00	0.48	0.26	0.37	1.00	0.48	0.19	0.34	
		Df	1.00	1.52	1.74	1.63	1.00	1.52	1.81	1.66	
2006-2010	Hu	1.00	0.48	0.25	0.37	1.00	0.47	0.18	0.33		
	Df	1.00	1.52	1.75	1.64	1.00	1.53	1.82	1.68		

**Tabla 5.18.- Estación 2065 Santo Tomas: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.55	0.44	0.42	0.47	0.33	0.30	0.25	0.30
		Df	1.45	1.56	1.58	1.53	1.67	1.70	1.75	1.70
25 AÑOS	1948-1972	Hu	0.76	0.56	0.44	0.59	0.86	0.40	0.27	0.33
		Df	1.24	1.44	1.56	1.41	1.14	1.60	1.73	1.67
	1973-1997	Hu	0.82	0.53	0.44	0.59	0.88	0.42	0.29	0.35
		Df	1.19	1.47	1.56	1.41	1.12	1.58	1.71	1.65
	1998-2012	Hu	0.94	0.58	0.50	0.68	1.00	0.31	0.31	0.31
		Df	1.06	1.42	1.50	1.33	1.00	1.69	1.69	1.69
10 AÑOS	1948-1957	Hu	0.87	0.54	0.47	0.63	1.00	0.30	0.27	0.29
		Df	1.14	1.46	1.53	1.37	1.00	1.70	1.73	1.72
	1958-1967	Hu	0.87	0.55	0.49	0.64	1.00	0.44	0.28	0.36
		Df	1.13	1.45	1.51	1.36	1.00	1.56	1.72	1.64
	1968-1977	Hu	0.83	0.55	0.50	0.62	1.00	0.36	0.30	0.33
		Df	1.17	1.45	1.51	1.38	1.00	1.64	1.70	1.67
	1978-1987	Hu	0.90	0.51	0.43	0.61	1.00	0.29	0.30	0.30
		Df	1.10	1.49	1.57	1.39	1.00	1.71	1.70	1.70
	1988-1997	Hu	0.90	0.52	0.54	0.65	1.00	0.32	0.31	0.31
		Df	1.10	1.48	1.46	1.35	1.00	1.68	1.69	1.69
	1998-2007	Hu	0.93	0.54	0.49	0.65	1.00	0.38	0.30	0.34
		Df	1.07	1.47	1.51	1.35	1.00	1.62	1.70	1.66
	2008-2012	Hu	0.92	0.71	0.62	0.75	1.00	0.40	0.35	0.38
		Df	1.08	1.29	1.38	1.25	1.00	1.60	1.65	1.62
5 AÑOS	1948-1952	Hu	0.91	0.60	0.56	0.69	1.00	0.28	0.26	0.27
		Df	1.09	1.40	1.44	1.31	1.00	1.72	1.74	1.73
	1953-1957	Hu	0.86	0.59	0.49	0.65	1.00	0.30	0.30	0.30
		Df	1.14	1.41	1.51	1.35	1.00	1.70	1.70	1.70
	1958-1962	Hu	0.91	0.57	0.55	0.68	1.00	0.32	0.31	0.31
		Df	1.09	1.43	1.45	1.32	1.00	1.68	1.69	1.69
	1963-1967	Hu	0.92	0.60	0.56	0.69	1.00	0.28	0.26	0.27
		Df	1.08	1.40	1.44	1.31	1.00	1.72	1.74	1.73
	1968-1972	Hu	0.92	0.59	0.61	0.71	1.00	0.28	0.29	0.28
		Df	1.08	1.41	1.39	1.29	1.00	1.72	1.71	1.72
	1973-1977	Hu	0.85	0.59	0.48	0.64	1.00	0.29	0.29	0.29
		Df	1.15	1.41	1.52	1.36	1.00	1.71	1.71	1.71
	1978-1982	Hu	0.90	0.53	0.52	0.65	1.00	0.28	0.30	0.29
		Df	1.10	1.47	1.48	1.35	1.00	1.72	1.71	1.71
	1983-1987	Hu	0.89	0.58	0.44	0.64	1.00	0.32	0.30	0.31
		Df	1.11	1.42	1.56	1.36	1.00	1.68	1.70	1.69
	1988-1992	Hu	0.88	0.60	0.59	0.69	1.00	0.30	0.30	0.30
		Df	1.12	1.40	1.41	1.31	1.00	1.70	1.70	1.70
	1993-1997	Hu	0.89	0.59	0.59	0.69	1.00	0.29	0.30	0.29
		Df	1.11	1.41	1.41	1.31	1.00	1.71	1.70	1.71
	1998-2002	Hu	0.94	0.57	0.54	0.68	1.00	0.29	0.30	0.30
		Df	1.06	1.43	1.46	1.32	1.00	1.71	1.70	1.70

**Tabla 5.18 (continuación).- Estación 2065 Santo Tomas: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
5 AÑOS	2003- 2007	Hu	0.94	0.62	0.55	0.70	1.00	0.28	0.29	0.29
		Df	1.06	1.38	1.46	1.30	1.00	1.72	1.71	1.71
	2008-2012	Hu	NA	0.67	0.62	0.64	1.00	0.32	0.30	0.31
		Df	NA	1.33	1.38	1.36	1.00	1.68	1.71	1.69

**Tabla 5.19.- Estación 2065 Santo Tomas: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.40	0.41	0.19	0.30	0.42	0.40	0.19	0.34
		Df	1.60	1.59	1.81	1.70	1.59	1.60	1.81	1.67
25 AÑOS	1948-1972	Hu	0.88	0.41	0.20	0.31	0.93	0.45	0.20	0.32
		Df	1.12	1.59	1.80	1.69	1.07	1.55	1.80	1.68
	1973-1997	Hu	0.85	0.41	0.22	0.32	1.00	0.45	0.21	0.33
		Df	1.15	1.59	1.78	1.68	1.00	1.56	1.80	1.68
	1998-2012	Hu	1.00	0.42	0.25	0.34	1.00	0.49	0.24	0.36
		Df	1.00	1.58	1.75	1.66	1.00	1.51	1.76	1.64
10 AÑOS	1948-1957	Hu	1.00	0.41	0.21	0.31	1.00	0.42	0.22	0.32
		Df	1.00	1.59	1.79	1.69	1.00	1.58	1.78	1.68
	1958-1967	Hu	1.00	0.45	0.22	0.34	1.00	0.46	0.21	0.34
		Df	1.00	1.55	1.78	1.66	1.00	1.54	1.79	1.66
	1968-1977	Hu	1.00	0.44	0.21	0.32	1.00	0.47	0.24	0.35
		Df	1.00	1.56	1.79	1.68	1.00	1.53	1.76	1.65
	1978-1987	Hu	1.00	0.46	0.23	0.34	1.00	0.46	0.21	0.33
		Df	1.00	1.55	1.77	1.66	1.00	1.54	1.79	1.67
	1988-1997	Hu	1.00	0.45	0.23	0.34	1.00	0.47	0.23	0.35
		Df	1.00	1.55	1.77	1.66	1.00	1.54	1.77	1.65
	1998-2007	Hu	1.00	0.46	0.23	0.35	1.00	0.50	0.21	0.35
		Df	1.00	1.54	1.77	1.65	1.00	1.50	1.79	1.65
	2008-2012	Hu	1.00	0.50	0.32	0.41	1.00	0.47	0.29	0.38
		Df	1.00	1.50	1.68	1.59	1.00	1.53	1.71	1.62
5 AÑOS	1948-1952	Hu	1.00	0.41	0.20	0.30	1.00	0.46	0.21	0.33
		Df	1.00	1.59	1.80	1.70	1.00	1.55	1.79	1.67
	1953-1957	Hu	1.00	0.44	0.24	0.34	1.00	0.44	0.20	0.32
		Df	1.00	1.56	1.76	1.66	1.00	1.56	1.80	1.68
	1958-1962	Hu	1.00	0.44	0.24	0.34	1.00	0.47	0.20	0.33
		Df	1.00	1.56	1.76	1.66	1.00	1.54	1.80	1.67
	1963-1967	Hu	1.00	0.44	0.19	0.32	1.00	0.49	0.19	0.34
		Df	1.00	1.56	1.81	1.68	1.00	1.51	1.81	1.66
	1968-1972	Hu	1.00	0.42	0.21	0.31	1.00	0.49	0.24	0.36
		Df	1.00	1.58	1.79	1.69	1.00	1.51	1.76	1.64
	1973-1977	Hu	1.00	0.43	0.21	0.32	1.00	0.47	0.19	0.33
		Df	1.00	1.57	1.79	1.68	1.00	1.53	1.81	1.67
	1978-1982	Hu	1.00	0.44	0.22	0.33	1.00	0.47	0.21	0.34
		Df	1.00	1.56	1.78	1.67	1.00	1.53	1.79	1.66
	1983-1987	Hu	1.00	0.45	0.23	0.34	1.00	0.49	0.22	0.35
		Df	1.00	1.55	1.77	1.66	1.00	1.52	1.78	1.65
	1988-1992	Hu	1.00	0.47	0.23	0.35	1.00	0.48	0.21	0.35
		Df	1.00	1.53	1.77	1.65	1.00	1.52	1.79	1.65
	1993-1997	Hu	1.00	0.46	0.21	0.34	1.00	0.49	0.23	0.36
		Df	1.00	1.54	1.79	1.66	1.00	1.51	1.77	1.64
	1998-2002	Hu	1.00	0.47	0.22	0.35	1.00	0.49	0.21	0.35
		Df	1.00	1.53	1.78	1.65	1.00	1.51	1.79	1.65

**Tabla 5.19 (continuación).- Estación 2065 Santo Tomas: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
5 AÑOS	2003- 2007	Hu	1.00	0.48	0.27	0.38	1.00	0.56	0.25	0.41
		Df	1.00	1.52	1.73	1.62	1.00	1.44	1.75	1.60
	2008-2012	Hu	1.00	0.46	0.32	0.39	1.00	0.68	0.29	0.49
		Df	1.00	1.54	1.68	1.61	1.00	1.32	1.71	1.51

**Tabla 5.20.- Estación 2049. San Juan de Dios Sur: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.69	0.47	0.39	0.52	0.80	0.39	0.24	0.31
		Df	1.31	1.53	1.61	1.48	1.20	1.62	1.77	1.69
25 AÑOS	1956-1980	Hu	0.74	0.66	0.40	0.60	0.90	0.50	0.23	0.37
		Df	1.26	1.34	1.60	1.40	1.11	1.50	1.77	1.63
	1981-1985	Hu	0.82	0.56	0.30	0.56	1.00	0.40	0.26	0.33
		Df	1.18	1.44	1.70	1.44	1.00	1.60	1.74	1.67
10 AÑOS	1956-1965	Hu	0.85	0.60	0.46	0.64	1.00	0.42	0.26	0.34
		Df	1.15	1.40	1.55	1.37	1.00	1.58	1.74	1.66
	1966-1975	Hu	0.74	0.59	0.44	0.59	1.00	0.45	0.25	0.35
		Df	1.26	1.41	1.56	1.41	1.00	1.55	1.75	1.65
	1976-1985	Hu	0.83	0.58	0.37	0.59	1.00	0.44	0.25	0.35
		Df	1.17	1.42	1.63	1.41	1.00	1.56	1.75	1.65
5 AÑOS	1956-1960	Hu	0.89	0.66	0.46	0.67	1.00	0.44	0.24	0.34
		Df	1.11	1.34	1.54	1.33	1.00	1.56	1.76	1.66
	1961-1965	Hu	0.87	0.71	0.50	0.69	1.00	0.41	0.23	0.32
		Df	1.13	1.29	1.50	1.31	1.00	1.59	1.77	1.68
	1966-1970	Hu	0.82	0.68	0.48	0.66	1.00	0.46	0.26	0.36
		Df	1.18	1.32	1.52	1.34	1.00	1.54	1.74	1.64
	1971-1975	Hu	0.76	0.66	0.40	0.61	1.00	0.42	0.25	0.34
		Df	1.24	1.34	1.60	1.39	1.00	1.58	1.75	1.66
	1976-1980	Hu	0.87	0.66	0.40	0.64	1.00	0.45	0.26	0.35
		Df	1.13	1.34	1.60	1.36	1.00	1.55	1.74	1.65
	1981-1985	Hu	0.82	0.71	0.30	0.61	1.00	0.46	0.26	0.36
		Df	1.18	1.29	1.70	1.39	1.00	1.54	1.74	1.64

**Tabla 5.21.- Estación 2049 San Juan de Dios Sur: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.79	0.43	0.22	0.32	0.86	0.47	0.19	0.33
		Df	1.21	1.57	1.78	1.68	1.14	1.53	1.81	1.67
25 AÑOS	1956-1980	Hu	1.00	0.45	0.22	0.33	1.00	0.44	0.17	0.30
		Df	1.00	1.55	1.79	1.67	1.00	1.56	1.83	1.70
	1981-1985	Hu	1.00	0.50	0.23	0.37	1.00	0.55	0.19	0.37
		Df	1.00	1.50	1.77	1.63	1.00	1.45	1.82	1.63
10 AÑOS	1956-1965	Hu	1.00	0.44	0.23	0.33	1.00	0.46	0.19	0.32
		Df	1.00	1.57	1.77	1.67	1.00	1.54	1.81	1.68
	1966-1975	Hu	1.00	0.44	0.23	0.33	1.00	0.45	0.19	0.32
		Df	1.00	1.56	1.77	1.67	1.00	1.55	1.81	1.68
	1976-1985	Hu	1.00	0.44	0.26	0.35	1.00	0.49	0.19	0.34
		Df	1.00	1.56	1.74	1.65	1.00	1.51	1.81	1.66
5 AÑOS	1956-1960	Hu	1.00	0.46	0.27	0.36	1.00	0.46	0.16	0.31
		Df	1.00	1.54	1.73	1.64	1.00	1.54	1.84	1.69
	1961-1965	Hu	1.00	0.44	0.19	0.31	1.00	0.48	0.17	0.32
		Df	1.00	1.56	1.81	1.69	1.00	1.53	1.83	1.68
	1966-1970	Hu	1.00	0.46	0.23	0.35	1.00	0.46	0.20	0.33
		Df	1.00	1.54	1.77	1.65	1.00	1.55	1.80	1.67
	1971-1975	Hu	1.00	0.45	0.23	0.34	1.00	0.47	0.18	0.32
		Df	1.00	1.55	1.77	1.66	1.00	1.53	1.82	1.68
	1976-1980	Hu	1.00	0.46	0.26	0.36	1.00	0.49	0.17	0.33
		Df	1.00	1.54	1.75	1.64	1.00	1.51	1.83	1.67
	1981-1985	Hu	1.00	0.46	0.23	0.35	1.00	0.48	0.19	0.33
		Df	1.00	1.54	1.77	1.65	1.00	1.52	1.82	1.67

**Tabla 5.22.- Estación 2012 Ejido José María Morelos: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal para precipitación y temperatura promedio con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.79	0.54	0.61	0.65	0.63	0.40	0.27	0.33
		Df	1.21	1.46	1.39	1.35	1.37	1.60	1.73	1.67
25 AÑOS	1970-1994	Hu	0.83	0.82	0.66	0.77	0.94	0.49	0.28	0.38
		Df	1.17	1.18	1.34	1.23	1.06	1.52	1.72	1.62
	1995-2010	Hu	0.91	0.71	0.70	0.77	1.00	0.46	0.29	0.37
		Df	1.09	1.29	1.30	1.23	1.00	1.54	1.71	1.63
10 AÑOS	1970-1979	Hu	0.85	0.68	0.66	0.73	1.00	0.46	0.27	0.37
		Df	1.15	1.32	1.34	1.27	1.00	1.54	1.73	1.63
	1980-1989	Hu	0.87	0.84	0.75	0.82	1.00	0.49	0.30	0.39
		Df	1.13	1.16	1.25	1.18	1.00	1.51	1.70	1.61
	1990-1999	Hu	0.87	0.82	0.70	0.79	1.00	0.51	0.32	0.41
		Df	1.13	1.18	1.30	1.21	1.00	1.49	1.68	1.59
	2000-2009	Hu	0.88	0.92	0.67	0.83	1.00	0.49	0.28	0.38
		Df	1.12	1.08	1.33	1.17	1.00	1.51	1.72	1.62
5 AÑOS	1970-1974	Hu	0.87	0.84	0.65	0.79	1.00	0.48	0.28	0.38
		Df	1.13	1.16	1.35	1.21	1.00	1.53	1.72	1.62
	1975-1979	Hu	0.84	0.89	0.80	0.84	1.00	0.48	0.23	0.36
		Df	1.16	1.11	1.20	1.16	1.00	1.52	1.77	1.64
	1980-1984	Hu	0.89	0.88	0.76	0.84	1.00	0.50	0.29	0.39
		Df	1.11	1.12	1.24	1.16	1.00	1.50	1.71	1.61
	1985-1989	Hu	0.95	0.97	0.94	0.95	1.00	0.49	0.29	0.39
		Df	1.05	1.03	1.06	1.05	1.00	1.51	1.71	1.61
	1990-1994	Hu	0.80	0.87	0.69	0.79	1.00	0.50	0.30	0.40
		Df	1.21	1.13	1.31	1.21	1.00	1.50	1.70	1.60
	1995-1999	Hu	0.90	0.92	0.73	0.85	1.00	0.51	0.32	0.42
		Df	1.10	1.08	1.28	1.15	1.00	1.49	1.68	1.58
	2000-2004	Hu	0.89	0.86	0.68	0.81	1.00	0.49	0.26	0.38
		Df	1.11	1.14	1.33	1.19	1.00	1.51	1.74	1.62
	2005-2009	Hu	0.98	0.90	0.85	0.91	1.00	0.50	0.28	0.39
		Df	1.02	1.10	1.15	1.09	1.00	1.50	1.72	1.61

**Tabla 5.23.- Estación 2012 Ejido José María Morelos: Datos de exponente de Hurst y Dimensión fractal temperatura máxima y temperatura mínima con los métodos MDFA, BOX, R/S y media.**

			MDFA	Box	R/S	Media	MDFA	Box	R/S	Media
REG. TOTAL		Hu	0.75	0.44	0.19	0.32	0.56	0.40	0.20	0.30
		Df	1.25	1.56	1.81	1.68	1.44	1.60	1.80	1.70
25 AÑOS	1970-1994	Hu	0.96	0.45	0.20	0.33	0.90	0.45	0.20	0.32
		Df	1.04	1.55	1.80	1.67	1.10	1.55	1.80	1.68
	1995-2010	Hu	1.00	0.49	0.20	0.35	1.00	0.44	0.21	0.33
		Df	1.00	1.51	1.80	1.66	1.00	1.56	1.79	1.67
10 AÑOS	1970-1979	Hu	1.00	0.45	0.19	0.32	1.00	0.42	0.19	0.31
		Df	1.00	1.55	1.81	1.68	1.00	1.58	1.81	1.69
	1980-1989	Hu	1.00	0.47	0.21	0.34	1.00	0.46	0.23	0.34
		Df	1.00	1.53	1.79	1.66	1.00	1.54	1.78	1.66
	1990-1999	Hu	1.00	0.48	0.22	0.35	1.00	0.47	0.23	0.35
		Df	1.00	1.52	1.78	1.65	1.00	1.53	1.77	1.65
	2000-2009	Hu	1.00	0.47	0.20	0.34	1.00	0.47	0.21	0.34
		Df	1.00	1.53	1.80	1.66	1.00	1.53	1.79	1.66
5 AÑOS	1970-1974	Hu	1.00	0.45	0.19	0.32	1.00	0.45	0.18	0.31
		Df	1.00	1.55	1.81	1.68	1.00	1.55	1.82	1.69
	1975-1979	Hu	1.00	0.46	0.17	0.32	1.00	0.47	0.18	0.33
		Df	1.00	1.54	1.83	1.68	1.00	1.53	1.82	1.67
	1980-1984	Hu	1.00	0.49	0.22	0.35	1.00	0.49	0.21	0.35
		Df	1.00	1.52	1.78	1.65	1.00	1.51	1.79	1.65
	1985-1989	Hu	1.00	0.46	0.23	0.35	1.00	0.51	0.20	0.36
		Df	1.00	1.54	1.77	1.65	1.00	1.49	1.80	1.65
	1990-1994	Hu	1.00	0.49	0.22	0.35	1.00	0.49	0.22	0.35
		Df	1.00	1.52	1.78	1.65	1.00	1.51	1.78	1.65
	1995-1999	Hu	1.00	0.48	0.22	0.35	1.00	0.49	0.23	0.36
		Df	1.00	1.52	1.78	1.65	1.00	1.51	1.77	1.64
	2000-2004	Hu	1.00	0.47	0.18	0.32	1.00	0.49	0.20	0.35
		Df	1.00	1.54	1.82	1.68	1.00	1.51	1.80	1.65
	2005-2009	Hu	1.00	0.48	0.21	0.35	1.00	0.50	0.21	0.36
		Df	1.00	1.52	1.79	1.66	1.00	1.50	1.79	1.64

Ahora bien, es evidente que en la mayoría de las investigaciones no se utiliza más de un método para realizar el análisis de una serie de tiempo, por lo tanto, esta investigación profundiza en la utilización de tres métodos, obteniendo resultados muy similares entre ellos, aunque con ligeras diferencias, en donde se observa que el método que arroja los valores más elevados de exponente de Hurst, y por consecuencia los valores más bajos de dimensión fractal, es el método de Multifractal Detrended Fluctuation Analysis (MFDFA). Posteriormente se encuentra el método de conteo de caja (Box- Counting) y finalmente el método que obtiene los valores más bajos de exponente de Hurst el método de rango rescalado (R/S). Aun así, todos los métodos obtienen valores del exponente de Hurst que coinciden en un comportamiento antipersistente o persistente según sea el caso.

Se ha observado que el método de MF-DFA presenta el inconveniente que a partir de cierta longitud de intervalos se presentan valores del exponente de Hurst superiores a 1.00. Dado que el exponente de Hurst para este tipo de análisis presenta el límite superior igual a 1.00, se asume que a partir de un número bajo de datos diferentes de cero se

presentan inconvenientes con el MF-DFA. Posteriores investigaciones al respecto se requieren para analizar la situación descrita anteriormente.

### **5.3.2 Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio**

Después de obtener los exponentes de Hurst a partir de las series de tiempo de precipitación, temperatura promedio, temperatura máxima y temperatura mínima para cada una de las 92 estaciones climatológicas con registros superiores a 30 años, se procede a presentar los valores promedio para cada una de las escalas de tiempo consideradas (registro completo, 25, 10 y 5 años), los cuales se presentan en las tablas 5.24, 5.25, 5.26 y 5.27. Asimismo, se presentan los correspondientes valores de la dimensión fractal.

A partir de la información obtenida para cada estación, se realizó una interpolación espacial de valores del exponente de Hurst y dimensión fractal sobre el estado de Baja California, generando mapas para cada escala de tiempo en consideración (Figuras 5.15 a 5.16).

Primeramente se realiza un análisis del comportamiento de cada uno de los mapas generados, para posteriormente realizar una comparación con el resto de la información que se generó hasta este punto, con el objetivo de detectar patrones de comportamiento y relaciones entre las variables climatológicas y fisiográficas analizadas y el comportamiento fractal de las series de tiempo de precipitación y temperatura.

Dada la importancia de evaluar el comportamiento fractal de series de precipitación, así como de analizar la variabilidad del exponente de Hurst a diferentes escalas de tiempo, el análisis considera diversas escalas de tiempo, las cuales corresponden a valores del exponente de Hurst resultantes del análisis del registro completo de precipitación, así como para escalas de 25, 10 y 5 años.

De la tabla 5.24, se presentan los valores de exponente de Hurst promedio para cada escala de tiempo. Al analizar la información, dos comportamientos principales pueden notarse para cada serie de tiempo de la variable analizada: comportamiento persistente y antipersistente.

Las estaciones Presa Rodríguez, San Vicente, Tijuana, Valle de las Palmas, Presa Emilio López Zamora y Santo Tomas, las cuales están localizadas en la región Noroeste de Baja California, presentaron valores del exponente de Hurst de: 0.45, 0.48, 0.49, 0.48, 0.47 y 0.47, respectivamente, es decir, son antipersistentes en el tiempo. Esto significa que eventos de precipitación que ocurren en esta región, presentan una alta probabilidad de mostrar un comportamiento de incremento, seguido de un decremento y viceversa. De acuerdo a Malamud y Turcotte (1999), una serie de tiempo antipersistente tendrá un comportamiento estacionario en el tiempo, debido a que los incrementos y decrementos que se compensan entre sí, por lo que los momentos estadísticos son independientes de la serie de tiempo. Rehman (2009) establece que, en el caso de la precipitación, un comportamiento antipersistente indica una menor dependencia de acuerdo a los valores previos de la serie.

Sin embargo, cuando las series de precipitación en las estaciones mencionadas son analizadas para escalas de tiempo de 25 años, los valores del exponente de Hurst se reportan de: 0.62, 0.65, 0.62, 0.63, 0.64 y 0.62 respectivamente. Estos valores indican un comportamiento persistente en el tiempo, indicando que, si la serie de tiempo registra un incremento o cambio positivo, lo más probable es que será seguida por otro incremento o cambio positivo. Esto implica que cada evento de precipitación registrado, tendrá un grado de influencia sobre eventos futuros o en su comportamiento de memoria a largo plazo.

Continuando con el análisis de las estaciones en mención, considerando las escalas de tiempo de 10 y 5 años, los incrementos en los valores del exponente de Hurst son notables, por lo que continúa presentándose el comportamiento persistente en el tiempo. Puede observarse que el exponente de Hurst tiende a incrementarse cuando se establecen escalas de tiempo cada vez menores.

La series antipersistentes mantienen una tendencia de incrementos positivos o negativos por periodos cortos de tiempo, por lo tanto, al considerar escalas de tiempo menores (25, 10 y 5 años), es razonable que la serie comience a comportarse de una manera más persistente debido a que mientras menor es la escala de tiempo considerada, existe una mayor probabilidad de analizar un periodo de tiempo con comportamiento predominante, en este caso persistente; lo anterior explicaría el incremento de en las series de precipitación analizadas.

Continuando el análisis de las 86 estaciones climatológicas restantes, y tomando en consideración las escalas de tiempo establecidas, se puede observar que se registran incrementos en los valores del exponente de Hurst, manteniendo una tendencia a un comportamiento persistente debido a que los valores son mayores a 0.5, por lo tanto la serie de precipitación es no estacionaria y los momentos son dependientes de la escala de tiempo. La presencia de persistencia es un indicativo de que lo que sucede en el presente no solo influencia al futuro cercano, sino también al distante.

A partir de los valores del exponente de Hurst reportados en la Tabla 5.24, los cuales son obtenidos para las diferentes escalas de tiempo, se realiza la geoespacialización de dichos valores permitiendo estudiar la variabilidad espacio temporal en el estado de Baja California (Figuras 5.15 y 5.16).

En la Figura 5.15a, se pueden observar tres áreas con distinto comportamiento del exponente de Hurst, un área antipersistente, un área aleatoria y un área persistente. Sin embargo, cuando se considera una escala de tiempo de 25 años, las áreas con comportamiento antipersistente y aleatorio comienzan a reducirse, como puede observarse en la Figura 5.15b. A partir de las escalas de tiempo de 10 y 5 años, se tiene un comportamiento persistente en la totalidad del estado de Baja California, como se muestra en las Figuras 5.15c y 5.15d.

De la Figura 5.16, se presenta la interpolación de las dimensiones fractales para eventos de precipitación, en donde puede observarse que el comportamiento es el mismo que en la Figura 5.15, debido a que la dimensión fractal está en función del exponente de Hurst.

Con respecto a la temperatura promedio (figuras 5.17 y 5.18), puede observarse que la región Noroeste de Baja California, presenta los valores de exponente de Hurst más bajos con respecto al resto del estado, de acuerdo a la tabla 5.25, estos valores se encuentran muy cercanos a 0.30. El resto de Baja California presenta valores ligeramente superiores a 0.3, regularmente entre 0.36 y 0.40, es decir, se mantiene en todos los casos el comportamiento antipersistente de la serie, lo que indica estacionariedad en la serie. A pesar de que existe antipersistencia en toda la extensión de Baja California, la región Noroeste presenta más fuerza en este comportamiento, por lo que la serie tiene un comportamiento más errático o “rugoso”. Como se mencionó anteriormente, una serie de tiempo antipersistente presenta un comportamiento en el que un incremento en el valor de la temperatura, usualmente es seguido de un decremento y viceversa. Esto indica que el comportamiento de la temperatura promedio en Baja California exhibe memoria a corto plazo, o dicho de otra forma, el registro de temperatura del presente tiene poca influencia sobre los registros futuros, sin embargo, también es un comportamiento estacionario, debido a que los incrementos y decrementos que se presentan, se compensan de manera que la media y la varianza se mantienen constantes en el tiempo, suceso que fue analizado previamente en la sección estadística de esta investigación, por lo tanto es evidente que el exponente de Hurst proporciona mucha información acerca del comportamiento estadístico de la serie de tiempo analizada.

De la tabla 5.25, puede observarse que al considerar escalas de tiempo menores en el análisis, el valor del exponente de Hurst tiende a incrementarse, por lo que comienza a perderse fuerza en la antipersistencia, implicando que existe cada vez menor probabilidad de que un incremento o decremento sean precedidos por un comportamiento análogo, lo que además implica que comienza a perder la característica de estacionariedad en el tiempo.

Primeramente, de acuerdo a la figura 5.17a, se observan valores menores del exponente de Hurst en la región Noroeste del estado, así como un comportamiento antipersistente en toda la extensión territorial para los registros de temperatura promedio, sin embargo al analizar la figura 5.17b, se puede notar un incremento en los valores del

exponente de Hurst; situación similar ocurre para las figuras 5.17c y 5.17d, correspondientes a escalas temporales de 10 y 5 años. A pesar de esta situación, en todos los casos se mantiene el comportamiento antipersistente de las series de temperatura promedio.

Lo anterior, puede demostrarse al estudiar el comportamiento estadístico de las estaciones principales de cada clima (Anexo A y B) en donde se observa que cuando se analizan escalas de tiempo menores de estadísticos, se presenta una tendencia de incremento o decremento de media y varianza, la cual al considerar el registro completo es enmascarada por una serie de incrementos y decrementos en sus estadísticos que se compensan para generar la tendencia estacionaria. Esto significa que el comportamiento de la serie está en función de la escala de tiempo analizada, y que así mismo, es de vital importancia el conocer a detalle el tipo de análisis que desea desarrollarse para lograr detectar situaciones como la anteriormente mencionada.

De acuerdo a los mapas de exponente de Hurst (figura 5.17) y dimensión fractal (figura 5.18), los cambios más notorios en el comportamiento de la temperatura promedio registrada ocurren en las regiones Noreste y Sur de Baja California, en donde al considerar los cambios de escala temporal, ocurren un incremento de 0.3 a 0.45, es decir un cambio de hasta 0.15 del valor de exponente de Hurst, lo cual constata la relevancia de considerar diversas escalas de tiempo en este tipo de análisis, situación que no se considera al momento de utilizar un enfoque fractal en las investigaciones consultadas en el desarrollo de esta investigación.

Ahora bien, con el propósito de ampliar la investigación, se han considerado además, los registros de temperaturas extremas, es decir, temperatura máxima y mínima registrada en Baja California. De igual manera que para la precipitación y temperatura promedio, se elaboraron mapas de interpolación de exponente de Hurst y dimensión fractal para la temperatura máxima (figuras 5.19 y 5.20) y mínima (figuras 5.21 y 5.22). La temperatura máxima, analizada anteriormente mediante sus valores estadísticos, muestra de acuerdo a las figuras 5.19 y 5.20, que sus valores del exponente de Hurst son muy similares entre sí al considerar el registro completo siendo cercanos a 0.3 (figura 5.19a), sin embargo, algunas regiones muestran valores superiores, principalmente la región central del estado, con valores de 0.4, así como regiones con valores menores, cercanos a 0.25. Al tomar en consideración los valores del exponente de Hurst de una escala temporal de 25 años (figura 5.19b) puede observarse que todos los valores del exponente de Hurst sufren un incremento, principalmente la región Noreste y Sur del estado, por lo que implica que pierden fuerza en el comportamiento antipersistente. La figura 5.19c muestra que algunas regiones presentan un decremento en los valores del exponente de Hurst (marcado con color azul) llegando a 0.2, por lo que la fuerza de la antipersistencia de incrementa, esto significa que no necesariamente se presentan incrementos del exponente de Hurst a escalas menores en el tiempo, sin embargo en la gran mayoría de los análisis realizados la tendencia general es a incrementarse mientras menor es la escala temporal. En el caso del análisis para una escala temporal de 5 años (figura 5.19d) se presentan nuevamente incrementos del valor del exponente de Hurst en todo el estado de Baja California, de forma que las regiones con valores más bajos (0.2) comienzan a desaparecer para registros de temperatura máxima, indicando que a pesar de que en la escala temporal de 10 años, el valor del exponente de Hurst desciende en algunas regiones, la tendencia general es de incrementarse.

Se procede a analizar el comportamiento de las series de tiempo de temperatura mínima mediante los mapas de interpolación del exponente de Hurst y dimensión fractal (figuras 5.21 y 5.22). De acuerdo a la figura 5.21a, los valores de exponente de Hurst de series de temperatura mínima se encuentran entre 0.25 y 0.3; por lo tanto, presentan un comportamiento antipersistente en el tiempo. Al analizar los valores obtenidos, con ayuda de la tabla 5.27, se puede observar que los valores de exponente de Hurst son menores que los obtenidos para series de tiempo de temperatura promedio. Esto indica que, los registros de temperaturas extremas (máxima y mínima) tienden a presentar antipersistencia más fuerte que la de los registros promedios, lo cual es debido a que este tipo de series, tienden a presentar cambios drásticos de en sus valores, lo cual es característico de una serie antipersistente, sin embargo estos cambios drásticos de temperatura, se compensan entre sí, causando un comportamiento estacionario de la serie de tiempo. La misma situación planteada, ocurre para series de temperatura máxima, como puede corroborarse al revisar los valores del exponente de Hurst de temperatura máxima (tabla 5.26).

**Tabla 5.24 .- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de precipitación en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Elevación en msnm	Precipitación promedio anual (mm)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2001	Agua caliente	-116.454	32.107	400	272.7	0.51	0.60	0.66	0.68	1.49	1.40	1.34	1.32
2002	Bahía de los ángeles	-113.556	28.604	4	63.77	0.65	0.74	0.79	0.81	1.35	1.26	1.21	1.19
2003	Bataquez	-115.069	32.551	23	69.33	0.61	0.74	0.78	0.82	1.39	1.26	1.22	1.18
2004	Ignacio Zaragoza	-116.486	32.195	540	294.04	0.54	0.62	0.69	0.73	1.46	1.38	1.31	1.27
2005	Boquilla santa rosa de l	-116.777	32.022	250	260.9	0.54	0.64	0.64	0.65	1.46	1.36	1.36	1.35
2006	Chapala	-114.364	29.488	660	115.15	0.57	0.70	0.71	0.75	1.43	1.30	1.29	1.25
2008	Colonia guerrero	-115.983	30.717	30	156	0.53	0.61	0.67	0.71	1.47	1.39	1.33	1.29
2009	Colonia Juárez	-115.016	32.299	17	57.13	0.61	0.68	0.78	0.79	1.39	1.32	1.22	1.21
2011	Delta	-115.189	32.353	12	46.65	0.65	0.72	0.77	0.80	1.35	1.28	1.23	1.20
2012	Ejido j. María Morelos	-114.026	28.3	20	62.74	0.65	0.77	0.79	0.85	1.35	1.23	1.21	1.15
2014	El álamo	-116.054	31.593	1115	265.7	0.52	0.60	0.66	0.72	1.48	1.40	1.34	1.28
2015	El arco	-113.396	28.029	288	102.75	0.59	0.74	0.78	0.86	1.41	1.26	1.22	1.14
2016	El barril	-112.878	28.302	50	81.31	0.61	0.76	0.78	0.85	1.39	1.24	1.22	1.15
2019	El compadre	-116.254	32.338	1110	293.43	0.58	0.68	0.63	0.69	1.43	1.32	1.37	1.31
2020	El mayor	-115.278	32.127	15	56.16	0.69	0.80	0.83	0.89	1.32	1.20	1.17	1.11
2021	El Pinal	-116.292	32.183	1320	453.8	0.55	0.78	0.64	0.70	1.46	1.22	1.36	1.30
2022	El rosario	-115.723	30.059	40	168.59	0.59	0.72	0.76	0.81	1.41	1.28	1.24	1.19
2023	El socorro	-115.821	30.321	26	106.08	0.59	0.79	0.80	0.84	1.41	1.21	1.20	1.16
2024	El testerazo	-116.534	32.296	380	240.57	0.65	0.72	0.76	0.76	1.35	1.29	1.24	1.24
2027	Isla cedros	-115.175	28.135	3	62.72	0.71	0.81	0.84	0.87	1.29	1.19	1.16	1.13
2029	La providencia	-116.157	30.969	40	257.24	0.57	0.72	0.73	0.78	1.43	1.28	1.27	1.22
2031	La rumorosa	-116.046	32.549	1232	137.99	0.60	0.73	0.73	0.79	1.40	1.27	1.27	1.21
2032	Las escobas	-115.938	30.579	30	132.73	0.51	0.70	0.75	0.80	1.49	1.30	1.25	1.20
2033	Mexicali (dge)	-115.468	32.663	3	72.98	0.57	0.76	0.75	0.81	1.43	1.24	1.25	1.19
2034	Mexicali (smn)	-115.467	32.55	3	95.18	0.60	0.72	0.77	0.88	1.40	1.28	1.23	1.12
2035	Ojos negros	-116.265	31.912	680	222.32	0.50	0.61	0.66	0.69	1.50	1.39	1.34	1.31

**Tabla 5.24 (continuación).- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de precipitación en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Elevación en msnm	Precipitación media anual (mm)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2036	Olivares mexicanos	-116.681	32.049	340	279.9	0.53	0.68	0.70	0.76	1.47	1.32	1.30	1.24
2037	Presa Morelos	-114.729	32.715	40	61.4	0.61	0.66	0.74	0.82	1.39	1.34	1.26	1.18
2038	Presa rodríguez	-116.908	32.447	120	208.46	0.45	0.62	0.65	0.70	1.55	1.38	1.35	1.30
2039	Punta prieta	-114.146	29.158	325	89.93	0.57	0.74	0.76	0.84	1.43	1.26	1.24	1.16
2040	Rancho alegre	-113.755	28.229	120	120.32	0.59	0.75	0.75	0.82	1.41	1.25	1.25	1.18
2041	Nuevo rosarito	-114.017	28.634	20	110.32	0.58	0.75	0.74	0.79	1.42	1.25	1.26	1.21
2043	San Agustín	-114.967	29.938	552	111.09	0.57	0.75	0.76	0.81	1.43	1.25	1.24	1.19
2044	San Borja	-113.753	28.735	445	104.9	0.57	0.73	0.76	0.85	1.43	1.27	1.24	1.15
2045	San Carlos	-116.464	31.785	164	263.3	0.55	0.68	0.69	0.75	1.45	1.32	1.31	1.25
2046	San Felipe	-114.835	31.028	10	64.9	0.66	0.84	0.86	0.94	1.34	1.16	1.14	1.06
2049	San juan de dios del norte	-116.165	32.132	1280	362.9	0.52	0.58	0.61	0.65	1.48	1.42	1.39	1.35
2050	San juan de dios del sur	-115.137	30.184	600	120.7	0.69	0.73	0.76	0.80	1.31	1.27	1.24	1.20
2051	San Luis baja california	-114.711	29.727	480	92.7	0.62	0.81	0.83	0.89	1.38	1.19	1.17	1.11
2053	San miguel	-113.95	28.583	440	124.9	0.62	0.71	0.70	0.77	1.38	1.29	1.30	1.23
2055	San Telmo	-116.1	30.95	60	187.8	0.55	0.65	0.73	0.76	1.45	1.35	1.27	1.24
2056	San Vicente	-116.248	31.329	110	211.7	0.48	0.65	0.73	0.74	1.52	1.35	1.27	1.26
2057	Santa Catarina norte	-115.824	31.657	1150	248.7	0.51	0.60	0.62	0.66	1.49	1.40	1.38	1.34
2058	Santa Catarina sur	-115.13	29.722	317	137.6	0.54	0.71	0.73	0.79	1.46	1.30	1.27	1.21
2059	Santa clara	-115.286	31.081	410	128.2	0.58	0.69	0.73	0.80	1.42	1.32	1.27	1.20
2060	Santa cruz	-115.628	30.879	980	265.3	0.52	0.63	0.66	0.71	1.48	1.37	1.34	1.29
2061	Santa Gertrudis	-113.092	28.075	400	105.4	0.62	0.72	0.75	0.84	1.38	1.28	1.25	1.16
2063	Santa maría del mar	-115.888	30.402	28	160.6	0.54	0.71	0.73	0.79	1.46	1.29	1.27	1.21
2064	Santo domingo	-116.377	31.633	250	211.5	0.58	0.72	0.74	0.79	1.42	1.28	1.26	1.21
2065	Santo tomas	-116.406	31.792	180	259.14	0.47	0.62	0.65	0.67	1.53	1.38	1.35	1.33
2068	Tijuana	-117.042	32.525	20	215.6	0.49	0.62	0.66	0.72	1.51	1.38	1.34	1.28
2069	Valle de las palmas	-116.654	32.37	280	206.9	0.48	0.63	0.69	0.72	1.52	1.37	1.31	1.28

**Tabla 5.24 (continuación).- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de precipitación en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Elevación en msnm	Precipitación media anual (mm)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2071	Colonia valle de la trinidad	-115.696	31.356	740	204.72	0.51	0.59	0.62	0.67	1.49	1.41	1.38	1.33
2072	Presa Emilio López Zamora	-115.597	31.896	43	250.99	0.47	0.64	0.66	0.69	1.53	1.36	1.34	1.31
2079	El alamar	-116.204	31.836	710	264.08	0.54	0.63	0.68	0.69	1.46	1.37	1.32	1.31
2084	El progreso	-115.191	29.968	517	135.6	0.60	0.73	0.76	0.83	1.41	1.27	1.24	1.17
2085	San Regis	-113.755	28.597	495	132.9	0.59	0.73	0.73	0.78	1.41	1.27	1.27	1.22
2086	Ejido jacume	-116.192	32.591	860	214.48	0.58	0.67	0.72	0.74	1.42	1.33	1.28	1.26
2088	Ejido héroes de la Independencia	-115.938	31.61	1000	263.6	0.61	0.71	0.72	0.75	1.39	1.29	1.28	1.25
2089	Ejido Emilio López Zamora	-116.168	31.104	180	187.2	0.68	0.75	0.75	0.78	1.32	1.25	1.25	1.22
2091	Ejido Ignacio López ray	-116.264	31.288	170	269.9	0.55	0.67	0.69	0.74	1.45	1.33	1.31	1.26
2092	Ejido san Matías	-115.544	31.331	968	214.2	0.56	0.63	0.67	0.73	1.44	1.37	1.33	1.27
2093	Ejido valle de la trinidad	-115.749	32.356	780	231.18	0.57	0.71	0.74	0.79	1.43	1.30	1.27	1.21
2096	La calentura	-116.037	31.27	210	209.38	0.59	0.69	0.72	0.77	1.41	1.31	1.28	1.23
2099	Rancho los algodones	-115.175	30.781	460	71.5	0.74	0.78	0.80	0.87	1.26	1.22	1.20	1.13
2101	El centinela	-115.742	32.575	50	46.12	0.81	0.90	0.88	0.93	1.19	1.10	1.12	1.07
2102	La ventana	-115.054	31.44	16	36.32	0.71	0.88	0.88	0.92	1.29	1.12	1.12	1.08
2104	El ciprés	-116.588	31.79	8	202.84	0.59	0.70	0.72	0.74	1.41	1.30	1.28	1.26
2106	Maneadero	-116.573	31.696	50	202.02	0.57	0.69	0.73	0.73	1.43	1.31	1.27	1.27
2107	Percebu	-114.779	30.886	4	40.7	0.78	0.87	0.90	0.92	1.22	1.13	1.10	1.08
2108	Punta banda	-116.666	31.714	15	260.6	0.59	0.70	0.72	0.76	1.41	1.30	1.28	1.24
2109	Santa rosanita	-114.237	28.668	8	136.02	0.69	0.78	0.82	0.87	1.31	1.22	1.18	1.13
2110	Guayaquil	-115.097	29.967	530	123.5	0.65	0.80	0.77	0.72	1.35	1.20	1.23	1.28
2111	Ejido nueva baja californi	-115.931	30.517	17	134.9	0.62	0.72	0.74	0.77	1.38	1.28	1.26	1.23
2114	Ejido Carmen Serdán	-116.584	32.244	560	231.8	0.62	0.72	0.74	0.77	1.38	1.28	1.26	1.23
2118	Valle san Rafael	-116.234	31.919	721	218.4	0.54	0.66	0.69	0.71	1.46	1.34	1.31	1.29
2120	Ejido México	-116.206	31.072	75	176.9	0.64	0.71	0.75	0.78	1.36	1.29	1.25	1.22
2121	El hongo	-116.303	32.516	960	286.35	0.52	0.61	0.63	0.67	1.48	1.39	1.37	1.33

**Tabla 5.24 (continuación).- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de precipitación en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Elevación en msnm	Precipitación media anual (mm)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2124	El carrizo II	-116.684	32.491	300	231.88	0.53	0.63	0.65	0.68	1.47	1.37	1.35	1.32
2137	Colonia mariana	-115.322	32.259	9	57.61	0.65	0.78	0.75	0.82	1.35	1.22	1.25	1.18
2139	Colonia rodríguez	-115.036	32.419	17	36.8	0.73	0.88	0.82	0.90	1.27	1.12	1.18	1.10
2140	Colonia Zaragoza	-115.531	32.61	8	65.16	0.86	0.82	0.88	0.94	1.14	1.18	1.12	1.06
2141	Compuerta benassini	-115.111	32.57	20	55.11	0.63	0.80	0.75	0.84	1.37	1.20	1.25	1.16
2144	Ensenada blanca	-113.864	28.411	10	89.07	0.69	0.75	0.82	0.84	1.31	1.25	1.18	1.16
2145	Rancho Williams	-114.878	32.624	29	63.05	0.61	0.77	0.73	0.83	1.39	1.23	1.27	1.17
2146	Colonia san pedro mártir	-115.204	31.038	416	106.3	0.60	0.75	0.74	0.81	1.40	1.25	1.26	1.19
2151	Agua de chale	-114.75	30.638	5	53.12	0.68	0.83	0.82	0.88	1.32	1.17	1.18	1.12
2152	Ejido j. maría del pino	-116.068	32.373	1380	273.6	0.62	0.74	0.72	0.75	1.38	1.26	1.28	1.25
2153	Ejido Uruapan	-116.455	31.619	195	288.55	0.61	0.70	0.72	0.75	1.39	1.30	1.28	1.25
2154	Colonia zacatecas	-115.059	32.06	12	52.12	0.71	0.81	0.80	0.87	1.29	1.19	1.20	1.13

Tabla 5.25.- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas promedio en Baja California

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Elevación en msnm	Temperatura promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2001	Agua caliente	-116.454	32.107	400	12.68	0.39	0.35	0.36	0.37	1.61	1.65	1.64	1.63
2002	Bahía de los Ángeles	-113.556	28.604	4	21.98	0.36	0.40	0.42	0.42	1.65	1.60	1.58	1.58
2003	Bataquez	-115.069	32.551	23	20.02	0.40	0.40	0.42	0.43	1.60	1.60	1.58	1.57
2004	Ignacio Zaragoza	-116.486	32.195	540	12.21	0.46	0.36	0.38	0.37	1.54	1.64	1.62	1.63
2005	Boquilla santa rosa de	-116.777	32.022	250	13.22	0.41	0.36	0.37	0.37	1.59	1.64	1.63	1.63
2006	Chapala	-114.364	29.488	660	19.59	0.38	0.36	0.38	0.39	1.62	1.64	1.62	1.61
2008	Colonia guerrero	-115.983	30.717	30	15.34	0.42	0.37	0.39	0.40	1.58	1.63	1.61	1.60
2009	Colonia Juárez	-115.016	32.299	17	19.01	0.44	0.39	0.40	0.42	1.56	1.61	1.60	1.58
2011	Delta	-115.189	32.353	12	19.76	0.33	0.39	0.42	0.43	1.67	1.61	1.58	1.57
2012	Ejido j. maría Morelos	-114.026	28.3	20	15.53	0.33	0.38	0.39	0.39	1.67	1.62	1.61	1.61
2014	El álamo	-116.054	31.593	1115	13.66	0.38	0.35	0.36	0.37	1.62	1.65	1.64	1.63
2015	El arco	-113.396	28.029	288	17.62	0.39	0.36	0.37	0.36	1.61	1.64	1.63	1.64
2016	El barril	-112.878	28.302	50	24.12	0.34	0.38	0.40	0.40	1.66	1.62	1.60	1.60
2019	El compadre	-116.254	32.338	1110	18.84	0.36	0.34	0.34	0.34	1.64	1.66	1.66	1.66
2020	El mayor	-115.278	32.127	15	17.74	0.37	0.41	0.43	0.42	1.63	1.59	1.57	1.58
2021	El Pinal	-116.292	32.183	1320	9.22	0.33	0.40	0.34	0.36	1.67	1.60	1.66	1.64
2022	El rosario	-115.723	30.059	40	16.78	0.33	0.37	0.37	0.35	1.67	1.63	1.63	1.65
2023	El socorro	-115.821	30.321	26	17.11	0.40	0.38	0.38	0.38	1.60	1.62	1.62	1.62
2024	El testerazo	-116.534	32.296	380	11.72	0.35	0.37	0.37	0.37	1.65	1.63	1.63	1.63
2029	La providencia	-116.157	30.969	40	13.93	0.34	0.38	0.39	0.39	1.66	1.62	1.61	1.61
2030	La puerta	-116.678	32.544	480	13.56	0.36	0.35	0.16	0.38	1.64	1.65	1.84	1.62
2031	La rumorosa	-116.046	32.549	1232	14.7	0.35	0.35	0.37	0.38	1.65	1.65	1.63	1.62
2032	Las escobas	-115.938	30.579	30	15.03	0.36	0.38	0.40	0.40	1.64	1.62	1.60	1.60
2033	Mexicali (dge)	-115.468	32.663	3	18.8	0.37	0.41	0.42	0.44	1.63	1.59	1.58	1.56
2034	Mexicali (smn)	-115.467	32.55	3	20.24	0.38	0.40	0.43	0.44	1.62	1.60	1.57	1.56
2035	Ojos negros	-116.265	31.912	680	12.73	0.31	0.35	0.37	0.38	1.69	1.65	1.63	1.62

**Tabla 5.25 (continuación) .- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas promedio en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Elevación en msnm	Temperatura promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2036	Olivares mexicanos	-116.681	32.049	340	14.46	0.33	0.36	0.37	0.37	1.67	1.64	1.63	1.63
2037	Presa Morelos	-114.729	32.715	40	17.83	0.39	0.45	0.44	0.45	1.61	1.55	1.56	1.55
2038	Presa rodríguez	-116.908	32.447	120	14.63	0.33	0.36	0.37	0.38	1.67	1.64	1.63	1.62
2039	Punta prieta	-114.146	29.158	325	16.47	0.33	0.35	0.36	0.35	1.67	1.65	1.64	1.65
2040	Rancho alegre	-113.755	28.229	120	15.83	0.36	0.35	0.36	0.36	1.64	1.65	1.64	1.64
2041	Nuevo rosarito	-114.017	28.634	20	16.84	0.31	0.36	0.35	0.35	1.69	1.64	1.65	1.65
2043	San Agustín	-114.967	29.938	552	17.13	0.35	0.36	0.37	0.37	1.65	1.64	1.63	1.63
2044	San Borja	-113.753	28.735	445	18.03	0.32	0.35	0.35	0.35	1.68	1.65	1.65	1.65
2045	San Carlos	-116.464	31.785	164	15.19	0.35	0.37	0.38	0.38	1.65	1.63	1.62	1.62
2046	San Felipe	-114.835	31.028	10	22.5	0.37	0.37	0.39	0.39	1.63	1.63	1.61	1.61
2049	San juan de dios del norte	-116.165	32.132	1280	12.09	0.31	0.35	0.35	0.35	1.69	1.65	1.65	1.65
2050	San juan de dios del sur	-115.137	30.184	600	16.7	0.35	0.33	0.34	0.34	1.65	1.67	1.66	1.66
2051	San Luis baja california	-114.711	29.727	480	17.82	0.36	0.40	0.38	0.37	1.64	1.60	1.62	1.63
2053	San miguel	-113.95	28.583	440	19.44	0.32	0.35	0.35	0.33	1.68	1.65	1.65	1.67
2055	San Telmo	-116.1	30.95	60	13.8	0.37	0.38	0.40	0.39	1.63	1.62	1.60	1.61
2056	San Vicente	-116.248	31.329	110	13.21	0.36	0.35	0.36	0.36	1.64	1.65	1.64	1.64
2057	Santa Catarina norte	-115.824	31.657	1150	14.53	0.33	0.35	0.36	0.36	1.67	1.65	1.64	1.64
2058	Santa Catarina sur	-115.13	29.722	317	16.38	0.39	0.35	0.35	0.35	1.61	1.65	1.65	1.65
2059	Santa clara	-115.286	31.081	410	18.84	0.35	0.38	0.41	0.41	1.65	1.62	1.59	1.59
2060	Santa cruz	-115.628	30.879	980	15.57	0.33	0.35	0.36	0.37	1.67	1.65	1.64	1.63
2061	Santa Gertrudis	-113.092	28.075	400	18.06	0.33	0.36	0.37	0.35	1.68	1.64	1.63	1.65
2063	Santa maría del mar	-115.888	30.402	28	14.95	0.42	0.37	0.38	0.38	1.58	1.63	1.62	1.62
2064	Santo domingo	-116.377	31.633	250	14.06	0.35	0.37	0.39	0.38	1.65	1.63	1.61	1.62
2065	Santo tomas	-116.406	31.792	180	16.43	0.30	0.33	0.33	0.29	1.70	1.67	1.67	1.71
2068	Tijuana	-117.042	32.525	20	15.22	0.36	0.38	0.39	0.40	1.64	1.62	1.61	1.60
2069	Valle de las palmas	-116.654	32.37	280	12.74	0.31	0.35	0.38	0.37	1.69	1.65	1.62	1.63

**Tabla 5.25 (continuación) .- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas promedio en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Elevación en msnm	Temperatura promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2071	Colonia valle de la trinidad	-115.696	31.356	740	10.59	0.32	0.36	0.37	0.38	1.68	1.64	1.63	1.62
2072	Presa Emilio López Zamora	-115.597	31.896	43	14.58	0.39	0.38	0.40	0.39	1.61	1.62	1.61	1.61
2079	El alamar	-116.204	31.836	710	12.8	0.35	0.37	0.37	0.37	1.65	1.63	1.63	1.63
2084	El progreso	-115.191	29.968	517	17.64	0.34	0.36	0.37	0.37	1.66	1.64	1.63	1.63
2085	San Regis	-113.755	28.597	495	17.97	0.33	0.36	0.36	0.35	1.68	1.64	1.64	1.65
2086	Ejido jacume	-116.192	32.591	860	13.24	0.35	0.39	0.40	0.41	1.65	1.61	1.60	1.59
2088	Ejido héroes de la Independencia	-115.938	31.61	1000	14.08	0.34	0.37	0.37	0.38	1.66	1.63	1.63	1.62
2089	Ejido Emilio López Zamora	-116.168	31.104	180	14	0.37	0.41	0.39	0.39	1.63	1.59	1.61	1.61
2091	Ejido Ignacio López ray	-116.264	31.288	170	11.88	0.33	0.35	0.35	0.35	1.67	1.65	1.65	1.65
2092	Ejido san Matías	-115.544	31.331	968	15.95	0.33	0.36	0.37	0.38	1.67	1.64	1.63	1.62
2093	Ejido valle de la trinidad	-115.749	32.356	780	11.6	0.33	0.35	0.37	0.37	1.67	1.65	1.63	1.63
2096	La calentura	-116.037	31.27	210	14.27	0.34	0.36	0.37	0.37	1.66	1.64	1.63	1.63
2101	El centinela	-115.742	32.575	50	20.7	0.38	0.45	0.41	0.42	1.62	1.55	1.59	1.58
2102	La ventana	-115.054	31.44	16	21.3	0.37	0.43	0.43	0.43	1.63	1.57	1.57	1.57
2104	El ciprés	-116.588	31.79	8	15.25	0.35	0.39	0.40	0.40	1.65	1.61	1.60	1.60
2106	Manadero	-116.573	31.696	50	15.28	0.36	0.39	0.40	0.38	1.64	1.61	1.60	1.62
2107	Percebu	-114.779	30.886	4	19.12	0.38	0.43	0.42	0.41	1.62	1.57	1.58	1.59
2108	Punta banda	-116.666	31.714	15	15.13	0.33	0.38	0.37	0.37	1.67	1.62	1.63	1.63
2109	Santa rosanita	-114.237	28.668	8	16.64	0.35	0.37	0.37	0.37	1.65	1.63	1.63	1.63
2110	Guayaquil	-115.097	29.967	530	17	0.32	0.36	0.37	0.32	1.68	1.64	1.63	1.68
2111	Ejido nueva baja california	-115.931	30.517	17	14.13	0.38	0.41	0.44	0.41	1.62	1.59	1.56	1.59
2114	Ejido Carmen Serdán	-116.584	32.244	560	11.57	0.35	0.36	0.36	0.35	1.66	1.64	1.64	1.65
2118	Valle san Rafael	-116.234	31.919	721	12.45	0.34	0.37	0.37	0.38	1.66	1.63	1.63	1.62
2120	Ejido México	-116.206	31.072	75	13.61	0.34	0.36	0.37	0.38	1.66	1.64	1.63	1.62
2121	El hongo	-116.303	32.516	960	12.55	0.34	0.38	0.38	0.38	1.66	1.62	1.62	1.62

**Tabla 5.25 (continuación) .- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas promedio en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Elevación en msnm	Temperatura promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2124	El carrizo ii	-116.684	32.491	300	13.59	0.32	0.36	0.36	0.36	1.68	1.64	1.64	1.64
2137	Colonia mariana	-115.322	32.259	9	19.4	0.37	0.41	0.41	0.43	1.64	1.59	1.59	1.57
2139	Colonia rodríguez	-115.036	32.419	17	18	0.45	0.40	0.43	0.42	1.55	1.60	1.57	1.58
2140	Colonia Zaragoza	-115.531	32.61	8	12.43	0.39	0.40	0.40	0.41	1.61	1.60	1.60	1.59
2141	Compuerta benassini	-115.111	32.57	20	17.9	0.38	0.43	0.43	0.44	1.62	1.57	1.57	1.56
2144	Ensenada blanca	-113.864	28.411	10	19.7	0.38	0.37	0.37	0.37	1.63	1.63	1.63	1.63
2145	Rancho Williams	-114.878	32.624	29	20.57	0.37	0.43	0.42	0.45	1.64	1.57	1.58	1.55
2146	Colonia san pedro mártir	-115.204	31.038	416	16.19	0.35	0.43	0.40	0.42	1.65	1.57	1.60	1.58
2151	Agua de chale	-114.75	30.638	5	22.59	0.37	0.41	0.42	0.42	1.63	1.59	1.58	1.58
2152	Ejido j. maría del pino	-116.068	32.373	1380	8.7	0.34	0.37	0.39	0.38	1.66	1.63	1.61	1.62
2153	Ejido Uruapan	-116.455	31.619	195	13.9	0.34	0.38	0.38	0.38	1.66	1.62	1.62	1.62
2154	Colonia zacatecas	-115.059	32.06	12	18.46	0.37	0.42	0.42	0.43	1.63	1.58	1.58	1.57

**Tabla 5.26 .- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas máximas en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Altitud en msnm	Temperatura máxima promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2001	Agua caliente	-116.454	32.107	400	25.54	0.31	0.31	0.32	0.31	1.69	1.69	1.68	1.69
2002	Bahía de los ángeles	-113.556	28.604	4	28.46	0.34	0.37	0.39	0.38	1.66	1.63	1.61	1.62
2003	Bataquez	-115.069	32.551	23	31.28	0.38	0.35	0.38	0.38	1.62	1.65	1.62	1.62
2004	Ignacio Zaragoza	-116.486	32.195	540	24.66	0.32	0.32	0.33	0.33	1.68	1.68	1.67	1.67
2005	Boquilla santa rosa de l	-116.777	32.022	250	15	0.30	0.34	0.34	0.34	1.70	1.66	1.66	1.66
2006	Chapala	-114.364	29.488	660	27.57	0.32	0.35	0.36	0.36	1.68	1.65	1.64	1.64
2008	Colonia guerrero	-115.983	30.717	30	21.4	0.32	0.36	0.37	0.38	1.68	1.64	1.63	1.62
2009	Colonia Juárez	-115.016	32.299	17	30.08	0.33	0.36	0.37	0.37	1.67	1.64	1.63	1.63
2011	Delta	-115.189	32.353	12	32.6	0.34	0.36	0.38	0.38	1.66	1.64	1.62	1.62
2012	Ejido j. María Morelos	-114.026	28.3	20	22.24	0.32	0.34	0.34	0.34	1.68	1.66	1.66	1.66
2014	El álamo	-116.054	31.593	1115	23.6	0.30	0.33	0.34	0.34	1.70	1.67	1.66	1.66
2015	El arco	-113.396	28.029	288	28.41	0.32	0.34	0.34	0.34	1.68	1.66	1.66	1.66
2016	El barril	-112.878	28.302	50	28.61	0.35	0.37	0.37	0.37	1.65	1.63	1.63	1.63
2019	El compadre	-116.254	32.338	1110	27.05	0.36	0.35	0.34	0.33	1.64	1.65	1.66	1.67
2020	El mayor	-115.278	32.127	15	31.18	0.33	0.37	0.40	0.41	1.68	1.63	1.60	1.59
2021	El Pinal	-116.292	32.183	1320	19	0.33	0.39	0.34	0.35	1.67	1.61	1.66	1.65
2022	El rosario	-115.723	30.059	40	25.01	0.33	0.36	0.36	0.34	1.67	1.64	1.64	1.66
2023	El socorro	-115.821	30.321	26	21.64	0.34	0.39	0.39	0.39	1.66	1.61	1.61	1.61
2024	El testerazo	-116.534	32.296	380	27.12	0.33	0.34	0.33	0.34	1.67	1.66	1.67	1.66
2027	Isla cedros	-115.175	28.135	3	25.99	0.33	0.39	0.39	0.40	1.67	1.61	1.61	1.60
2029	La providencia	-116.157	30.969	40	26.97	0.32	0.35	0.35	0.35	1.68	1.65	1.65	1.65
2030	La puerta	-116.678	32.544	480	25.54	0.35	0.33	0.34	0.35	1.65	1.67	1.66	1.65
2031	La rumorosa	-116.046	32.549	1232	21.21	0.35	0.34	0.35	0.36	1.65	1.66	1.65	1.64
2032	Las escobas	-115.938	30.579	30	22.76	0.31	0.38	0.38	0.39	1.69	1.62	1.62	1.61
2033	Mexicali (dge)	-115.468	32.663	3	31	0.36	0.38	0.39	0.40	1.64	1.62	1.61	1.60
2034	Mexicali (smn)	-115.467	32.55	3	30.87	0.38	0.37	0.40	0.41	1.62	1.63	1.60	1.59
2035	Ojos negros	-116.265	31.912	680	26.99	0.31	0.33	0.34	0.34	1.69	1.67	1.66	1.66

**Tabla 5.26 (continuación).- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas máximas en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Altitud en msnm	Temperatura máxima promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2036	Olivares mexicanos	-116.681	32.049	340	24.75	0.31	0.33	0.33	0.33	1.69	1.67	1.67	1.67
2037	Presa Morelos	-114.729	32.715	40	30.82	0.32	0.36	0.38	0.40	1.68	1.64	1.62	1.60
2038	Presa rodríguez	-116.908	32.447	120	23.84	0.32	0.32	0.34	0.34	1.68	1.68	1.66	1.66
2039	Punta prieta	-114.146	29.158	325	28.27	0.31	0.33	0.32	0.32	1.69	1.67	1.68	1.68
2040	Rancho alegre	-113.755	28.229	120	27.49	0.31	0.32	0.32	0.32	1.69	1.68	1.68	1.68
2043	San Agustín	-114.967	29.938	552	27.62	0.35	0.34	0.35	0.35	1.65	1.66	1.65	1.65
2044	San Borja	-113.753	28.735	445	27.65	0.31	0.34	0.34	0.33	1.69	1.66	1.66	1.67
2045	San Carlos	-116.464	31.785	164	23.66	0.32	0.34	0.35	0.36	1.68	1.66	1.65	1.64
2046	San Felipe	-114.835	31.028	10	30.4	0.34	0.36	0.39	0.40	1.66	1.64	1.61	1.60
2049	San juan de dios del norte	-116.165	32.132	1280	21.84	0.32	0.35	0.34	0.34	1.68	1.65	1.66	1.66
2050	San juan de dios del sur	-115.137	30.184	600	25.25	0.36	0.35	0.35	0.34	1.64	1.65	1.65	1.66
2051	San Luis baja california	-114.711	29.727	480	26.82	0.33	0.36	0.35	0.35	1.67	1.64	1.65	1.65
2053	San miguel	-113.95	28.583	440	27.78	0.32	0.35	0.33	0.32	1.68	1.65	1.67	1.68
2055	San Telmo	-116.1	30.95	60	24.3	0.33	0.33	0.34	0.34	1.67	1.67	1.66	1.66
2056	San Vicente	-116.248	31.329	110	25.91	0.35	0.33	0.34	0.33	1.65	1.67	1.66	1.67
2057	Santa Catarina norte	-115.824	31.657	1150	23.14	0.32	0.34	0.35	0.36	1.68	1.66	1.65	1.64
2058	Santa Catarina sur	-115.13	29.722	317	28.55	0.31	0.33	0.34	0.34	1.69	1.67	1.66	1.66
2059	Santa clara	-115.286	31.081	410	30.27	0.34	0.36	0.38	0.38	1.66	1.64	1.62	1.62
2060	Santa cruz	-115.628	30.879	980	23.6	0.32	0.33	0.34	0.35	1.68	1.67	1.66	1.65
2061	Santa Gertrudis	-113.092	28.075	400	28.64	0.32	0.34	0.35	0.33	1.68	1.66	1.65	1.67
2063	Santa maría del mar	-115.888	30.402	28	22.79	0.32	0.36	0.37	0.35	1.68	1.64	1.63	1.65
2064	Santo domingo	-116.377	31.633	250	25.21	0.32	0.34	0.35	0.36	1.68	1.66	1.65	1.64
2065	Santo tomas	-116.406	31.792	180	27.27	0.30	0.32	0.34	0.34	1.70	1.68	1.66	1.66
2068	Tijuana	-117.042	32.525	20	23.61	0.33	0.35	0.35	0.35	1.67	1.66	1.65	1.65
2069	Valle de las palmas	-116.654	32.37	280	26.67	0.32	0.32	0.33	0.33	1.68	1.68	1.67	1.67
2070	Valle redondo	-116.756	32.518	242	25.52	0.33	0.34	0.33	0.34	1.68	1.66	1.67	1.66

**Tabla 5.26 (continuación) .- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas máximas en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Altitud en msnm	Temperatura máxima promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2071	Colonia valle de la trinidad	-115.696	31.356	740	26.46	0.32	0.34	0.35	0.35	1.68	1.66	1.65	1.65
2072	Presa Emilio López Zamora	-115.597	31.896	43	22.03	0.32	0.35	0.37	0.38	1.68	1.65	1.63	1.62
2079	El alamar	-116.204	31.836	710	24.59	0.31	0.33	0.33	0.33	1.69	1.67	1.68	1.67
2084	El progreso	-115.191	29.968	517	28.43	0.33	0.32	0.34	0.33	1.67	1.68	1.66	1.67
2085	San Regis	-113.755	28.597	495	27.12	0.32	0.34	0.34	0.33	1.68	1.66	1.66	1.67
2086	Ejido jacume	-116.192	32.591	860	24.64	0.34	0.37	0.37	0.37	1.66	1.63	1.64	1.63
2088	Ejido héroes de la Independencia	-115.938	31.61	1000	24.94	0.33	0.35	0.35	0.35	1.67	1.65	1.65	1.65
2089	Ejido Emilio López Zamora	-116.168	31.104	180	23.22	0.34	0.40	0.36	0.37	1.66	1.60	1.64	1.63
2091	Ejido Ignacio López ray	-116.264	31.288	170	24.78	0.32	0.33	0.33	0.33	1.68	1.67	1.67	1.67
2092	Ejido san Matías	-115.544	31.331	968	24.94	0.33	0.35	0.36	0.36	1.67	1.65	1.64	1.64
2093	Ejido valle de la trinidad	-115.749	32.356	780	25.15	0.32	0.34	0.35	0.36	1.68	1.66	1.65	1.64
2096	La calentura	-116.037	31.27	210	28.17	0.32	0.35	0.35	0.35	1.68	1.65	1.65	1.65
2099	Rancho los algodones	-115.175	30.781	460	30.49	0.36	0.38	0.39	0.38	1.64	1.62	1.61	1.62
2101	El centinela	-115.742	32.575	50	30.85	0.36	0.41	0.37	0.37	1.65	1.59	1.63	1.63
2102	La ventana	-115.054	31.44	16	29.6	0.35	0.40	0.40	0.40	1.65	1.60	1.60	1.61
2104	El ciprés	-116.588	31.79	8	20.83	0.34	0.37	0.37	0.37	1.66	1.63	1.63	1.63
2106	Maneadero	-116.573	31.696	50	21.62	0.33	0.36	0.36	0.36	1.67	1.64	1.64	1.64
2107	Percebu	-114.779	30.886	4	26	0.36	0.40	0.40	0.39	1.64	1.60	1.60	1.61
2108	Punta banda	-116.666	31.714	15	20.67	0.32	0.36	0.35	0.34	1.68	1.64	1.65	1.66
2109	Santa rosanita	-114.237	28.668	8	24.54	0.33	0.34	0.35	0.35	1.67	1.66	1.65	1.65
2110	Guayaquil	-115.097	29.967	530	27.56	0.32	0.33	0.33	0.29	1.68	1.67	1.67	1.71
2111	Ejido nueva baja california	-115.931	30.517	17	23.29	0.34	0.37	0.50	0.46	1.66	1.63	1.50	1.54
2114	Ejido Carmen Serdán	-116.584	32.244	560	23.14	0.34	0.33	0.34	0.32	1.66	1.67	1.66	1.68
2118	Valle san Rafael	-116.234	31.919	721	26.84	0.33	0.34	0.35	0.35	1.67	1.66	1.65	1.65
2120	Ejido México	-116.206	31.072	75	23	0.34	0.37	0.39	0.37	1.66	1.63	1.61	1.63
2121	El hongo	-116.303	32.516	960	22.13	0.34	0.34	0.34	0.34	1.67	1.66	1.66	1.66

**Tabla 5.26 (continuación) .- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas máximas en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Altitud en msnm	Temperatura máxima promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2124	El carrizo ii	-116.684	32.491	300	24.98	0.31	0.34	0.33	0.33	1.69	1.66	1.67	1.67
2137	Colonia mariana	-115.322	32.259	9	32.22	0.34	0.39	0.38	0.39	1.66	1.61	1.62	1.61
2139	Colonia rodríguez	-115.036	32.419	17	30	0.35	0.38	0.39	0.39	1.65	1.62	1.61	1.61
2140	Colonia Zaragoza	-115.531	32.61	8	24.49	0.43	0.38	0.39	0.40	1.57	1.62	1.61	1.60
2141	Compuerta benassini	-115.111	32.57	20	31.56	0.34	0.38	0.38	0.39	1.66	1.62	1.62	1.61
2144	Ensenada blanca	-113.864	28.411	10	27.86	0.36	0.37	0.37	0.36	1.64	1.63	1.63	1.64
2145	Rancho Williams	-114.878	32.624	29	32.13	0.34	0.40	0.39	0.41	1.66	1.60	1.61	1.59
2146	Colonia san pedro mártir	-115.204	31.038	416	30.12	0.34	0.39	0.37	0.38	1.66	1.61	1.63	1.62
2151	Agua de chale	-114.75	30.638	5	27.39	0.37	0.40	0.42	0.40	1.63	1.60	1.59	1.60
2152	Ejido j. maría del pino	-116.068	32.373	1380	20.38	0.33	0.36	0.36	0.35	1.67	1.64	1.64	1.65
2153	Ejido Uruapan	-116.455	31.619	195	26.08	0.32	0.36	0.34	0.34	1.68	1.64	1.66	1.66
2154	Colonia zacatecas	-115.059	32.06	12	31.4	0.34	0.39	0.39	0.40	1.66	1.61	1.61	1.60

**Tabla 5.27 .- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas mínimas en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Altitud en msnm	Temperatura mínima promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2001	Agua caliente	-116.454	32.107	400	10.52	0.31	0.35	0.37	0.36	1.69	1.65	1.63	1.64
2002	Bahía de los ángeles	-113.556	28.604	4	16.8	0.33	0.38	0.41	0.41	1.67	1.62	1.59	1.59
2003	Bataquez	-115.069	32.551	23	14.1	0.33	0.37	0.39	0.40	1.67	1.63	1.61	1.60
2004	Ignacio Zaragoza	-116.486	32.195	540	7.2	0.32	0.34	0.37	0.36	1.68	1.66	1.64	1.64
2005	Boquilla santa rosa de l	-116.777	32.022	250	9.1	0.31	0.33	0.33	0.32	1.70	1.67	1.67	1.68
2006	Chapala	-114.364	29.488	660	8.39	0.32	0.35	0.36	0.35	1.68	1.65	1.64	1.65
2008	Colonia guerrero	-115.983	30.717	30	10.09	0.29	0.31	0.32	0.33	1.71	1.69	1.68	1.67
2009	Colonia Juárez	-115.016	32.299	17	11.77	0.32	0.35	0.37	0.40	1.68	1.65	1.63	1.60
2011	Delta	-115.189	32.353	12	14	0.34	0.36	0.38	0.39	1.66	1.64	1.62	1.61
2012	Ejido j. María Morelos	-114.026	28.3	20	11.73	0.30	0.32	0.34	0.35	1.70	1.68	1.66	1.65
2014	El álamo	-116.054	31.593	1115	5.38	0.31	0.33	0.35	0.36	1.69	1.67	1.65	1.64
2015	El arco	-113.396	28.029	288	12.94	0.31	0.36	0.37	0.36	1.69	1.64	1.63	1.64
2016	El barril	-112.878	28.302	50	17.52	0.33	0.36	0.37	0.38	1.67	1.64	1.63	1.62
2019	El compadre	-116.254	32.338	1110	11.6	0.33	0.30	0.31	0.31	1.67	1.70	1.69	1.69
2020	El mayor	-115.278	32.127	15	12.26	0.34	0.38	0.40	0.40	1.66	1.62	1.60	1.60
2021	El Pinal	-116.292	32.183	1320	4.83	0.34	0.39	0.35	0.36	1.66	1.61	1.65	1.64
2022	El rosario	-115.723	30.059	40	11.73	0.31	0.35	0.34	0.32	1.69	1.65	1.66	1.68
2023	El socorro	-115.821	30.321	26	10.84	0.32	0.35	0.35	0.34	1.68	1.65	1.65	1.66
2024	El testerazo	-116.534	32.296	380	8.27	0.33	0.35	0.34	0.35	1.67	1.65	1.66	1.65
2027	Isla cedros	-115.175	28.135	3	16.91	0.34	0.41	0.42	0.43	1.66	1.59	1.58	1.57
2029	La providencia	-116.157	30.969	40	8.53	0.33	0.36	0.36	0.37	1.67	1.64	1.64	1.63
2030	La puerta	-116.678	32.544	480	7.94	0.30	0.33	0.35	0.34	1.70	1.67	1.65	1.66
2031	La rumorosa	-116.046	32.549	1232	8.12	0.35	0.33	0.35	0.35	1.65	1.67	1.65	1.65
2032	Las escobas	-115.938	30.579	30	9.69	0.31	0.35	0.36	0.35	1.69	1.65	1.64	1.65
2033	Mexicali (dge)	-115.468	32.663	3	14.94	0.35	0.38	0.39	0.41	1.65	1.62	1.61	1.59
2034	Mexicali (smn)	-115.467	32.55	3	13.01	0.31	0.35	0.38	0.39	1.69	1.65	1.62	1.61
2035	Ojos negros	-116.265	31.912	680	5.45	0.31	0.33	0.36	0.35	1.69	1.67	1.64	1.65

**Tabla 5.27 (continuación) .- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas mínimas en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Altitud en msnm	Temperatura mínima promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2036	Olivares mexicanos	-116.681	32.049	340	8.14	0.31	0.34	0.35	0.35	1.69	1.66	1.65	1.65
2037	Presa Morelos	-114.729	32.715	40	14.18	0.38	0.39	0.39	0.49	1.62	1.61	1.61	1.51
2038	Presa rodríguez	-116.908	32.447	120	11.65	0.31	0.34	0.35	0.40	1.69	1.66	1.65	1.60
2039	Punta prieta	-114.146	29.158	325	10.69	0.29	0.32	0.33	0.34	1.71	1.68	1.67	1.66
2040	Rancho alegre	-113.755	28.229	120	10.78	0.29	0.32	0.33	0.34	1.71	1.68	1.67	1.66
2041	Nuevo rosarito	-114.017	28.634	20	10.59	0.30	0.34	0.33	0.33	1.70	1.66	1.67	1.67
2043	San Agustín	-114.967	29.938	552	8.41	0.30	0.33	0.33	0.33	1.70	1.67	1.67	1.67
2044	San Borja	-113.753	28.735	445	11.97	0.31	0.34	0.34	0.34	1.69	1.66	1.66	1.66
2045	San Carlos	-116.464	31.785	164	10.83	0.33	0.35	0.37	0.35	1.67	1.65	1.63	1.65
2046	San Felipe	-114.835	31.028	10	15.57	0.31	0.35	0.37	0.37	1.69	1.65	1.63	1.63
2049	San juan de dios del norte	-116.165	32.132	1280	4.41	0.33	0.34	0.33	0.32	1.67	1.66	1.67	1.68
2050	San juan de dios del sur	-115.137	30.184	600	9.25	0.36	0.35	0.34	0.35	1.64	1.65	1.66	1.65
2051	San Luis baja california	-114.711	29.727	480	11.12	0.32	0.35	0.36	0.35	1.68	1.65	1.64	1.65
2053	San miguel	-113.95	28.583	440	10.45	0.34	0.35	0.35	0.33	1.66	1.65	1.65	1.67
2055	San Telmo	-116.1	30.95	60	8.85	0.30	0.30	0.34	0.31	1.70	1.70	1.66	1.69
2056	San Vicente	-116.248	31.329	110	9	0.31	0.32	0.34	0.34	1.70	1.68	1.66	1.66
2057	Santa Catarina norte	-115.824	31.657	1150	7	0.33	0.34	0.34	0.34	1.67	1.66	1.66	1.66
2058	Santa Catarina sur	-115.13	29.722	317	9.93	0.29	0.33	0.32	0.32	1.71	1.67	1.68	1.68
2059	Santa clara	-115.286	31.081	410	9.08	0.33	0.34	0.36	0.37	1.67	1.66	1.64	1.63
2060	Santa cruz	-115.628	30.879	980	12.07	0.30	0.32	0.34	0.34	1.70	1.68	1.66	1.66
2061	Santa Gertrudis	-113.092	28.075	400	11.33	0.31	0.35	0.34	0.34	1.69	1.65	1.66	1.66
2063	Santa maría del mar	-115.888	30.402	28	9.62	0.32	0.34	0.34	0.34	1.68	1.66	1.66	1.66
2064	Santo domingo	-116.377	31.633	250	11.8	0.34	0.38	0.39	0.39	1.66	1.62	1.61	1.61
2065	Santo tomas	-116.406	31.792	180	8.56	0.34	0.34	0.35	0.36	1.67	1.66	1.65	1.64
2068	Tijuana	-117.042	32.525	20	11.54	0.32	0.36	0.37	0.38	1.68	1.64	1.63	1.62
2069	Valle de las palmas	-116.654	32.37	280	8.56	0.29	0.32	0.33	0.32	1.71	1.68	1.67	1.68
2070	Valle redondo	-116.756	32.518	242	10	0.34	0.35	0.36	0.35	1.66	1.65	1.64	1.65

**Tabla 5.27 (continuación) .- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas mínimas en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Altitud en msnm	Temperatura mínima promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2071	Colonia valle de la trinidad	-115.696	31.356	740	5	0.33	0.34	0.35	0.35	1.67	1.66	1.65	1.65
2072	Presa Emilio López Zamora	-115.597	31.896	43	11.62	0.30	0.34	0.36	0.35	1.70	1.66	1.64	1.65
2079	El alamar	-116.204	31.836	710	10.69	0.30	0.35	0.36	0.36	1.70	1.65	1.64	1.64
2084	El progreso	-115.191	29.968	517	10.29	0.31	0.34	0.36	0.36	1.69	1.66	1.64	1.64
2085	San Regis	-113.755	28.597	495	10.81	0.32	0.35	0.36	0.34	1.68	1.65	1.64	1.66
2086	Ejido jacume	-116.192	32.591	860	5.69	0.34	0.35	0.36	0.36	1.67	1.65	1.64	1.64
2088	Ejido héroes de la Independencia	-115.938	31.61	1000	6.65	0.33	0.35	0.35	0.34	1.67	1.65	1.65	1.66
2089	Ejido Emilio López Zamora	-116.168	31.104	180	10.19	0.34	0.38	0.35	0.36	1.66	1.62	1.65	1.64
2091	Ejido Ignacio López ray	-116.264	31.288	170	7.42	0.33	0.34	0.35	0.35	1.68	1.66	1.65	1.65
2092	Ejido san Matías	-115.544	31.331	968	8.15	0.32	0.32	0.35	0.35	1.68	1.68	1.65	1.65
2093	Ejido valle de la trinidad	-115.749	32.356	780	5.02	0.32	0.33	0.34	0.34	1.68	1.67	1.66	1.66
2096	La calentura	-116.037	31.27	210	9.6	0.32	0.34	0.36	0.35	1.68	1.66	1.64	1.65
2099	Rancho los algodones	-115.175	30.781	460	12.56	0.34	0.38	0.38	0.56	1.66	1.62	1.62	1.44
2101	El centinela	-115.742	32.575	50	16.9	0.37	0.41	0.40	0.40	1.63	1.59	1.60	1.60
2102	La ventana	-115.054	31.44	16	15.45	0.36	0.42	0.41	0.41	1.64	1.58	1.59	1.59
2104	El ciprés	-116.588	31.79	8	12.39	0.33	0.38	0.38	0.38	1.67	1.62	1.62	1.62
2106	Manadero	-116.573	31.696	50	11.8	0.33	0.36	0.37	0.36	1.67	1.64	1.63	1.64
2107	Percebu	-114.779	30.886	4	14.22	0.37	0.41	0.40	0.39	1.63	1.59	1.60	1.61
2108	Punta banda	-116.666	31.714	15	11.4	0.33	0.37	0.38	0.37	1.67	1.63	1.62	1.63
2109	Santa rosanita	-114.237	28.668	8	12.1	0.33	0.35	0.36	0.35	1.67	1.65	1.64	1.65
2110	Guayaquil	-115.097	29.967	530	10	0.31	0.32	0.34	0.29	1.69	1.68	1.66	1.71
2111	Ejido nueva baja california	-115.931	30.517	17	10.49	0.34	0.38	0.43	0.41	1.66	1.62	1.57	1.59
2114	Ejido Carmen Serdán	-116.584	32.244	560	7.15	0.33	0.35	0.36	0.36	1.67	1.65	1.64	1.64
2118	Valle san Rafael	-116.234	31.919	721	7.48	0.36	0.38	0.38	0.38	1.65	1.62	1.62	1.62
2120	Ejido México	-116.206	31.072	75	9.13	0.35	0.37	0.38	0.37	1.66	1.63	1.62	1.63
2121	El hongo	-116.303	32.516	960	8.78	0.33	0.35	0.35	0.34	1.67	1.65	1.65	1.66

**Tabla 5.27 (continuación) .- Exponentes de Hurst y dimensiones fractales promedio para eventos de temperaturas mínimas en Baja California**

#	Estación climatológica	Longitud	Latitud	Altitud en msnm	Temperatura mínima promedio anual (°C)	Exponente de Hurst promedio				Dimensión fractal promedio			
						Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
2124	El carrizo ii	-116.684	32.491	300	10.74	0.31	0.36	0.37	0.37	1.69	1.65	1.63	1.63
2137	Colonia mariana	-115.322	32.259	9	12	0.34	0.39	0.39	0.40	1.66	1.61	1.61	1.60
2139	Colonia rodríguez	-115.036	32.419	17	11.79	0.37	0.38	0.41	0.40	1.63	1.62	1.59	1.60
2140	Colonia Zaragoza	-115.531	32.61	8	7.76	0.45	0.44	0.46	0.46	1.55	1.56	1.54	1.54
2141	Compuerta benassini	-115.111	32.57	20	13.36	0.35	0.40	0.41	0.42	1.65	1.60	1.59	1.58
2144	Ensenada blanca	-113.864	28.411	10	14.27	0.36	0.35	0.36	0.36	1.64	1.65	1.64	1.64
2145	Rancho Williams	-114.878	32.624	29	13.61	0.33	0.40	0.39	0.41	1.67	1.60	1.61	1.59
2146	Colonia san pedro mártir	-115.204	31.038	416	9.46	0.34	0.40	0.36	0.38	1.67	1.60	1.64	1.62
2151	Agua de chale	-114.75	30.638	5	17.89	0.35	0.40	0.39	0.40	1.65	1.61	1.61	1.60
2152	Ejido j. maría del pino	-116.068	32.373	1380	3.53	0.36	0.38	0.39	0.37	1.64	1.62	1.61	1.63
2153	Ejido Uruapan	-116.455	31.619	195	8.78	0.33	0.34	0.34	0.33	1.67	1.66	1.66	1.67
2154	Colonia zacatecas	-115.059	32.06	12	12.92	0.34	0.39	0.40	0.40	1.66	1.61	1.61	1.60

### 5.3.3 Mapas de análisis espacio-temporal fractal

Posterior al análisis del comportamiento de los valores del exponente de Hurst en el análisis espacio temporal realizado, se procede a realizar una comparación entre los resultados encontrados y las características climáticas y fisiográficas del estado de Baja California, con el objetivo de detectar patrones o relaciones entre las mismas.

Primeramente se procede a analizar el comportamiento de la precipitación, encontrando que el exponente de Hurst puede ser asociado con las condiciones climáticas de la región analizada, es decir, climas con régimen de precipitaciones durante el invierno (BSks, Cs, BWks y BWhs) obtienen los valores más bajos, los cuales se encuentran entre 0.4 y 0.6, correspondientes a un comportamiento antipersistente y persistente. Comparado con otras investigaciones, los resultados obtenidos son similares a los de Galván y Gutiérrez (2006) en Australia, con un clima BWhs y valores del exponente de Hurst de 0.4 a 0.6; sin embargo también difieren de los resultados obtenidos por Yuval y Broday (2010) en Israel con clima BWhs y valores de 0.7; además Zhou (2005) en Botsuana con un clima BWhs y valores de 0.55 a 0.92. Para climas con precipitaciones durante todo el año (BWk (x'), BW (h') (x'), BWk (x') y BSok (x')), los valores del exponente de Hurst obtenidos se encuentran entre 0.56 y 0.80, implicando que existe un comportamiento persistente; lo cual es similar al resultado obtenido por Rehman (2009) en Arabia Saudita con un clima BWk(x') y valores de 0.59 a 0.71.

Debido a que los climas con precipitaciones durante todo el año predominan en Baja California, la mayoría de los eventos de precipitación registrados presentan un comportamiento persistente en el tiempo. Regiones que presentan condiciones áridas o semiáridas con precipitaciones durante todo el año BWk(x') y condiciones muy áridas y cálidas con el mismo régimen de precipitaciones BW(h')(x') cubren Baja California de manera paralela de norte a sur, mostrando una alta variabilidad en sus valores del exponente de Hurst. La región delimitada por las coordenadas geográficas (32.716N, 114.719O) y (29.943N, 114.98O) presenta valores que oscilan entre 0.62 y 0.88, indicando comportamiento persistente. Mientras que la región delimitada por (29.943N, 114.963O) y (28.743N, 113.745O) para los climas en consideración, los valores oscilan entre 0.5 y 0.58, donde la tendencia es a presentar un comportamiento aleatorio o Browniano. Un comportamiento antipersistente en la serie de precipitación puede dificultar la predicción de un nuevo evento. La distribución de épocas del año que no presentan precipitaciones significativas puede ser la causa principal por el comportamiento antipersistente de la serie (Velasquez et al, 2013).

Posteriormente se realiza la comparación con el mapa de precipitación promedio anual (figura 5.3), de donde se observa que los valores de exponente de Hurst más bajos, se encuentran localizados en la región Noroeste de Baja California, lo cual coincide con la región que presenta las precipitaciones promedio anual más elevadas del estado. Consecuentemente, regiones con las precipitaciones promedio anual más bajas del estado, presentan los valores más bajos de exponente de Hurst para eventos de precipitación registrados. Lo cual indica que existe una relación inversa entre el exponente de Hurst y la precipitación promedio anual. De igual manera se realiza la comparación entre exponentes de Hurst (figura 5.15 y 5.16) con el mapa de altitudes de Baja California (figura 5.7), mostrando que las regiones con las mayores altitudes sobre el nivel del mar presentan los valores del exponente de Hurst más bajos, lo cual coincide con las regiones que presentan menores precipitaciones promedio anual (la relación altitud-precipitación promedio anual se discutió previamente). Esto indica que también existe una relación inversa entre el exponente de Hurst de series de precipitación registrada en una región y la altitud de la misma.

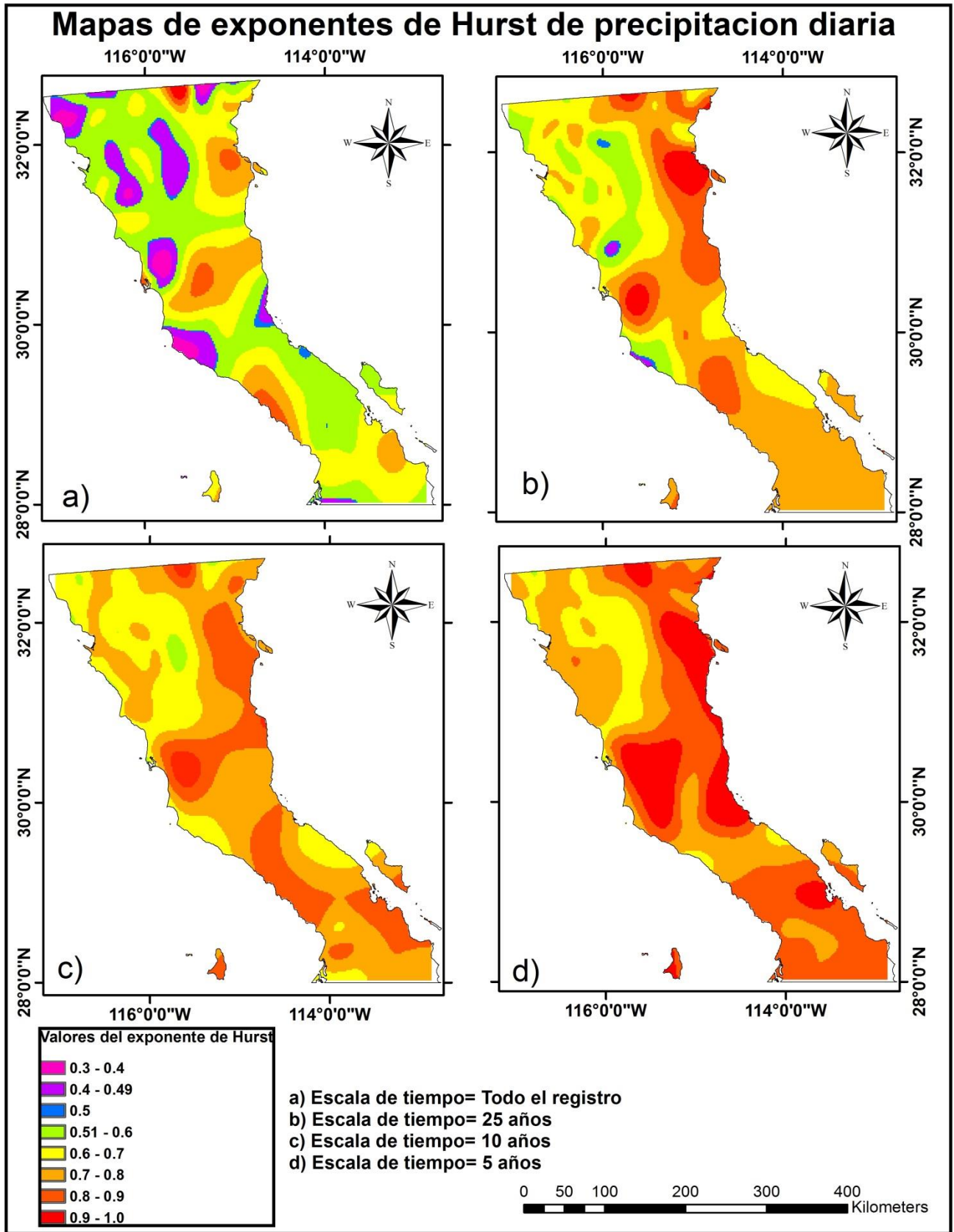


Figura 5.15.- Mapas de interpolación de exponentes de Hurst para eventos de precipitación diaria

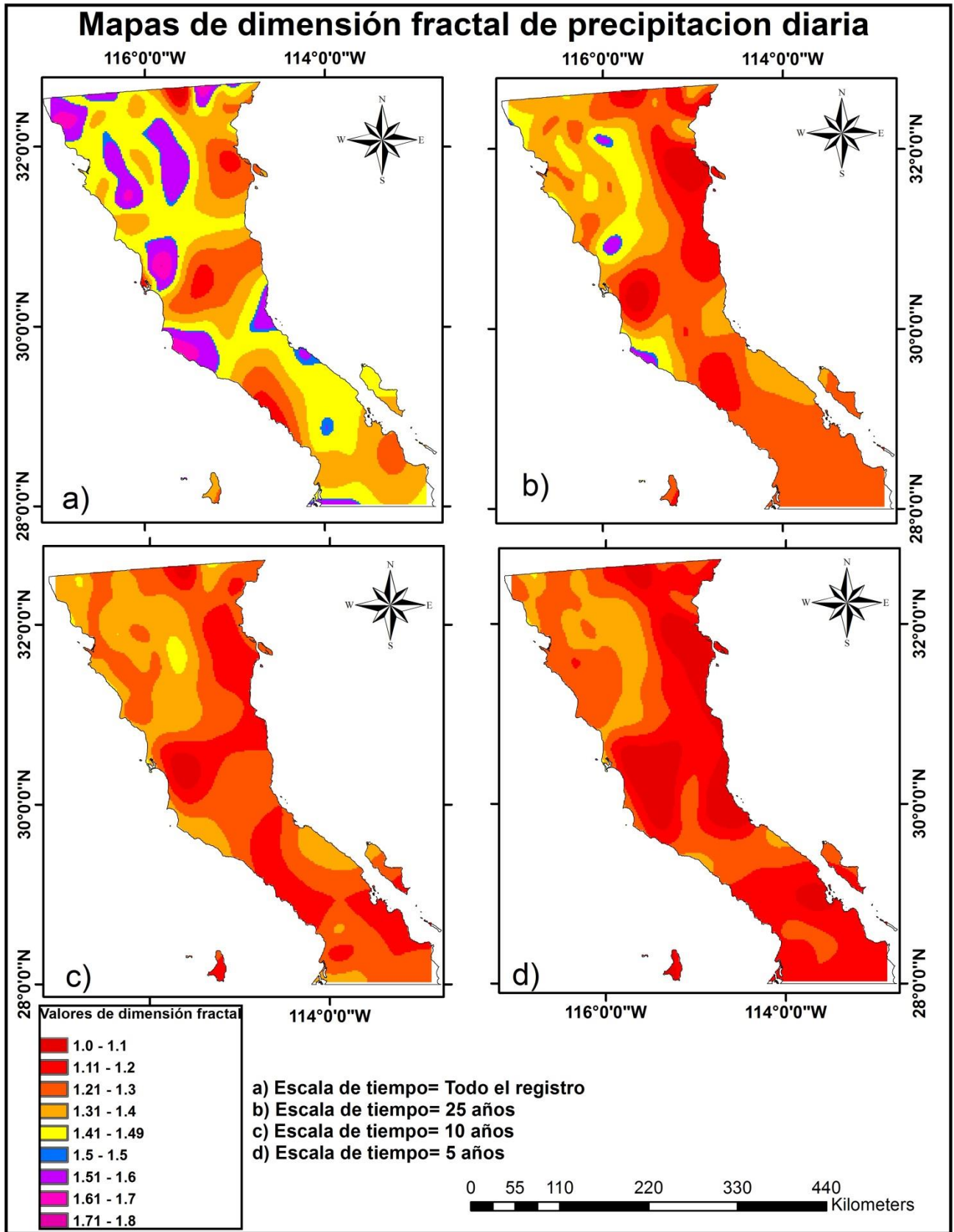


Figura 5.16.- Mapas de interpolación de dimensiones fractales para eventos de precipitación diaria

Se procede a analizar la relación entre valores del exponente de Hurst de serie de tiempo de temperatura promedio registrada con respecto a variables climáticas y fisiográficas pertinentes.

Primeramente se realiza la comparación entre la distribución climática de Baja California (figura 5.2) y el comportamiento fractal de la temperatura promedio (figuras 5.17 y 5.18), de donde se detecta que las regiones que presentan condiciones climáticas cálidas, tienden a presentar los valores del exponente de Hurst más elevados del estado, tal es el caso de climas tipo  $BW(h^{\wedge})(x^{\wedge})$  y  $BWh(x^{\wedge})$ ; mientras que regiones con condiciones templadas o semifrías, tienden a presentar los valores de exponente de Hurst más bajos para series de temperatura promedio, tales como los climas  $Cs$ ,  $Cb's$ ,  $BSks$ ,  $BWks$ ,  $BWk(x^{\wedge})$  y  $BSok(x^{\wedge})$ . Condiciones climáticas  $BWks$  presentan valores ligeramente mayores a los que se presentan en condiciones climáticas templadas o semifrías. Por lo tanto puede decirse que existe una relación entre las condiciones climáticas de una región, y el comportamiento de la serie de tiempo de temperatura promedio, principalmente puede afirmarse que condiciones climáticas templadas o semifrías tienden a presentar valores del exponente de Hurst bajos en comparación con regiones cálidas.

Al comparar las características del mapa de exponentes de Hurst (figura 5.17) y dimensión fractal (5.18) con el mapa de altitud (figura 5.7), puede observarse que las regiones con la mayor altitud (región Noroeste y central de Baja California) tienden a presentar los valores del exponente de Hurst más bajos, oscilando entre 0.3 y 0.35, indicando el comportamiento antipersistente más fuerte del estado. La región Noreste de Baja California, la cual se encuentra localizada en la altitud más baja del estado, presenta los valores más elevados del exponente de Hurst, oscilando entre 0.4 y 0.45, por lo que se encuentra una relación inversa entre los exponentes de Hurst de temperatura promedio registrado y la altitud de la región estudiada. A pesar de que como se mencionó, a escalas temporales menores se comienzan a incrementar los valores del exponente de Hurst, se mantiene un comportamiento en el cual las regiones con mayor altitud mantienen los valores más bajos de exponente de Hurst para temperatura promedio registrada. Tal es el caso de dos estaciones que se toman como ejemplo, la estación Colonia Guerrero y la estación San Juan de Dios Norte, las cuales se encuentran localizadas a altitudes de 30 y 1280 msnm respectivamente. La estación Colonia Guerrero presenta un valor del exponente de Hurst para temperatura promedio de 0.42, mientras que San Juan de Dios Norte presenta un valor de 0.3, por lo que es notable la diferencia entre valores al considerar altitudes diferentes en el análisis.

Finalmente se realiza la comparación entre la temperatura promedio anual (figura 5.4) y el comportamiento del exponente de Hurst y dimensión fractal de la temperatura promedio (figuras 5.17 y 5.18 respectivamente). Puede observarse que la región Noroeste de Baja California presenta las temperaturas promedio anuales más bajas, mientras que las temperaturas promedio más elevadas registradas anualmente se encuentran en la región Este y Sur del estado. Cuando se realiza la comparación con el comportamiento del exponente de Hurst de la temperatura promedio, puede notarse que las regiones con temperaturas más bajas (Noroeste) tiende a presentar los valores del exponente de Hurst más bajos del estado; asimismo, la región con temperaturas más elevadas (Sur y Norte) tiende a presentar valores superiores del exponente de Hurst, incluso llegando a valores cercanos a 0.5 en el caso de la consideración de escala temporal de 5 años (figura 5.52d). Esto implica que existe una relación directamente proporcional la temperatura promedio anual registrada y el valor del exponente de Hurst de series de tiempo de temperatura promedio registradas en una región de Baja California.

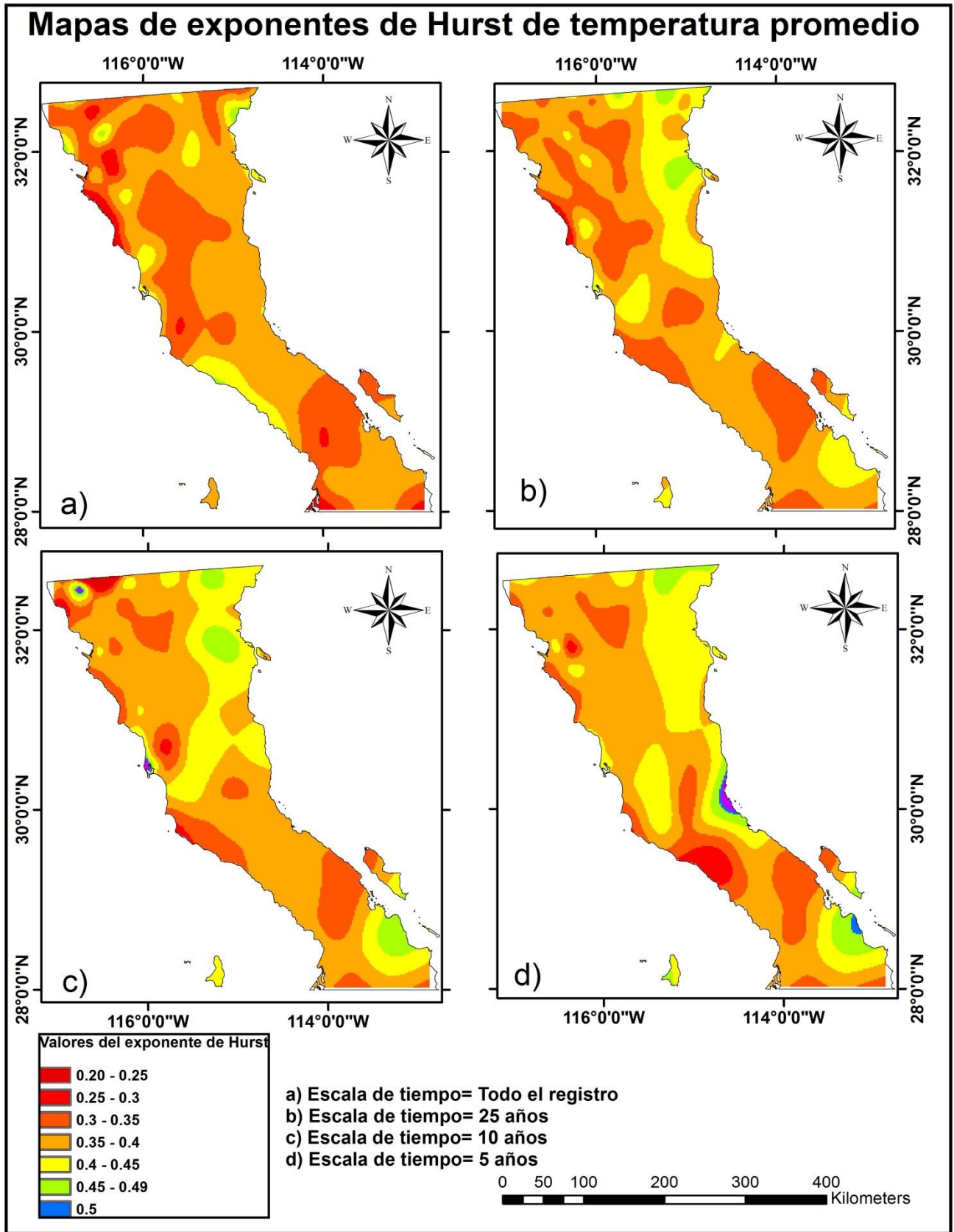


Figura 5.17.- Mapas de interpolación de exponentes de Hurst para eventos de temperatura promedio

# Mapas de dimensión fractal de temperatura promedio

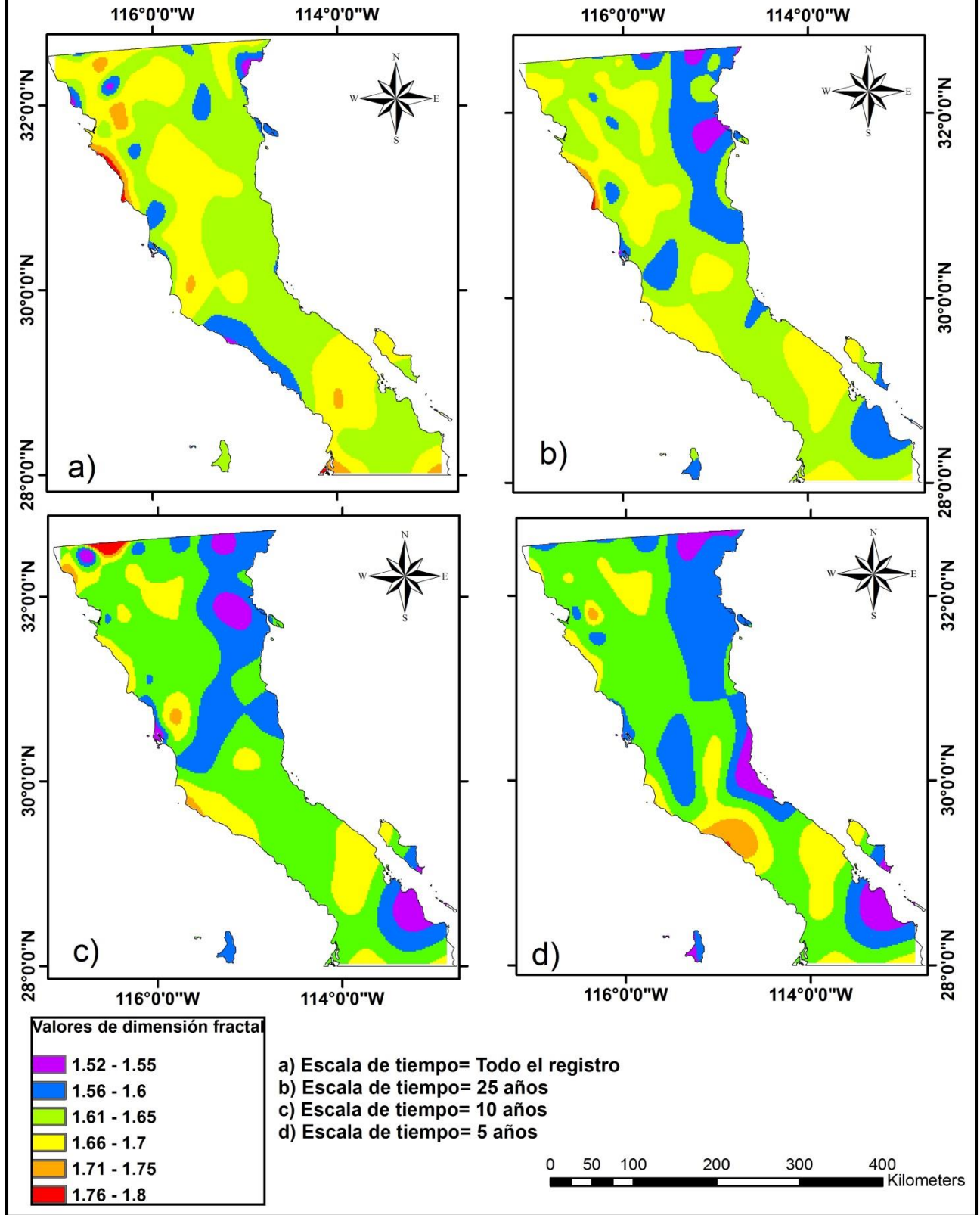


Figura 5.18.- Mapas de interpolación de dimensiones fractales para eventos de temperatura promedio

A continuación se analiza el comportamiento de la temperatura máxima mediante el uso de los mapas de exponente de Hurst (figura 5.19), dimensión fractal (figura 5.20), distribución climatológica (figura 5.2), temperatura máxima anual (figura 5.5) y altitud (figura 5.7).

Primeramente se comparan los valores del exponente de Hurst y dimensión fractal (figuras 5.19 y 5.20) con la distribución climatológica de Baja California (figura 5.2). Puede observarse que la región Noreste y central de Baja California presenta los valores del exponente de Hurst más elevados cercanos a 0.35 a 0.45; mientras que la región Oeste presenta los valores más bajos del exponente de Hurst cercanos a 0.3. Al realizar la comparación con la distribución climatológica, se puede observar que los climas muy áridos (BWh(x'), BW(h')(x'), BWk(x') y BWks) son los que tienden a presentar series de tiempo de temperaturas máximas con exponentes de Hurst elevados; mientras que los climas templados o semifríos (BSks, Cb's. Cs) tienden a presentar series de temperatura máxima con valores de exponente de Hurst bajos. Implicando que una condición climática muy árida usualmente es responsable de disminuir la fuerza antipersistente de una serie de tiempo; asimismo, condiciones climáticas semifrías o templadas provocan series de temperatura máxima con mayor fuerza de antipersistencia, o difíciles de predecir.

Con respecto a la comparación de comportamiento de exponente de Hurst y dimensión fractal de series temperatura máxima con respecto a la altitud de la región (figura 5.7), se presentan los valores del exponente de Hurst más elevados en regiones con altitudes bajas, cercanas al nivel del mar; mientras que las regiones con la mayor altitud presentan un comportamiento de antipersistencia más fuerte, debido a que se encuentran los valores de exponente de Hurst más bajos de todo el estado de Baja California. Esto indica que el comportamiento es similar al de la temperatura promedio, dado que los exponentes de Hurst de las series de tiempo presentan condiciones similares bajo las mismas condiciones climatológicas y fisiográficas. Por lo tanto, existe una relación inversamente proporcional entre el valor del exponente de Hurst de series de temperatura máxima y la latitud de una región.

Posteriormente se realiza la comparación entre mapas de exponente de Hurst y dimensión fractal de temperatura máxima registrada (figura 5.19 y 5.20) y el mapa de temperatura máxima anual de Baja California (figura 5.5). La región Noreste de Baja California presenta las temperaturas máximas promedio anuales más elevadas llegando a valores de 35°C, presenta los valores del exponente de Hurst más elevados del estado, aunque manteniéndose con comportamiento antipersistente. En contraste, las regiones con temperatura máxima promedio anual más baja (4 – 11°C), las cuales son principalmente la región Noroeste del estado, presenta los valores del exponente de Hurst más bajos (0.3) mostrando una alta fuerza de antipersistencia. Esto significa que existe una relación directamente proporcional entre la temperatura máxima promedio anual y los valores del exponente de Hurst de series de temperatura máxima registrada en una región.

# Mapas de exponentes de Hurst de temperatura máxima

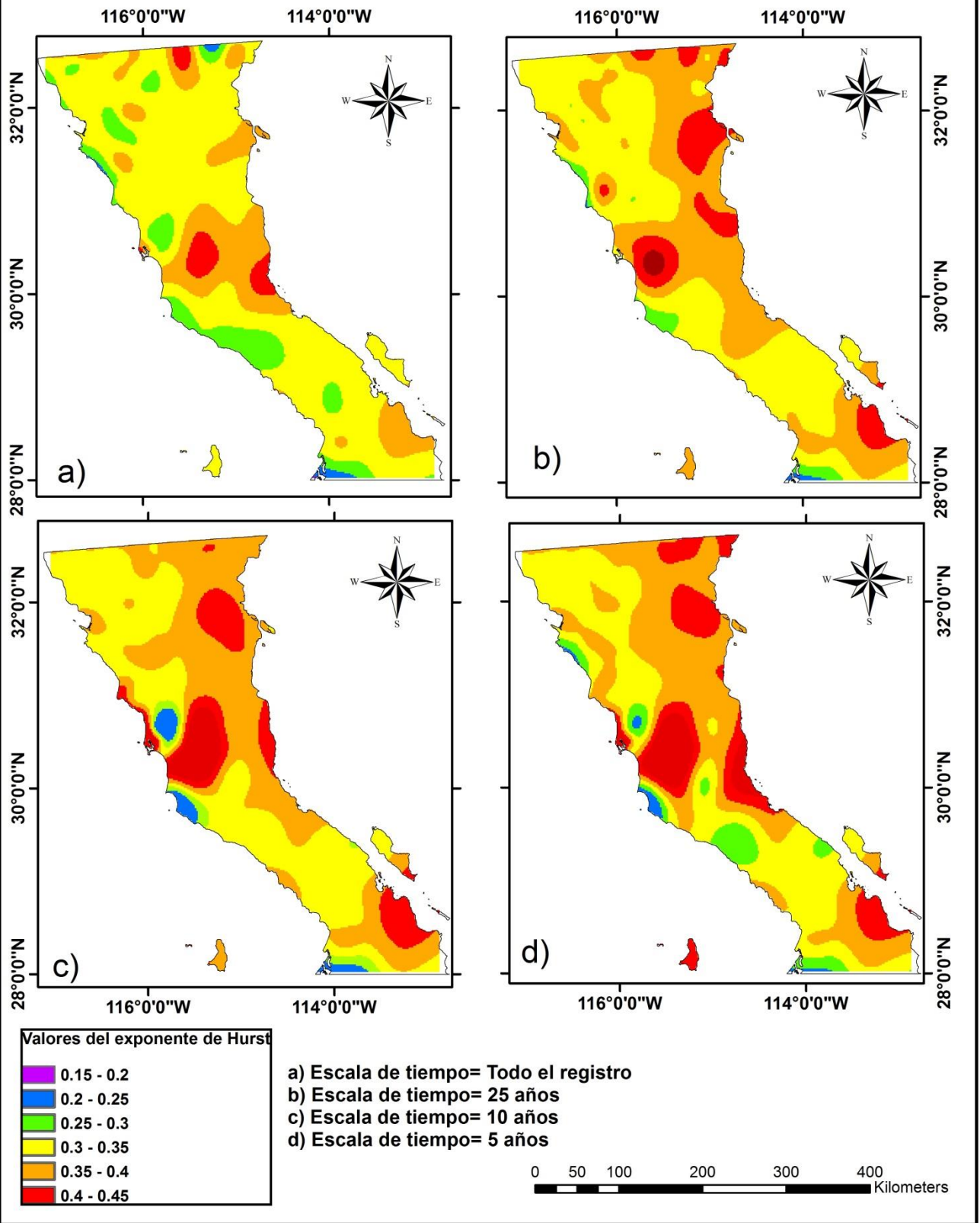


Figura 5.19.- Mapas de interpolación de exponentes de Hurst para eventos de temperatura máxima.

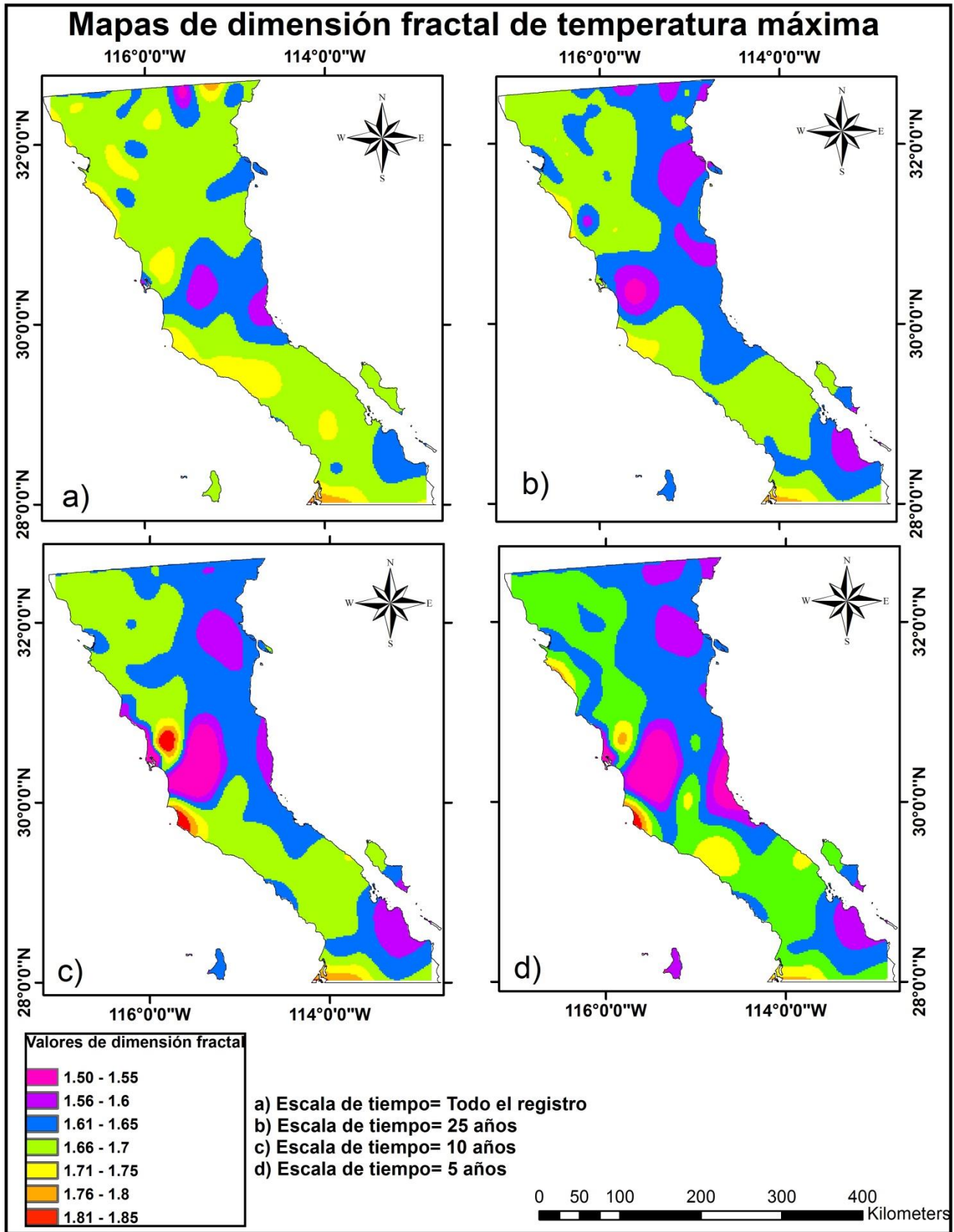


Figura 5.20.- Mapas de interpolación de dimensiones fractales para eventos de temperatura máxima

Se procede al análisis del comportamiento de series de tiempo de temperatura mínima mediante la comparación de los mapas de exponente de Hurst (figura 5.21), dimensión fractal (figura 5.22), distribución climatológica (figura 5.2), temperatura mínima promedio anual (figura 5.5) y altitud (figura 5.7).

Primeramente se realiza la comparación con las condiciones climatológicas de la figura 5.2; donde puede observarse que los valores de exponente de Hurst más elevados que se presentan en serie de tiempo de temperatura mínima se encuentran localizados en la región Noreste y una pequeña región al sur de Baja California, las cuales corresponden a climas muy áridos ( $BW(h^{\wedge})(x^{\wedge})$ ,  $BWh(x^{\wedge})$ ,  $BWk(x^{\wedge})$  y  $BWks$ ). Por otra parte, regiones que presentan condiciones climáticas templadas o semifrias ( $Cs$ ,  $Cb^{\wedge}s$  y  $BSks$ ) tienden a presentar los valores del exponente de Hurst más bajos del estado, llegando a valores de 0.3. Esto indica que regiones con condiciones climáticas muy áridas, presentan una fuerza antipersistente menor en series de tiempo de temperatura mínima registrada que la de regiones con condiciones climáticas templadas o semifrias. Además, es posible afirmar que la temperatura mínima sigue un comportamiento similar al de la temperatura promedio y la temperatura máxima.

Al tomar en consideración el comportamiento de los valores de exponente de Hurst y dimensión fractal en relación con el mapa de altitud (figura 5.7), se puede observar que los valores del exponente de Hurst más bajos (cerca de 0.25) se encuentran en las regiones Noroeste y Sur de Baja California de Norte a Sur, indicando una gran fuerza de antipersistencia. Estas regiones se encuentran localizadas a la mayor altitud de Baja California, es decir, por encima de los 1100 msnm de elevación. Además, los valores del exponente de Hurst más altos correspondientes a series de tiempo de temperatura mínima son detectados en la región Noreste y central del estado, correspondientes a altitudes cercanas al nivel del mar. Esto indica que existe una tendencia similar a la de la temperatura promedio y máxima, las cuales se comportan de manera inversamente proporcional a la altitud de la región estudiada. Además, puede observarse que a una escala temporal de 5 años, aparece una región con valores del exponente de Hurst superiores a 0.5, indicando un cambio en el comportamiento de la serie de antipersistente a persistente, localizada a una altitud de 400 msnm. Este comportamiento se puede atribuir a la consideración de escalas temporales menores que el registro completo disponible, sin embargo, la aparición de esta región, no se encuentra relacionada con la altitud de la misma.

Se procede a analizar los valores del exponente de Hurst para series de tiempo de temperatura mínima (figura 5.21) con el mapa de temperatura mínima promedio anual (figura 5.6), de donde puede detectarse que los valores del exponente de Hurst más elevados se encuentran en las regiones en donde las temperaturas mínimas promedio anual son más elevadas; mientras que los valores de exponente de Hurst más bajos se encuentran localizados en las zonas donde se encuentran los valores más bajos de temperatura mínima promedio anual. Por lo tanto se puede afirmar que los valores del exponente de Hurst para series de tiempo de temperatura mínima mantienen una relación directamente proporcional con la temperatura mínima promedio anual registrada de una región. Además, al analizar la zona que presenta valores de Hurst superiores a 0.5, o lo que es lo mismo, la zona persistente en el tiempo, se encuentra en una región donde la temperatura mínima promedio anual es elevada y mantiene una gran extensión del estado, por lo tanto, puede además atribuirse a esta situación el cambio de antipersistencia a persistencia, aunado al hecho de que como se ha comprobado hasta este punto de la investigación, mientras menor sea la escala temporal considerada en el análisis de la serie de tiempo, tienden a incrementarse los valores del exponente de Hurst.

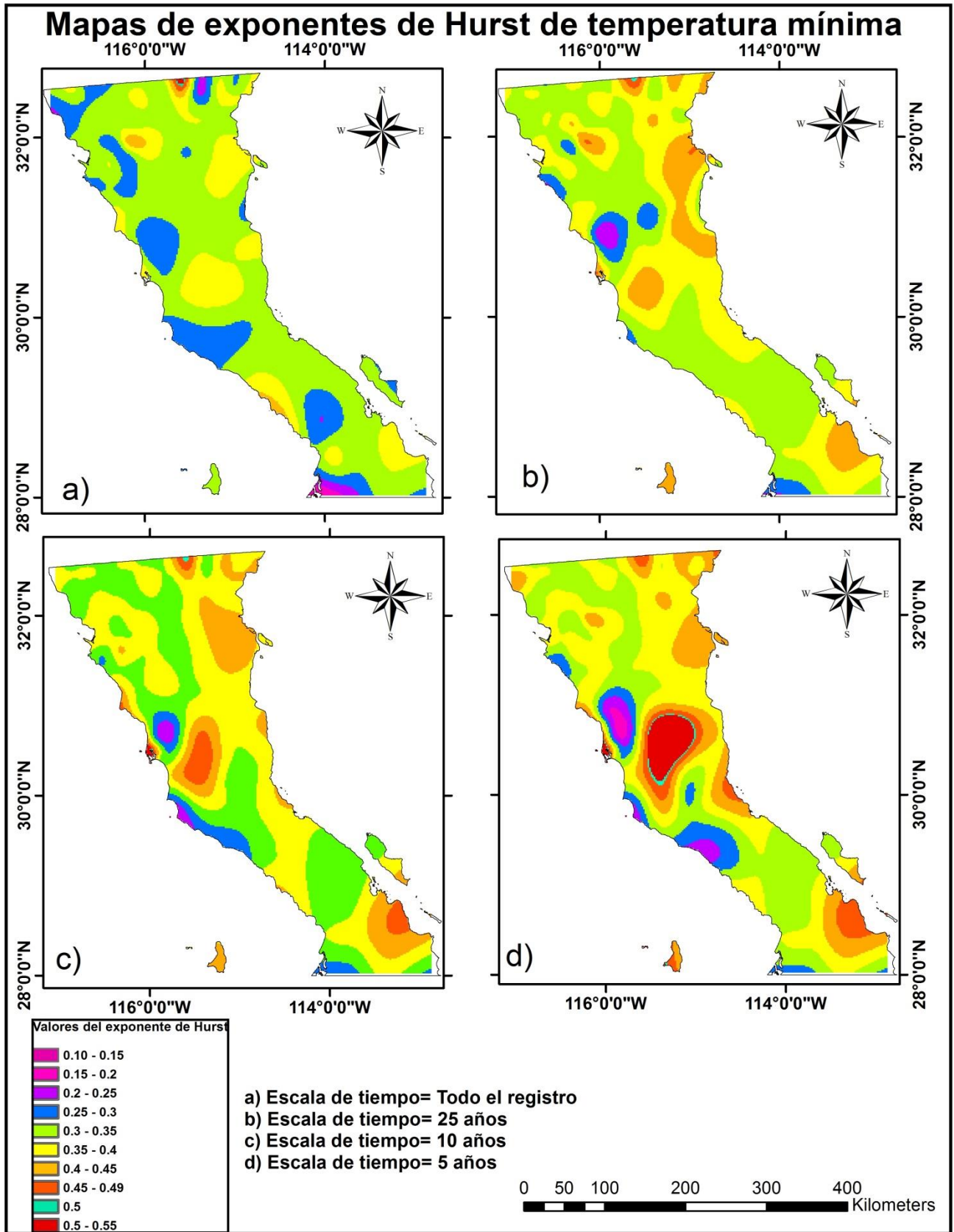


Figura 5.21.- Mapas de interpolación de exponentes de Hurst para eventos de temperatura mínima.

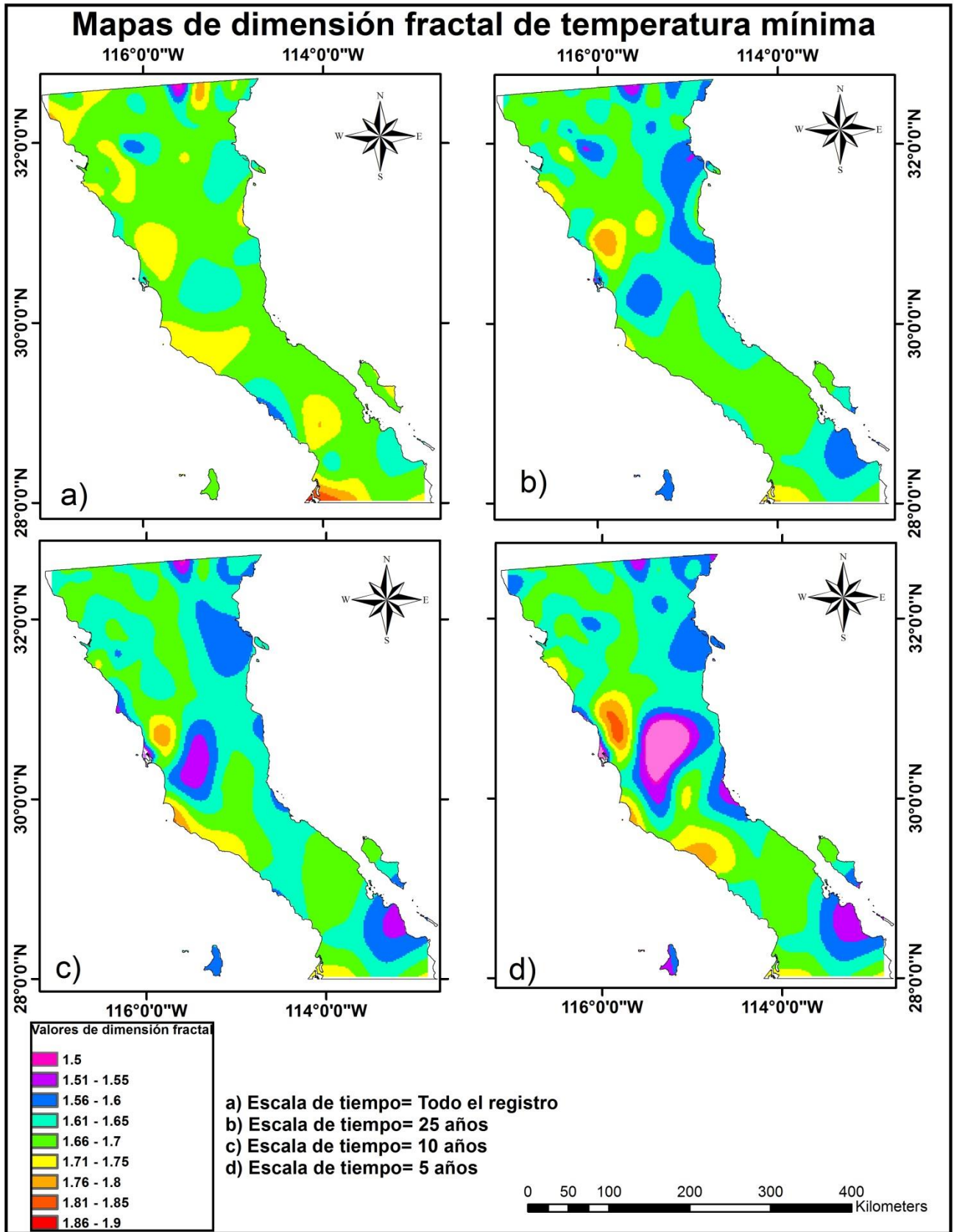


Figura 5.22.- Mapas de interpolación de dimensiones fractales para eventos de temperatura mínima

Después de analizar el comportamiento de las series precipitación, temperatura promedio, temperatura máxima y temperatura anual; se han encontrado algunos patrones de comportamiento que se conservan para todas las escalas temporales analizadas.

Se ha encontrado que las series de precipitación en el estado de Baja California, tienden a presentar los valores más bajos del exponente de Hurst cuando son registradas en condiciones climáticas que presentan régimen de precipitación solo durante el invierno, la mayor precipitación anual promedio y la mayor altitud del estado. En consecuencia condiciones de precipitación promedio anual baja y con ocurrencia durante todo el año tienden a presentar los valores del exponente de Hurst más elevados del estado. Además, las series de precipitación del estado de Baja California presentan persistencia en el tiempo, por lo tanto implica que no poseen estacionariedad en el tiempo, debido a que sus valores de media y varianza varían. Se presenta también una situación que no ha sido analizada por las investigaciones consultadas en el desarrollo de esta investigación. El fenómeno consiste en que cuando se analiza la serie de tiempo utilizando escalas temporales menores al registro completo disponible, se incrementan los valores del exponente de Hurst en todos los casos para todas las variables. Esto provoca que en algunas series de tiempo analizadas, ocurra un cambio de comportamiento de antipersistencia a persistencia en el tiempo, debido a que el valor del exponente de Hurst pasa de ser menor a 0.5 a ser superior al mismo. El motivo detrás de este comportamiento es explicado por el siguiente razonamiento: Cuando una serie de tiempo considerando el registro completo de datos es analizada muestra un comportamiento antipersistente, es decir, una memoria a muy corto plazo, se presentan cambios súbitos de incrementos o decrementos, los cuales generan valores del exponente de Hurst menores a 0.5. Sin embargo, cuando se consideran escalas de tiempo menores para el análisis, existe una alta probabilidad de delimitar un segmento de la serie de tiempo que no presente un cambio súbito (incremento o decremento), lo cual correspondería a un comportamiento persistente y de tal manera se obtendría un valor del exponente de Hurst superior a 0.5.

Un efecto similar al anteriormente descrito ocurre para la temperatura mínima a una escala temporal de 5 años, donde se presenta el cambio de comportamiento antipersistente a persistente; ahora bien, aunque no se presenten cambios de este tipo en otras regiones del estado, si se incrementan los valores del exponente de Hurst al considerar escalas temporales menores, lo cual indica que se delimitan secciones de la serie de tiempo que mantienen una tendencia por periodos cortos de tiempo, pero alcanza a ser atrapada por la escala temporal utilizada.

Referente al análisis de temperaturas en general, las tres variables (temperatura promedio, máxima y mínima) presentan un comportamiento similar bajo las mismas condiciones climáticas y fisiográficas. En condiciones cálidas o áridas, los exponentes de Hurst de series de temperatura tienden a ser más elevados que aquellos de series registradas en condiciones templadas o semifrias. Además, mientras mayor sea la temperatura anual de la región (promedio, máxima o mínima), mayores serán los exponentes de Hurst de las series de tiempo de temperatura registradas de la misma. Finalmente, los valores del exponente de Hurst de las series de temperatura mantienen una relación inversamente proporcional con la altitud de la región estudiada.

Una de las características que poseen en común la variable precipitación y la temperatura (promedio, máxima y mínima) es el hecho de que a menor altitud, los valores del exponente de Hurst para sus series temporales se incrementan. En consecuencia, dado que la altitud y la temperatura mantienen una relación inversamente proporcional, mayores temperaturas indican valores de exponente de Hurst más elevados.

## 5.4 Análisis de correlación de variables climáticas, fisiográficas y fractales

Después de obtener un análisis de exponentes de Hurst y su relación con las condiciones climáticas y fisiográficas de Baja California, se procede a un análisis de correlación que permita encontrar el mejor ajuste posible para el comportamiento de los exponentes de Hurst obtenidos para series de tiempo de precipitación y temperatura en relación con la precipitación promedio, temperatura promedio y altitud. Este análisis considera ajustes del tipo lineal, potencial, logarítmico, polinomial de segundo grado, polinomial de tercer grado y un análisis de correlación lineal múltiple. Para lograr analizar la relación entre las variables de interés, se genera una serie de tablas en las cuales se registran los coeficientes de determinación y de correlación para todos los ajustes planteados.

Primeramente se analizan los coeficientes de determinación del ajuste lineal; para lo cual se considera la relación entre exponentes de Hurst de precipitación-exponentes de Hurst de temperatura promedio, exponentes de Hurst de precipitación-altitud, así como exponentes de Hurst de temperatura promedio-altitud, para diversas zonas delimitadas por coordenadas geográficas (tabla 5.28). Puede observarse que los coeficientes de determinación más elevados son obtenidos al considerar escalas temporales de 10 y 5 años; esto puede ser debido al hecho de que considerar una escala de tiempo igual al registro completo puede estar influenciada por eventos atípicos que ocurren, así mismo, una escala de tiempo de 5 años, puede ser un periodo de tiempo demasiado corto como para que exista una relación fuerte entre la variables analizadas. Con respecto al análisis de altitud con los exponentes de Hurst de precipitación y temperatura, los coeficientes de determinación más altos son obtenidos al considerar escalas de tiempo de 10 y 5 años.

Los coeficientes de determinación más elevados son obtenidos al considerar las secciones de manera latitudinal (ejemplo: 31°00'00" a 30°30'00") en contraste con secciones de manera longitudinal (115°00'00" a 114°30'00"). Esto puede deberse a que como se mencionó antes, las condiciones climáticas tienen una fuerte influencia sobre el comportamiento de las series de tiempo; dado que la distribución climática de Baja California tiende a ser más uniforme entre líneas latitudinales (presenta menos climas considerados) esto provoca que los exponentes de Hurst no presenten tanta variabilidad como en el caso de un análisis de secciones entre líneas longitudinales, en el cual existen diversos tipos de clima que provocan alta variabilidad en los exponentes de Hurst obtenidos para las series de tiempo. Además, al visualizar la clasificación de Köppen, puede observarse que usualmente los climas se encuentran en función de la localización de la región con respecto al ecuador, por lo tanto una sección entre líneas longitudinales presenta mayor clasificación climática y por ende menor fuerza de correlación.

Al analizar los valores del coeficiente de correlación para exponentes de Hurst de precipitación-exponentes de Hurst de temperatura, exponentes de Hurst de precipitación- altitud y exponente de Hurst de temperatura-altitud; puede verse que: la relación de exponentes de Hurst precipitación-exponentes de Hurst temperatura presenta los valores de coeficiente de correlación más elevados en secciones latitudinales siempre; mientras que la relación exponentes de Hurst de precipitación- altitud muestra valores superiores en secciones latitudinales solo para el registro completo, escalas menores de tiempo muestran valores de coeficiente de correlación mayores en secciones longitudinales; caso contrario a la relación exponentes de Hurst de temperatura-altitud, en donde los coeficientes de determinación son mayores de forma longitudinal al considerar el registro completo, mientras que escalas menores de tiempo muestran mayores valores de forma latitudinal.

De esta forma, el coeficiente de determinación es más elevado al considerar secciones latitudinales en la relación exponentes de Hurst precipitación-exponentes de Hurst temperatura, sin importar la escala temporal que se seleccione. Mientras que la relación altitud-exponentes de Hurst de precipitación actúa de forma inversa con respecto a la relación altitud-exponentes de Hurst temperatura. Lo cual puede deberse a la relación inversa que mantienen la precipitación y la temperatura en el comportamiento climático.

De la tabla 5.29, puede notarse que al considerar los valores de latitud y longitud como variables en el análisis de correlación, así como los valores del exponente de Hurst, se observa que los coeficientes de determinación son superiores en el análisis con longitudes, lo cual está en contra del análisis anterior (tabla 5.28).

Al considerar en el análisis, los datos de las estaciones clasificadas por las condiciones climatológicas de la región en la que se encuentran localizadas (tabla 5.30) se puede observar que a pesar de tener las mismas condiciones climatológicas, se podría pensar que no existe una relación con las condiciones climáticas debido a los valores de coeficiente de determinación y correlación bajos. Sin embargo esto puede deberse al tipo de ajuste utilizado, el cual no es el más conveniente debido a que la precipitación y la temperatura no presentan comportamientos lineales.

Al tomar en cuenta no solamente la clasificación climática, sino además una subclasificación de altitudes similares, puede notarse que los coeficientes de determinación y de correlación se incrementan considerablemente para todos los casos. Esto implica que las mismas condiciones climáticas (incluyendo altitud, precipitación y temperatura promedio similares) impactan en una alta bondad de ajuste de los valores del exponente de Hurst, por lo que se puede afirmar que bajo condiciones climáticas y fisiográficas similares, se presentarían ajustes lineales con mayor bondad.

Esto significa que la mejor bondad de ajuste se presenta cuando se realiza una clasificación con condiciones similares de las estaciones, tales como precipitación, temperatura y altitud similares. Por lo tanto, el análisis con coordenadas geográficas (tabla 5.29) no es adecuado de realizarse, debido a que al no considerar las características climáticas de la región analizada, las cuales son imprescindibles en la bondad del ajuste utilizado.

Ahora bien, con respecto a los coeficientes de correlación, se mantiene un comportamiento similar al de los coeficientes de determinación, de donde el mejor ajuste es obtenido de considerar condiciones climáticas similares. Los climas que presentan los coeficientes de correlación más elevados son el BWhs (muy árido y semicalido), BWh(x') (Muy árido y semicalido) y el Cs (Templado). De manera que los coeficientes de correlación más elevados se encuentran usualmente en climas semiáridos.

Los coeficientes de correlación del ajuste lineal oscilan entre 0.3 hasta 0.8 en algunos casos, principalmente en el ajuste por condiciones climáticas y fisiográficas similares. A pesar de que estos valores no sean los deseados, si existe influencia de los exponentes de Hurst de temperatura y altitud, respectivamente.

Los coeficientes de correlación negativos en el caso de exponente de Hurst de precipitación- altitud y exponentes de Hurst de temperatura-altitud, indican una relación inversa entre la altitud y estos exponentes de Hurst; lo cual coincide con la discusión de los mapas espacio-temporales fractales de la sección anterior, donde puede notarse que a mayor altitud, menores tienden a ser los valores del exponente de Hurst para precipitación y temperatura.

### 5.4.1 Análisis de correlación lineal

Tabla 5.28 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para el ajuste lineal de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (Secciones)

ZONA	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>FRANJA 33°0'0" - 32°30'0"</b>	0.34	0.33	0.08	0.42	0.09	0.14	0.15	0.19	0.36	0.36	0.11	0.38
<b>FRANJA 32°0'0" - 32°30'0"</b>	0.11	0.66	0.77	0.64	0.08	0.04	0.33	0.26	0.11	0.18	0.47	0.51
<b>FRANJA 31°30'0" - 32°0'0"</b>	0.0006	0.56	0.33	0.20	0.02	0.30	0.23	0.14	0.01	0.22	0.15	0.00
<b>FRANJA 31°30'0" - 31°0'0"</b>	0.46	0.47	0.40	0.29	0.22	0.45	0.52	0.36	0.47	0.03	0.03	0.00
<b>FRANJA 31°0'0" - 30°30'0"</b>	0.09	0.81	0.44	0.35	0.02	0.07	0.15	0.08	0.27	0.25	0.33	0.54
<b>FRANJA 30°30'0" - 30°0'0"</b>	0.42	0.16	0.01	0.01	0.85	0.04	0.01	0.02	0.24	0.95	0.90	0.66
<b>FRANJA 30°0'0" - 29°30'0"</b>	0.65	0.61	0.68	0.74	0.41	0.29	0.18	0.00	0.70	0.11	0.68	0.01
<b>FRANJA 29°30'0" - 29°0'0"</b>	1	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>FRANJA 29°0'0" - 28°30'0"</b>	0.76	0.25	0.34	0.05	0.27	0.63	0.46	0.14	0.23	0.49	0.31	0.33
<b>FRANJA 28°30'0" - 28°0'0"</b>	0.007	0.24	0.15	0.10	0.26	0.84	0.42	0.00	0.01	0.22	0.24	0.56
<b>FRANJA 117°0'0" - 116°30'0"</b>	0.007	0.19	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.10	0.44	0.18	0.35
<b>FRANJA 116°30'0" - 116°0'0"</b>	0.01	0.26	0.38	0.30	0.00	0.00	0.28	0.18	0.02	0.00	0.03	0.01
<b>FRANJA 116°0'0" - 115°30'0"</b>	0.06	0.64	0.28	0.18	0.09	0.27	0.33	0.31	0.64	0.37	0.44	0.24
<b>FRANJA 115°0'0" - 115°30'0"</b>	0.02	0.24	0.17	0.26	0.06	0.06	0.18	0.24	0.23	0.41	0.59	0.65
<b>FRANJA 115°0'0" - 114°30'0"</b>	0.2	0.11	0.03	0.12	0.34	0.02	0.03	0.10	0.48	0.33	0.67	0.54
<b>FRANJA 114°30'0" - 114°0'0"</b>	0.007	0.3	0.08	0.04	0.40	0.86	0.56	0.51	0.47	0.18	0.01	0.11
<b>FRANJA 114°0'0" - 113°30'0"</b>	0.46	0.18	0.31	0.05	0.49	0.71	0.60	0.21	0.88	0.47	0.48	0.56
<b>FRANJA 113°30'0" - 113°0'0"</b>	1	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5.29.- Coeficientes de determinación  $R^2$  para ajuste lineal de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas

Variable de interés	Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
Longitudes	0.17	0.24	0.28	0.36	0.0009	0.01	0.027	0.0098
Latitudes	0.024	0.06	0.1	0.1	0.02	0.04	0.01	0.09

Tabla 5.30.- Coeficientes de determinación  $R^2$  para el ajuste lineal de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (climas)

Clima	Características climatológicas	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSKs</b>	Semiárido frío	0.01	0.27	0.01	0.005	0.003	0.02	0.1	0.03	0.09	0.06	0.2	0.01
<b>Clima BWhs</b>	Cálido semiárido	0.02	0.59	0.57	0.48	0.09	0.005	0.09	0.06	0.06	0.09	0.09	0.22
<b>Clima BW(h)(x)</b>	árido cálido	0.05	0.01	0.18	0.37	0.11	0.1	0.17	0.11	0.01	0.03	0.0001	0.002
<b>Clima BW(h)(x)</b>	semicalido	0.05	0.7	0.38	0.13	0.11	0.24	0.17	0.1	0.21	0.38	0.55	0.48
<b>Clima BWk(x)</b>	árido	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Clima BWks</b>	árido templado	0.01	0.08	0.02	0.52	0.08	0.04	0.29	0.11	0.47	0.29	0.17	0.01
<b>Clima Cs</b>	templado	0.02	0.56	0.004	0.22	0.03	0.02	0.28	0.14	0.01	0.04	0.03	0.03

Tabla 5.31 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para ajuste lineal de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSKs (8-40 m)</b>	156- 260	13.93-15.34	0.23	0.29	0.0006	0.29	0.06	0.0052	0.002	0.064	0.11	0.09	0.014	0.03
<b>Clima BSKs (170-210m)</b>	187-288	11.88-14.2	0.94	0.96	0.9	0.49	0.0024	0.11	0.03	0.07	0.002	0.005	0.18	0.16
<b>Clima BWhs (3-40 m)</b>	62-168	16-19	0.84	0.72	0.66	0.87	0.65	0.73	0.61	0.54	0.33	0.26	0.32	0.53
<b>Clima BWhs (288-325m)</b>	89-102	16-17	0.03	0.51	0.95	0.74	0.38	0.13	0.31	0.26	0.42	0.83	0.53	0.77
<b>Clima BWhs (480-530m)</b>	92-135	17	0.008	0.49	0.73	0.82	0.18	0.014	0.19	0.6	0.47	0.5	0.007	0.49
<b>Clima BW(h)(x) (1-15m)</b>	46-95	17-22	0.21	0.05	0.31	0.55	0.02	0.01	0.01	0.0007	0.25	0.03	0.01	0.02
<b>Clima BW(h)(x) (1-16m)</b>	36-63	19-22	0.56	0.89	0.86	0.01	0.45	0.55	0.34	0.49	0.14	0.83	0.06	0.6
<b>Clima BWks (17-30m)</b>	106-160	14-17	0.009	0.005	0.13	0.43	0.81	0.0021	0.01	0.18	0.02	0.76	0.74	0.38
<b>Clima Cs (1000-1150m)</b>	248-293	13-18	0.03	0.31	0.6	0.4	0.76	0.65	0.93	0.76	0.013	0.73	0.4	0.28

Tabla 5.32.- Coeficientes de correlación R para el ajuste lineal de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (Secciones)

ZONA	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
FRANJA 33°0'0" - 32°30'0"	0.58	0.57	0.28	0.65	-0.30	-0.37	-0.39	-0.44	-0.60	-0.60	-0.33	-0.62
FRANJA 32°0'0" - 32°30'0"	0.33	0.81	0.88	0.80	-0.28	-0.20	-0.57	-0.51	-0.33	-0.42	-0.69	-0.71
FRANJA 31°30'0" - 32°0'0"	0.02	0.75	0.57	0.45	-0.14	-0.55	-0.48	-0.37	-0.08	-0.47	-0.39	-0.03
FRANJA 31°30'0" - 31°0'0"	0.68	0.69	0.63	0.54	-0.47	-0.67	-0.72	-0.60	-0.69	-0.17	-0.17	0.06
FRANJA 31°0'0" - 30°30'0"	0.30	0.90	0.66	0.59	-0.14	-0.26	-0.39	-0.28	-0.52	-0.50	-0.57	-0.73
FRANJA 30°30'0" - 30°0'0"	-0.65	0.40	0.08	0.10	0.92	-0.20	-0.08	-0.14	-0.49	-0.97	-0.95	-0.81
FRANJA 30°0'0" - 29°30'0"	-0.81	0.78	0.82	0.86	0.64	0.54	0.42	0.03	-0.84	0.33	0.82	0.10
FRANJA 29°30'0" - 29°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
FRANJA 29°0'0" - 28°30'0"	0.87	0.50	0.58	0.22	-0.52	-0.79	-0.68	-0.37	-0.48	-0.70	-0.56	-0.57
FRANJA 28°30'0" - 28°0'0"	-0.08	0.49	0.39	0.32	-0.51	-0.92	-0.65	-0.02	-0.08	-0.47	-0.49	-0.75
FRANJA 117°0'0" - 116°30'0"	0.08	0.44	-0.01	-0.09	0.14	-0.04	0.09	0.07	0.32	-0.66	-0.42	-0.59
FRANJA 116°30'0" - 116°0'0"	0.10	0.51	0.62	0.55	-0.01	-0.04	-0.53	-0.42	-0.13	-0.02	-0.16	-0.10
FRANJA 116°0'0" - 115°30'0"	0.24	0.80	0.53	0.42	-0.30	-0.52	-0.57	-0.56	-0.80	-0.61	-0.66	-0.49
FRANJA 115°0'0" - 115°30'0"	0.14	0.49	0.41	0.51	-0.24	-0.24	-0.42	-0.49	-0.48	-0.64	-0.77	-0.81
FRANJA 115°0'0" - 114°30'0"	0.45	-0.33	-0.17	-0.35	-0.58	-0.14	-0.17	-0.32	-0.69	-0.57	-0.82	-0.73
FRANJA 114°30'0" - 114°0'0"	0.08	0.55	0.28	-0.20	-0.63	-0.93	-0.75	-0.71	0.69	-0.42	0.10	0.33
FRANJA 114°0'0" - 113°30'0"	0.68	0.42	0.56	0.22	-0.70	-0.84	-0.77	-0.46	-0.94	-0.69	-0.69	-0.75
FRANJA 113°30'0" - 113°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

Tabla 5.33 .- Coeficientes de correlación R para ajuste lineal de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas

Variable de interés	Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
Longitudes	0.41	0.49	0.53	0.60	0.03	0.10	0.16	0.10
Latitudes	-0.15	-0.24	-0.32	-0.32	0.14	0.20	0.10	0.30

Tabla 5.34 .- Coeficientes de correlación R para el ajuste lineal de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (climas)

Clima	Características climatológicas	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks</b>	Semiárido frío	0.10	0.52	0.10	-0.02	-0.05	-0.14	-0.32	-0.17	-0.30	-0.24	-0.45	-0.10
<b>Clima BWhs</b>	Cálido semiárido	0.14	0.77	0.75	0.69	-0.30	-0.07	-0.30	-0.24	-0.24	-0.30	-0.30	-0.47
<b>Clima BW(h)(x)</b>	árido cálido	0.22	-0.10	-0.42	-0.61	-0.33	-0.32	-0.41	-0.33	-0.10	0.17	0.01	0.04
<b>Clima BW(h)(x)</b>	semicalido	0.22	0.84	0.62	0.36	-0.33	-0.49	-0.41	-0.32	-0.46	-0.62	-0.74	-0.69
<b>Clima BWk(x)</b>	árido	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks</b>	árido templado	-0.10	-0.28	-0.14	-0.72	0.28	-0.20	-0.54	-0.33	-0.69	-0.54	-0.41	-0.10
<b>Clima Cs</b>	templado	0.14	0.75	0.01	0.47	0.17	0.14	-0.53	-0.37	-0.10	0.20	0.17	0.17

Tabla 5.35 .- Coeficientes de correlación R para ajuste lineal de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks (8-40 m)</b>	156- 260	13.93-15.34	-0.48	0.54	0.02	-0.54	-0.24	-0.07	-0.04	0.25	0.33	-0.30	0.12	0.17
<b>Clima BSks (170-210m)</b>	187-288	11.88-14.2	0.97	0.98	0.95	0.70	0.05	-0.33	0.17	0.26	-0.04	-0.07	0.42	0.40
<b>Clima BWhs (3-40 m)</b>	62-168	16-19	0.92	0.85	0.81	0.93	-0.81	-0.85	-0.78	-0.73	-0.57	-0.51	-0.57	-0.73
<b>Clima BWhs (288-325m)</b>	89-102	16-17	-0.17	0.71	0.97	0.86	-0.62	-0.36	-0.56	-0.51	-0.65	-0.91	-0.73	-0.88
<b>Clima BWhs (480-530m)</b>	92-135	17	-0.09	0.70	0.85	0.91	-0.42	-0.12	-0.44	-0.77	-0.69	-0.71	-0.08	-0.70
<b>Clima BW(h)(x) (1-15m)</b>	46-95	17-22	0.46	0.22	-0.56	-0.74	0.14	0.10	0.10	-0.03	-0.50	-0.17	-0.10	-0.14
<b>Clima BW(h)(x) (1-16m)</b>	36-63	19-22	0.75	0.94	0.93	0.10	0.67	0.74	0.58	0.70	0.37	0.91	0.24	0.77
<b>Clima BWks (17-30m)</b>	106-160	14-17	0.09	-0.07	-0.36	-0.66	-0.90	-0.05	0.10	0.42	0.14	-0.87	-0.86	-0.62
<b>Clima Cs (1000-1150m)</b>	248-293	13-18	-0.17	0.56	0.77	0.63	-0.87	-0.81	-0.96	-0.87	0.11	-0.85	-0.63	-0.53

Posteriormente se analizan los valores de coeficiente de determinación y de correlación con un ajuste potencial (tablas 5.36 a 5.43) de donde prácticamente se obtienen valores muy similares a los del ajuste lineal; aunque existen algunos casos en los que se presentan incrementos significativos en los valores. Sin embargo a pesar de los incrementos, los valores son bajos, por lo que no se recomienda como un ajuste apropiado para la relación entre altitud, exponentes de Hurst de precipitación y exponentes de Hurst de temperatura.

Referente al ajuste logarítmico (tablas 5.44 a 5.51), se incrementan ligeramente los coeficientes de determinación y de correlación con respecto al ajuste potencial, sin embargo aún se mantienen valores bajos, por lo que el ajuste no posee una bondad deseable ni una fuerza de correlación conveniente.

Cuando se comienza a tomar en consideración un ajuste de tipo polinomial de segundo grado, se observa un incremento considerable en los valores de coeficiente de determinación y de correlación (tablas 5.52 a 5.59). A pesar de esto, el análisis con secciones (tabla 5.52) y con la clasificación climática (tabla 4.54) no muestra valores que puedan considerarse como deseables para un ajuste, sin embargo, al observar los valores de coeficiente de determinación de la clasificación considerando climas y altitud, se puede notar valores que se encuentran en promedio cerca de 0.8, lo cual indica una gran bondad del ajuste. Asimismo, los coeficientes de correlación para esa misma clasificación (tabla 5.59) muestran valores de 0.90 indicando una relación polinomial fuerte entre las condiciones climáticas y fisiográficas de la región y los valores del exponente de Hurst de series de precipitación y/o temperatura registradas. Nótese también que algunos valores de 1.00 son obtenidos debido a que solamente se registran dos valores en algunas clasificaciones, lo cual genera evidentemente correlación perfecta.

Se observa que al considerar un ajuste polinomial de tercer grado, nuevamente se presentan incrementos en los coeficientes de determinación y de correlación (tablas 5.60 a 5.67), de manera que todas las clasificaciones presentan valores de coeficiente de determinación de 0.7; así como coeficientes de correlación de 0.85 aproximadamente. Cuando se toma en cuenta la clasificación de condiciones climáticas y fisiográficas similares (tabla 5.63 y tabla 5.67) los valores son los más elevados de todos los ajustes y clasificaciones hasta el momento, llegando a valores de 1.00, es decir, ajuste perfecto. Indicando que un ajuste polinomial es el más apropiado para los exponentes de Hurst de series de precipitación y temperatura.

Los valores de coeficientes de correlación negativos obtenidos para la relación altitud-exponentes de Hurst de precipitación y altitud-exponentes de Hurst de temperatura en todos los ajustes hasta el momento; indican que se presenta una relación inversa entre estas variables, lo cual ha sido corroborado con el análisis espacio-temporal realizado anteriormente.

Además, puede observarse que existe una relación directa entre exponentes de Hurst de precipitación y de temperatura, a pesar de que la precipitación promedio anual y la temperatura promedio anual se comporten de manera inversa en Baja California.

Cuando se incrementa el grado del ajuste polinomial, se siguen incrementando los coeficientes de correlación y determinación, por lo que puede pensarse que se fuerza al ajuste para obtener coeficientes de correlación y de determinación deseados, dando como resultado secciones del ajuste que no brindan confiabilidad. Es por tal motivo que lejos de seguir incrementando el grado del ajuste polinomial, se opta por realizar un ajuste de correlación lineal, múltiple, como una medida adicional de estudio de las variables de interés.

## 5.4.2 Análisis de correlación potencial

Tabla 5.36 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para el ajuste potencial de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (Secciones)

ZONA	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>FRANJA 33°0'0" - 32°30'0"</b>	0.36	0.32	0.06	0.44	0.14	0.24	0.28	0.40	0.41	0.33	0.17	0.52
<b>FRANJA 32°0'0" - 32°30'0"</b>	0.12	0.64	0.76	0.63	0.32	0.26	0.52	0.52	0.12	0.56	0.77	0.89
<b>FRANJA 31°30'0" - 32°0'0"</b>	0.00	0.57	0.33	0.21	0.05	0.27	0.20	0.11	0.02	0.29	0.21	0.02
<b>FRANJA 31°30'0" - 31°0'0"</b>	0.42	0.47	0.38	0.28	0.33	0.68	0.79	0.67	0.58	0.05	0.10	0.01
<b>FRANJA 31°0'0" - 30°30'0"</b>	0.10	0.81	0.48	0.35	0.13	0.26	0.32	0.21	0.17	0.39	0.40	0.80
<b>FRANJA 30°30'0" - 30°0'0"</b>	0.42	0.14	0.00	0.01	0.84	0.06	0.01	0.03	0.32	0.95	0.96	0.76
<b>FRANJA 30°0'0" - 29°30'0"</b>	0.66	0.62	0.70	0.76	0.46	0.34	0.23	0.00	0.67	0.16	0.72	0.01
<b>FRANJA 29°30'0" - 29°0'0"</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>FRANJA 29°0'0" - 28°30'0"</b>	0.76	0.27	0.35	0.06	0.37	0.62	0.54	0.15	0.40	0.69	0.52	0.53
<b>FRANJA 28°30'0" - 28°0'0"</b>	0.01	0.22	0.17	0.10	0.64	0.56	0.70	0.00	0.00	0.31	0.21	0.35
<b>FRANJA 117°0'0" - 116°30'0"</b>	0.01	0.19	0.00	0.09	0.01	0.05	0.02	0.03	0.04	0.55	0.09	0.33
<b>FRANJA 116°30'0" - 116°0'0"</b>	0.03	0.25	0.38	0.30	0.00	0.02	0.33	0.26	0.00	0.01	0.03	0.00
<b>FRANJA 116°0'0" - 115°30'0"</b>	0.06	0.61	0.29	0.15	0.15	0.29	0.39	0.36	0.69	0.39	0.50	0.25
<b>FRANJA 115°0'0" - 115°30'0"</b>	0.02	0.22	0.17	0.28	0.06	0.05	0.15	0.23	0.18	0.35	0.55	0.58
<b>FRANJA 115°0'0" - 114°30'0"</b>	0.22	0.11	0.03	0.10	0.66	0.18	0.20	0.25	0.35	0.15	0.45	0.29
<b>FRANJA 114°30'0" - 114°0'0"</b>	0.01	0.29	0.07	0.04	0.59	0.78	0.57	0.38	0.18	0.35	0.00	0.02
<b>FRANJA 114°0'0" - 113°30'0"</b>	0.45	0.18	0.33	0.07	0.62	0.46	0.64	0.14	0.63	0.79	0.75	0.76
<b>FRANJA 113°30'0" - 113°0'0"</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5.37 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para ajuste potencial de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas

Variable de interés	Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
Longitudes	0.18	0.24	0.28	0.36	0.00	0.01	0.02	0.01
Latitudes	0.08	0.07	0.11	0.11	0.02	0.04	0.00	0.08

Tabla 5.38 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para el ajuste potencial de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (climas)

Clima	Características climatológicas	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSKs</b>	Semiárido frío	0.01	0.26	0.01	0.00	0.01	0.06	0.12	0.10	0.08	0.18	0.12	0.11
<b>Clima BWhs</b>	Cálido semiárido	0.02	0.58	0.57	0.51	0.33	0.09	0.24	0.08	0.03	0.30	0.30	0.42
<b>Clima BW(h)(x)</b>	árido cálido	0.05	0.01	0.19	0.36	0.03	0.05	0.10	0.09	0.00	0.01	0.00	0.01
<b>Clima BW(h)(x)</b>	semicalido	0.03	0.68	0.36	0.11	0.08	0.20	0.15	0.06	0.13	0.22	0.51	0.47
<b>Clima BWk(x)</b>	árido	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks</b>	árido templado	0.01	0.08	0.02	0.53	0.04	0.04	0.23	0.09	0.54	0.28	0.25	0.03
<b>Clima Cs</b>	templado	0.05	0.53	0.00	0.21	0.07	0.01	0.15	0.07	0.00	0.03	0.02	0.09

Tabla 5.39 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para ajuste potencial de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSKs (8-40 m)</b>	156-260	13.93-15.34	0.23	0.29	0.00	0.29	0.14	0.05	0.04	0.01	0.15	0.23	0.00	0.01
<b>Clima BSKs (170-210m)</b>	187-288	11.88-14.2	0.93	0.95	0.91	0.49	0.01	0.01	0.04	0.07	0.00	0.00	0.21	0.19
<b>Clima BWhs (3-40 m)</b>	62-168	16-19	0.85	0.69	0.66	0.88	0.76	0.95	0.75	79.00	0.39	0.61	0.66	0.87
<b>Clima BWhs (288-325m)</b>	89-102	16-17	0.04	0.51	0.95	0.73	0.38	0.14	0.31	0.26	0.41	0.83	0.53	0.77
<b>Clima BWhs (480-530m)</b>	92-135	17	0.01	0.49	0.74	0.84	0.17	0.00	0.18	0.60	0.48	0.51	0.01	0.49
<b>Clima BW(h)(x) (1-15m)</b>	46-95	17-22	0.17	0.04	0.31	0.53	0.10	0.04	0.05	0.01	0.20	0.07	0.07	0.08
<b>Clima BW(h)(x) (1-16m)</b>	36-63	19-22	0.57	0.89	0.88	0.01	0.36	0.51	0.19	0.40	0.35	0.37	0.01	0.69
<b>Clima BWks (17-30m)</b>	106-160	14-17	0.01	0.00	0.12	0.43	0.75	0.00	0.02	0.22	0.03	0.78	0.77	0.43
<b>Clima Cs (1000-1150m)</b>	248-293	13-18	0.02	0.29	0.59	0.37	0.74	0.63	0.93	0.74	0.01	0.73	0.39	0.28

Tabla 5.40.- Coeficientes de correlación R para el ajuste potencial de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (Secciones)

ZONA	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
FRANJA 33°0'0" - 32°30'0"	0.60	0.57	0.24	0.66	-0.37	-0.49	-0.53	-0.63	-0.64	-0.57	-0.41	-0.72
FRANJA 32°0'0" - 32°30'0"	0.35	0.80	0.87	0.79	-0.57	-0.51	-0.72	-0.72	-0.35	-0.75	-0.88	-0.94
FRANJA 31°30'0" - 32°0'0"	0.03	0.75	0.57	0.46	-0.22	-0.52	-0.45	-0.33	-0.14	-0.54	-0.46	-0.14
FRANJA 31°30'0" - 31°0'0"	0.65	0.69	0.62	0.53	-0.57	-0.82	-0.89	-0.82	-0.76	-0.22	-0.32	0.10
FRANJA 31°0'0" - 30°30'0"	0.32	0.90	0.69	0.59	-0.36	-0.51	-0.57	-0.46	-0.41	-0.62	-0.63	-0.89
FRANJA 30°30'0" - 30°0'0"	-0.65	0.37	0.06	0.10	0.92	-0.24	-0.10	-0.17	-0.57	-0.97	-0.98	-0.87
FRANJA 30°0'0" - 29°30'0"	-0.81	0.79	0.84	0.87	0.68	0.58	0.48	0.03	-0.82	0.40	0.85	0.10
FRANJA 29°30'0" - 29°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
FRANJA 29°0'0" - 28°30'0"	0.87	0.52	0.59	0.24	-0.61	-0.79	-0.73	-0.39	-0.63	-0.83	-0.72	-0.73
FRANJA 28°30'0" - 28°0'0"	-0.10	0.47	0.41	0.32	-0.80	-0.75	-0.84	-0.06	-0.03	-0.56	-0.46	-0.59
FRANJA 117°0'0" - 116°30'0"	0.10	0.44	-0.01	-0.30	0.08	-0.22	0.14	0.17	0.20	-0.74	-0.30	-0.57
FRANJA 116°30'0" - 116°0'0"	0.17	0.50	0.62	0.55	-0.06	-0.12	-0.57	-0.51	-0.05	-0.08	-0.17	-0.04
FRANJA 116°0'0" - 115°30'0"	0.24	0.78	0.54	0.39	-0.39	-0.54	-0.62	-0.60	-0.83	-0.62	-0.71	-0.50
FRANJA 115°0'0" - 115°30'0"	0.14	0.47	0.41	0.53	-0.24	-0.22	-0.39	-0.48	-0.42	-0.59	-0.74	-0.76
FRANJA 115°0'0" - 114°30'0"	0.47	-0.33	-0.17	-0.32	-0.81	-0.42	-0.45	-0.50	-0.59	-0.39	-0.67	-0.54
FRANJA 114°30'0" - 114°0'0"	0.10	0.54	0.26	-0.20	-0.77	-0.88	-0.75	-0.62	0.42	-0.59	0.01	0.14
FRANJA 114°0'0" - 113°30'0"	0.67	0.42	0.57	0.26	-0.79	-0.68	-0.80	-0.37	-0.79	-0.89	-0.87	-0.87
FRANJA 113°30'0" - 113°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

Tabla 5.41 .- Coeficientes de correlación R para ajuste potencial de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas

Variable de interés	Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
Longitudes	0.42	0.49	0.53	0.60	0.03	0.10	0.14	0.08
Latitudes	-0.28	-0.26	-0.33	-0.33	0.14	0.20	0.06	0.28

Tabla 5.42 .- Coeficientes de correlación R para el ajuste potencial de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud en msnm (climas)

Clima	Características climatológicas	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks</b>	Semiárido frío	0.10	0.51	0.10	-0.01	-0.10	-0.24	-0.35	-0.32	-0.28	-0.42	-0.35	-0.33
<b>Clima BWhs</b>	Cálido semiárido	0.14	0.76	0.75	0.71	-0.57	-0.30	-0.49	-0.28	-0.17	-0.55	-0.55	-0.65
<b>Clima BW(h)(x)</b>	árido cálido	0.22	-0.10	-0.44	-0.60	-0.17	-0.22	-0.32	-0.30	-0.03	0.10	0.01	0.07
<b>Clima BW(h)(x)</b>	semicalido	0.17	0.82	0.60	0.33	-0.28	-0.45	-0.39	-0.24	-0.36	-0.47	-0.71	-0.69
<b>Clima BWk(x)</b>	árido	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks</b>	árido templado	-0.10	-0.28	-0.14	-0.73	0.20	-0.20	-0.48	-0.30	-0.73	-0.53	-0.50	-0.17
<b>Clima Cs</b>	templado	0.22	0.73	0.04	0.46	0.26	0.09	-0.39	-0.26	-0.04	0.17	0.13	0.30

Tabla 5.43 .- Coeficientes de correlación R para ajuste potencial de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks (8-40 m)</b>	156-260	13.93-15.34	-0.48	0.54	0.01	-0.54	-0.37	-0.22	-0.20	0.10	0.39	-0.48	0.03	0.10
<b>Clima BSks (170-210m)</b>	187-288	11.88-14.2	0.96	0.97	0.95	0.70	0.10	-0.07	0.20	0.26	-0.02	-0.03	0.46	0.44
<b>Clima BWhs (3-40 m)</b>	62-168	16-19	0.92	0.83	0.81	0.94	-0.87	-0.97	-0.87	-8.89	-0.62	-0.78	-0.81	-0.93
<b>Clima BWhs (288-325m)</b>	89-102	16-17	-0.20	0.71	0.97	0.85	-0.62	-0.37	-0.56	-0.51	-0.64	-0.91	-0.73	-0.88
<b>Clima BWhs (480-530m)</b>	92-135	17	-0.09	0.70	0.86	0.92	-0.41	-0.04	-0.42	-0.77	-0.69	-0.71	-0.08	-0.70
<b>Clima BW(h)(x) (1-15m)</b>	46-95	17-22	0.41	0.20	-0.56	-0.73	0.32	0.20	0.22	-0.08	-0.45	-0.26	-0.26	-0.28
<b>Clima BW(h)(x) (1-16m)</b>	36-63	19-22	0.75	0.94	0.94	0.10	0.60	0.71	0.44	0.63	0.59	0.61	0.10	0.83
<b>Clima BWks (17-30m)</b>	106-160	14-17	0.10	-0.05	-0.35	-0.66	-0.87	0.00	0.14	0.47	0.17	-0.88	-0.88	-0.66
<b>Clima Cs (1000-1150m)</b>	248-293	13-18	-0.14	0.54	0.77	0.61	-0.86	-0.79	-0.96	-0.86	0.10	-0.85	-0.62	-0.53

### 5.4.3 Análisis de correlación logarítmica

Tabla 5.44 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para el ajuste logarítmica de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)

ZONA	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>FRANJA 33°0'0" - 32°30'0"</b>	0.37	0.32	0.08	0.43	0.13	0.22	0.28	0.41	0.41	0.31	0.22	0.52
<b>FRANJA 32°0'0" - 32°30'0"</b>	0.11	0.65	0.76	0.63	0.35	0.27	0.53	0.53	0.11	0.56	0.78	0.90
<b>FRANJA 31°30'0" - 32°0'0"</b>	0.00	0.57	0.33	0.21	0.06	0.26	0.20	0.11	0.02	0.31	0.22	0.02
<b>FRANJA 31°30'0" - 31°0'0"</b>	0.45	0.47	0.38	0.29	0.37	0.69	0.81	0.68	0.59	0.05	0.11	0.01
<b>FRANJA 31°0'0" - 30°30'0"</b>	0.09	0.82	0.46	0.35	0.12	0.27	0.32	0.21	0.16	0.39	0.39	0.80
<b>FRANJA 30°30'0" - 30°0'0"</b>	0.43	0.15	0.00	0.01	0.86	0.06	0.01	0.03	0.33	0.95	0.95	0.75
<b>FRANJA 30°0'0" - 29°30'0"</b>	0.66	0.61	0.70	0.76	0.44	0.32	0.22	0.00	0.70	0.14	0.72	0.01
<b>FRANJA 29°30'0" - 29°0'0"</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>FRANJA 29°0'0" - 28°30'0"</b>	0.76	0.26	0.34	0.05	0.37	0.61	0.55	0.15	0.42	0.69	0.52	0.52
<b>FRANJA 28°30'0" - 28°0'0"</b>	0.01	0.23	0.16	0.10	0.65	0.56	0.70	0.00	0.00	0.31	0.21	0.33
<b>FRANJA 117°0'0" - 116°30'0"</b>	0.01	0.19	0.00	0.09	0.01	0.05	0.02	0.02	0.05	0.56	0.11	0.33
<b>FRANJA 116°30'0" - 116°0'0"</b>	0.02	0.26	0.38	0.30	0.01	0.01	0.33	0.26	0.00	0.01	0.03	0.00
<b>FRANJA 116°0'0" - 115°30'0"</b>	0.05	0.61	0.28	0.16	0.16	0.28	0.38	0.35	0.67	0.36	0.48	0.26
<b>FRANJA 115°0'0" - 115°30'0"</b>	0.01	0.23	0.17	0.27	0.06	0.05	0.15	0.23	0.17	0.34	0.56	0.60
<b>FRANJA 115°0'0" - 114°30'0"</b>	0.21	0.13	0.04	0.11	0.63	0.21	0.21	0.25	0.34	0.15	0.43	0.27
<b>FRANJA 114°30'0" - 114°0'0"</b>	0.01	0.29	0.07	0.04	0.58	0.79	0.57	0.38	0.19	0.35	0.00	0.02
<b>FRANJA 114°0'0" - 113°30'0"</b>	0.46	0.18	0.31	0.06	0.62	0.46	0.65	0.13	0.62	0.79	0.74	0.75
<b>FRANJA 113°30'0" - 113°0'0"</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5.45 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para ajuste logarítmico de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas

Variable de interés	Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
Longitudes	0.16	0.23	0.27	0.36	0.00	0.01	0.02	0.01
Latitudes	0.02	0.06	0.10	0.11	0.02	0.04	0.01	0.09

Tabla 5.46 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para el ajuste logarítmica de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)

Clima	Características climatológicas	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks</b>	Semiárido frio	0.01	0.26	0.01	0.00	0.01	0.05	0.12	0.10	0.08	0.18	0.13	0.11
<b>Clima BWhs</b>	Cálido semiárido	0.01	0.58	0.57	0.47	0.35	0.09	0.24	0.07	0.03	0.30	0.32	0.43
<b>Clima BW(h)(x)</b>	árido cálido	0.05	0.02	0.19	0.35	0.03	0.04	0.11	0.09	0.00	0.02	0.00	0.06
<b>Clima BW(h)(x)</b>	semicalido	0.02	0.69	0.38	0.12	0.08	0.21	0.16	0.07	0.12	0.21	0.51	0.48
<b>Clima BWk(x)</b>	árido	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks</b>	árido templado	0.01	0.09	0.02	0.53	0.03	0.04	0.22	0.09	0.53	0.27	0.24	0.03
<b>Clima Cs</b>	templado	0.03	0.54	0.00	0.22	0.06	0.00	0.14	0.07	0.00	0.03	0.01	0.08

Tabla 5.47 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para ajuste logarítmica de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks (8-40 m)</b>	156- 260	13.93-15.34	0.22	0.29	0.0004	0.31	0.16	0.05	0.04	0.02	0.15	0.24	0.02	0.15
<b>Clima BSks (170-210m)</b>	187-288	11.88-14.2	0.93	0.96	0.91	0.49	0.005	0.007	0.04	0.07	0.001	0.002	0.2	0.18
<b>Clima BWhs (3-40 m)</b>	62-168	16-19	0.85	0.71	0.65	0.87	0.78	0.94	0.75	0.8	0.39	0.72	0.67	0.86
<b>Clima BWhs (288-325m)</b>	89-102	16-17	0.04	0.51	0.94	0.73	0.39	0.14	0.32	0.27	0.41	0.83	0.54	0.78
<b>Clima BWhs (480-530m)</b>	92-135	17	0.006	0.49	0.74	0.85	0.17	0.002	0.2	0.6	0.48	0.51	0.005	0.49
<b>Clima BW(h)(x) (1-15m)</b>	46-95	17-22	0.19	0.05	0.31	0.53	0.07	0.03	0.04	0.006	0.2	0.07	0.07	0.08
<b>Clima BW(h)(x) (1-16m)</b>	36-63	19-22	0.57	0.89	0.88	0.01	0.37	0.51	0.21	0.41	0.18	0.81	0.01	0.69
<b>Clima BWks (17-30m)</b>	106-160	14-17	0.01	0.004	0.12	0.43	0.77	0.0002	0.02	0.21	0.04	0.79	0.79	0.44
<b>Clima Cs (1000-1150m)</b>	248-293	13-18	0.03	0.29	0.6	0.39	0.75	0.65	0.93	0.75	0.01	0.74	0.41	0.28

Tabla 5.48 .- Coeficientes de correlación R para el ajuste logarítmica de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)

ZONA	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
FRANJA 33°0'0" - 32°30'0"	0.61	0.57	0.28	0.66	-0.36	-0.47	-0.53	-0.64	-0.64	-0.56	-0.47	-0.72
FRANJA 32°0'0" - 32°30'0"	0.33	0.81	0.87	0.79	-0.59	-0.52	-0.73	-0.73	-0.33	-0.75	-0.88	-0.95
FRANJA 31°30'0" - 32°0'0"	0.03	0.75	0.57	0.46	-0.24	-0.51	-0.45	-0.33	-0.14	-0.56	-0.47	-0.14
FRANJA 31°30'0" - 31°0'0"	0.67	0.69	0.62	0.54	-0.61	-0.83	-0.90	-0.82	-0.77	-0.22	-0.33	0.10
FRANJA 31°0'0" - 30°30'0"	0.30	0.91	0.68	0.59	-0.35	-0.52	-0.57	-0.46	-0.40	-0.62	-0.62	-0.89
FRANJA 30°30'0" - 30°0'0"	-0.66	0.39	0.06	0.09	0.93	-0.24	-0.10	-0.17	-0.57	-0.97	-0.97	-0.87
FRANJA 30°0'0" - 29°30'0"	-0.81	0.78	0.84	0.87	0.66	0.57	0.47	0.03	-0.84	0.37	0.85	0.10
FRANJA 29°30'0" - 29°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
FRANJA 29°0'0" - 28°30'0"	0.87	0.51	0.58	0.22	-0.61	-0.78	-0.74	-0.39	-0.65	-0.83	-0.72	-0.72
FRANJA 28°30'0" - 28°0'0"	-0.10	0.48	0.40	0.32	-0.81	-0.75	-0.84	-0.05	-0.03	-0.56	-0.46	-0.57
FRANJA 117°0'0"-116°30'0"	0.10	0.44	-0.03	-0.30	0.07	-0.22	0.14	0.14	0.22	-0.75	-0.33	-0.57
FRANJA 116°30'0"-116°0'0"	0.14	0.51	0.62	0.55	-0.08	-0.10	-0.57	-0.51	-0.05	-0.07	-0.17	-0.05
FRANJA 116°0'0"-115°30'0"	0.22	0.78	0.53	0.40	-0.40	-0.53	-0.62	-0.59	-0.82	-0.60	-0.69	-0.51
FRANJA 115°0'0" - 115°30'0"	0.10	0.48	0.41	0.52	-0.24	-0.22	-0.39	-0.48	-0.41	-0.58	-0.75	-0.77
FRANJA 115°0'0"-114°30'0"	0.46	-0.36	-0.20	-0.33	-0.79	-0.46	-0.46	-0.50	-0.58	-0.39	-0.66	-0.52
FRANJA 114°30'0"-114°0'0"	0.07	0.54	0.26	-0.20	-0.76	-0.89	-0.75	-0.62	0.44	-0.59	0.00	0.14
FRANJA 114°0'0"-113°30'0"	0.68	0.42	0.56	0.24	-0.79	-0.68	-0.81	-0.36	-0.79	-0.89	-0.86	-0.87
FRANJA 113°30'0"-113°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

Tabla 5.49 .- Coeficientes de correlación R para ajuste logarítmico de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas

Variable de interés	Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
Longitudes	0.40	0.48	0.52	0.60	0.03	0.10	0.14	0.09
Latitudes	-0.14	-0.24	-0.32	-0.33	0.14	0.20	0.10	0.30

Tabla 5.50 .- Coeficientes de correlación R para el ajuste logarítmica de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)

Clima	Características climatológicas	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks</b>	Semiárido frío	0.10	0.51	0.10	-0.01	-0.10	-0.22	-0.35	-0.32	-0.28	-0.42	-0.36	-0.33
<b>Clima BWhs</b>	Cálido semiárido	0.10	0.76	0.75	0.69	-0.59	-0.30	-0.49	-0.26	-0.17	-0.55	-0.57	-0.66
<b>Clima BW(h)(x)</b>	árido cálido	0.22	-0.14	-0.44	-0.59	-0.17	-0.20	-0.33	-0.30	-0.02	0.14	0.02	0.24
<b>Clima BW(h)(x)</b>	semicalido	0.14	0.83	0.62	0.35	-0.28	-0.46	-0.40	-0.26	-0.35	-0.46	-0.71	-0.69
<b>Clima BWk(x)</b>	árido	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks</b>	árido templado	-0.10	-0.30	-0.14	-0.73	0.18	-0.20	-0.47	-0.30	-0.73	-0.52	-0.49	-0.17
<b>Clima Cs</b>	templado	0.17	0.73	0.01	0.47	0.24	0.05	-0.37	-0.26	-0.02	0.17	0.10	0.28

Tabla 5.51 .- Coeficientes de correlación R para ajuste logarítmica de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks (8-40 m)</b>	156- 260	13.93-15.34	-0.47	0.54	0.02	-0.56	-0.40	-0.22	-0.20	0.14	0.39	-0.49	0.04	0.39
<b>Clima BSks (170-210m)</b>	187-288	11.88-14.2	0.96	0.98	0.95	0.70	0.07	-0.08	0.20	0.26	-0.03	-0.04	0.45	0.42
<b>Clima BWhs (3-40 m)</b>	62-168	16-19	0.92	0.84	0.81	0.93	-0.88	-0.97	-0.87	-0.89	-0.62	-0.85	-0.82	-0.93
<b>Clima BWhs (288-325m)</b>	89-102	16-17	-0.20	0.71	0.97	0.85	-0.62	-0.37	-0.57	-0.52	-0.64	-0.91	-0.73	-0.88
<b>Clima BWhs (480-530m)</b>	92-135	17	-0.08	0.70	0.86	0.92	-0.41	-0.04	-0.45	-0.77	-0.69	-0.71	-0.07	-0.70
<b>Clima BW(h)(x) (1-15m)</b>	46-95	17-22	0.44	0.22	-0.56	-0.73	0.26	0.17	0.20	-0.08	-0.45	-0.26	-0.26	-0.28
<b>Clima BW(h)(x) (1-16m)</b>	36-63	19-22	0.75	0.94	0.94	0.10	0.61	0.71	0.46	0.64	0.42	0.90	0.10	0.83
<b>Clima BWks (17-30m)</b>	106-160	14-17	0.10	-0.06	-0.35	-0.66	-0.88	0.00	0.14	0.46	0.20	-0.89	-0.89	-0.66
<b>Clima Cs (1000-1150m)</b>	248-293	13-18	-0.17	0.54	0.77	0.62	-0.87	-0.81	-0.96	-0.87	0.10	-0.86	-0.64	-0.53

### 5.4.4 Análisis de correlación polinomial de segundo grado

Tabla 5.52.- Coeficientes de determinación  $R^2$  para el ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)

ZONA	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>FRANJA 33°0'0" - 32°30'0"</b>	0.42	0.33	0.08	0.49	0.22	0.37	0.35	0.54	0.49	0.41	0.38	0.54
<b>FRANJA 32°0'0" - 32°30'0"</b>	0.11	0.66	0.79	0.64	0.28	0.31	0.42	0.40	0.11	0.63	0.73	0.85
<b>FRANJA 31°30'0" - 32°0'0"</b>	0.02	0.69	0.33	0.30	0.02	0.30	0.25	0.14	0.11	0.23	0.16	0.00
<b>FRANJA 31°30'0" - 31°0'0"</b>	0.67	0.47	0.44	0.29	0.28	0.51	0.65	0.45	0.52	0.05	0.03	0.01
<b>FRANJA 31°0'0" - 30°30'0"</b>	0.09	0.82	0.57	0.36	0.18	0.11	0.21	0.20	0.39	0.35	0.38	0.55
<b>FRANJA 30°30'0" - 30°0'0"</b>	0.52	0.55	0.65	0.85	0.86	0.27	0.06	0.07	0.93	0.95	0.99	0.97
<b>FRANJA 30°0'0" - 29°30'0"</b>	0.68	0.61	0.99	0.94	0.64	0.54	0.76	0.36	0.70	0.60	0.90	0.03
<b>FRANJA 29°30'0" - 29°0'0"</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>FRANJA 29°0'0" - 28°30'0"</b>	0.76	0.35	0.34	0.41	0.29	0.67	0.50	0.15	0.33	0.67	0.46	0.45
<b>FRANJA 28°30'0" - 28°0'0"</b>	0.91	0.51	0.57	0.17	0.79	0.88	0.55	0.00	0.38	0.51	0.34	0.53
<b>FRANJA 117°0'0" - 116°30'0"</b>	0.16	0.26	0.09	0.10	0.01	0.05	0.24	0.29	0.18	0.55	0.19	0.35
<b>FRANJA 116°30'0" - 116°0'0"</b>	0.04	0.29	0.38	0.32	0.08	0.29	0.34	0.31	0.08	0.01	0.03	0.02
<b>FRANJA 116°0'0" - 115°30'0"</b>	0.09	0.73	0.28	0.27	0.10	0.27	0.33	0.31	0.68	0.38	0.44	0.24
<b>FRANJA 115°0'0" - 115°30'0"</b>	0.12	0.26	0.20	0.38	0.14	0.10	0.24	0.24	0.26	0.46	0.60	0.67
<b>FRANJA 115°0'0" - 114°30'0"</b>	0.24	0.45	0.24	0.15	0.39	0.12	0.06	0.10	0.55	0.57	0.71	0.60
<b>FRANJA 114°30'0" - 114°0'0"</b>	0.18	0.80	0.23	0.38	0.48	0.86	0.57	0.68	0.71	0.58	0.17	0.42
<b>FRANJA 114°0'0" - 113°30'0"</b>	0.49	0.24	0.32	0.66	0.68	0.72	0.70	0.24	0.89	0.85	0.71	0.69
<b>FRANJA 113°30'0" - 113°0'0"</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5.53 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas

Variable de interés	Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
Longitudes	0.27	0.33	0.36	0.45	0.06	0.13	0.13	0.11
Latitudes	0.03	0.07	0.1	0.11	0.02	0.05	0.01	0.12

Tabla 5.54 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para el ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)

Clima	Características climatológicas	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks</b>	Semiárido frío	0.02	0.30	0.13	0.04	0.08	0.20	0.20	0.18	0.11	0.16	0.20	0.08
<b>Clima BWhs</b>	Cálido semiárido	0.16	0.64	0.62	0.48	0.45	0.23	0.20	0.10	0.21	0.32	0.27	0.25
<b>Clima BW(h)(x)</b>	árido cálido	0.05	0.10	0.20	0.58	0.12	0.11	0.19	0.14	0.13	0.08	0.05	0.09
<b>Clima BW(h)(x)</b>	semicalido	0.41	0.70	0.39	0.14	0.12	0.24	0.17	0.11	0.21	0.43	0.56	0.48
<b>Clima BWk(x)</b>	árido	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks</b>	árido templado	0.01	0.24	0.06	0.53	0.11	0.06	0.30	0.14	0.56	0.35	0.17	0.01
<b>Clima Cs</b>	templado	0.25	0.68	0.07	0.26	0.26	0.01	0.58	0.32	0.33	0.08	0.06	0.20

Tabla 5.55 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks (8-40 m)</b>	156- 260	13.93-15.34	0.67	0.37	0.28	0.37	0.57	0.67	0.72	0.46	0.35	0.72	0.30	0.04
<b>Clima BSks (170-210m)</b>	187-288	11.88-14.2	0.98	0.97	0.99	0.54	0.53	0.40	0.46	0.12	0.32	0.59	0.67	0.81
<b>Clima BWhs (3-40 m)</b>	62-168	16-19	0.99	0.94	0.75	0.99	0.89	0.89	0.88	0.97	0.57	0.95	0.97	0.95
<b>Clima BWhs (288-325m)</b>	89-102	16-17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWhs (480-530m)</b>	92-135	17	0.95	0.77	0.98	0.99	0.94	0.99	0.84	0.61	0.63	0.96	0.84	0.63
<b>Clima BW(h)(x) (1-15m)</b>	46-95	17-22	0.40	0.08	0.31	0.85	0.27	0.09	0.17	0.11	0.26	0.27	0.67	0.41
<b>Clima BW(h)(x) (1-16m)</b>	36-63	19-22	0.82	0.90	0.99	0.33	0.62	0.58	0.85	0.61	0.17	0.83	0.83	0.81
<b>Clima BWks (17-30m)</b>	106-160	14-17	0.89	0.31	0.35	0.44	0.97	0.73	0.39	0.56	0.68	0.88	0.98	0.99
<b>Clima Cs (1000-1150m)</b>	248-293	13-18	0.18	0.93	0.62	0.68	0.77	0.67	0.93	0.82	0.82	0.98	0.64	0.50

Tabla 5.56 .- Coeficientes de correlación R para el ajuste de segundo grado de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)

ZONA	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
FRANJA 33°0'0"- 32°30'0"	0.65	0.57	0.28	0.70	-0.47	-0.61	-0.59	-0.73	-0.70	-0.64	-0.62	-0.73
FRANJA 32°0'0"- 32°30'0"	0.33	0.81	0.89	0.80	-0.53	-0.56	-0.65	-0.63	-0.33	-0.79	-0.85	-0.92
FRANJA 31°30'0"- 32°0'0"	0.14	0.83	0.57	0.55	-0.14	-0.55	-0.50	-0.37	-0.33	-0.48	-0.40	-0.06
FRANJA 31°30'0"- 31°0'0"	0.82	0.69	0.66	0.54	-0.53	-0.71	-0.81	-0.67	-0.72	-0.22	-0.17	0.10
FRANJA 31°0'0"- 30°30'0"	0.30	0.91	0.75	0.60	-0.42	-0.33	-0.46	-0.45	-0.62	-0.59	-0.62	-0.74
FRANJA 30°30'0"- 30°0'0"	-0.72	0.74	0.81	0.92	0.93	-0.52	-0.24	-0.26	-0.96	-0.97	-0.99	-0.98
FRANJA 30°0'0"- 29°30'0"	-0.82	0.78	0.99	0.97	0.80	0.73	0.87	0.60	-0.84	0.77	0.95	0.17
FRANJA 29°30'0"- 29°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
FRANJA 29°0'0"- 28°30'0"	0.87	0.59	0.58	0.64	-0.54	-0.82	-0.71	-0.39	-0.57	-0.82	-0.68	-0.67
FRANJA 28°30'0"- 28°0'0"	-0.95	0.71	0.75	0.41	-0.89	-0.94	-0.74	-0.01	-0.62	-0.71	-0.58	-0.73
FRANJA 117°0'0"-116°30'0"	0.40	0.51	-0.30	-0.32	0.08	-0.22	0.49	0.54	0.42	-0.74	-0.44	-0.59
FRANJA 116°30'0"-116°0'0"	0.20	0.54	0.62	0.57	-0.28	-0.54	-0.58	-0.56	-0.28	-0.08	-0.17	-0.14
FRANJA 116°0'0"-115°30'0"	0.30	0.85	0.53	0.52	-0.32	-0.52	-0.57	-0.56	-0.82	-0.62	-0.66	-0.49
FRANJA 115°0'0"- 115°30'0"	0.35	0.51	0.45	0.62	-0.37	-0.32	-0.49	-0.49	-0.51	-0.68	-0.77	-0.82
FRANJA 115°0'0"-114°30'0"	0.49	-0.67	-0.49	-0.39	-0.62	-0.35	-0.24	-0.32	-0.74	-0.75	-0.84	-0.77
FRANJA 114°30'0"-114°0'0"	0.42	0.89	0.48	-0.62	-0.69	-0.93	-0.75	-0.82	0.84	-0.76	0.41	0.65
FRANJA 114°0'0"-113°30'0"	0.70	0.49	0.57	0.81	-0.82	-0.85	-0.84	-0.49	-0.94	-0.92	-0.84	-0.83
FRANJA 113°30'0"-113°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

Tabla 5.57 .- Coeficientes de correlación R para ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas

Variable de interés	Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
Longitudes	0.52	0.57	0.60	0.67	0.24	0.36	0.36	0.33
Latitudes	-0.17	-0.26	-0.32	-0.33	0.14	0.22	0.10	0.35

Tabla 5.58 .- Coeficientes de correlación R para el ajuste de segundo grado de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)

Clima	Características climatológicas	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks</b>	Semiárido frío	0.14	0.55	0.36	-0.20	-0.28	-0.45	-0.45	-0.42	-0.33	-0.40	-0.45	-0.28
<b>Clima BWhs</b>	Cálido semiárido	0.40	0.80	0.79	0.69	-0.67	-0.48	-0.45	-0.32	-0.46	-0.57	-0.52	-0.50
<b>Clima BW(h)(x)</b>	árido cálido	0.22	-0.32	-0.45	-0.76	-0.35	-0.33	-0.44	-0.37	-0.36	0.28	0.22	0.30
<b>Clima BW(h)(x)</b>	semicalido	0.64	0.84	0.62	0.37	-0.35	-0.49	-0.41	-0.33	-0.46	-0.66	-0.75	-0.69
<b>Clima BWk(x)</b>	árido	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks</b>	árido templado	-0.10	-0.49	-0.24	-0.73	0.33	-0.24	-0.55	-0.37	-0.75	-0.59	-0.41	-0.10
<b>Clima Cs</b>	templado	0.50	0.82	0.26	0.51	0.51	0.08	-0.76	-0.57	-0.57	0.28	0.24	0.45

Tabla 5.59 .- Coeficientes de correlación R para ajuste de segundo grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks (8-40 m)</b>	156-260	13.93-15.34	-0.82	0.61	0.53	-0.61	-0.75	-0.82	-0.85	0.68	0.59	-0.85	0.55	0.20
<b>Clima BSks (170-210m)</b>	187-288	11.88-14.2	0.99	0.98	0.99	0.73	0.73	-0.63	0.68	0.35	-0.57	-0.77	0.82	0.90
<b>Clima BWhs (3-40 m)</b>	62-168	16-19	0.99	0.97	0.87	0.99	-0.94	-0.94	-0.94	-0.98	-0.75	-0.97	-0.98	-0.97
<b>Clima BWhs (288-325m)</b>	89-102	16-17	-1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
<b>Clima BWhs (480-530m)</b>	92-135	17	-0.97	0.88	0.99	0.99	-0.97	-0.99	-0.92	-0.78	-0.79	-0.98	-0.92	-0.79
<b>Clima BW(h)(x) (1-15m)</b>	46-95	17-22	0.63	0.28	-0.56	-0.92	0.52	0.30	0.41	-0.33	-0.51	-0.52	-0.82	-0.64
<b>Clima BW(h)(x) (1-16m)</b>	36-63	19-22	0.91	0.95	0.99	0.57	0.79	0.76	0.92	0.78	0.41	0.91	0.91	0.90
<b>Clima BWks (17-30m)</b>	106-160	14-17	0.94	-0.56	-0.59	-0.66	-0.98	-0.85	0.62	0.75	0.82	-0.94	-0.99	-0.99
<b>Clima Cs (1000-1150m)</b>	248-293	13-18	-0.42	0.96	0.79	0.82	-0.88	-0.82	-0.96	-0.91	0.91	-0.99	-0.80	-0.71

### 5.4.5 Análisis de correlación polinomial de tercer grado

Tabla 5.60 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para el ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)

ZONA	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>FRANJA 33°0'0" - 32°30'0"</b>	0.42	0.35	0.33	0.78	0.23	0.37	0.38	0.58	0.50	0.54	0.46	0.67
<b>FRANJA 32°0'0" - 32°30'0"</b>	0.21	0.72	0.79	0.68	0.39	0.37	0.47	0.50	0.14	0.64	0.74	0.87
<b>FRANJA 31°30'0" - 32°0'0"</b>	0.03	0.75	0.33	0.32	0.06	0.31	0.28	0.14	0.13	0.41	0.31	0.15
<b>FRANJA 31°30'0" - 31°0'0"</b>	0.80	0.49	0.44	0.81	0.29	0.56	0.69	0.51	0.53	0.09	0.20	0.19
<b>FRANJA 31°0'0" - 30°30'0"</b>	0.09	0.82	0.58	0.36	0.75	0.70	0.62	0.66	0.43	0.86	0.68	0.92
<b>FRANJA 30°30'0" - 30°0'0"</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>FRANJA 30°0'0" - 29°30'0"</b>	0.89	0.66	0.99	0.95	0.71	0.58	0.93	0.71	0.95	0.95	0.91	0.37
<b>FRANJA 29°30'0" - 29°0'0"</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>FRANJA 29°0'0" - 28°30'0"</b>	0.86	0.44	0.59	0.47	0.63	0.68	0.67	0.28	0.96	0.90	0.87	0.80
<b>FRANJA 28°30'0" - 28°0'0"</b>	0.95	0.52	0.61	0.95	0.88	0.88	0.95	0.53	0.73	0.52	0.34	0.56
<b>FRANJA 117°0'0" - 116°30'0"</b>	0.17	0.48	0.10	0.57	0.24	0.17	0.40	0.41	0.20	0.58	0.31	0.37
<b>FRANJA 116°30'0" - 116°0'0"</b>	0.14	0.35	0.41	0.32	0.08	0.29	0.34	0.31	0.09	0.01	0.05	0.05
<b>FRANJA 116°0'0" - 115°30'0"</b>	0.09	0.75	0.29	0.40	0.16	0.28	0.39	0.36	0.69	0.38	0.47	0.26
<b>FRANJA 115°0'0" - 115°30'0"</b>	0.16	0.27	0.24	0.38	0.15	0.14	0.25	0.25	0.31	0.64	0.81	0.75
<b>FRANJA 115°0'0" - 114°30'0"</b>	0.37	0.45	0.27	0.58	0.78	0.91	0.80	0.79	0.56	0.64	0.81	0.83
<b>FRANJA 114°30'0" - 114°0'0"</b>	0.98	0.98	0.99	0.57	0.77	0.91	0.82	0.84	0.90	0.58	0.18	0.42
<b>FRANJA 114°0'0" - 113°30'0"</b>	0.54	0.77	0.55	0.68	0.72	0.85	0.71	0.27	0.93	0.85	0.71	0.69
<b>FRANJA 113°30'0" - 113°0'0"</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5.61 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas

Variable de interés	Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
Longitudes	0.27	0.34	0.37	0.45	0.06	0.13	0.13	0.11
Latitudes	0.05	0.1	0.13	0.15	0.05	0.06	0.01	0.13

Tabla 5.62 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para el ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)

Clima	Características climatológicas	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks</b>	Semiárido frío	0.08	0.31	0.26	0.04	0.12	0.32	0.22	0.19	0.11	0.20	0.20	0.19
<b>Clima BWhs</b>	Cálido semiárido	0.21	0.73	0.69	0.48	0.49	0.24	0.22	0.20	0.22	0.37	0.28	0.31
<b>Clima BW(h)(x)</b>	árido cálido	0.07	0.18	0.20	0.59	0.20	0.24	0.36	0.19	0.14	0.62	0.41	0.52
<b>Clima BW(h)(x)</b>	semicalido	0.60	0.72	0.53	0.14	0.12	0.25	0.17	0.11	0.30	0.43	0.60	0.53
<b>Clima BWk(x)</b>	árido	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks</b>	árido templado	0.26	0.34	0.13	0.59	0.11	0.40	0.41	0.60	0.56	0.75	0.43	0.54
<b>Clima Cs</b>	templado	0.25	0.69	0.09	0.48	0.27	0.05	0.58	0.32	0.35	0.21	0.21	0.20

Tabla 5.63 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  para ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks (8-40 m)</b>	156- 260	13.93-15.34	0.98	0.44	0.28	0.89	0.58	0.91	0.84	0.88	0.99	0.72	0.52	0.42
<b>Clima BSks (170-210m)</b>	187-288	11.88-14.2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWhs (3-40 m)</b>	62-168	16-19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWhs (288-325m)</b>	89-102	16-17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWhs (480-530m)</b>	92-135	17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BW(h)(x) (1-15m)</b>	46-95	17-22	0.45	0.31	0.50	0.85	0.80	0.49	0.86	0.64	0.65	0.30	0.73	0.70
<b>Clima BW(h)(x) (1-16m)</b>	36-63	19-22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks (17-30m)</b>	106-160	14-17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima Cs (1000-1150m)</b>	248-293	13-18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5.64 .- Coeficientes de correlación R para el ajuste de tercer grado de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (Secciones)

ZONA	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>FRANJA 33°0'0" - 32°30'0"</b>	0.65	0.59	0.57	0.88	-0.48	-0.61	-0.62	-0.76	-0.71	-0.73	-0.68	-0.82
<b>FRANJA 32°0'0" - 32°30'0"</b>	0.46	0.85	0.89	0.82	-0.62	-0.61	-0.69	-0.71	-0.37	-0.80	-0.86	-0.93
<b>FRANJA 31°30'0" - 32°0'0"</b>	0.17	0.87	0.57	0.57	-0.24	-0.56	-0.53	-0.37	-0.36	-0.64	-0.56	-0.39
<b>FRANJA 31°30'0" - 31°0'0"</b>	0.89	0.70	0.66	0.90	-0.54	-0.75	-0.83	-0.71	-0.73	-0.30	-0.45	0.44
<b>FRANJA 31°0'0" - 30°30'0"</b>	0.30	0.91	0.76	0.60	-0.87	-0.84	-0.79	-0.81	-0.66	-0.93	-0.82	-0.96
<b>FRANJA 30°30'0" - 30°0'0"</b>	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
<b>FRANJA 30°0'0" - 29°30'0"</b>	-0.94	0.81	0.99	0.97	0.84	0.76	0.96	0.84	-0.97	0.97	0.95	0.61
<b>FRANJA 29°30'0" - 29°0'0"</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
<b>FRANJA 29°0'0" - 28°30'0"</b>	0.93	0.66	0.77	0.69	-0.79	-0.82	-0.82	-0.53	-0.98	-0.95	-0.93	-0.89
<b>FRANJA 28°30'0" - 28°0'0"</b>	-0.97	0.72	0.78	0.97	-0.94	-0.94	-0.97	-0.73	-0.85	-0.72	-0.58	-0.75
<b>FRANJA 117°0'0"-116°30'0"</b>	0.41	0.69	-0.32	-0.75	0.49	-0.41	0.63	0.64	0.45	-0.76	-0.56	-0.61
<b>FRANJA 116°30'0"-116°0'0"</b>	0.37	0.59	0.64	0.57	-0.28	-0.54	-0.58	-0.56	-0.30	-0.09	-0.22	-0.22
<b>FRANJA 116°0'0"-115°30'0"</b>	0.30	0.87	0.54	0.63	-0.40	-0.53	-0.62	-0.60	-0.83	-0.62	-0.69	-0.51
<b>FRANJA 115°0'0" - 115°30'0"</b>	0.40	0.52	0.49	0.62	-0.39	-0.37	-0.50	-0.50	-0.56	-0.80	-0.90	-0.87
<b>FRANJA 115°0'0"-114°30'0"</b>	0.61	-0.67	-0.52	-0.76	-0.88	-0.95	-0.89	-0.89	-0.75	-0.80	-0.90	-0.91
<b>FRANJA 114°30'0"-114°0'0"</b>	0.99	0.99	0.99	-0.75	-0.88	-0.95	-0.91	-0.92	0.95	-0.76	0.42	0.65
<b>FRANJA 114°0'0"-113°30'0"</b>	0.73	0.88	0.74	0.82	-0.85	-0.92	-0.84	-0.52	-0.96	-0.92	-0.84	-0.83
<b>FRANJA 113°30'0"-113°0'0"</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

Tabla 5.65 .- Coeficientes de correlación R para ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst y coordenadas geográficas

Variable de interés	Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
Longitudes	0.52	0.58	0.61	0.67	0.24	0.36	0.36	0.33
Latitudes	-0.22	-0.32	-0.36	-0.39	0.22	0.24	0.10	0.36

Tabla 5.66 .- Coeficientes de correlación R para el ajuste de tercer grado de los exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas)

Clima	Características climatológicas	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks</b>	Semiárido frío	0.28	0.56	0.51	-0.20	-0.35	-0.57	-0.47	-0.44	-0.33	-0.45	-0.45	-0.44
<b>Clima BWhs</b>	Cálido semiárido	0.46	0.85	0.83	0.69	-0.70	-0.49	-0.47	-0.45	-0.47	-0.61	-0.53	-0.56
<b>Clima BW(h)(x)</b>	árido cálido	0.26	-0.42	-0.45	-0.77	-0.45	-0.49	-0.60	-0.44	-0.37	0.79	0.64	0.72
<b>Clima BW(h)(x)</b>	semicalido	0.77	0.85	0.73	0.37	-0.35	-0.50	-0.41	-0.33	-0.55	-0.66	-0.77	-0.73
<b>Clima BWk(x)</b>	árido	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks</b>	árido templado	-0.51	-0.58	-0.36	-0.77	0.33	-0.63	-0.64	-0.77	-0.75	-0.87	-0.66	-0.73
<b>Clima Cs</b>	templado	0.50	0.83	0.30	0.69	0.52	0.22	-0.76	-0.57	-0.59	0.46	0.46	0.45

Tabla 5.67 .- Coeficientes de correlación R para ajuste de tercer grado de exponentes de Hurst de precipitación, temperatura promedio y altitud (climas y elevación)

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponentes de Hurst de precipitación y temperatura promedio				Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks (8-40 m)</b>	156-260	13.93-15.34	-0.99	0.66	0.53	-0.94	-0.76	-0.95	-0.92	0.94	0.99	-0.85	0.72	0.65
<b>Clima BSks (170-210m)</b>	187-288	11.88-14.2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWhs (3-40 m)</b>	62-168	16-19	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
<b>Clima BWhs (288-325m)</b>	89-102	16-17	-1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
<b>Clima BWhs (480-530m)</b>	92-135	17	-1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
<b>Clima BW(h)(x) (1-15m)</b>	46-95	17-22	0.67	0.56	-0.71	-0.92	0.89	0.70	0.93	-0.80	-0.81	-0.55	-0.85	-0.84
<b>Clima BW(h)(x) (1-16m)</b>	36-63	19-22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks (17-30m)</b>	106-160	14-17	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00
<b>Clima Cs (1000-1150m)</b>	248-293	13-18	-1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00

El ajuste de correlación lineal múltiple revela que si bien los coeficientes de determinación y de correlación (tablas 5.68 a 5.75) son ligeramente menores a los obtenidos por el ajuste polinomial de tercer grado; se puede observar que en algunos casos el ajuste de correlación lineal múltiple genera coeficientes de determinación y de correlación muy superiores a los del ajuste polinomial, principalmente en la clasificación por secciones y condiciones climáticas y fisiográficas similares. Esto indica que este ajuste es el más apropiado para este tipo de variables, lo cual es lógico debido a que la precipitación y la temperatura siempre están en función de otras variables tales como la altitud y la distribución climática de la región considerada.

Los coeficientes de determinación obtenidos para el ajuste de correlación lineal múltiple (tablas 5.68 a 5.71) indican que la altitud, precipitación promedio anual, temperatura promedio anual están relacionadas directamente con la bondad de ajuste del modelo para exponente de Hurst para series de precipitación y de temperatura registradas; debido a que generalmente un elevado porcentaje de variación de los exponentes de Hurst de series de precipitación y temperatura es debido al comportamiento de la precipitación promedio anual, temperatura promedio anual y la altitud de la región estudiada. Esto indica que se pueden hacer predicciones acertadas del comportamiento del exponente de Hurst en regiones donde se conozcan los valores de las variables climáticas y fisiográficas.

Los coeficientes de correlación obtenidos (tablas 5.72 a 5.75) son en su mayoría superiores a 0.7 y llegando en el caso de la clasificación climática-altitud (tabla 4.75) a un ajuste perfecto (valores de coeficiente de correlación de 1.00) lo cual indica que estas variables están directamente relacionadas entre sí y poseen una gran asociación correlativa.

Nuevamente puede apreciarse en la tabla 5.68 que el análisis por secciones con líneas latitudinales genera coeficientes más elevados, lo cual aunado al hecho de que en este tipo de secciones existe un menor número de clasificaciones climáticas, indica que las condiciones climáticas influyen directamente en el comportamiento del exponente de Hurst de series de precipitación y de temperatura. De acuerdo a la tabla 5.69, los exponentes de Hurst de precipitación son los que se ven mayormente influenciados por las condiciones climáticas y fisiográficas de la región.

De acuerdo a la tabla 5.70, cuando se consideran únicamente las condiciones climáticas de todas las estaciones, los coeficientes de determinación son relativamente bajos; sin embargo al tomar en consideración la altitud en la clasificación realizada (tabla 5.71) los coeficientes se incrementan drásticamente hasta llegar a 1.00 en la mayoría de los casos, lo cual indica que la combinación de las variables analizadas en esta investigación están directamente relacionadas al comportamiento de los exponentes de Hurst de series de precipitación y temperatura, debido al alto grado de bondad de ajuste, así como de la asociación correlativa presente.

Debido a lo anteriormente mencionado, se ha seleccionado el ajuste de correlación lineal múltiple como el más conveniente entre los métodos planteados para lograr predicciones del comportamiento del exponente de Hurst de series de precipitación y temperatura, fundamentando en los altos coeficientes de determinación y de correlación obtenidos, así como en el número de variables consideradas en el análisis.

### 5.4.6 Análisis de correlación lineal múltiple

Tabla 5.68 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y temperatura promedio (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)

ZONA	Correlación exponente de Hurst de precipitación				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
FRANJA 33°0'0"- 32°30'0"	0.58	0.62	0.68	0.81	0.52	0.64	0.43	0.77
FRANJA 32°0'0" - 32°30'0"	0.61	0.39	0.76	0.69	0.13	0.36	0.85	0.79
FRANJA 31°30'0" - 32°0'0"	0.04	0.32	0.31	0.19	0.05	0.34	0.45	0.37
FRANJA 31°30'0"- 31°0'0"	0.54	0.88	0.95	0.97	0.74	0.60	0.80	0.86
FRANJA 31°0'0"- 30°30'0"	0.67	0.62	0.68	0.72	0.49	0.77	0.62	0.81
FRANJA 30°30'0"- 30°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
FRANJA 30°0'0"- 29°30'0"	0.45	0.61	0.89	0.81	0.81	0.96	0.85	0.33
FRANJA 29°30'0"- 29°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
FRANJA 29°0'0"- 28°30'0"	0.80	0.78	0.47	0.27	0.58	0.81	0.79	0.78
FRANJA 28°30'0"- 28°0'0"	0.35	0.87	0.55	0.53	0.25	0.98	0.90	0.81
FRANJA 117°0'0"-116°30'0"	0.14	0.05	0.17	0.15	0.26	0.45	0.35	0.43
FRANJA 116°30'0"-116°0'0"	0.11	0.03	0.66	0.45	0.07	0.18	0.36	0.31
FRANJA 116°0'0"-115°30'0"	0.63	0.64	0.69	0.70	0.64	0.71	0.50	0.39
FRANJA 115°0'0" - 115°30'0"	0.65	0.37	0.55	0.35	0.25	0.56	0.70	0.70
FRANJA 115°0'0"-114°30'0"	0.86	0.81	0.60	0.53	0.76	0.74	0.83	0.72
FRANJA 114°30'0"-114°0'0"	0.45	0.91	0.74	0.91	0.57	0.37	0.15	0.36
FRANJA 114°0'0"-113°30'0"	0.85	0.91	0.75	0.80	0.96	0.82	0.77	0.76
FRANJA 113°30'0"-113°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabla 5.69.- Coeficientes de determinación  $R^2$  de regresión lineal múltiple de exponentes de Hurst para todas las estaciones (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)

Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
0.42	0.47	0.64	0.67	0.2	0.47	0.41	0.57

Tabla 5.70 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y temperatura promedio (climas) (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)

Clima	Características climatológicas	Correlación exponente de Hurst de precipitación				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks</b>	Semiárido frío	0.00	0.04	0.11	0.09	0.12	0.16	0.05	0.04
<b>Clima BWhs</b>	Cálido semiárido	0.37	0.08	0.35	0.11	0.10	0.32	0.29	0.41
<b>Clima BW(h)(x)</b>	árido cálido	0.49	0.29	0.25	0.12	0.18	0.22	0.10	0.07
<b>Clima BWh(x)</b>	semicalido	0.71	0.70	0.62	0.68	0.31	0.73	0.67	0.57
<b>Clima BWk(x)</b>	árido	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks</b>	árido templado	0.21	0.82	0.80	0.91	0.52	0.58	0.74	0.76
<b>Clima Cs</b>	templado	0.17	0.14	0.54	0.40	0.05	0.48	0.21	0.18

Tabla 5.71 .- Coeficientes de determinación  $R^2$  de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y temperatura promedio (climas y elevaciones) (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponente de Hurst de precipitación				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
<b>Clima BSks (8-40 m)</b>	156- 260	13.93-15.34	0.23	0.31	0.18	0.56	0.85	0.67	0.89	0.98
<b>Clima BSks (170-210m)</b>	187-288	11.88-14.2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWhs (3-40 m)</b>	62-168	16-19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWhs (288-325m)</b>	89-102	16-17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWhs (480-530m)</b>	92-135	17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BW(h)(x) (1-15m)</b>	46-95	17-22	0.66	0.32	0.29	0.04	0.50	0.25	0.02	0.09
<b>Clima BWh(x) (1-16m)</b>	36-63	19-22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima BWks (17-30m)</b>	106-160	14-17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Clima Cs (1000-1150m)</b>	248-293	13-18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**Tabla 5.72 .- Coeficientes de correlación R de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y temperatura promedio (secciones) (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)**

ZONA	Correlación exponente de Hurst de precipitación				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio			
	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
FRANJA 33°0'0" - 32°30'0"	0.76	0.79	0.82	0.90	0.72	0.80	0.66	0.88
FRANJA 32°0'0" - 32°30'0"	0.78	0.62	0.87	0.83	0.36	0.60	0.92	0.89
FRANJA 31°30'0" - 32°0'0"	0.20	0.57	0.56	0.44	0.22	0.58	0.67	0.61
FRANJA 31°30'0" - 31°0'0"	0.73	0.94	0.97	0.98	0.86	0.77	0.89	0.93
FRANJA 31°0'0" - 30°30'0"	0.82	0.79	0.82	0.85	0.70	0.88	0.79	0.90
FRANJA 30°30'0" - 30°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
FRANJA 30°0'0" - 29°30'0"	0.67	0.78	0.94	0.90	0.90	0.98	0.92	0.57
FRANJA 29°30'0" - 29°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
FRANJA 29°0'0" - 28°30'0"	0.89	0.88	0.69	0.52	0.76	0.90	0.89	0.88
FRANJA 28°30'0" - 28°0'0"	0.59	0.93	0.74	0.73	0.50	0.99	0.95	0.90
FRANJA 117°0'0" - 116°30'0"	0.37	0.22	0.41	0.39	0.51	0.67	0.59	0.66
FRANJA 116°30'0" - 116°0'0"	0.33	0.17	0.81	0.67	0.26	0.42	0.60	0.56
FRANJA 116°0'0" - 115°30'0"	0.79	0.80	0.83	0.84	0.80	0.84	0.71	0.62
FRANJA 115°0'0" - 115°30'0"	0.81	0.61	0.74	0.59	0.50	0.75	0.84	0.84
FRANJA 115°0'0" - 114°30'0"	0.93	0.90	0.77	0.73	0.87	0.86	0.91	0.85
FRANJA 114°30'0" - 114°0'0"	0.67	0.95	0.86	0.95	0.75	0.61	0.39	0.60
FRANJA 114°0'0" - 113°30'0"	0.92	0.95	0.87	0.89	0.98	0.91	0.88	0.87
FRANJA 113°30'0" - 113°0'0"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**Tabla 5.73 .- Coeficientes de correlación R de regresión lineal múltiple de exponentes de Hurst para todos los datos (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)**

Exponentes de Hurst de lluvia				Exponentes de Hurst de temperatura promedio			
Todo el registro	25 años	10 años	5 años	Todo el registro	25 años	10 años	5 años
0.65	0.69	0.80	0.82	0.45	0.69	0.64	0.75

**Tabla 5.74.- Coeficientes de correlación R de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y temperatura promedio (climas) (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)**

Clima	Características climatológicas	Correlación exponente de Hurst de precipitación				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio			
		Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
Clima BSks	Semiárido frío	0.05	0.20	0.33	0.30	0.35	0.40	0.22	0.20
Clima BWhs	Cálido semiárido	0.61	0.28	0.59	0.33	0.32	0.57	0.54	0.64
Clima BW(h)(x)	árido cálido	0.70	0.54	0.50	0.35	0.42	0.47	0.32	0.26
Clima BW(h)(x)	semicalido	0.84	0.84	0.79	0.82	0.56	0.85	0.82	0.75
Clima BWk(x)	árido	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Clima BWks	árido templado	0.46	0.91	0.89	0.95	0.72	0.76	0.86	0.87
Clima Cs	templado	0.41	0.37	0.73	0.63	0.22	0.69	0.46	0.42

**Tabla 5.75.- Coeficientes de correlación R de correlación lineal múltiple de eventos de precipitación y temperatura promedio (climas y elevaciones) (Variables independientes: Temperatura promedio anual, precipitación promedio anual y altitud)**

Clima y elevación	Rango de precipitación anual promedio de las estaciones (mm)	Rango de temperatura promedio anual de las estaciones (°C)	Correlación exponente de Hurst de precipitación y altitud en msnm				Correlación exponente de Hurst de temperatura promedio y altitud en msnm			
			Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años	Todo el registro	25 Años	10 Años	5 Años
Clima BSks (8-40 m)	156- 260	13.93-15.34	0.48	0.56	0.42	0.75	0.92	0.82	0.94	0.99
Clima BSks (170-210m)	187-288	11.88-14.2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Clima BWhs (3-40 m)	62-168	16-19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Clima BWhs (288-325m)	89-102	16-17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Clima BWhs (480-530m)	92-135	17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Clima BW(h)(x) (1-15m)	46-95	17-22	0.81	0.57	0.54	0.20	0.71	0.50	0.14	0.30
Clima BW(h)(x) (1-16m)	36-63	19-22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Clima BWks (17-30m)	106-160	14-17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Clima Cs (1000-1150m)	248-293	13-18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

## 5.5 Análisis de investigaciones mundiales

Después de revisar la información recopilada de dimensiones fractales y exponentes de Hurst en las publicaciones analizadas (Tablas 1.1 y 1.2), se procede a realizar una discusión sobre el comportamiento de estos valores a escala global, para posteriormente realizar una comparación con los valores obtenidos en esta investigación.

Un análisis con mayor profundidad en el aspecto fractal, considera a continuación la clasificación de climas de Köppen mencionada anteriormente, como base de análisis en cuanto a las características que pueden tener en común las zonas de características climáticas similares y su relación con el comportamiento fractal de los eventos analizados.

De acuerdo a las Tablas 1.1 y 1.2, para el tipo de clima Tropical (A), se tienen las regiones de Tamil Nadu, India (Selvi y Selvaraj, 2011); Benín (Verrier et al, 2010); Pastaza, Ecuador (Kalauzi et al, 2009); regiones de Etiopía (Haile et al, 2008); Darwin, Australia; Filipinas (Gutierrez et al, 2006), Venezuela (Amaro et al, 2004), Brasil (Miranda, 2003) ; Queensland, Australia (Breslin y Belward, 1999). Analizando sus valores de exponente de Hurst se puede observar que la mayoría de estas regiones poseen valores menores a 0.5 en sus eventos de precipitación, lo que indica un comportamiento antipersistente. Se puede observar en la Tabla 1.1 que estas regiones con clima tropical, tienden a presentar valores de precipitación promedio anual elevados, generalmente superiores a 1000 mm/año. Por lo tanto existe una relación directa entre la magnitud de la precipitación promedio anual y el comportamiento persistente de las series de precipitación; de forma que la fuerza de persistencia de una serie de precipitación es inversamente proporcional a la precipitación promedio anual de una región con condiciones climáticas tropicales (A).

La mayoría de las regiones localizadas en climas con condiciones secas (B), tales como Islas Canarias (Peñate et al, 2013), Zacatecas, México (Velasquez et al, 2013); regiones de Israel (Yuval y Broday, 2010), Arabia Saudita (Rehman, 2009) y Australia (Gutierrez et al, 2006) analizadas, tienden a presentar valores del exponente de Hurst superiores a 0.5, lo cual indica persistencia en el tiempo. Mientras que sus valores de precipitación promedio anual tienden a ser moderados y bajos, generalmente menores a 500 mm/año.

Esta relación, es similar a las condiciones mencionadas anteriormente para eventos de precipitación en climas tropicales; en este caso puede observarse que en climas secos, los valores de precipitación promedio anual moderados o bajos, están relacionados con comportamientos persistentes en el tiempo; por lo que puede afirmarse que existe una relación inversa entre fuerza de persistencia y precipitación promedio anual.

En el caso de clima templado, regiones analizadas incluyen: Hong Kong, China (Zu-Guo et al, 2014), Massachusetts, Estados Unidos (Huai-Hsien et al, 2013); Túnez (Ghanmi et al, 2013) ; Querétaro, México (Lopez-Lambrano, 2012); Toscana, Italia (Capecchi et al, 2012); Veneto, Italia (Kalauzi et al, 2009); La Pampa, Argentina (Perez et al, 2009); Paris, Francia (Montera et al, 2009); Sao Paulo, Brasil (Salomao et al, 2008); Muren, Mongolia; Milán, Italia; Madrid, España (Gutierrez et al, 2006); Nápoles, Italia (Mazzarella y Tranfaglia, 2000); entre otras.

Puede observarse una alta variabilidad de exponentes de Hurst (Tabla 1.1), que indican comportamientos persistentes y antipersistentes en las series de tiempo de precipitación en los climas templados.

También puede observarse una alta variabilidad en los valores de precipitación promedio anual de estas regiones, sin embargo un análisis detallado demuestra que no existe una tendencia definida para el comportamiento del exponente de Hurst con respecto al régimen de precipitación promedio anual para este tipo de clima.

A continuación se analizan las regiones de clima continental, se tienen datos en: Rumania (Szolgayova et al, 2014); Hotan, China (Lv et al, 2009), Oklahoma, Estados Unidos (Tao y Barros, 2010) y varias regiones de Rusia (Gutierrez et al, 2006). Puede observarse en la Tabla 1.1, que las regiones que presentan condiciones climáticas continentales (D) tienden a presentar precipitaciones promedio anuales moderadas, por lo que se esperaría que

presenten valores del exponente de Hurst superiores a 0.5, lo cual es el caso para la mayoría de las regiones analizadas.

Finalmente para clima Frio, se presentan estudios en Alaska y Antártida (Gutierrez et al, 2006), donde se presentan exponente de Hurst mayores a 0.5, indicando persistencia en el tiempo para sus eventos de precipitación de acuerdo a la Tabla 1.1. Analizando la precipitación promedio anual, puede observarse que se presentan valores bajos.

De acuerdo a la información presentada en la recopilación realizada (véase Tabla 1.1 y 1.2), algunas características se pueden denotar en el comportamiento de la precipitación y temperatura, las cuales son principalmente: Las regiones que presentan valores de precipitación promedio anual elevada, tienden a presentar valores del exponente de Hurst menores a 0.5, es decir, a presentar comportamiento antipersistente. A su vez, regiones con precipitaciones promedio anual moderadas o bajas, tienden a presentar un comportamiento persistente en sus eventos de precipitación, debido a los valores mayores a 0.5 del exponente de Hurst. De acuerdo a la clasificación de climas, regiones con condiciones climáticas tropicales, tienden a presentar las precipitaciones promedio anual más elevada del mundo, lo cual a su vez implica de acuerdo a los datos, tienden a presentar los eventos más antipersistentes de precipitación del mundo. Eventos de precipitación en regiones con climas secos, comienzan a presentar comportamientos persistentes, además de precipitación promedio anual menores a las de climas tropicales. Climas templados, no presentan tendencias definidas, debido a que diversas regiones del mundo muestran similares regímenes de precipitación promedio anual, aunque comportamiento completamente opuesto con respecto a la persistencia en el tiempo. Climas continentales, generalmente presentan eventos de precipitación con comportamiento persistente, aunque sus valores del exponente de Hurst son ligeramente superiores a 0.5; la magnitud de los eventos de precipitación anual son un poco más elevadas de lo moderado, lo cual puede explicar por qué los valores del exponente de Hurst es bajo a pesar de mantener el comportamiento persistente. Finalmente los climas fríos (E), presentan persistencia en el tiempo para los eventos de precipitación, lo cual concuerda con las inferencias hechas al momento, debido a los valores bajos de precipitación promedio anual registrada.

Referente a los eventos de temperatura analizados utilizando el exponente de Hurst obtenido a partir de las series de tiempo, puede notarse que el número de investigaciones es relativamente bajo en comparación con los enfoques a precipitación, aunque estos últimos también son escasos. Se observa que existe la tendencia de presentarse persistencia más fuerte mientras menores sean las temperaturas registradas, sin embargo esto se cumple también teniendo en consideración las condiciones climatológicas de la región, es decir, puede notarse que climas secos tienden a presentar series de temperatura antipersistente en el tiempo; caso contrario de climas templados y continentales, los cuales tienden a presentar temperaturas con comportamiento persistente en el tiempo.

Analizando el comportamiento de la temperatura desde el enfoque fractal mediante los valores obtenidos del exponente de Hurst (Tabla 1.2), puede observarse que la mayoría de las regiones que presentan condiciones climáticas secas, presentan valores del exponente de Hurst para sus eventos de temperatura menores a 0.5, lo cual indica antipersistencia en el tiempo; a su vez son las regiones con investigaciones realizadas con las temperaturas promedio más elevadas. (Feng et al, 2009; Herrera et al, 2009; Mianabadi y Farid, 2011).

Referente a eventos de temperatura, la gran mayoría de las regiones analizadas presentan valores del exponente de Hurst superiores a 0.5, indicando persistencia en el tiempo. Las regiones analizadas en el clima templado, puede observarse que presentan temperaturas menores a las temperaturas del clima seco; implicando una relación inversa entre la temperatura promedio y los valores del exponente de Hurst. (Burgueño et al, 2014; Koutsoyiannis, 2003; Lopez-Lambraño, 2009; Reljin et al, 2003; Valdez-Cepeda et al, 2003).

Referente a los climas continentales, los valores del exponente de Hurst generalmente tienden a incrementarse, mostrando una gran fuerza de persistencia; a su vez, las temperaturas promedio disminuyen con respecto al resto

de los climas considerados en los análisis a escala mundial. (Bodri, 1994; Bodri y Cermak, 2005; Ferguson y Messier, 1996; Szolgayova et al, 2014).

## **5.6 Comparación de resultados obtenidos con los del resto del mundo**

Al examinar los resultados de investigaciones en distintas regiones del mundo, se observa que la precipitación y la temperatura presentan un comportamiento similar al encontrarse bajo condiciones climáticas similares. Esto significa que puede afirmarse el haber detectado un comportamiento definido para las series de tiempo de precipitación y temperatura a nivel mundial, dado que existen similitudes notables entre los resultados obtenidos en esta investigación, y los encontrados en distintas regiones del mundo.

Primeramente, la precipitación, obedece un comportamiento en el cual mientras más elevada sea la precipitación promedio anual de una región, se presentan valores del exponente de Hurst más bajos; por lo tanto se mantiene una relación inversa entre estas dos variables. Asimismo, en Baja California la precipitación media anual es moderadamente baja en comparación con regiones con climas tropicales, en donde la precipitación media anual excede fácilmente los 1000 mm; por lo tanto en regiones tropicales los valores del exponente de Hurst de series de precipitación son menores a los de Baja California. En Baja California las series presentan en su mayoría comportamiento persistente (exponente de Hurst superior a 0.5), sin embargo al considerar regiones tropicales con altos valores de precipitación promedio anual, los valores del exponente de Hurst para las series temporales presentan un decremento significativo, llegando a un comportamiento antipersistente en el tiempo. Por otra parte, regiones con condiciones climáticas con precipitación promedio anual menor a la que se registran en Baja California, tienden a presentar series de precipitación con valores del exponente de Hurst mayores que otras regiones.

Con respecto a la temperatura, se ha detectado cierto comportamiento que se presenta en las investigaciones alrededor del mundo, así como en el desarrollo de este trabajo; de manera que climas secos (B) tales como Baja California tienden a presentar series de temperatura antipersistentes en el tiempo; climas templados (C) y continentales (D) presentan en su mayoría series persistentes en el tiempo.

Después de analizar los resultados de investigaciones a nivel mundial en diversos tipos de climas, así como los resultados obtenidos en esta investigación, se encuentra que cada uno de los climas de la clasificación de Köppen, presenta determinadas características de precipitación y temperatura; por ejemplo, los climas tropicales (A) poseen elevada temperatura y altas precipitaciones; climas secos (B), presentan elevadas temperaturas pero bajas precipitaciones; climas templados (C), presentan bajas temperaturas y moderadas precipitaciones; climas continentales (D) presentan bajas temperaturas y elevadas precipitaciones; climas fríos (E) presentan bajas temperaturas y bajas precipitaciones. Cada una de estas combinaciones de precipitación y temperatura genera un efecto sobre las series de tiempo de temperatura y precipitación que se registran en esas regiones, de forma que los climas tropicales (A) tienden a presentar antipersistencia en las series de precipitación; climas secos (B) presentan series de precipitación persistentes y series de temperatura antipersistentes; climas templados (C) presentan series de precipitación antipersistentes y persistentes, así como series de temperatura persistentes; climas continentales (D) presentan series de precipitación y de temperatura persistentes; climas fríos (E) presentan series de precipitación persistentes.

Lo anteriormente mencionado se muestra mediante los mapas de investigaciones mundiales de precipitación y temperatura, así como simbología que representa el tipo de método utilizado, para series de precipitación (figura 5.23) y de temperatura (figura 5.24). Los símbolos con color rojo indican persistencia en el tiempo, mientras que los símbolos azules indican antipersistencia en el tiempo.

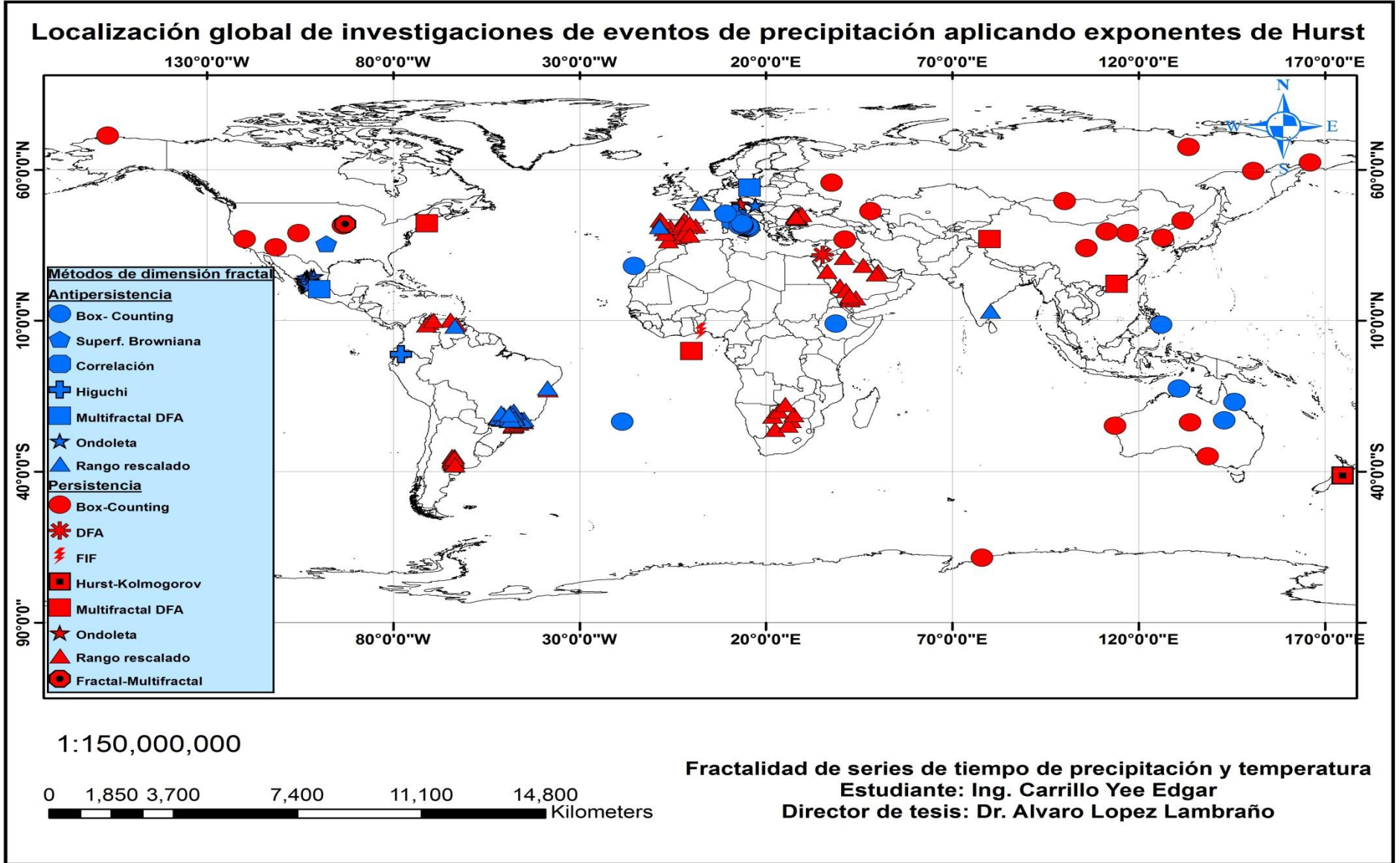


Figura 5.23.- Mapa de georeferenciación de investigaciones fractales de eventos de precipitación a nivel mundial

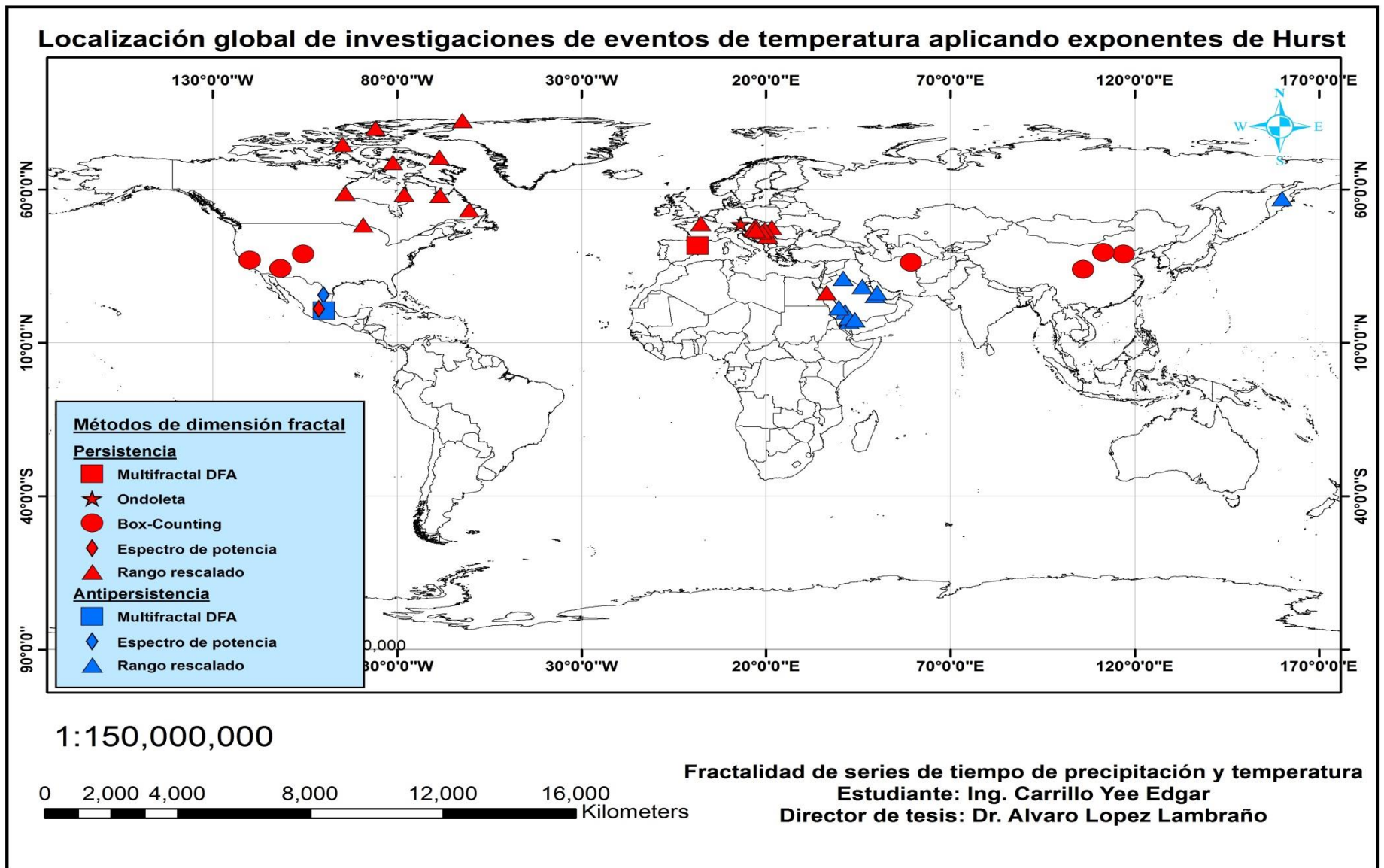


Figura 5.24.- Mapa de georeferenciación de investigaciones fractales de eventos de precipitación a nivel mundial.

Los mapas anteriores muestran que existe una alta concentración de investigaciones en Europa central y Medio Oriente; asimismo, la mayor cantidad de las investigaciones utilizan el método de rango rescalado (R/S), el conteo de caja (Box-Counting) y el Multifractal Detrended Fluctuation Analysis, siendo uno de los motivos por el cual se utilizaron estos métodos en esta investigación, de forma que se tiene información que puede ser comparada con investigaciones a nivel mundial.

Puede notarse que el continente americano comienza a presentar una gran cantidad de investigaciones enfocadas a la precipitación y la temperatura aplicando geometría fractal, por lo cual es importante desarrollar más investigaciones al respecto.

Los valores de las investigaciones realizados ya han sido analizados a detalle y comparadas con los obtenidos en Baja California. A continuación se presentan los resultados que presentan las condiciones más cercanas a las de Baja California, así como los resultados obtenidos, tanto para precipitación (tabla 5.76), como para temperatura (tabla 5.77).

Tabla 5.76.- Comparación de exponentes de Hurst de eventos de precipitación con otras investigaciones en condiciones climáticas similares a Baja California

Región	Exponente de Hurst	Precipitación promedio (mm/año)	Clima	Método utilizado
Islas Canarias	0.45	900	BSh	Box- Counting
Zacatecas, México	0.22	431	Bsk	Ondoleta
Querétaro, México	0.44	823	Csa	MF DFA
Israel	0.7	476	BWh	DFA
La Pampa, Argentina	0.86	564	Csa	Rango rescalado
Alice Springs, Australia	0.56	286	BSh	Box- Counting
Madrid, España	0.55	636	Csa	Box- Counting
Porto, Portugal	0.45	854	Csb	Box- Counting
Botsuana	0.82	457	Csa	Rango rescalado
Galicia, España	0.85	524	Csb	Rango rescalado
Nápoles, Italia	0.15	894	Csa	Box-Counting
Adelaide, Australia	0.6	536	Bsk	Correlación
Arabia Saudita	0.65	94.6	BWh	Rango rescalado

De acuerdo a la tabla 5.76, se puede observar que la mayoría de las regiones con condiciones climáticas similares a Baja California muestran comportamiento persistente en el tiempo en las series de precipitación registradas; de manera que el clima BWh, el cual es el que presenta mayor extensión en Baja California, muestra valores de exponente de Hurst para series de precipitación muy similares a los de investigaciones en climas similares tales como Arabia Saudita e Israel. Asimismo existen regiones en las que a pesar de presentar climas similares, se obtienen valores del exponente de Hurst menores a 0.5, tales como Islas Canarias, Zacatecas y Querétaro; lo cual puede deberse a que a pesar de presentar el mismo tipo de clima que Baja California, la precipitación promedio anual es muy superior (800 a 900 mm/año), lo cual como se mencionó anteriormente, influye en el comportamiento del exponente de Hurst. Puede entonces afirmarse que en efecto existe una fuerte relación entre las condiciones climáticas de la región y el comportamiento de la serie de tiempo de precipitación registrada.

Referente a investigaciones enfocadas a estudiar el comportamiento de la temperatura, las regiones con condiciones similares a Baja California se presentan en la tabla 5.77. Para posteriormente realizar la comparación con Baja California.

Tabla 5.77.- Comparación de exponentes de Hurst de eventos de temperatura con otras investigaciones en condiciones climáticas similares a Baja California

Región	Exponente de Hurst	Temperatura promedio (°C/año)	Clima	Método utilizado
Querétaro, México	0.44	18	Csa	MF DFA
Mashad, Irán	0.65	21	BSk	Box- Counting
Arabia Saudita	0.4	26	BWh	Rango rescalado
Nuevo León	0.37	23	BSh	Espectro de potencia

De acuerdo a la tabla 5.77, se puede observar que se obtienen valores del exponente de Hurst para series de temperatura, que indican antipersistencia en el tiempo, a excepción de Mashad, Irán. Puede notarse que los valores del exponente de Hurst registrados en estas investigaciones son muy cercanos a los valores obtenidos para series de temperaturas en Baja California, lo cual afirma nuevamente que las condiciones climáticas intervienen directamente en el comportamiento de las series de tiempo registradas.

Por lo tanto, después de analizar todas las investigaciones, incluyendo la desarrollada en este documento; es evidente que se puede generar una clasificación de comportamiento del exponente de Hurst de acuerdo a las condiciones climáticas de la región analizada en futuras investigaciones.

## **CAPÍTULO VI.- Conclusiones**

Las características climatológicas de Baja California son muy variadas. Las regiones que presentan condiciones climáticas con eventos de precipitación durante el invierno (Cs, Cb's, BSks, BWks) registran incrementos en la magnitud de eventos de precipitación en el tiempo, así como decrementos en la magnitud de temperatura registrada. Así mismo, regiones con climas que presentan eventos precipitación durante todo el año ( $BW(h^{\wedge}(x^{\wedge}))$ ,  $BWh(x^{\wedge})$ ,  $BWk(x^{\wedge})$ ) registran decrementos en la magnitud de eventos de precipitación, así como incrementos en las temperaturas registradas en el tiempo. El efecto del cambio climático provoca eventos más extremos, de manera que bajas temperaturas y precipitaciones disminuyen en el tiempo; y elevadas precipitaciones y temperaturas continúan incrementándose. El comportamiento de la temperatura en el estado de Baja California, está relacionado con la distribución climatológica en Baja California, es decir, regiones con climas áridos presentan las temperaturas más elevadas del estado (BWks, BWks,  $BWh(x^{\wedge})$ ,  $BW(h^{\wedge}(x^{\wedge}))$ ), mientras que regiones con climas semi-cálidos o fríos presentan las temperaturas más bajas (BSks, Cs, Cb's, BWks,  $BWk(x^{\wedge})$ ).

La precipitación promedio anual mantiene una relación directamente proporcional con la altitud en Baja California así como una relación inversamente proporcional con la temperatura registrada; consecuentemente las regiones con climas que presentan precipitaciones durante todo el año, están localizadas en las mayores altitudes del estado, así como regiones con precipitaciones durante todo el año, presentan las altitudes más bajas, cercanas al nivel del mar

Los enfoques estocásticos, brindan información de una serie de tiempo de precipitación y/o temperatura, y requieren de una serie de cálculos y análisis de los momentos estadísticos. Por otra parte, la geometría fractal permite determinar las características de estacionariedad y persistencia de la misma serie mediante la estimación de la dimensión fractal.

Las características de las series estimadas mediante los momentos estadísticos y el gradiente de los ajustes, son las mismas que el análisis fractal permite obtener únicamente con el valor de la dimensión fractal, debido a que representa la estructura interna de la serie de tiempo. Este mismo análisis estadístico, reveló que las series de precipitación analizadas muestran un comportamiento no estacionario en las condiciones climáticas y fisiográficas que presenta Baja California. Por otra parte, las series de temperatura registradas muestran un comportamiento estacionario, ya que los estadísticos como media y varianza permanecen constantes en el tiempo. Esto es corroborado por el comportamiento asimétrico de la series, lo que genera que los valores se compensen entre sí, manteniendo la media constante.

A partir de los métodos fractales de rango rescalado, conteo de caja y análisis multifractal de fluctuaciones sin tendencia se ha podido determinar las características de persistencia y estacionariedad de las series de precipitación y temperatura del estado de Baja California. De manera que las series de precipitación poseen un comportamiento persistente y no estacionario en el tiempo debido a los valores del exponente de Hurst superior a 0.5; así mismo, las series de temperatura presentan un comportamiento antipersistente y estacionario, debido a los valores del exponente de Hurst menores a 0.5. Logrando cumplir uno de los objetivos principales de esta investigación, el cual requiere determinar las características fractales de las series de precipitación y temperatura en Baja California.

Se ha determinado que las características fractales de las series de precipitación y temperatura en Baja California están relacionadas con el comportamiento climático del estado, debido a que los coeficientes de determinación y de correlación obtenidos mediante el ajuste de correlación lineal múltiple oscilan entre 0.6-1 y 0.8-1 respectivamente. Por lo tanto, es imprescindible tener las variables climáticas y fisiográficas en consideración al momento de realizar inferencias del comportamiento de estas series de tiempo. Se ha determinado que:

Las series de precipitación en Baja California pueden ser caracterizadas mediante el uso del exponente de Hurst, mostrando tendencia persistencia en el tiempo. Los exponentes de Hurst obtenidos para la precipitación, son una medición del grado de dependencia de la serie, y puede explicar el comportamiento espacio temporal de la precipitación en Baja California. Precipitaciones que ocurren en climas con precipitación durante todo el año, tales como BWk(x'), BW(h')(x'), BWh(x') y BSok(x'), muestran comportamiento persistente en el tiempo, dado que los valores del exponente de Hurst obtenido es mayor a 0.5. Por otra parte, series de precipitación que ocurren en climas con régimen de precipitación en invierno, tales como BSks, Cs, BWks y BWhs, muestran comportamiento antipersistente y persistente, debido a que se registran valores entre 0.4 y 0.6 del exponente de Hurst.

Estos valores del exponente de Hurst, mantienen una relación inversa con la altitud y el régimen de precipitación. Los exponente de Hurst de series de precipitación mantienen una relación directa con la temperatura promedio registrada en una región.

La temperatura registrada en Baja California mantiene un comportamiento antipersistente, debido a que los valores del exponente de Hurst obtenidos son menores a 0.5. Regiones que presentan condiciones climáticas templadas o semifrías, con precipitaciones durante el invierno (BSks, Cs, BWks y BWhs) registran los valores del exponente de Hurst más bajos del estado. Mientras que condiciones climáticas áridas o cálidas con precipitaciones durante todo el año (BWk(x'), BW(h')(x'), BWh(x') y BSok(x')) presentan valores del exponente de Hurst superiores, es decir, un comportamiento antipersistente más fuerte. Indicando que las series de temperatura en Baja California poseen memoria a corto plazo y que un valor presente tiene poca influencia sobre un registro futuro. Los valores del exponente de Hurst de series de temperatura mantienen una relación inversa con la altitud y la temperatura promedio, así como una relación directa con el régimen de precipitación de la región analizada.

Existen diversos métodos para estimar la dimensión fractal, sin embargo los que presentan la mayor sencillez de aplicación y resultados precisos son el método de rango rescalado, método de conteo de caja y el análisis multifractal de fluctuaciones sin tendencia. Si bien, existen diferencias entre las dimensiones fractales estimadas de entre 0.1-0.2, se tiende a mantener el comportamiento persistente o antipersistente.

Al momento de desarrollar el método de análisis multifractal de fluctuaciones sin tendencia (MF-DFA) se determinó que al analizar escalas temporales menores al registro completo, comienzan a presentarse valores del exponente de Hurst superiores a 1.00, lo cual no es congruente con la teoría fractal desarrollada por Hurst. Esto es indicador que investigaciones que consideren el efecto de diversas escalas temporales en el análisis MF-DFA se requieren, para lograr determinar si el método presenta inconsistencias cuando se le administran series de entrada con bajo número de datos.

Se encontró que la escala temporal influye significativamente en los valores de dimensión fractal obtenidos para series de tiempo de precipitación y temperatura, de manera que mientras menor es la escala temporal, el exponente de Hurst de la serie de tiempo analizada tiende a incrementarse, a razón de 0.05 a 0.1. En algunas ocasiones se genera un cambio de comportamiento de antipersistente a persistente en las series de temperatura, debido a que los valores del exponente de Hurst pasan de ser menores a mayores de 0.5, lo cual es motivo de investigaciones futuras.

En base a los valores del exponente de Hurst, las series de precipitación en el estado de Baja California, tienden a presentar un comportamiento persistente en el tiempo ( $H > 0.5$ ), mientras que la temperatura muestra comportamiento antipersistente ( $H < 0.5$ ). Sin embargo, en regiones con condiciones climáticas frías y régimen de precipitación durante el invierno, se presentan precipitaciones con comportamiento antipersistente, por lo que se puede observar la influencia de las condiciones climáticas sobre la estructura de la serie.

Al momento de realizar la comparación con investigaciones similares en otras regiones del mundo, se han encontrado patrones de comportamiento bajo condiciones climáticas similares, mostrando nuevamente que un análisis fractal de series de precipitación y temperatura requiere analizar a detalle las condiciones climáticas y fisiográficas de la región de interés. Sin embargo, existen algunas investigaciones que reportan resultados que no coinciden con la hipótesis planteada anteriormente, por lo que se requiere de mayor investigación en este campo para poder llegar a una unificación de criterios.

Cada uno de los climas de la clasificación de Köppen, presenta determinadas características de precipitación y temperatura; de manera que los climas tropicales (A) poseen elevada temperatura y altas precipitaciones; climas secos (B), presentan elevadas temperaturas pero bajas precipitaciones; climas templados (C), presentan bajas temperaturas y moderadas precipitaciones; climas continentales (D) presentan bajas temperaturas y elevadas precipitaciones; climas fríos (E) presentan bajas temperaturas y bajas precipitaciones. Cada una de estas combinaciones de precipitación y temperatura genera un efecto sobre las series de tiempo de temperatura y precipitación que se registran en esas regiones, de forma que los climas tropicales (A) tienden a presentar antipersistencia en las series de precipitación; climas secos (B) presentan series de precipitación persistentes y series de temperatura antipersistentes; climas templados (C) presentan series de precipitación antipersistentes y persistentes, así como series de temperatura persistentes; climas continentales (D) presentan series de precipitación y de temperatura persistentes; climas fríos (E) presentan series de precipitación persistentes.

Al consultar la bibliografía referente a análisis fractal enfocado a análisis de series de precipitación y temperatura, es evidente que las investigaciones son escasas, lo cual es motivo de nuevas líneas de investigación que puedan aportar información en el desarrollo de unificación de criterios que influyen en el comportamiento de series de tiempo de precipitación y temperatura, tales como las condiciones climáticas y las características fisiográficas como la altitud. Por lo cual se recomienda desarrollar un sistema de clasificación de características fractales en base a la clasificación climática de Köppen.

Se recomienda utilizar la teoría multifractal en futuras investigaciones, teniendo como propósito estudiar la invariabilidad escalar desde una perspectiva matemática y describir el comportamiento de las variables climáticas mediante leyes de potencia que son caracterizadas por sus exponentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ahammer, H. (2011). Higuchi Dimension of Digital Images. PLOS one database. DOI: 10.1371/journal.pone.0024796
2. Akbari, A., Friedel, M. (2014) Forecasting conditional climate-change using a hybrid approach. *Environ Modell Softw* **52**, 83-97
3. Akrou, N., Chazottes, A., Verrier, S., Barthes, L., Mallet, C. (2013). Simulation of rainfall time series with zero value and actual statistical distribution in a Universal Multifractal framework. *1<sup>st</sup> Megha Tropiques Ground Validation*.
4. Amaro, I.R., Demey, J.R., y Macchiavelli, R. (2004). Aplicación del análisis R/S de Hurst para estudiar las propiedades fractales de la precipitación en Venezuela. *Interciencia*, **29**, 617-620.
5. Aparicio, F. (1992). Fundamentos de Hidrología de Superficie. Editorial Limusa, México.
6. Ashkenazy, Y., Baker, D., Gildor, H., Havlin, S. (2003). Nonlinearity and multifractality of climate change in the past 420,000 years. *Geophys Res Lett* **30**, 1-4
7. Austin, P., y Houze, R. (1972). Analysis of structure of precipitation patterns in New England. *J. Appl. Meteorol.* **11**, 926-935
8. Balatoni, J., Reny, A. (1976). On the notion of entropy. Selected papers of Alfred Reny, 588.
9. Barbulescu A., Serban C. y Maftai C. (2007). Evaluation of Hurst exponent for precipitation time series. *Latest Trends on Computers* **2**, 590-595
10. Barnsley, M. (1988). Fractals everywhere. Academic Press, New York.
11. Bartos, I., y Janosi, I.M. (2006). Nonlinear correlation of daily temperature records over land. *Nonlinear Proc Geoph.* **13**, 571-576
12. Beran, J. (1994). Statistics for Long-Memory Processes. *Monographs on Statistics and Probability* **61**. Chapman & Hall, New York.
13. Bendat J. S., y Piersol, A. G. (2010). Random data: Analysis and measurement procedures. New Jersey, Estados Unidos. John Wiley & sons
14. Berg, P., y Haerter, J.O. (2013). Unexpected increase in precipitation intensity with temperature—a result of mixing of precipitation types? *Atmos Res* **119**, 56-61.
15. Berizzi, F., Betini, G., Martorella, M., Bertacca, M. (2006). Two-Dimensional Variation Algorithm for Fractal Analysis of Sea SAR Images. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* **44** (9), 2361-2373.

16. Blazquez, M., Anguiano, M., Saavedra, F., Lallena, A., Carpena, P. (2009). Aplicación del método Detrended Fluctuation Analysis a la trayectoria del centro de presión del cuerpo humano. *Rev Fis Med* **10(1)**, 27-34.
17. Bodri, L.(1993). Fractal Analysis of Climatic Data: Mean Annual Temperature Records in Hungary. *Theor. Appl. Climatol.* **49**, 53-57.
18. Bodri, L., y Cermak, V. (1997). Climate changes of the last two millennia inferred from borehole temperatures: results from the Czech Republic - Part II. *Global Planet Change* **14**, 163-173.
19. Bodri, L., y Cermak, V. (1998). Last 250 years climate reconstruction inferred from geothermal measurements in the Czech Republic. *Tectonophysics* **291**, 251-261
20. Bodri L. y Cermak V. (2005). Multifractal analysis of temperature time series: data from boreholes in Kamchatka. *Fractals*, **Vol. 13, No. 4**, 299-310.
21. Bodri, L., Cermak, V., y Kukkonen, I.T. (2001). Climate change of the last 2000 years inferred from borehole temperatures: data from Finland. *Global Planet Change* **29**, 189-200.
22. Box, G.E.P., Jenkins, G.M., y Reinsel, G.C.(1994). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, 3rd ed. Prentice-all, Englewood Cliffs, NJ.
23. Breslin, M.C.,y Belward J.A. (1999). Fractal dimensiones for rainfall time series. *Mathematics and Computers in Simulation*, **48**, 437-446.
24. Brinkhoff, L., von Savigny, C., Randall, C., Burrows, J. (2014). The fractal perimeter dimension of noctilucent clouds: Sensitivity analysis of the area–perimeter method and results on the seasonal and hemispheric dependence of the fractal dimension. *J Atmos Sol-Terr Phy*, 1-7
25. Brunzell, N. (2010). A multiscale information theory approach to assess spatial–temporal variability of daily precipitation. *J Hydrol* **385**, 165-172.
26. Burgueño, A., Lana, X., Serra, C., y Martinez, M.D. (2014). Daily extreme temperature multifractals in Catalonia (NE Spain). *Phys Lett A* **378**, 874-885
27. Caballero, R., Jewson, S., Brix, A. (2002). Long memory in surface air temperature: detection, modeling, and application to weather derivative valuation. *Clim Res* **21**, 127-140
28. Calenda, G., Gorgucci, E., Napolitano, F., Novella, A., y Volpi, E. (2005). Multifractal analysis of radar rainfall fields over the area of Rome. *Advances in Geosciences*, **2**, 293–299
29. Capecchi,V., Crisci, A., Melani, S., Morabito, M.,y Politi, P.(2011). Fractal characterization of rain-gauge networks and precipitations: an application in Central Italy. *Atmospheric and Oceanic Physics* **107**, 1-6 doi: arXiv:1107.1360
30. Carsteanu, A., Venugopal, V., y Foufola-Georgiou, E. (1999). Event-specific multiplicative cascade models and an application to rainfall. *J geophys res* **104**, 31611-31622.

31. Cattaneo, C., BIASONI, E., Larcher, L., Ruggeri, A., Khairallah, A. (2009). Aplicación de dimensión fractal al estudio de sistemas naturales. *Mecánica Computacional* Vol. **XXVII**, 2021-2038.
32. Chang, T., Ko, H., Liu, F., Chen, P., Chang, Y., Liang, Y., Jang, H., Lin, T., Chen, Y. (2012). Fractal dimension of wind speed time series. *Appl Energ* **93**, 742-749
33. Chatfield, C. (2000). Time- series forecasting. Florida, Estados Unidos. Chapman & Hall.
34. P. Ceccato, C. Vancutsem, y M. Temimi, (2010). Monitoring air and land surface temperatures from remotely sensed data for climate-human health applications *IGARSS* **2010**, 178-180.
35. Cech, E. (1931). Introduction à la géométrie projective différentielle des surfaces. Paris: Gauthier-Villars & Cie. VI.
36. Cermak, V., y Bodri, L. (2001). Climate reconstruction from subsurface temperatures demonstrated on example of Cuba. *Phys Earth Planet In* **126**, 295-310.
37. Cortis, A., Puente, C.E., y Sivakumar, B. (2009). Nonlinear extensions of a fractal-multifractal approach for environmental modeling. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, **23(7)**, 897-906.
38. Coyt, G., Diosdado, M., Balderas, A., Correa, J., Brown, F. (2013). Higuchi's Method applied to the detection of periodic components in time series and its application to seismograms. *Revista Mexicana de Física S* **59 (1)** 1-6.
39. Crowley, T. (2000). Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years. *Science* **289**, 270-276.
40. Deliang, C., y Hans, C. (2013). Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901-2010. *Environmental Development* **6**, 69-79
41. Deidda, R. (1998). Multifractal Analysis and Simulation of Rainfall Fields in Space. *PhJs. Chem. Earth (B)*, Vol. **24(1-2)**, 73-78.
42. Deidda, R., Benzi, R., y Siccardi, F. (1999). Multifractal modeling of anomalous scaling laws in rainfall. *Water Resour. Res.*, **35(6)**, 1853-1867, doi:10.1029/1999WR900036.
43. Deidda, R., Grazia, M., y Piga, E. (2006). Space-time multifractality of remotely sensed rainfall fields. *Journal of Hydrology*, **322**, 2-13.
44. Devlin, K. (1988). *Mathematics: The New Golden Age*. London: Penguin.
45. Domino, K., Blachowicz, T., y Ciupak, M. (2014). The use of copula functions for predictive analysis of correlations between extreme storm tides. *Physica A* **413**, 489-497.
46. Douglas, E.M., y Barros, A. (2003). Probable Maximum Precipitation Estimation Using Multifractals: Application in the Eastern United States. *Journal of Hydrometeorology* **4**, 1012-1024.

47. Dubuc, B., Quiniou, J., Roques-Carmes, C., Tricot, C., Zucker, S. (1989). Evaluating the fractal dimension of profiles. *Physical Review A* **39** (3), 1500-1512.
48. Echeverri, J. (2011). La dimensión topológica. Presentación de la Universidad Titular del Valle, Cali, Colombia. <http://es.slideshare.net/LuisVlez2/15-vf-la-dimensión-topologica-20111107>
49. Falconer K. (1990). *Fractal Geometry: Mathematical Foundations and applications*. West Sussex, UD, Inglaterra. John Wiley and sons.
50. Feder, J. (1988). *Fractals*, Plenum Press, New York.
51. Feng, T., Fu, Z., Deng, X., Mao, J. (2009). A brief description to different multi-fractal behaviors of daily wind speed records over. *China Phys Lett A* **373**, 4134-4141
52. Ferguson S., y Messier F. (1996). Ecological implications of a latitudinal gradient in inter-annual climatic variability: a test using fractal and chaos theories. *Ecography* **19**, 382-392.
53. Ferraris L., Gabellani S., Parodi U., y Reborá N. (2002). Revisiting Multifractality in Rainfall Fields. *Journal of hydrometeorology* Vol. **4**, 544 -551
54. Fluegeman, R.H., y Snow, R. (1989). Fractal Analysis of Long-Range Paleoclimatic Data: Oxygen Isotope Record of Pacific Core V28-239. *PAGEOPH* **131**, 307-313
55. Foss, J., Apkarian, A., Chialvo, D. (2006). Dynamics of pain: fractal dimension of temporal variability of spontaneous pain differentiates between pain states. *Journal of Neurophysiology* **95**, 730-736.
56. Fraedrich, K., y Blender, R. (2003). Scaling of Atmosphere and Ocean Temperature Correlations in Observations and Climate. *ModelsPhys Rev Lett* **90**, 1-4.
57. Gallant, J.C., Moore, I.D., Hutchinson, M.F., y Gessler, P. (1994). Estimating fractal dimension of profiles: a comparison of methods. *Math. Geol.* **26**, 455-481.
58. Garcia-Marin, A.P., Jimenez-Hornero,F.J.,y Ayuso-Muñoz, L.(2008). Multifractal analysis as a tool for validating a rainfall model. *Hydrological processes*, **22**, 2672-2688.
59. H. Ghanmi, Z. Bargaoui ,C. Mallet (2013). Investigation of the fractal dimension of rainfall occurrence in a semi-arid Mediterranean climate. *Hydrological Sciences Journal* **58**, 483- 497
60. Gires, A., Tchiguirinskaia, I., Schertzer, D.,y Lovejoy, S. (2013). Development and analysis of a simple model to represent the zero rainfall in a universal multifractal framework. *Nonlin. Processes Geophys.*, **20**, 343–356
61. Gires, A., Tchiguirinskaia, I., Schertzer, D., y Lovejoy, S. (2012). Influence of the zero rainfall on the assessment of the multifractal parameters. *Adv Water Resour* **45**, 13-25.

62. Gires, A., Tchiguirinskaia, I., Schertzer, D., Schellart, A., Berne, A., y Lovejoy, S. (2014). Influence of small scale rainfall variability on standard comparison tools between radar and rain gauge data. *Atmos Res* **138**, 125-138.
63. Gires, A., Onof, C., Maksimovic, C., Schertzer, D., Tchiguirinskaia, I., y Simoes, N. (2012). Quantifying the impact of small scale unmeasured rainfall variability on urban runoff through multifractal downscaling: A case study. *Journal of Hydrology* **442-443**, 117-128.
64. Gomez, J., y Poveda, G. (2008). Estimación del espectro multifractal para series de precipitación horaria en los andes tropicales de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* **32**, 483-502.
65. Grassberger, P., Procaccia, I. (1983). Characterization of Strange Attractors, *Physica D* **9**, 346-349.
66. Grossmann, A., Morlet, J., (1984). Decomposition of Hardy functions into square integrable wavelets of constant shape. *SIAM J. Math. Anal.* **15**, 723-736.
67. Guangxing L., y Zuntao F. (2008). A universal model to characterize different multi-fractal behaviors of daily temperature records over China. *Physica A*, **387**, 573-579.
68. Gutiérrez J.M., Galván A. y Cofiño A.S. (2006). Chaos game characterization of temporal precipitation variability: Application to regionalization. *Fractals*, Vol. **14**, No. **2**, 87-99
69. Haile A.T., Rientjes T., Gieske A., y Gebremichael M. (2008). Rainfall Variability over Mountainous and Adjacent Lake Areas: The Case of Lake Tana Basin at the Source of the Blue Nile River. *Journal of applied meteorology and climatology* Vol. **48**, 1696-1717.
70. Hansen, J.W., Mason, S., Sun, L., y Tall, A. (2011). Review of seasonal climate forecasting for agriculture in Sub-saharan Africa. *Expl Agric* **47**, 205-240.
71. Hausdorff, F. (1919). Dimension und äußeres Maß. *Mathematische Annalen* **79 (1-2)**, 157-179
72. M. Hazewinkel, Encyclopedia of Mathematics (2001) ISBN 978-1-55608-010-4
73. Helmberg, G. (2007). Getting acquainted with fractals. Berlin, Germany. Walter de Gruyter.
74. Hentschel, H.G., y Procaccia, I. (1984). Relative diffusion in turbulent media: The fractal dimension of clouds. *Physical Review A* **29**, 1461-1470.
75. Herrera S., Valdez R.D., Vidales J.A., Rodríguez H., Olivares E., Vázquez R., y PANDO M. (2009) Mapas de Tendencia y Dimensión Fractal de Temperaturas Extremas y Evaporación en Nuevo León. *XXX Ciclo de Seminarios de Posgrado e Investigación* (2009), 39-44

76. Higuchi, T., 1988. Approach to an irregular time series on the basis of the fractal theory. *Physica D* **31**, 277–283
77. Hoang, C.T. , Tchiguirinskaia I., Schertzer D. , Arnaud P., Lavabre J., y Lovejoy S. (2012). Assessing the high frequency quality of long rainfall series. *Journal of Hydrology* **438–439**, 39-51.
78. Huai-Hsien, H., Puente C.E., Cortis A.,y Fernández J.L.(2013). An effective inversion strategy for fractal–multifractal encoding of a storm in Boston. *Journal of Hidrology*, **496**, 205-216.
79. Huai-Hsien, H., Puente C.E., Cortis A., y Sivakumar, B. (2012). Closing the loop with fractal interpolating functions for geophysical encoding. *Fractals* **20**, 261-270.
80. Hubert, P. (2001). Multifractals as a tool to overcome scale problems in hydrology. *Hydrological Sciences* **46**, 897-905.
81. Hubert, P.,y Carbonnel, J.P.(1990). Fractal Characterization of Intertropical Precipitations Variability and Anisotropy. *Non-Linear Variability in Geophysics*,**3**, 209-213. Doi: 10.1007/978-94-009-2147-4\_14
82. Hurst, HE.(1951). Long-term storage capacity of reservoirs. *Trans. Am. Soc. Civil Eng*, **116**, 770-880.
83. Hurst, HE.(1956). Methods of using long-term storage in reservoirs. *Proc. Inst. Civ. Eng*, **1**, 516-543.
84. Jiménez-Hornero, F.J., García-Marín, A.P., y Ayuso, J.L. (2008). Description of the Daily Number of Rain-Free Hours Series from a Location in Southern Spain by Using the Multifractal Turbulence Formalism. *Journal of Hydrologic Engineering* **13**, 987-991.
85. Jiménez-Hornero, F.J., Pavón-Domínguez, P., Gutiérrez de Ravé, E., Ariza-Villaverde, A.B. (2011). Joint multifractal description of the relationship between wind patterns and land surface air temperature. *Atmos Res* **99**, 366-376
86. Kalauzi, A., Cukic, M., Millan, H., Bonafoni, S.,y Biondi,R.(2009). Comparison of fractal dimension oscillations and trends of rainfall data from Pastaza Province, Ecuador and Veneto, Italy. *Atmospheric Research*, **93**, 673-679.
87. Kantelhardt, J.W., Rybski, D., Zschiegner, S.A., Braun, P., Koscielny-Bunde, E., Livina, V., Havlin, S., y Bunde, A. (2003). Multifractality of river runoff and precipitation: comparison of fluctuation analysis and wavelet methods. *Physica A* **330**, 240-245.
88. Karner, O. (2001). Comment on Hurst exponent. *Geophysical research letters* **28**, 3825-3826.
89. Kiely, G., y Ivanova, K. (1999). Multifractal Analysis of Hourly Precipitation. *Phys. Chem. Earth (B)* **24**, 781-786.
90. Kiraly, A., y Janosi, I.M. (2005). Detrended fluctuation analysis of daily temperature records: Geographic dependence over Australia. *Meteorol Atmos Phys* **88**, 119–128

91. Kolmogorov, A. N., (1941). The local structure of turbulence in in- compressible viscous fluid for very large Reynolds numbers. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **30**, 299–303
92. Köppen, W., 1918: Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Classification of climates according to temperature, precipitation and seasonal cycle). *Petermanns Geogr. Mitt.* **64**, 193-203, 243-248.
93. Korvin, G., Boyd, M., y O'Dowd, R. (1990). Geophys. Fractal characterization of the South Australian gravity station network. *J. Int.* **100**, 535-539.
94. Koscielny-Bunde, E., Roman, H.E., Bunde, A., Havlin, S., y Schellnhuber, H. (1998). Long-range power-law correlations in local daily temperature fluctuations. *Philos Mag B* **77**, 1331-1340
95. Koutsoyiannis, D. (2003). Climate change, the Hurst phenomenon, and hydrological statistics. *Hydrolog Sci J* **48**, 3-24
96. Koutsoyiannis D., Paschalis A., Theodoratos N. (2011). Two-dimensional Hurst–Kolmogorov process and its application to rainfall fields. *Journal of Hydrology* **398**, 91-100.
97. Kovalenko, V.(2012). Theoretical and experimental substantiation of the correlation between the fractal dimension of long-term flow series and the climatic norm of surface air temperature. *Doklady Earth Sciences.*, **444(2)**, 782-786. Doi: 10.1134/S1028334X12060232
98. Kovalenko, V.V.(2012). Theoretical and Experimental Substantiation of the Correlation between the Fractal Dimension of Long-term Flow Series and the Climatic Norm of Surface Air Temperature. *Doklady Akademii Nauk*, **44(6)**, 666-670.
99. Kovalenko, V.V., y Gaidukova, E.V. (2011). Influence of Climatological Norms of the Surface Air Temperature on the Fractal Dimensionality of the Series of Long? Term River Discharge. *Doklady Earth Sciences* **439**, 1183-1185.
100. Kurnaz, M.L. (2004). Application of detrended fluctuation analysis to monthly average of the maximum daily temperatures to resolve different climates. *Fractals* **12(4)**, 365-373.
101. Lanza, L.G.,y Gallant, J.(2006). Fractals and Similarity Approaches in Hydrology. *Encyclopedia of Hydrological Sciences* **1:8**, 123-133.
102. Lebesgue, H. (1904). Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives professées au Collège de France.
103. Li, M. (2010). Fractal time series- A review. *Mathematical problems and Engineering* Vol. **2010**, 1-26.
104. Lima, M.I.P.,y Grasman, J. (1999). Multifractal analysis of 15-min and daily rainfall from a semi-arid region in Portugal. *Journal of Hydrology* **220**, 1-11.

105. Lin G., y Fu Z. (2008). A universal model to characterize different multi- fractal behaviors of daily temperature records over China. *Physica A* **387**, 573- 579
106. Liverman, D.B., y O'brien, K.L. (1991). Global warming and climate change in Mexico. *Global Environmental Change*, **1**, 351-364.
107. Liu, Z., Xu, J., Chen, Z., Nie, Q., Wei, C. (2014). Multifractal and long memory of humidity process in the Tarim River Basin. *Stoch Environ Res Risk Assess* **28**, 1383-1400
108. Lopes, R., Betrouni, N. (2009). Fractal and multifractal analysis: A review. *Medical Image Analysis* **13**, 634-649.
109. A. López Lambraño, Tesis de Doctorado en Fac. Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro (2012)
110. Lombardo, V., Volpi, E., y Koutsoyiannis, D. (2012). Rainfall downscaling in time: theoretical and empirical comparison between multifractal and Hurst-Kolmogorov discrete random cascades. *Hydrological Sciences Journal* **57**, 1052-1066.
111. Lovejoy, S. y Mandelbrot, B. (1984). Fractal properties of rain, and a fractal model. *Tellus*, **37A**, 209-232.
112. Lovejoy, S., Pinel, J., y Schertzer, D. (2012). The global space–time cascade structure of precipitation: Satellites, gridded gauges and reanalyses. *Adv in Wat Resour* **45**, 37-50.
113. Lovejoy, S., y Schertzer, D. (1985). Scale invariance in climatological temperatures and the local spectral plateau. *Annales Geophysicae* **4**, 401-410.
114. Lovejoy, S., y Schertzer, D. (1990). Multifractals, Universality Classes and Satellite and Radar Measurements of Cloud and Rain Fields. *Journal of Geophysical Research* **95**, 2021-2034.
115. Lovejoy, S., y Schertzer, D. (2006). Multifractals, cloud radiances and rain. *Journal of Hydrology* **322**, 59-88.
116. Lovejoy, S., Schertzer, D., y Ladoy, P. (1986). Fractal characterization of inhomogeneous measuring networks. *Nature* **319**, 43-44.
117. Lovejoy, S., Schertzer, D. (2013). *The Weather and Climate: Emergent Laws and Multifractal Cascades*. Cambridge U. Press.
118. Lovejoy, S., Schertzer, D., y Tsonis, A.A. (1987). Functional Box-Counting and Multiple Elliptical Dimensions in Rain. *Science*, **235**, 1036-1038, doi: 10.1126/science.235.4792.1036

119. Luo, Z., Wang, Y., Ma, G., Yu, H., Wang, X., Sao, L., Li, D. (2014). Possible causes of the variation in fractal dimension of the perimeter during the tropical cyclone Dan motion. *Science China* **57**, 1383-1392
120. Lv J., Bing S. y Shuhong M. (2009). Multiple Time Scales Analysis of Precipitation in Hotan, China. *Journal of Sustainable Development* **2** (2009) ,182-185
121. Machiwal, D., y Jha, M. (2008). Comparative evaluation of statistical tests for time series analysis: application to hydrological time series, *Hydrological Sciences Journal*, **53:2**, 353-366.
122. Malamud, B.D., y Turcotte, D.L.(1999). Self-affine time series: measures of weak and strong persistence. *Journal of Statistical Planning and Inference* **80**, 173-196.
123. Malinowski, S.R.,y Leclerc, M.Y.(1994). Fractal properties of temperature fluctuations in the convective surface layer. *Boundary-Layer Meteorology*, **71**,169-187.
124. Malinowski, S.R., Leclerc, M.Y., y Baumgardner, D. (1993). Fractal analysis of High-Resolution cloud droplet measurements. *Journal of the Atmospheric Science* **51**, 397-413.
125. Mandelbrot B. (1997). La geometría fractal de la naturaleza. Barcelona, España. Editorial Metatemas.
126. Mandelbrot, B.B.(1967). How long is the coast of Britain? Statistical self-similarity and fractional dimension. *Science* **156**, 636-638.
127. Mandelbrot, B.B. (1972). Statistical methodology for nonperiodic cycles: from the covariance to R/S analysis. *Annals of Economic and Social Measurement* **1**, 259-290.
128. Mandelbrot, B., 1974: Intermittent turbulence in self-similar cascades: Divergence of high moments and dimension of the carrier. *J. Fluid Mech.*, **62**, 331–350
129. Mandelbrot, B. (1988). An introduction to multi-fractal distribution functions. *Random Fluctuations and Pattern Growth: Experiments and Models NATO ASI Series Volume* **157**, 279-291.
130. Mandelbrot B.B, Van Ness J.W. (1968). Fractional Brownian motions, fractional noises and applications. *SIAM Rev* **10**, 422–37.
131. Maofei M., Boming Y.,Jianchao C.,y Liang L.(2009). A fractal analysis of dropwise condensation heat transfer. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, **52**, 4823-4828.
132. Matheron, G. (1963). Principles of geostatistics. *Econom. Geol.* **58**, 1246-1266.

133. Mazzarella, A., y Tranfaglia, G. (2000). Fractal Characterization of Geophysical Measuring Networks and its Implication for an Optimal Location of Additional Stations: An Application to a Rain-Gauge Network. *Theor. Appl. Climatol.* **65**, 157-163
134. Mendenhall, Beaver, Beaver (2009). Introduction to probability and statistics. California, USA. Brooks/Cole.
135. Meng, D., Gong, H., Li, X., y Zhou, D. (2012) 2012 Trends in Temperature and Extreme Temperature over the Beijing-Tianjin-Hebei Metropolitan Region During 1957 -2009. *20th International Conference on Geoinformatics*, 1-6
136. Miranda J. G. V., Andrade R. F. S., Silva A. B., Ferreira C. S., Gonzalez A. P., y Carrera J. L. (2003). Temporal and spatial persistence in rainfall records from Northeast Brazil and Galicia (Spain). *Theor. Appl. Climatol.* **77**, 113–121.
137. Mianabadi, A., y Farid, A. (2011). The Investigation of Mashhad's Heat Island by using Satellite Images and Fractal Theory (Box Counting Method). *Int J Appl Environ Sci* **6**, 229-240
138. Millan, H., Rodriguez, J., Ghanbarian-Alavijeh, B., Biondi, R., y Llerena, G. (2011). Temporal complexity of daily precipitation records from different atmospheric environments: Chaotic and Lévy stable parameters. *Atmos Res* **101**, 879-892.
139. Monetti, R., Havlin, S., y Bunde, A. (2003). Long-term persistence in the sea surface temperature fluctuations. *Physica A* **320**, 581-589.
140. Montera L., Barthes L., Mallet C., y Gole P. (2009). The Effect of Rain–No Rain Intermittency on the Estimation of the Universal Multifractals Model Parameters. *Journal of hydrometeorology Vol. 10*, 493- 506.
141. Movahed, S., Jafari, G., Ghasemi, F., Rahvar, S., Rahimi, M., 2006. Multifractal detrended fluctuation analysis of sunspot time series. *J Stat Mech-Theory E* **P02003**, 1-17
142. Nunes, S., Romani, L., Avila, A., Traina Jr, C., de Sousa, E.P.M., Traina, A.J.M. (2011). Fractal-based Analysis to Identify Trend Changes in Multiple Climate Time Series. *Journal of Information and Data Management* **2**, 51-57
143. Olsson, J. (1995). Validity and applicability of a scale independent, multifractal relationship for rainfall. *Atmospheric Research* **42**, 53-65.
144. Olsson, J., Niemczynowics, J.,y Berndtsson, R.(1993). Fractal analysis of high-resolution rainfall time series. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **98**, 23265-23274. Doi: 10.1029/93JD02658
145. Oñate, J.J.(1997). Fractal analysis of climatic data: Annual precipitation records in Spain. *Theoretical and Applied Climatology*, **56(1-2)**, 83-87. doi: 10.1007/BF00863785
146. Over, T.M., (1995). Modeling space-time rainfall at the mesoscale using random cascades. Tesis (PhD), University of Colorado, Boulder, USA.

147. Pawelzik, K., Schuster, H. (1987). Generalized dimensions and entropies from a measured time series, *Phys. Rev. A* **35**, 481.
148. Peng, C., Buldyrev, S., Goldberger, A., Havlin, S., Mantegna, R., Simons, M., Stanley, H. (1995). Statistical properties of DNA sequences. *Physica A* **221**, 180-192.
149. Pentland, A. (1984). Fractal-based description of natural sciences. *Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence PAMI-6* (6), 661-674.
150. Peñate I., Martín-González J.M., G. Rodríguez G., y Cianca A. (2013). Scaling properties of rainfall and desert dust in the Canary Islands. *Nonlin. Processes Geophys.* **20**, 1079- 1094.
151. Pérez S.P., Sierra E.M., Massobrio M.J. y Fernando R. Momo. (2009). Análisis fractal de la precipitación anual en el este de la Provincia de La Pampa, Argentina. *Revista de Climatología Vol. 9*, 25-32.
152. Peters, O., Hertlein, C., Christensen, K. (2002). A Complexity View of Rainfall. *Phys Rev Lett* **88**, 1-4
153. Pinel, J., Lovejoy, S., y Schertzer, D. (2014). The horizontal space–time scaling and cascade structure of the atmosphere and satellite radiances. *Atmos Res* **140–141**, 95-114.
154. Poincaré, Henri. (1895). Analysis situs. *Journal de l'École Polytechnique.* (2) **1**, 1–123.
155. Poincaré, Henri (1899). "Complément à l'Analysis Situs". *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo* **13**, 285–343.
156. Poincaré, Henri (1900). "Second complément à l'Analysis Situs". *Proceedings of the London Mathematical Society* **32**, 277–308
157. Poincaré, Henri. (1902). "Sur certaines surfaces algébriques: troisième complément à l'Analysis Situs". *Bulletin de la Société mathématique de France* **30**, 49–70.
158. Poincaré, Henri (1904). "Cinquième complément à l'analysis situs". *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo* **18**, 45–110
159. Portal de Climate-Data. Org. (2015). <http://es.climate-data.org/>
160. Portal del Gobierno de Baja California (2015). <http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/index.jsp>
161. Rangarajan G., Sant D. (2004). Fractal dimensional analysis of Indian climatic dynamics. *Chaos, Solitons and Fractals* **19**, 285- 291.

162. Rehman S. (2009). Study of Saudi Arabian climatic conditions using Hurst. *Chaos, Solitons and Fractals* **39**, 499-509.
163. Reljin, B., Reljin, I., y Jovanovic, G. (2003). Signal processing methods in analyzing of spatial-temporal climate data. *International Symposium on Signals, Circuits and Systems, 2003. SCS 2003. I*, 49-52
164. Rodríguez, R., Casas, M.C., y Redaño, A. (2013). Multifractal analysis of the rainfall time distribution on the metropolitan area of Barcelona (Spain). *Meteorology and Atmospheric Physics*, **121**(3-4), 181-187. Doi: 10.1007/s00703-013-0256-6
165. Royer, J., Biaou, A., Chauvin, F., Schertzer, D., y Lovejoy, S. (2008). Multifractal analysis of the evolution of simulated precipitation over France in a climate scenario. *C. R. Geoscience* **340**, 431-440.
166. Salbor, C. (1998). Sobre el concepto de fractal. Marchena, Sevilla, España. Albor Ciencia.
167. Salomao L.R., Campanha J.R., y Gupta H.M. (2009). Rescaled range analysis of pluviometric records in Sao Paulo State, Brazil. *Theor. Appl. Climatol.* **95**, 83-89
168. Schepers, H.E., van Beek, J.H.G.M., Bassingthwaight, J.B., 1992. Four methods to estimate the fractal dimension from self-affine signals. *IEEE Eng. Med. Biol.* **11**, 57-64, 71.
169. Schertzer, D., y Lovejoy, S. (1987). Physical Modeling and Analysis of Rain and Clouds by Anisotropic Scaling Multiplicative Processes. *Journal of Geophysical Research* **92**, 9693-9714.
170. Schertzer, D., Lovejoy, S., (1991). Nonlinear geodynamical variability: multiple singularities, universality and observables. *Non-linear Variability in Geophysics. Kluwer Academic Publishers, Netherlands*, 41-82.
171. Schertzer D., Tchiguirinskaia I., Lovejoy S. Hubert P. (2010). No monsters, no miracles: in nonlinear sciences hydrology is not an outlier!. *Hydrological Sciences Journal – Journal des Sciences Hydrologiques*, **55**(6), 965- 979.
172. Schmitt, F., Schertzer, D., Lovejoy, S., y Brunet, Y. (1996). Multifractal temperature and flux of temperature variance in fully developed turbulence. *Europhys. Lett.* **34**, 195-200
173. Selvam, A.M. (2010). Universal Inverse Power law distribution for Fractal Fluctuations in Dynamical Systems: Applications for Predictability of Inter - annual Variability of Indian and USA Region Rainfall. *Cornell University Library*, 1-28.
174. Selvi, T., y Selvaraj, S. (2011). Fractal dimension analysis of Northeast monsoon of Tamil Nadu. *Universal Journal of Environmental Research and Technology* **1**, 219-221.
175. Shahin, M., Van Oorschot, H., y De Lange, S. (1993). Statistical Analysis in Water Resources Engineering. A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands.

176. Shannon, C., Weaver, W. (1949). The mathematical theory information, University of II press, Urbana.
177. Shi, P., Qiao, X., Chen, X., Zhou, M., Qu, S., Ma, X., y Zhang, Z. (2014). Spatial distribution and temporal trends in daily and monthly precipitation concentration indices in the upper reaches of the Huai River, China. *Stoch Environ Res Risk Assess* **28**, 201-212.
178. Sirangelo, B., y Ferrari, E. (2014). Analysis of the spatial correlation structure exhibited by daily rainfall in Southern Italy. *Theor Appl Climatol* **118**, 203-209.
179. Sivakumar, B. (2000). A preliminary investigation on the scaling behavior of rainfall observed in two different climates. *Hydrolog Scis J* **45**, 203-219
180. Sivakumar, B.(2001). Is a chaotic multi-fractal approach for rainfall possible?. *Hydrological processes* **15**, 943-955.
181. Sivakumar, B. (2001). Fractal Analysis for rainfall characterization: some remarks and possible future directions. *International congress on modelling and simulation; 1*, 329-334
182. Sullivan, D. (1987) Differentiable structures on fractal like sets, determined by intrinsic scaling functions on dual Cantor sets, *Proc. Symp. Pure Math.***48**, 15-23
183. Svanidze, G. G. (1980). Mathematical Modeling of Hydrologic Series. *Water Resources Publications, USA*, 847- 848.
184. Svensson, C., Olsson, J., Berndtsson, R.(2010). Multifractal Properties of Daily Rainfall in Two Different Climates. *Water Resources Research*, **32(8)**, 2463-2472, doi: 10.1029/96WR01099
185. Szolgayova, E., Parajka, J., Blöschl, G., y Bucher, C. (2014). Long term variability of the Danube River flow and its relation to precipitation and air temperature. *Journal of Hydrology* **519**, 871–880
186. Tao, K., y Barros, A. (2010). Using Fractal Downscaling of Satellite Precipitation Products for Hydrometeorological Applications. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* **27**, 409-427.
187. Tessier, Y., Lovejoy, S., Hubert, P., Schertzer, D., y Pecknold, S. (1996). Multifractal analysis and modeling of rainfall and river flows and scaling, causal transfer functions. *J Geophys Res* **101**, 26427-26440.
188. Tessier, Y., Lovejoy, S., y Schertzer, D. (1994). Multifractal analysis and simulation of the Global Meteorological Network. *Journal of Applied Meteorology* **33**, 1572-1586.
189. Turcotte, D. (1994). Fractal theory and estimation of extreme floods. *J. Res. Nail. Inst. Stand. Technol.* **99**, 377-389.

190. Valdez-Cepeda, R., Hernandez-Ramirez, D., Mendoza, B., Valdes-Galicia, J., y Maravilla, D. (2003). Fractality of Monthly extreme minimum temperature *Fractals* **11**, 137-144.
191. Velásquez, M.A., Medina, G., Sánchez, I., Oleschko, K., Ruiz, J.A. y Korvin, G. (2013). Spatial Variability of the Hurst Exponent for the Daily Scale Rainfall Series in the State of Zacatecas, Mexico. *American Meteorological Society* **52**, 2771-2780.
192. Veneziano, D., Langousis, A., y Furcolo, P. (2006). Multifractality and rainfall extremes: A review. *Water Resources Research*, **42**, 1-61.
193. Venugopal, V., Foufola-Georgiou, E., y Sapozhnikov, V. (1999). Evidence of dynamic scaling in space-time rainfall. *Journal of Geophysical Research*, **104**, 31599-31610.
194. Verrier S., de Montera L., Barthès L., y Mallet C. (2010). Multifractal analysis of African monsoon rain fields, taking into account the zero rain-rate problem. *Journal of Hydrology* **389**, 111- 120
195. Voss, R.F., 1985. Random fractals: characterization and measurement. In: Pynn, R., Skjeltorp, A. (Eds.), *Scaling Phenomena in Disordered Systems*. Plenum Press, New York, pp. 1-11.
196. Voss, R.F., 1988. Fractals in nature: from characterization to simulation. In: Peitgen, H.-O., Saupe, D. (Eds.), *The Science of Fractal Images*. Springer, New York, pp. 22-70.
197. Weron R (2002) Estimating long-range dependence: finite sample properties and confidence intervals. *Physica A* **312**, 285–299
198. Wolfe, H. (2008). *Introduction to Non-Euclidian Geometry*. Mill Press.
199. Xu, J., Chen, Y., Li, W., Liu, Z., Tang, J., Wei, C. (2015). Understanding temporal and spatial complexity of precipitation distribution in Xinjiang, China. *Theor Appl Climatol* DOI 10.1007/s00704-014-1364-z.
200. Yang X., Jin X., Du Z., y Zhu Y. (2011). A novel model-based fault detection method for temperature sensor using fractal correlation dimension. *Building and Environment* **46**, 970-979.
201. Yin, J., y Zhang, Q. (2014). A comparison of statistical methods for benchmarking the threshold of daily precipitation extremes in the Shanghai metropolitan area during 1981–2010. *Theor Appl Climatol* **120**, 1-7
202. Yuan N, Fu Z, Li H, Mao J (2012) Effect of extreme value loss on long- term correlated time series. *Theor Appl Climatol* **109**, 133–140
203. Yuval, y Broday, D.M. (2010). Studying the Time Scale Dependence of Environmental Variables Predictability Using Fractal Analysis. *Environ. Sci. Technol.* **44**, 4629–4634

204. Zhang, Q., Zhang, J., Yan, D., Wang, Y. (2014). Extreme precipitation events identified using detrended fluctuation analysis (DFA) in Anhui, China. *Theor Appl Climatol* **117**, 167-174
205. Zhou X., Persaud N., Wang H. (2005). Periodicities and scaling parameters of daily rainfall. *Ecological Modelling* **182**, 371-378.
206. Zu-Guo, Y., Yee, L., Yongqin, D., Qiang, Z., Vo, A., y Yu, Z. (2014). Multifractal analyses of daily rainfall time series in Pearl River basin of China *Physica A* **405**, 193-202

**ANEXO A.- Momentos estadísticos de estaciones representativas de cada clima en Baja California.**

**Tabla A.1 .- Estación Delta (Clima BW(h<sup>^</sup>)(x<sup>^</sup>)). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1948	0.28	0.00	0.00	2.32	5.38	10.35	117.78	28.00	0.00	28.00	51.00
1949	0.20	0.00	0.00	1.99	3.97	11.21	129.46	25.00	0.00	25.00	73.80
1950	0.02	0.00	0.00	0.26	0.07	18.44	346.74	5.00	0.00	5.00	6.10
1951	0.11	0.00	0.00	0.91	0.84	10.35	114.73	11.00	0.00	11.00	39.00
1952	0.08	0.00	0.00	0.81	0.66	11.87	153.30	12.00	0.00	12.00	30.90
1953	0.03	0.00	0.00	0.52	0.27	19.10	365.00	10.00	0.00	10.00	10.00
1955	0.16	0.00	0.00	1.24	1.53	10.40	121.59	17.00	0.00	17.00	58.50
1956	0.02	0.00	0.00	0.34	0.11	17.40	308.66	6.00	0.00	6.00	7.00
1957	0.10	0.00	0.00	0.86	0.74	8.95	81.67	9.00	0.00	9.00	37.00
1958	0.08	0.00	0.00	0.77	0.60	10.98	127.35	10.00	0.00	10.00	30.00
1962	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1963	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1965	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1967	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1968	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1969	0.03	0.00	0.00	0.43	0.18	17.93	331.16	8.00	0.00	8.00	9.80
1970	0.09	0.00	0.00	1.04	1.07	14.97	244.43	17.80	0.00	17.80	32.40
1971	0.18	0.00	0.00	1.46	2.13	10.43	118.40	19.00	0.00	19.00	67.30
1972	0.45	0.00	0.00	4.15	17.26	12.57	171.36	63.00	0.00	63.00	165.00
1973	0.10	0.00	0.00	0.67	0.45	8.01	72.92	8.00	0.00	8.00	37.60
1974	0.10	0.00	0.00	0.88	0.78	14.10	226.90	15.00	0.00	15.00	36.90
1975	0.05	0.00	0.00	0.55	0.30	15.19	252.45	9.50	0.00	9.50	18.00
1976	0.44	0.00	0.00	3.26	10.60	9.40	96.50	38.60	0.00	38.60	160.70
1977	0.16	0.00	0.00	1.18	1.38	9.55	97.73	14.00	0.00	14.00	54.20
1978	0.24	0.00	0.00	2.40	5.76	13.33	191.55	37.50	0.00	37.50	80.70
1979	0.34	0.00	0.00	2.85	8.12	12.59	179.03	45.00	0.00	45.00	123.50
1980	0.11	0.00	0.00	0.58	0.33	6.14	39.93	5.10	0.00	5.10	40.40
1981	0.18	0.00	0.00	1.84	3.38	13.99	214.90	30.50	0.00	30.50	65.00
1982	0.37	0.00	0.00	2.85	8.12	11.63	159.77	44.00	0.00	44.00	135.80
1983	0.43	0.00	0.00	3.07	9.43	9.59	104.56	40.50	0.00	40.50	157.50
1984	0.14	0.00	0.00	1.12	1.26	9.31	92.56	13.00	0.00	13.00	50.80
1985	0.13	0.00	0.00	0.92	0.84	9.13	96.89	11.70	0.00	11.70	48.60
1986	0.05	0.00	0.00	0.48	0.23	13.45	207.59	8.00	0.00	8.00	18.70
1987	0.06	0.00	0.00	0.51	0.26	9.91	104.44	6.50	0.00	6.50	21.50
1988	0.10	0.00	0.00	0.73	0.54	9.81	110.45	10.00	0.00	10.00	37.50

**Tabla A.1(continuación).- Estación Delta (Clima BW(h<sup>∧</sup>(x<sup>∧</sup>)). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1989	0.04	0.00	0.00	0.55	0.31	14.22	204.50	8.00	0.00	8.00	9.00
1990	0.06	0.00	0.00	0.72	0.52	14.86	232.30	11.50	0.00	11.50	17.10
1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1992	0.45	0.00	0.00	2.64	6.98	7.21	56.24	25.00	0.00	25.00	89.20
1993	0.03	0.00	0.00	0.32	0.10	11.05	122.00	3.50	0.00	3.50	3.50
1994	0.02	0.00	0.00	0.15	0.02	7.35	55.80	1.50	0.00	1.50	8.30
1995	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	16.36	277.93	0.90	0.00	0.90	1.30
1996	0.04	0.00	0.00	0.61	0.37	16.56	291.29	11.00	0.00	11.00	16.40
1997	0.15	0.00	0.00	1.36	1.84	11.41	140.70	19.00	0.00	19.00	49.60
1998	0.06	0.00	0.00	0.48	0.23	12.43	174.03	7.50	0.00	7.50	19.80
1999	0.13	0.00	0.00	1.08	1.17	11.64	157.04	16.50	0.00	16.50	44.60
2000	0.03	0.00	0.00	0.42	0.17	16.28	284.59	7.50	0.00	7.50	12.00
2001	0.14	0.00	0.00	1.12	1.26	10.04	111.75	15.00	0.00	15.00	49.00
2002	0.02	0.00	0.00	0.25	0.06	12.93	168.52	3.50	0.00	3.50	7.00
2003	0.08	0.00	0.00	0.84	0.71	12.70	175.48	13.00	0.00	13.00	30.50
2004	0.21	0.00	0.00	1.62	2.63	10.38	118.40	20.50	0.00	20.50	78.20
2005	0.17	0.00	0.00	1.08	1.16	7.84	64.72	10.50	0.00	10.50	60.50
2006	0.04	0.00	0.00	0.33	0.11	11.74	155.67	4.90	0.00	4.90	13.40
2007	0.09	0.00	0.00	1.18	1.40	17.73	326.27	22.00	0.00	22.00	31.00
2008	0.24	0.00	0.00	2.29	5.24	14.28	226.46	38.00	0.00	38.00	79.50
2009	0.02	0.00	0.00	0.33	0.11	16.75	294.86	6.00	0.00	6.00	8.50
2010	0.34	0.00	0.00	2.43	5.90	9.71	107.00	32.00	0.00	32.00	114.50

**Tabla A.2 .- Estación Delta (Clima BW(h<sup>^</sup>)(x<sup>^</sup>)). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1948	12.75	9.00	NA	10.37	107.58	1.76	3.28	23.00	5.00	28.00	51.00
1949	10.54	4.00	4.00	10.66	113.60	0.62	-1.86	24.20	0.80	25.00	73.80
1950	2.03	0.70	NA	2.57	6.62	1.71		4.60	0.40	5.00	6.10
1951	4.88	4.00	4.00	4.11	16.91	0.83	-0.83	10.00	1.00	11.00	39.00
1952	4.41	2.60	NA	4.25	18.07	1.07	0.23	11.70	0.30	12.00	30.90
1953	10.00	10.00	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	10.00	10.00	10.00
1954	1.23	1.20	2.00	0.68	0.47	0.10	-2.16	1.50	0.50	2.00	7.40
1955	4.88	2.50	1.00	5.05	25.46	1.60	2.08	16.00	1.00	17.00	58.50
1956	3.50	3.50	NA	3.54	12.50	NA	NA	5.00	1.00	6.00	7.00
1957	6.17	6.50	9.00	2.99	8.97	-1.04	1.10	8.00	1.00	9.00	37.00
1958	5.00	4.00	NA	3.74	14.00	0.52	-1.84	9.00	1.00	10.00	30.00
1959	6.29	4.10	NA	6.32	39.89	0.77	-0.90	16.80	0.20	17.00	50.30
1960	3.86	2.50	0.50	3.21	10.31	0.25	-2.28	7.50	0.50	8.00	27.00
1961	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1962	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1963	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1964	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1965	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1966	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1967	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1968	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1969	4.90	4.90	NA	4.38	19.22	NA	NA	6.20	1.80	8.00	9.80
1970	6.48	4.00	NA	6.70	44.84	1.69	2.91	16.70	1.10	17.80	32.40
1971	5.61	3.00	5.00	6.10	37.20	1.51	1.21	18.70	0.30	19.00	67.30
1972	15.00	5.50	5.00	19.75	389.90	1.96	3.11	62.50	0.50	63.00	165.00
1973	2.89	2.50	2.00	2.19	4.81	0.94	0.97	7.80	0.20	8.00	37.60
1974	3.08	1.85	1.00	3.98	15.85	2.85	8.73	14.50	0.50	15.00	36.90
1975	2.25	1.10	0.30	3.14	9.85	2.19	5.06	9.30	0.20	9.50	18.00
1976	10.04	5.00	1.00	12.45	154.95	1.44	1.21	38.50	0.10	38.60	160.70
1977	3.87	2.00	2.00	4.47	19.95	1.55	1.10	13.50	0.50	14.00	54.20
1978	8.07	2.60	NA	11.98	143.45	2.10	4.03	37.00	0.50	37.50	80.70
1979	5.88	2.00	0.20	10.64	113.23	2.94	9.31	44.80	0.20	45.00	123.50
1980	1.92	1.90	0.20	1.56	2.42	0.60	-0.78	5.00	0.10	5.10	40.40
1981	5.42	1.65	0.50	9.00	81.01	2.36	5.73	30.30	0.20	30.50	65.00
1982	6.17	1.40	1.00	10.16	103.21	2.77	8.99	43.90	0.10	44.00	135.80
1983	9.26	4.00	1.50	11.27	126.92	1.72	2.74	40.10	0.40	40.50	157.50
1984	6.35	5.30	3.60	4.43	19.59	0.51	-1.22	12.00	1.00	13.00	50.80
1985	4.42	3.20	3.00	3.11	9.66	1.74	2.54	10.70	1.00	11.70	48.60
1986	2.67	2.00	2.00	2.45	5.99	2.24	5.31	7.00	1.00	8.00	18.70

**Tabla A.2(continuación) .- Estación Delta (Clima BW(h<sup>2</sup>)(x<sup>2</sup>)). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1989	4.50	4.50	NA	4.95	24.50	NA	NA	7.00	1.00	8.00	9.00
1990	3.42	1.50	NA	4.63	21.41	1.99	4.03	11.00	0.50	11.50	17.10
1991	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1992	9.91	5.20	NA	8.10	65.56	1.01	-0.22	22.50	2.50	25.00	89.20
1993	3.50	3.50	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	3.50	3.50	3.50
1994	0.55	0.30	0.10	0.50	0.25	0.46	-1.42	1.40	0.10	1.50	8.30
1995	0.26	0.10	0.10	0.36	0.13	2.24	5.00	0.80	0.10	0.90	1.30
1996	4.10	2.65	NA	4.78	22.89	1.55	2.68	10.90	0.10	11.00	16.40
1997	4.51	2.00	2.00	6.20	38.45	1.69	2.08	18.90	0.10	19.00	49.60
1998	1.10	0.10	0.10	1.91	3.66	2.64	7.44	7.40	0.10	7.50	19.80
1999	4.46	3.50	6.00	4.96	24.59	1.72	3.59	16.40	0.10	16.50	44.60
2000	3.00	1.90	NA	3.05	9.33	1.78	3.40	6.80	0.70	7.50	12.00
2001	5.44	4.00	7.00	4.79	22.97	1.02	0.50	14.50	0.50	15.00	49.00
2002	2.33	3.00	NA	1.61	2.58	-1.55	NA	3.00	0.50	3.50	7.00
2003	4.36	2.00	NA	4.62	21.31	1.33	0.97	12.50	0.50	13.00	30.50
2004	6.52	3.75	3.50	6.52	42.50	1.67	1.59	19.00	1.50	20.50	78.20
2005	4.03	2.50	2.50	3.63	13.14	0.89	-0.85	10.30	0.20	10.50	60.50
2006	1.91	1.00	1.00	1.51	2.27	1.69	2.19	3.90	1.00	4.90	13.40
2007	6.20	2.00	NA	8.93	79.83	2.12	4.53	21.00	1.00	22.00	31.00
2008	7.95	4.75	1.00	11.24	126.30	2.54	6.94	37.00	1.00	38.00	79.50
2009	2.83	2.00	NA	2.84	8.08	1.21	NA	5.50	0.50	6.00	8.50
2010	7.16	2.75	1.00	8.89	79.02	1.83	3.15	31.50	0.50	32.00	114.50

**Tabla A.3 .- Estación Delta (Clima BW(h<sup>2</sup>)(x<sup>2</sup>)). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1948	18.52	19.50	29.00	10.22	104.55	-0.26	-1.40	39.00	-1.00	38.00
1949	19.68	21.00	29.00	9.99	99.83	-0.28	-1.14	35.60	0.40	36.00
1950	19.36	20.00	21.00	7.51	56.34	-0.41	-0.54	33.20	-0.20	33.00
1951	18.84	18.00	25.00	6.81	46.43	0.10	-0.82	32.00	3.00	35.00
1952	18.57	20.00	25.00	7.54	56.85	-0.13	-1.26	28.00	3.00	31.00
1953	20.24	18.00	16.00	7.90	62.39	0.31	-1.07	32.00	6.00	38.00
1954	20.83	20.00	18.00	6.59	43.38	0.05	-0.80	33.00	3.00	36.00
1955	20.72	19.00	18.00	7.79	60.63	0.08	-1.03	33.00	5.00	38.00
1956	22.08	22.00	30.00	6.41	41.09	-0.07	-1.25	25.00	9.00	34.00
1957	20.30	19.00	16.00	6.35	40.27	0.18	-0.84	30.00	6.00	36.00
1958	19.76	19.00	19.00	6.76	45.67	0.55	-0.47	29.00	8.00	37.00
1959	23.15	24.00	24.00	6.60	43.62	-0.20	-0.76	33.50	7.00	40.50
1960	21.90	22.00	22.00	7.52	56.55	-0.08	-1.01	32.00	3.00	35.00
1961	20.80	21.00	31.00	7.39	54.63	0.10	-1.15	32.00	6.00	38.00
1962	20.65	21.00	20.00	7.46	55.63	0.00	-1.09	31.00	6.00	37.00
1963	20.03	20.00	15.00	7.77	60.41	-0.03	-0.74	35.50	3.00	38.50
1964	19.61	20.00	31.00	8.05	64.82	-0.05	-1.10	34.00	2.00	36.00
1965	19.27	19.00	19.00	7.08	50.09	0.10	-0.77	35.00	4.00	39.00
1966	19.76	20.00	26.00	7.73	59.72	-0.09	-1.02	34.00	4.00	38.00
1967	19.84	19.00	31.00	7.48	55.94	0.10	-1.12	31.00	4.00	35.00
1968	20.28	20.00	30.00	7.50	56.31	0.06	-1.12	31.00	4.00	35.00
1969	20.65	20.00	32.00	7.49	56.08	0.08	-1.16	31.00	4.00	35.00
1970	20.10	19.00	32.00	7.89	62.26	0.11	-1.16	31.00	4.00	35.00
1971	18.84	18.00	10.00	8.59	73.84	0.09	-1.14	34.00	1.00	35.00
1972	19.34	19.00	18.00	8.29	68.78	0.00	-1.07	34.00	2.00	36.00
1973	19.04	18.00	11.00	7.75	60.06	0.20	-1.22	29.00	4.00	33.00
1974	18.31	18.00	16.00	8.33	69.45	0.06	-1.20	31.00	3.00	34.00
1975	17.91	16.00	12.00	8.12	65.87	0.18	-1.31	30.00	2.00	32.00
1976	18.98	18.00	22.00	7.45	55.52	0.04	-0.93	32.00	2.00	34.00
1977	18.41	18.00	15.00	6.96	48.48	0.21	-0.89	29.00	4.00	33.00
1978	17.98	17.00	11.00	7.16	51.23	0.29	-1.02	28.50	3.50	32.00
1979	18.29	18.00	24.00	6.99	48.89	0.09	-1.09	31.50	4.50	36.00
1980	19.18	18.00	16.00	6.57	43.12	0.26	-0.96	27.50	5.00	32.50
1981	19.71	18.50	16.00	7.22	52.13	0.23	-1.23	27.00	6.00	33.00
1982	19.04	18.00	13.00	6.77	45.84	0.35	-0.78	28.50	5.00	33.50
1984	21.01	22.00	30.00	8.37	69.99	-0.11	-1.32	33.50	5.00	38.50
1985	17.40	17.00	20.00	6.96	48.44	0.25	-0.83	29.50	4.00	33.50
1986	17.62	16.00	16.00	7.24	52.39	0.51	-0.60	33.50	2.00	35.50
1987	18.27	18.50	20.00	7.37	54.34	0.05	-0.86	34.00	1.00	35.00
1988	19.32	18.00	18.00	7.48	55.98	0.36	-0.73	31.50	4.00	35.50

**Tabla A.3(continuación) .- Estación Delta (Clima BW(h<sup>^</sup>(x<sup>^</sup>)). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1989	15.45	15.50	18.00	5.28	27.83	0.47	0.52	27.50	4.50	32.00
1990	18.38	19.00	20.00	6.74	45.48	0.08	-0.70	29.50	4.00	33.50
1991	26.58	26.75	30.00	4.65	21.62	-0.31	-1.11	17.50	18.00	35.50
1992	23.04	20.50	30.00	7.67	58.85	-0.29	-0.95	33.50	7.00	40.50
1993	22.62	21.00	20.00	4.21	17.71	0.36	-0.47	19.00	14.00	33.00
1994	17.76	20.00	20.00	6.70	44.91	0.38	-0.77	20.50	10.00	30.50
1995	16.86	13.00	10.50	7.57	57.34	0.73	-0.82	30.00	6.00	36.00
1996	17.44	16.00	10.00	8.12	65.91	0.45	-0.52	36.00	1.00	37.00
1997	18.28	18.00	20.00	7.83	61.36	0.25	-0.76	35.00	2.00	37.00
1998	21.34	20.00	12.00	7.46	55.60	0.29	-1.01	35.00	4.00	39.00
1999	21.18	21.00	32.00	7.41	54.89	0.05	-1.11	28.00	6.00	34.00
2000	20.57	20.00	28.00	7.76	60.17	0.06	-1.25	30.00	6.00	36.00
2001	21.43	22.00	27.00	7.58	57.51	-0.31	-1.07	29.00	5.00	34.00
2002	19.75	18.50	18.00	7.50	56.31	0.22	-1.03	31.50	5.00	36.50
2003	20.08	19.00	14.00	7.52	56.58	0.10	-1.17	31.50	4.50	36.00
2004	19.84	20.00	26.00	7.48	55.91	-0.07	-1.22	31.50	3.50	35.00
2005	20.70	20.50	27.00	7.57	57.37	-0.20	-0.88	32.00	3.00	35.00
2006	19.20	18.00	31.00	9.14	83.61	0.08	-1.27	36.00	1.00	37.00
2007	20.23	20.50	31.00	7.72	59.66	-0.07	-1.03	34.00	2.50	36.50
2008	21.07	21.00	28.00	7.35	53.96	-0.26	-0.97	30.00	4.00	34.00
2009	20.40	20.00	16.00	7.26	52.67	0.02	-1.05	30.50	4.50	35.00
2010	20.22	19.25	13.00	7.73	59.69	0.14	-1.28	32.00	5.50	37.50

**Tabla A.4.- Estación Delta (Clima BW(h<sup>+</sup>)(x<sup>+</sup>)). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo
1948	34.94	33.00	50.00	9.35	87.38	0.13	-1.24	34.00	16.00	50.00
1949	33.70	35.00	43.00	9.81	96.15	-0.42	-0.97	40.00	10.00	50.00
1950	37.72	38.00	45.00	7.11	50.61	-0.54	-0.37	32.00	18.00	50.00
1951	30.54	30.00	30.00	8.03	64.47	-0.10	-0.87	34.00	13.00	47.00
1952	30.84	31.00	38.00	9.18	84.36	-0.21	-1.28	35.00	10.00	45.00
1953	33.38	34.00	36.00	8.08	65.32	-0.15	-0.53	36.50	13.50	50.00
1954	31.93	34.00	39.00	7.41	54.98	-0.35	-0.89	36.00	12.00	48.00
1955	31.09	32.00	38.00	7.89	62.28	-0.29	-0.82	38.00	11.00	49.00
1956	34.36	35.00	42.00	8.21	67.42	-0.20	-1.02	34.00	16.00	50.00
1957	32.53	32.00	33.00	7.10	50.44	0.01	-0.98	32.00	16.00	48.00
1958	33.01	33.50	42.00	8.11	65.81	-0.09	-1.38	32.00	16.00	48.00
1959	33.75	35.00	41.00	7.36	54.20	-0.35	-0.62	34.00	15.00	49.00
1960	33.20	33.00	33.00	8.13	66.09	-0.45	-0.65	36.00	11.00	47.00
1961	32.15	32.00	24.00	7.70	59.31	-0.05	-0.97	36.00	12.00	48.00
1962	32.55	33.00	41.00	8.10	65.66	-0.19	-1.06	33.00	13.00	46.00
1963	31.50	32.00	43.00	8.05	64.72	-0.25	-0.64	36.00	9.00	45.00
1964	31.76	32.00	41.00	8.84	78.07	-0.11	-1.24	35.00	13.00	48.00
1965	31.90	32.00	41.00	8.45	71.37	-0.14	-1.20	33.00	14.00	47.00
1966	35.61	38.00	44.00	8.73	76.18	-0.76	-0.47	36.00	14.00	50.00
1967	36.38	38.00	36.00	7.77	60.31	-1.15	1.49	44.50	5.50	50.00
1968	32.41	33.00	42.00	8.30	68.84	-0.20	-0.98	39.50	9.00	48.50
1969	32.14	32.00	41.00	8.60	73.90	-0.03	-1.24	36.00	12.00	48.00
1970	31.89	32.00	42.00	8.29	68.66	-0.05	-1.15	33.00	15.00	48.00
1971	31.60	32.00	29.00	8.26	68.22	-0.18	-0.65	36.50	9.50	46.00
1972	32.45	34.00	39.00	8.30	68.97	-0.25	-0.84	37.00	12.00	49.00
1973	31.74	32.00	23.00	8.68	75.29	0.04	-1.29	36.00	13.00	49.00
1974	32.33	32.00	43.00	8.70	75.64	-0.14	-1.04	37.00	12.00	49.00
1975	31.79	31.00	42.00	8.61	74.05	-0.04	-1.29	36.00	12.00	48.00
1976	31.65	32.00	28.00	8.27	68.34	-0.06	-1.08	36.00	13.00	49.00
1977	31.46	31.00	32.00	8.02	64.30	0.01	-0.90	36.00	13.00	49.00
1978	30.72	30.00	42.00	8.48	71.92	-0.01	-1.21	35.50	13.50	49.00
1979	31.68	32.00	27.50	7.75	60.03	-0.13	-1.03	31.00	15.00	46.00
1981	33.02	33.00	41.50	6.97	48.64	0.07	-1.15	28.00	20.00	48.00
1982	31.52	31.50	38.00	7.63	58.17	-0.05	-1.11	31.50	14.50	46.00
1983	31.34	31.00	25.00	7.16	51.26	0.07	-0.91	33.50	13.00	46.50
1984	31.91	33.50	38.50	8.10	65.67	-0.34	-0.97	37.50	12.00	49.50
1985	31.96	32.00	30.00	9.32	86.82	-0.01	-1.09	38.50	11.50	50.00
1986	32.25	32.00	30.00	8.21	67.41	0.07	-0.92	35.00	15.00	50.00
1987	31.28	31.00	40.00	9.10	82.75	-0.09	-1.12	38.50	10.00	48.50
1988	32.30	32.50	40.00	8.89	79.12	-0.20	-1.00	37.50	12.00	49.50

**Tabla A.4(continuación).- Estación Delta (Clima BW(h')(x')). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1989	30.51	30.50	30.50	7.65	58.60	-0.03	-0.56	37.50	12.50	50.00
1990	34.29	37.00	40.00	8.41	70.71	-0.41	-1.06	33.00	17.00	50.00
1991	40.13	40.00	39.50	4.38	19.14	-0.03	0.00	20.50	29.00	49.50
1992	32.34	30.50	40.50	8.90	79.20	-0.51	-0.59	39.50	10.50	50.00
1993	28.98	30.00	30.00	4.33	18.78	-0.63	0.35	24.00	17.00	41.00
1994	28.56	30.00	30.50	6.38	40.66	0.17	-0.65	20.50	20.00	40.50
1995	31.33	30.00	20.50	10.53	110.88	0.28	-1.52	30.00	20.00	50.00
1996	34.57	36.00	42.00	8.70	75.70	-0.15	-1.33	34.00	16.00	50.00
1997	33.37	34.00	43.00	9.05	81.82	-0.12	-1.22	35.00	15.00	50.00
1998	33.35	33.25	25.00	8.89	79.09	0.08	-1.17	36.50	13.00	49.50
1999	34.28	35.00	42.00	8.60	74.00	-0.20	-1.31	33.00	15.50	48.50
2000	33.71	34.00	42.00	9.32	86.78	-0.01	-1.42	34.00	16.00	50.00
2001	33.98	36.00	44.00	9.69	93.84	-0.36	-1.26	34.00	15.00	49.00
2002	32.74	32.00	44.00	9.36	87.69	-0.03	-1.34	35.00	14.00	49.00
2003	32.47	32.00	24.00	8.97	80.45	0.00	-1.32	36.00	14.00	50.00
2004	32.46	34.00	40.00	9.43	89.00	-0.15	-1.34	35.50	13.00	48.50
2005	32.84	32.00	42.00	8.86	78.46	0.00	-1.27	35.00	15.00	50.00
2006	32.79	31.50	42.00	9.30	86.55	-0.03	-1.31	38.00	11.00	49.00
2007	32.59	33.00	45.00	9.28	86.08	-0.20	-1.07	36.50	11.50	48.00
2008	33.79	34.50	42.00	8.57	73.37	-0.29	-0.93	36.00	13.50	49.50
2009	32.91	33.00	44.00	9.14	83.60	-0.07	-1.27	35.00	15.00	50.00
2010	32.86	33.00	44.00	8.68	75.28	-0.14	-1.18	33.00	14.50	47.50

**Tabla A.5 .- Estación Delta (Clima BW(h<sup>ˆ</sup>(x<sup>ˆ</sup>**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo
1948	14.49	16.00	22.00	8.83	77.95	-0.24	-1.40	33.00	-2.00	31.00
1949	12.56	11.00	7.00	8.14	66.24	0.25	-1.10	30.90	0.10	31.00
1951	12.54	12.00	9.00	7.13	50.81	0.16	-0.83	33.00	-2.00	31.00
1952	13.52	14.00	19.00	7.94	63.03	-0.02	-1.15	26.90	0.10	27.00
1953	12.51	12.00	10.00	6.58	43.30	0.35	-0.67	27.80	0.20	28.00
1954	13.42	13.00	6.00	7.10	50.46	0.21	-1.01	28.90	0.10	29.00
1955	12.96	12.00	8.00	7.53	56.75	0.35	-0.91	27.90	0.10	28.00
1956	13.19	13.00	22.00	7.17	51.48	0.11	-1.13	27.80	0.20	28.00
1957	11.86	11.00	11.00	4.73	22.37	0.93	1.01	27.00	2.00	29.00
1958	11.14	9.00	7.00	6.70	44.84	0.86	0.03	28.00	1.00	29.00
1959	15.11	15.00	16.00	7.04	49.57	0.29	-0.83	30.00	1.00	31.00
1960	12.68	12.00	14.00	7.21	51.97	0.44	-0.60	29.00	1.00	30.00
1961	14.58	12.00	11.00	7.30	53.35	0.38	-0.96	28.00	1.00	29.00
1962	14.87	14.00	11.00	7.16	51.22	0.26	-0.89	29.00	1.00	30.00
1963	13.86	12.50	11.00	6.50	42.31	0.37	-0.61	28.00	1.00	29.00
1964	14.01	14.00	17.00	7.81	60.97	0.18	-1.02	33.00	-3.00	30.00
1965	14.24	14.00	17.00	6.67	44.51	0.21	-0.78	28.00	1.00	29.00
1966	14.70	14.00	18.00	7.63	58.23	0.13	-0.88	34.10	-2.10	32.00
1967	11.84	10.00	3.00	8.32	69.25	0.44	-1.22	27.00	1.00	28.00
1968	13.61	13.00	12.00	6.98	48.74	0.21	-0.71	29.90	0.10	30.00
1969	14.99	14.00	14.00	7.79	60.65	0.41	-0.80	31.00	1.00	32.00
1970	14.55	13.00	7.00	7.90	62.49	0.39	-0.99	32.00	-2.00	30.00
1971	13.59	12.00	12.00	8.21	67.44	0.36	-0.94	33.00	-3.00	30.00
1972	14.01	13.00	12.00	7.80	60.86	0.09	-0.90	33.00	-2.00	31.00
1973	13.64	12.00	7.00	7.16	51.28	0.31	-1.03	31.00	-1.00	30.00
1974	14.33	13.00	12.00	7.66	58.70	0.13	-1.12	31.00	-1.00	30.00
1975	13.39	12.00	6.00	7.56	57.10	0.36	-1.07	31.00	-1.00	30.00
1976	14.49	14.00	10.00	6.93	48.06	0.23	-0.85	32.00	-3.00	29.00
1977	13.29	12.00	6.00	6.41	41.05	0.53	-0.57	28.00	1.00	29.00
1978	15.39	13.00	10.00	7.34	53.84	0.48	-0.85	29.00	2.00	31.00
1979	16.12	15.00	10.00	6.97	48.64	0.18	-1.13	28.50	2.50	31.00
1980	16.66	15.00	10.00	6.54	42.83	0.46	-0.81	26.00	5.00	31.00
1981	17.18	16.00	12.00	7.14	50.92	0.30	-1.16	26.50	4.50	31.00
1982	16.42	15.50	10.00	6.90	47.62	0.42	-0.78	28.50	4.00	32.50
1983	17.13	16.00	11.00	7.37	54.25	0.32	-0.96	28.50	3.50	32.00
1984	17.50	17.50	9.50	8.18	66.94	0.08	-1.38	30.50	2.00	32.50
1985	12.09	11.00	10.00	6.47	41.81	0.51	-0.61	28.00	1.00	29.00
1986	12.57	10.50	10.00	7.45	55.45	0.78	-0.36	30.00	1.00	31.00
1987	13.46	13.00	10.00	6.90	47.60	0.13	-0.92	31.00	-2.00	29.00
1988	13.84	12.00	10.00	7.30	53.25	0.38	-0.76	33.00	-3.00	30.00

**Tabla A.5(continuación).- Estación Delta (Clima BW(h<sup>∧</sup>(x<sup>∧</sup>)). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1989	10.97	10.50	8.00	4.72	22.31	0.38	-0.12	23.00	1.00	24.00
1990	13.30	12.50	10.00	5.88	34.52	0.25	-0.72	26.50	1.00	27.50
1991	20.95	20.75	20.00	3.24	10.49	-0.34	0.45	18.00	10.50	28.50
1992	17.51	20.00	20.50	6.41	41.15	0.09	-0.60	25.50	5.00	30.50
1993	22.54	21.00	20.00	4.19	17.58	0.39	-0.44	19.00	14.00	33.00
1994	15.14	10.50	10.00	6.55	42.85	0.99	-0.17	20.50	10.00	30.50
1995	14.15	10.50	10.00	6.87	47.15	0.70	-0.69	30.00	1.00	31.00
1996	13.28	12.00	7.00	7.58	57.39	0.40	-0.76	36.00	-3.00	33.00
1997	11.60	10.00	5.00	7.25	52.63	0.54	-0.46	36.00	-5.00	31.00
1998	12.28	10.00	5.00	7.98	63.60	0.62	-0.78	37.00	-3.00	34.00
1999	12.27	12.00	3.00	7.41	54.96	0.27	-1.02	31.00	-2.00	29.00
2000	12.44	11.00	10.00	7.42	55.12	0.53	-0.80	30.00	1.00	31.00
2001	14.35	14.00	8.00	7.42	54.98	-0.03	-1.09	31.00	-2.00	29.00
2002	12.66	11.00	6.00	7.46	55.69	0.33	-0.84	33.00	-2.00	31.00
2003	13.85	12.00	7.00	7.64	58.38	0.36	-1.03	33.00	-2.00	31.00
2004	13.46	13.50	14.00	6.73	45.33	0.25	-0.74	26.50	1.00	27.50
2005	14.05	12.00	11.00	6.84	46.81	0.50	-0.64	30.00	-1.00	29.00
2006	13.58	12.00	8.00	8.30	68.83	0.30	-1.13	32.00	-2.00	30.00
2007	13.44	13.00	14.00	7.58	57.42	0.19	-0.80	35.00	-6.00	29.00
2008	14.61	13.00	8.00	7.40	54.76	0.14	-1.20	29.50	-1.00	28.50
2009	13.66	12.50	6.00	7.47	55.86	0.26	-1.09	27.00	1.00	28.00
2010	13.80	12.50	10.00	7.21	51.93	0.47	-0.54	38.00	-3.00	35.00

**Tabla A.6 .- Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1953	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1954	0.24	0.00	0.00	2.11	4.43	13.40	208.96	35.00	0.00	35.00	89.00
1955	0.14	0.00	0.00	1.02	1.03	11.75	168.05	16.00	0.00	16.00	49.60
1956	0.11	0.00	0.00	1.17	1.36	13.40	194.97	18.00	0.00	18.00	33.50
1957	0.30	0.00	0.00	2.14	4.56	8.99	83.36	21.50	0.00	21.50	88.50
1958	0.23	0.00	0.00	1.42	2.02	9.12	103.21	19.50	0.00	19.50	84.10
1959	0.38	0.00	0.00	3.05	9.33	10.24	115.15	40.00	0.00	40.00	137.40
1960	0.06	0.00	0.00	0.82	0.67	13.29	178.88	12.00	0.00	12.00	21.00
1961	0.26	0.00	0.00	2.59	6.70	14.42	231.33	44.00	0.00	44.00	94.00
1962	0.57	0.00	0.00	4.40	19.32	9.06	86.57	50.00	0.00	50.00	176.50
1963	0.13	0.00	0.00	0.95	0.90	8.01	68.49	10.50	0.00	10.50	49.00
1964	0.20	0.00	0.00	1.84	3.38	13.04	196.31	30.00	0.00	30.00	72.20
1965	0.40	0.00	0.00	2.23	4.98	6.48	46.06	20.90	0.00	20.90	144.00
1966	0.22	0.00	0.00	1.30	1.70	6.40	41.23	10.50	0.00	10.50	66.00
1967	0.46	0.00	0.00	3.22	10.37	8.72	86.80	40.00	0.00	40.00	150.70
1968	0.45	0.00	0.00	2.77	7.66	7.29	58.83	30.00	0.00	30.00	153.00
1969	0.23	0.00	0.00	1.71	2.91	8.45	78.57	20.00	0.00	20.00	78.20
1970	0.12	0.00	0.00	1.00	1.00	8.35	69.61	10.00	0.00	10.00	33.00
1971	0.44	0.00	0.00	2.22	4.93	6.26	43.65	20.00	0.00	20.00	134.00
1972	0.31	0.00	0.00	2.90	8.39	14.16	225.22	49.00	0.00	49.00	114.50
1973	0.24	0.00	0.00	2.05	4.22	11.57	149.09	30.10	0.00	30.10	89.40
1974	0.09	0.00	0.00	0.78	0.60	10.57	121.98	10.00	0.00	10.00	34.00
1975	0.18	0.00	0.00	1.50	2.25	12.54	182.97	24.00	0.00	24.00	65.60
1976	0.59	0.00	0.00	4.16	17.27	9.64	98.66	49.00	0.00	49.00	216.00
1977	0.51	0.00	0.00	3.53	12.44	9.37	92.87	40.00	0.00	40.00	186.30
1978	1.17	0.00	0.00	5.74	32.99	8.34	81.92	66.00	0.00	66.00	426.60
1979	0.20	0.00	0.00	1.48	2.18	10.50	127.23	21.00	0.00	21.00	73.90
1980	0.52	0.00	0.00	3.61	13.04	11.07	136.12	50.00	0.00	50.00	192.00
1981	0.32	0.00	0.00	1.90	3.60	7.35	57.33	18.60	0.00	18.60	117.60
1982	0.31	0.00	0.00	2.25	5.08	11.11	142.40	33.00	0.00	33.00	111.70
1983	1.16	0.00	0.00	5.60	31.33	7.68	74.69	70.00	0.00	70.00	417.50
1984	0.65	0.00	0.00	3.58	12.84	8.04	74.25	41.00	0.00	41.00	228.00
1985	0.41	0.00	0.00	2.35	5.52	8.02	74.84	28.00	0.00	28.00	142.50
1986	0.21	0.00	0.00	1.58	2.48	9.78	107.80	21.00	0.00	21.00	73.00
1987	0.23	0.00	0.00	1.30	1.68	6.76	48.41	12.00	0.00	12.00	74.50
1989	0.18	0.00	0.00	1.05	1.11	7.89	71.50	12.00	0.00	12.00	52.00
1990	0.02	0.00	0.00	0.13	0.02	7.57	55.64	1.00	0.00	1.00	6.00
1991	0.45	0.00	0.00	2.20	4.85	6.33	44.43	20.00	0.00	20.00	158.00
1992	0.52	0.00	0.00	3.03	9.16	8.43	84.94	38.00	0.00	38.00	172.50
1993	0.58	0.00	0.00	3.11	9.66	7.46	61.76	34.00	0.00	34.00	209.90

**Tabla A.6(continuación) .- Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1994	0.73	0.00	0.00	5.26	27.66	9.75	106.35	70.00	0.00	70.00	265.00
1995	0.13	0.00	0.00	1.24	1.53	11.55	145.24	18.00	0.00	18.00	47.00
1996	0.06	0.00	0.00	0.65	0.43	12.59	171.87	10.00	0.00	10.00	23.00
1997	0.48	0.00	0.00	3.95	15.64	11.99	161.03	60.00	0.00	60.00	174.50
1998	0.30	0.00	0.00	1.99	3.96	12.19	181.70	32.00	0.00	32.00	109.00
1999	0.14	0.00	0.00	1.28	1.64	11.67	151.32	19.00	0.00	19.00	50.50
2000	0.19	0.00	0.00	1.57	2.48	11.73	157.63	24.00	0.00	24.00	70.50
2001	0.33	0.00	0.00	2.06	4.26	9.02	93.38	26.00	0.00	26.00	121.00
2002	0.07	0.00	0.00	0.48	0.23	8.48	76.17	5.00	0.00	5.00	24.00
2003	0.08	0.00	0.00	0.35	0.12	5.57	35.25	3.00	0.00	3.00	27.50
2004	0.33	0.00	0.00	2.00	3.98	7.95	67.52	20.00	0.00	20.00	119.80
2005	0.41	0.00	0.00	3.05	9.29	9.98	111.12	40.00	0.00	40.00	134.00
2006	0.29	0.00	0.00	2.69	7.22	15.20	256.62	47.00	0.00	47.00	104.50
2007	0.03	0.00	0.00	0.27	0.07	11.74	154.16	4.00	0.00	4.00	10.00
2008	0.41	0.00	0.00	2.89	8.34	10.47	123.57	40.00	0.00	40.00	149.00
2009	0.12	0.00	0.00	1.18	1.40	11.65	141.03	15.00	0.00	15.00	43.00
2010	1.21	0.00	0.00	8.86	78.48	10.20	111.95	105.00	0.00	105.00	219.00

**Tabla A.7.- Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1953	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00
1954	6.36	3.15	1.00	9.05	81.90	2.72	8.56	34.70	0.30	35.00	89.00
1955	3.82	3.50	4.00	4.01	16.12	2.56	7.99	15.70	0.30	16.00	49.60
1956	6.70	3.00	NA	6.76	45.70	1.64	2.35	16.00	2.00	18.00	33.50
1957	6.81	3.00	3.00	8.03	64.44	1.34	-0.04	20.50	1.00	21.50	88.50
1958	4.95	3.50	2.00	4.58	20.96	2.14	5.93	18.50	1.00	19.50	84.10
1959	11.45	7.25	0.70	13.02	169.59	1.34	1.01	39.80	0.20	40.00	137.40
1960	10.50	10.50	NA	2.12	4.50	NA	NA	3.00	9.00	12.00	21.00
1961	11.75	6.50	NA	13.94	194.21	2.22	5.12	42.00	2.00	44.00	94.00
1962	19.61	12.00	NA	17.86	318.99	0.74	-1.12	48.00	2.00	50.00	176.50
1963	4.90	5.50	1.00	3.24	10.49	0.19	-0.67	9.50	1.00	10.50	49.00
1964	10.31	8.00	NA	9.10	82.89	2.14	5.11	27.00	3.00	30.00	72.20
1965	10.29	10.15	NA	5.37	28.84	0.71	0.64	18.90	2.00	20.90	144.00
1966	6.00	7.00	8.00	3.60	12.95	-0.35	-1.48	9.50	1.00	10.50	66.00
1967	16.74	11.50	NA	10.88	118.36	1.23	1.71	36.00	4.00	40.00	150.70
1968	13.91	12.00	8.00	7.49	56.09	0.90	0.69	26.00	4.00	30.00	153.00
1969	9.78	9.00	10.00	5.68	32.29	0.54	0.79	18.80	1.20	20.00	78.20
1970	8.25	8.00	8.00	1.26	1.58	1.13	2.23	3.00	7.00	10.00	33.00
1971	8.38	6.75	6.00	5.35	28.65	1.20	0.42	17.00	3.00	20.00	134.00
1972	8.81	3.00	2.50	13.20	174.23	2.73	8.04	48.00	1.00	49.00	114.50
1973	7.45	4.00	1.00	9.00	81.05	1.88	3.11	29.10	1.00	30.10	89.40
1974	4.25	3.00	3.00	3.34	11.14	1.24	-0.06	9.00	1.00	10.00	34.00
1975	5.96	5.00	5.00	6.63	44.01	2.33	6.06	23.00	1.00	24.00	65.60
1976	9.82	4.00	2.00	14.33	205.27	2.04	2.99	48.00	1.00	49.00	216.00
1977	7.76	2.50	1.00	11.75	138.11	2.06	3.07	39.80	0.20	40.00	186.30
1978	9.08	4.00	3.00	13.70	187.72	3.04	9.99	65.00	1.00	66.00	426.60
1979	4.62	2.25	1.00	5.58	31.17	2.05	4.34	20.60	0.40	21.00	73.90
1980	7.38	3.50	1.00	11.74	137.77	2.95	8.53	49.00	1.00	50.00	192.00
1981	5.11	2.00	1.00	5.83	33.95	1.24	0.21	18.40	0.20	18.60	117.60
1982	5.88	3.00	1.50	8.13	66.13	2.54	6.84	32.50	0.50	33.00	111.70
1983	10.99	5.50	1.00	13.93	193.93	2.48	7.95	69.50	0.50	70.00	417.50
1984	8.77	5.50	3.00	10.26	105.22	2.03	3.85	40.50	0.50	41.00	228.00
1985	7.50	5.00	2.00	7.09	50.31	1.72	2.81	26.00	2.00	28.00	142.50
1986	5.62	2.00	1.00	6.24	38.92	1.45	1.78	20.00	1.00	21.00	73.00
1987	4.66	3.00	2.00	3.74	14.02	0.77	-0.88	11.00	1.00	12.00	74.50
1988	18.42	14.00	NA	14.33	205.24	0.71	-1.13	36.50	3.50	40.00	110.50
1989	4.00	3.00	2.00	3.24	10.50	1.49	1.90	11.00	1.00	12.00	52.00
1990	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	1.00	1.00	6.00
1992	7.50	3.00	1.00	9.07	82.25	2.05	4.86	37.00	1.00	38.00	172.50
1993	6.77	4.00	1.00	8.60	73.89	1.83	2.66	33.00	1.00	34.00	209.90

**Tabla A.7 (continuación).- Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1994	13.25	5.00	1.00	18.85	355.14	1.93	3.37	69.00	1.00	70.00	265.00
1995	7.83	6.75	#N/A	6.22	38.67	0.85	-0.18	16.00	2.00	18.00	47.00
1996	3.83	2.50	1.00	3.66	13.37	1.08	0.26	9.00	1.00	10.00	23.00
1997	10.26	3.00	3.00	15.78	249.03	2.44	6.06	59.00	1.00	60.00	174.50
1998	5.19	3.00	1.00	6.71	44.96	3.46	13.84	31.00	1.00	32.00	109.00
1999	7.21	6.00	6.00	6.34	40.15	1.20	1.08	18.00	1.00	19.00	50.50
2000	5.42	2.00	1.00	6.67	44.49	2.11	4.68	23.00	1.00	24.00	70.50
2001	5.04	1.50	1.00	6.53	42.59	2.11	4.36	25.00	1.00	26.00	121.00
2002	2.67	2.00	1.00	1.66	2.75	0.47	-1.53	4.00	1.00	5.00	24.00
2003	1.38	1.00	1.00	0.67	0.44	1.70	1.84	2.00	1.00	3.00	27.50
2004	5.99	3.40	2.00	6.39	40.78	1.38	0.47	19.00	1.00	20.00	119.80
2005	9.57	5.50	1.00	11.68	136.42	1.76	2.66	39.00	1.00	40.00	134.00
2006	7.46	3.00	3.00	11.95	142.83	3.19	10.87	46.00	1.00	47.00	104.50
2007	2.00	2.00	1.00	1.22	1.50	1.36	2.00	3.00	1.00	4.00	10.00
2008	7.45	3.50	1.00	10.24	104.92	2.31	5.14	39.00	1.00	40.00	149.00
2009	7.17	5.00	15.00	6.40	40.97	0.59	-2.08	14.00	1.00	15.00	43.00
2010	14.60	3.00	1.00	28.28	799.54	2.83	8.13	104.00	1.00	105.00	219.00

**Tabla A.8 .- Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1953	6.95	9.00	10.00	5.47	29.92	-1.31	0.78	19.00	-6.00	13.00
1954	18.31	18.00	20.00	7.18	51.59	0.17	-0.72	33.00	3.00	36.00
1955	18.82	19.00	14.00	7.52	56.53	0.07	-0.77	35.00	1.00	36.00
1956	18.67	17.50	12.00	7.01	49.13	0.45	-0.41	32.50	4.00	36.50
1957	20.02	18.50	15.00	7.53	56.77	0.49	-0.78	31.00	6.00	37.00
1958	19.99	20.00	25.00	6.70	44.94	0.19	-0.41	37.00	3.00	40.00
1959	19.72	19.00	19.00	6.22	38.71	0.36	-0.75	28.00	7.00	35.00
1960	19.32	18.00	14.00	7.33	53.80	0.43	-0.74	34.00	4.00	38.00
1961	18.55	17.00	14.00	6.46	41.77	0.73	-0.54	27.00	9.00	36.00
1962	19.43	18.00	17.00	6.83	46.66	0.38	-1.00	28.00	8.00	36.00
1963	23.13	23.00	21.00	7.62	58.00	0.14	-0.83	36.00	4.00	40.00
1964	22.21	22.00	24.00	7.28	53.02	0.24	-0.79	31.00	9.00	40.00
1965	20.80	20.00	16.50	6.52	42.52	0.75	0.22	32.50	7.50	40.00
1966	24.10	25.00	32.00	7.17	51.38	-0.20	-1.02	30.00	9.00	39.00
1967	21.88	21.00	30.00	6.77	45.81	0.32	-0.69	29.50	10.50	40.00
1968	22.25	19.50	18.00	8.82	77.73	1.01	-0.03	34.00	10.00	44.00
1969	21.96	20.25	18.00	6.60	43.61	0.35	-0.95	26.50	10.50	37.00
1970	25.49	24.50	15.00	9.89	97.77	0.16	-1.42	32.00	10.00	42.00
1971	19.46	19.00	15.00	7.39	54.61	0.11	-0.58	35.50	2.50	38.00
1972	17.67	18.00	18.00	6.22	38.70	0.27	-0.13	34.00	3.00	37.00
1973	19.18	18.00	10.00	7.93	62.94	0.20	-1.11	34.00	3.00	37.00
1974	20.71	20.00	15.00	8.61	74.08	0.31	-1.15	35.00	6.00	41.00
1975	17.56	17.00	10.00	6.55	42.85	0.25	-0.85	32.00	3.00	35.00
1976	19.11	18.00	15.00	6.52	42.57	0.59	-0.46	29.00	7.00	36.00
1977	19.36	18.00	15.00	6.54	42.83	0.28	-0.93	29.00	6.00	35.00
1978	19.38	17.00	10.00	8.65	74.84	0.29	-1.30	32.00	4.00	36.00
1979	19.27	19.00	14.00	7.18	51.56	0.21	-0.86	34.00	4.00	38.00
1980	21.72	20.00	18.00	6.79	46.13	0.30	-0.86	32.00	6.00	38.00
1981	19.10	18.00	12.00	6.98	48.71	0.23	-0.87	31.00	4.00	35.00
1982	19.18	18.00	18.00	7.21	51.97	0.44	-0.68	32.00	4.00	36.00
1983	18.11	16.00	15.00	6.73	45.25	0.57	-0.65	30.00	6.00	36.00
1985	18.10	18.00	18.00	6.41	41.10	0.23	-0.51	29.00	5.00	34.00
1986	19.31	20.00	20.00	4.44	19.71	-0.10	0.18	24.00	7.00	31.00
1987	20.45	20.00	20.00	3.83	14.68	-0.08	-0.20	20.00	10.00	30.00
1988	20.37	20.00	21.00	3.31	10.94	0.00	-0.34	16.00	12.00	28.00
1989	20.59	21.00	20.00	5.38	28.96	-0.78	0.30	25.00	5.00	30.00
1990	15.50	15.00	14.00	3.96	15.70	0.56	0.08	22.00	6.00	28.00
1991	12.62	12.00	12.00	2.57	6.59	0.60	0.11	14.00	7.00	21.00
1992	13.40	13.00	12.00	3.05	9.30	0.33	-0.47	15.00	7.00	22.00
1993	13.83	14.00	14.00	3.53	12.43	0.07	-0.51	18.00	5.00	23.00

**Tabla A.8 (continuación).- Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1994	14.46	14.00	14.00	3.91	15.32	1.15	1.52	22.00	7.00	29.00
1995	19.27	17.00	15.00	6.43	41.35	0.59	-0.72	29.00	7.00	36.00
1996	22.65	22.00	19.00	5.54	30.66	0.27	-0.64	27.00	11.00	38.00
1997	22.89	23.00	20.00	3.98	15.84	0.19	-0.65	19.00	14.00	33.00
1998	22.47	22.00	20.00	4.77	22.71	0.52	-0.33	23.00	12.00	35.00
1999	22.07	22.00	20.00	3.27	10.69	0.24	-0.35	16.00	15.00	31.00
2000	21.94	22.00	20.00	6.32	39.89	-0.12	-0.22	31.00	5.00	36.00
2001	20.73	20.00	18.00	7.03	49.46	-0.08	-0.60	31.00	5.00	36.00
2002	21.36	21.00	20.00	5.81	33.81	0.38	0.32	30.00	9.00	39.00
2003	22.69	22.00	20.00	3.78	14.27	0.17	-0.45	20.00	13.00	33.00
2004	22.83	23.00	24.00	3.77	14.22	-0.04	-0.41	20.00	14.00	34.00
2005	22.87	22.00	21.00	4.59	21.11	0.61	-0.09	21.00	15.00	36.00
2006	21.50	21.00	21.00	3.19	10.21	0.62	0.90	19.00	14.00	33.00
2007	20.23	21.00	20.00	5.18	26.86	-0.29	0.09	30.00	5.00	35.00
2008	20.77	21.00	20.00	4.50	20.21	-0.37	-0.21	23.00	7.00	30.00
2009	18.26	18.00	17.00	4.71	22.19	0.27	-0.32	23.00	8.00	31.00
2010	16.06	16.00	16.00	4.15	17.26	0.55	-0.20	19.00	8.00	27.00

**Tabla A.9 .- Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1953	15.81	16.00	19.00	2.95	8.69	-0.13	-0.66	12.00	10.00	22.00
1954	25.88	25.00	33.50	7.06	49.81	-0.19	-0.70	32.50	7.50	40.00
1955	25.08	25.50	24.00	7.79	60.68	-0.17	-0.80	34.50	7.50	42.00
1956	24.19	23.00	20.00	7.20	51.88	0.39	-0.75	30.00	10.00	40.00
1957	24.73	23.00	17.00	7.76	60.28	0.39	-1.01	30.00	11.00	41.00
1958	26.26	27.00	30.00	6.97	48.57	0.00	-0.76	35.00	10.00	45.00
1959	24.89	24.50	30.00	6.40	40.96	0.07	-0.95	27.50	11.50	39.00
1960	26.04	26.00	28.00	7.68	58.91	-0.06	-0.89	32.50	8.50	41.00
1961	25.66	26.00	27.00	7.42	55.09	0.23	-0.89	36.00	10.00	46.00
1962	26.11	25.00	37.00	8.64	74.71	0.18	-1.16	35.00	10.00	45.00
1963	28.04	28.00	26.00	7.69	59.17	-0.09	-0.87	35.00	10.00	45.00
1964	27.95	28.00	28.00	7.31	53.45	-0.03	-0.98	29.00	13.50	42.50
1965	26.49	25.75	23.50	6.78	46.03	0.53	0.03	35.00	12.00	47.00
1966	29.64	27.50	42.50	9.97	99.43	0.23	-1.31	35.00	11.00	46.00
1967	27.46	26.50	24.00	7.54	56.78	0.37	-0.76	28.50	14.00	42.50
1968	26.86	24.50	26.00	8.52	72.56	0.91	-0.25	33.00	14.00	47.00
1969	27.91	26.00	39.00	8.43	71.11	0.34	-1.16	33.50	13.50	47.00
1970	29.76	27.50	41.00	10.21	104.28	-0.03	-1.62	31.00	13.00	44.00
1971	26.89	27.00	26.00	8.16	66.56	-0.13	-0.85	36.00	7.00	43.00
1972	26.59	28.00	31.00	7.86	61.82	-0.17	-0.72	36.00	7.00	43.00
1973	28.08	29.00	40.00	8.97	80.51	-0.06	-1.17	36.00	9.00	45.00
1974	29.24	29.00	40.00	9.19	84.40	0.01	-1.12	37.00	10.00	47.00
1975	26.07	26.00	25.00	7.87	61.93	-0.01	-1.09	32.00	11.00	43.00
1976	26.16	26.00	20.00	7.10	50.43	0.20	-0.75	33.00	10.00	43.00
1977	26.72	26.00	35.00	6.91	47.75	0.00	-1.06	28.00	12.00	40.00
1978	25.70	25.00	18.00	8.68	75.29	0.13	-1.33	33.00	9.00	42.00
1979	27.46	28.00	29.00	8.34	69.57	-0.03	-0.96	35.00	9.00	44.00
1980	30.10	29.00	28.00	7.14	50.97	0.12	-0.65	34.00	13.00	47.00
1981	26.88	27.00	28.00	6.86	47.10	0.02	-0.82	33.00	10.00	43.00
1982	26.63	27.00	28.00	7.44	55.42	0.01	-0.56	36.00	8.00	44.00
1983	24.50	24.00	18.00	7.10	50.45	0.38	-0.92	29.00	12.00	41.00
1984	24.92	25.00	28.00	6.27	39.35	0.07	-0.61	30.00	9.00	39.00
1985	24.62	25.00	18.00	7.70	59.24	0.29	-0.52	36.00	8.00	44.00
1986	27.83	28.00	28.00	5.51	30.37	-0.12	0.01	29.00	13.00	42.00
1987	28.43	28.00	28.00	4.85	23.53	-0.13	-0.18	25.00	14.00	39.00
1988	28.32	28.00	30.00	5.02	25.20	0.07	-0.40	25.00	17.00	42.00
1989	28.21	28.00	26.00	5.65	31.89	-0.22	-0.58	27.00	13.00	40.00
1990	24.99	24.00	21.00	6.25	39.10	0.73	-0.09	32.00	12.00	44.00
1991	23.95	23.00	20.00	5.94	35.29	0.81	0.25	31.00	11.00	42.00
1992	26.01	25.00	20.00	7.73	59.76	0.18	-1.09	32.00	10.00	42.00

**Tabla A.9 (continuación).- Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1994	29.07	28.00	24.00	7.28	52.98	0.23	-0.96	33.00	14.00	47.00
1995	28.70	28.00	25.00	7.36	54.12	0.10	-1.13	30.00	13.00	43.00
1996	33.15	34.00	38.00	6.31	39.88	-0.18	-0.79	29.00	18.00	47.00
1997	31.73	32.00	30.00	5.01	25.14	0.04	-0.56	26.00	18.00	44.00
1998	31.05	31.00	30.00	6.00	36.06	0.08	-0.48	29.00	17.00	46.00
1999	31.53	31.00	30.00	5.09	25.91	0.02	-0.43	26.00	19.00	45.00
2000	31.00	31.00	28.00	6.55	42.95	-0.10	-0.46	33.00	14.00	47.00
2001	30.74	31.00	28.00	7.03	49.47	-0.15	-0.79	33.00	12.00	45.00
2002	30.84	30.00	34.00	5.59	31.22	0.05	-0.42	30.00	16.00	46.00
2003	31.06	31.00	28.00	5.35	28.66	0.08	-0.62	27.00	18.00	45.00
2004	31.59	31.00	38.00	5.82	33.85	0.11	-0.58	30.00	18.00	48.00
2005	29.96	29.00	26.00	6.25	39.10	0.32	-0.69	28.00	17.00	45.00
2006	30.77	30.00	28.00	5.56	30.97	0.59	0.51	32.00	17.00	49.00
2007	30.51	32.00	32.00	7.34	53.88	-0.42	-0.27	38.00	9.00	47.00
2008	31.99	33.00	36.00	6.63	43.97	-0.52	-0.50	30.00	15.00	45.00
2009	28.81	28.00	24.00	6.88	47.40	0.15	-0.67	33.00	12.00	45.00
2010	25.40	25.00	26.00	5.52	30.47	0.40	-0.64	24.00	15.00	39.00

**Tabla A.10 .- Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1953	2.37	5.00	-10.00	6.80	46.28	-0.88	-0.51	22.00	-10.00	12.00
1954	9.79	9.00	8.00	6.61	43.76	-0.03	-0.32	33.50	-7.50	26.00
1955	9.50	8.50	8.00	6.54	42.71	0.47	-0.70	28.40	0.10	28.50
1956	8.09	7.00	1.00	6.05	36.56	0.54	-0.81	21.90	0.10	22.00
1957	10.34	9.00	9.00	5.94	35.27	0.39	-0.72	28.00	-2.00	26.00
1958	6.72	7.00	5.00	3.99	15.96	0.25	0.72	24.00	-4.00	20.00
1959	9.99	10.00	10.00	4.82	23.18	0.19	-0.35	25.00	-3.00	22.00
1960	9.20	7.00	4.00	7.17	51.35	0.53	-0.75	36.00	-4.00	32.00
1961	7.82	6.00	2.00	6.34	40.22	0.78	-0.69	24.00	-1.00	23.00
1962	7.58	5.00	2.00	6.82	46.55	0.47	-1.06	27.00	-5.00	22.00
1963	7.81	7.00	1.00	6.30	39.63	0.28	-0.63	30.00	-6.00	24.00
1964	6.42	6.00	1.00	6.08	36.93	0.13	-0.65	28.50	-6.50	22.00
1965	5.97	4.50	4.00	5.33	28.39	0.83	0.15	25.50	-6.00	19.50
1966	4.03	5.00	6.50	3.25	10.59	-1.04	0.55	16.50	-6.50	10.00
1967	7.29	6.00	2.00	5.32	28.28	0.46	-1.04	22.00	-2.00	20.00
1968	4.16	4.00	4.00	2.25	5.07	0.12	0.99	14.00	-3.00	11.00
1969	5.41	6.00	8.00	3.46	11.96	-0.32	-0.74	16.00	-3.00	13.00
1970	10.36	6.25	3.00	8.65	74.75	0.22	-1.61	34.00	-3.00	31.00
1971	6.72	6.00	11.00	5.67	32.14	0.06	-1.05	25.00	-6.00	19.00
1972	8.99	8.00	3.00	6.51	42.40	0.12	-0.72	29.00	-6.00	23.00
1973	8.23	7.00	5.00	6.00	36.05	0.24	-0.41	28.00	-6.00	22.00
1974	9.97	10.00	10.00	6.42	41.20	-0.10	-0.55	32.00	-7.00	25.00
1975	9.35	8.00	5.00	6.26	39.19	0.43	-0.72	30.00	-5.00	25.00
1976	9.89	9.00	10.00	5.68	32.22	0.28	-0.69	27.00	-4.00	23.00
1977	10.51	10.00	5.00	5.94	35.34	0.33	-0.95	28.00	-3.00	25.00
1978	11.18	9.50	8.00	6.33	40.11	0.33	-1.01	28.00	-3.00	25.00
1979	10.41	10.00	4.00	5.59	31.23	0.16	-0.98	27.00	-3.00	24.00
1980	11.15	10.00	8.00	5.32	28.30	0.35	-0.80	24.00	1.00	25.00
1981	10.77	10.00	10.00	6.27	39.34	0.50	-0.90	26.00	-1.00	25.00
1982	9.74	8.00	8.00	5.83	33.97	0.80	-0.19	27.00	1.00	28.00
1983	10.44	9.00	6.00	5.56	30.94	0.57	-0.79	23.00	1.00	24.00
1984	10.11	10.00	10.00	5.46	29.76	0.31	-0.79	23.00	-1.00	22.00
1985	8.96	9.00	8.00	4.68	21.95	0.11	-0.40	27.00	-6.00	21.00
1986	8.63	8.00	8.00	4.20	17.68	0.45	-0.40	19.00	1.00	20.00
1987	8.22	8.00	8.00	4.30	18.51	-0.09	-0.19	24.00	-6.00	18.00
1988	9.02	9.00	8.00	4.38	19.16	0.04	-0.74	20.00	-2.00	18.00
1989	7.67	8.00	8.00	4.74	22.46	-0.04	-0.51	23.00	-5.00	18.00
1990	7.56	7.00	7.00	3.93	15.42	0.39	-0.36	20.00	-2.00	18.00
1991	6.16	6.00	4.00	3.80	14.44	0.43	-0.69	16.90	0.10	17.00
1993	7.13	7.00	7.00	3.64	13.27	0.59	0.55	19.90	0.10	20.00

**Tabla A.10(continuación) .- Estación Chapala (Clima BWh(x')). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1994	12.06	12.00	16.00	4.99	24.94	-0.05	-0.93	22.00	1.00	23.00
1995	11.44	12.00	6.00	6.08	36.98	0.07	-0.81	30.00	-2.00	28.00
1996	8.61	8.00	10.00	5.04	25.44	0.14	-0.39	26.00	-5.00	21.00
1997	8.90	8.00	10.00	5.71	32.57	0.51	-0.47	25.00	-3.00	22.00
1998	7.06	7.00	8.00	4.01	16.09	-0.15	-0.67	19.00	-3.00	16.00
1999	7.18	7.00	6.00	3.61	13.00	-0.08	0.05	21.00	-4.00	17.00
2000	7.67	8.00	8.00	5.33	28.38	-0.27	-0.14	28.00	-7.00	21.00
2001	7.55	8.00	10.00	5.40	29.20	-0.22	-0.29	28.00	-7.00	21.00
2002	5.68	6.00	1.00	4.86	23.60	-0.09	-0.68	23.00	-6.00	17.00
2003	7.17	6.00	6.00	4.98	24.76	0.82	0.13	25.90	0.10	26.00
2004	8.55	7.00	3.00	5.92	35.04	0.33	-1.22	23.00	-1.00	22.00
2005	9.39	10.00	14.00	6.10	37.15	0.14	-1.03	23.90	0.10	24.00
2006	12.58	14.00	14.00	5.92	35.02	-0.36	-0.50	26.00	1.00	27.00
2007	14.52	16.00	17.00	5.63	31.71	-0.77	0.04	25.00	1.00	26.00
2008	11.96	13.00	16.00	5.62	31.59	-0.44	-0.88	23.90	0.10	24.00
2009	8.14	7.00	3.00	4.95	24.50	0.25	-1.18	17.90	0.10	18.00
2010	12.06	12.00	16.00	4.99	24.94	-0.05	-0.93	22.00	1.00	23.00

**Tabla A.11 .- Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1953	0.18	0.00	0.00	1.08	1.18	7.07	52.87	9.00	0.00	9.00	16.70
1954	0.65	0.00	0.00	5.41	29.26	10.99	132.66	75.00	0.00	75.00	238.10
1955	0.39	0.00	0.00	2.38	5.67	10.40	131.84	35.00	0.00	35.00	141.00
1956	0.09	0.00	0.00	0.68	0.46	10.00	110.18	9.00	0.00	9.00	33.20
1957	0.22	0.00	0.00	2.70	7.27	16.06	274.29	47.00	0.00	47.00	72.80
1958	0.43	0.00	0.00	2.81	7.91	6.67	43.55	20.70	0.00	20.70	155.50
1959	0.51	0.00	0.00	4.69	21.98	14.53	240.54	80.90	0.00	80.90	184.90
1960	0.41	0.00	0.00	4.56	20.80	15.39	261.61	80.30	0.00	80.30	149.10
1961	0.27	0.00	0.00	2.50	6.24	11.13	133.19	35.00	0.00	35.00	96.00
1962	0.56	0.00	0.00	3.76	14.10	9.22	99.57	50.00	0.00	50.00	206.00
1963	0.02	0.00	0.00	0.26	0.07	12.94	180.21	4.00	0.00	4.00	8.00
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1965	0.43	0.00	0.00	5.00	25.02	17.45	319.03	92.50	0.00	92.50	156.70
1966	0.42	0.00	0.00	3.60	12.97	14.87	248.68	62.50	0.00	62.50	150.80
1967	0.80	0.00	0.00	6.01	36.11	9.74	105.98	80.00	0.00	80.00	290.00
1968	0.15	0.00	0.00	1.44	2.08	12.61	166.83	21.00	0.00	21.00	51.90
1969	0.52	0.00	0.00	3.40	11.59	7.14	51.02	28.00	0.00	28.00	151.70
1970	0.23	0.00	0.00	2.54	6.45	12.47	159.20	35.00	0.00	35.00	79.40
1971	0.11	0.00	0.00	0.73	0.54	8.19	78.41	9.00	0.00	9.00	38.60
1972	0.23	0.00	0.00	2.33	5.44	11.41	134.35	30.00	0.00	30.00	68.60
1973	0.31	0.00	0.00	3.30	10.91	16.91	303.69	60.00	0.00	60.00	111.00
1974	0.23	0.00	0.00	2.55	6.50	16.48	291.35	46.00	0.00	46.00	82.00
1975	0.09	0.00	0.00	0.96	0.92	15.75	271.14	17.00	0.00	17.00	31.80
1976	0.10	0.00	0.00	1.06	1.12	14.63	234.39	18.00	0.00	18.00	36.10
1977	0.29	0.00	0.00	2.31	5.34	11.66	156.33	35.00	0.00	35.00	105.00
1978	0.94	0.00	0.00	4.91	24.07	6.76	48.09	43.00	0.00	43.00	343.00
1979	0.23	0.00	0.00	1.86	3.44	10.05	109.89	23.00	0.00	23.00	85.50
1980	0.25	0.00	0.00	2.68	7.18	16.00	275.56	47.00	0.00	47.00	85.20
1981	0.35	0.00	0.00	2.17	4.72	8.97	92.54	27.50	0.00	27.50	127.20
1982	0.32	0.00	0.00	2.84	8.06	14.77	244.63	49.00	0.00	49.00	115.80
1983	1.21	0.00	0.00	4.85	23.52	5.08	29.00	38.50	0.00	38.50	354.50
1984	0.72	0.00	0.00	4.34	18.83	9.87	119.93	60.00	0.00	60.00	220.00
1985	0.21	0.00	0.00	1.59	2.53	12.94	188.85	24.00	0.00	24.00	57.50
1987	0.31	0.00	0.00	1.81	3.29	8.14	75.40	20.00	0.00	20.00	81.00
1988	0.10	0.00	0.00	1.03	1.06	13.59	194.77	15.00	0.00	15.00	23.00
1989	0.17	0.00	0.00	1.34	1.80	9.56	95.97	15.00	0.00	15.00	37.50
1990	0.24	0.00	0.00	2.30	5.28	12.95	188.96	36.00	0.00	36.00	79.00
1991	0.50	0.00	0.00	3.30	10.87	7.59	60.62	33.00	0.00	33.00	146.50
1992	0.71	0.00	0.00	3.89	15.10	7.15	58.21	40.00	0.00	40.00	210.00
1993	0.53	0.00	0.00	2.75	7.56	6.14	39.33	22.00	0.00	22.00	157.50

**Tabla A.11 (continuación).- Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1994	0.82	0.00	0.00	5.25	27.51	9.64	108.99	69.50	0.00	69.50	268.00
1995	0.02	0.00	0.00	0.34	0.12	15.62	249.29	5.50	0.00	5.50	6.50
1996	0.09	0.00	0.00	0.88	0.77	10.73	123.09	11.00	0.00	11.00	20.00
1997	0.36	0.00	0.00	1.90	3.61	5.97	37.66	15.50	0.00	15.50	73.00
1998	0.19	0.00	0.00	2.11	4.46	13.60	197.63	32.00	0.00	32.00	50.00
1999	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.07	0.00	0.00	1.28	1.64	18.41	339.00	23.60	0.00	23.60	23.60
2001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
2002	0.04	0.00	0.00	0.69	0.47	17.92	324.55	12.50	0.00	12.50	14.00
2003	0.17	0.00	0.00	1.09	1.19	8.91	92.36	13.60	0.00	13.60	56.90
2004	0.22	0.00	0.00	1.54	2.36	8.29	76.65	18.00	0.00	18.00	71.70
2005	0.24	0.00	0.00	1.59	2.52	8.59	86.33	20.00	0.00	20.00	81.00
2006	0.23	0.00	0.00	2.48	6.15	14.01	210.98	40.00	0.00	40.00	76.50
2007	0.24	0.00	0.00	2.60	6.79	15.74	266.74	45.00	0.00	45.00	81.00
2008	0.37	0.00	0.00	3.49	12.15	10.56	114.65	41.00	0.00	41.00	98.80
2010	0.14	0.00	0.00	1.24	1.53	9.91	101.49	14.00	0.00	14.00	40.00
1994	0.82	0.00	0.00	5.25	27.51	9.64	108.99	69.50	0.00	69.50	268.00

**Tabla A.12 .- Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1953	1.67	0.10	0.10	3.02	9.13	2.03	3.65	8.90	0.10	9.00	16.70
1954	10.35	2.00	0.10	19.47	379.08	2.47	5.88	74.90	0.10	75.00	238.10
1955	1.99	0.10	0.10	5.12	26.26	4.56	25.22	34.90	0.10	35.00	141.00
1956	0.79	0.10	0.10	1.87	3.51	3.15	10.12	8.90	0.10	9.00	33.20
1957	14.56	8.00	NA	18.61	346.34	1.96	4.04	46.50	0.50	47.00	72.80
1958	17.28	20.10	20.40	5.51	30.35	-1.80	2.40	15.60	5.10	20.70	155.50
1959	20.54	15.20	NA	23.17	536.94	2.73	7.88	77.90	3.00	80.90	184.90
1960	29.82	18.00	NA	28.31	801.32	2.20	4.87	65.30	15.00	80.30	149.10
1961	13.71	9.00	2.00	12.57	157.90	0.78	-0.59	33.00	2.00	35.00	96.00
1962	12.12	8.00	2.00	13.12	172.11	1.73	3.24	49.00	1.00	50.00	206.00
1963	2.67	2.00	2.00	1.15	1.33	1.73	NA	2.00	2.00	4.00	8.00
1964	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1965	9.79	3.15	2.50	22.53	507.77	3.74	14.39	92.00	0.50	92.50	156.70
1966	7.94	4.00	4.00	14.01	196.41	3.63	14.32	62.00	0.50	62.50	150.80
1967	16.11	4.50	1.00	22.58	509.75	1.73	2.57	79.00	1.00	80.00	290.00
1968	5.19	1.50	1.00	7.24	52.39	1.77	1.89	20.20	0.80	21.00	51.90
1969	11.67	3.70	1.00	11.80	139.25	0.44	-1.88	27.00	1.00	28.00	151.70
1970	7.94	0.60	0.30	13.23	175.08	1.67	1.31	34.80	0.20	35.00	79.40
1971	3.22	3.25	NA	2.37	5.62	1.23	2.28	8.80	0.20	9.00	38.60
1972	11.43	6.25	NA	12.81	164.19	0.86	-1.51	29.90	0.10	30.00	68.60
1973	7.40	3.00	1.00	14.82	219.69	3.64	13.68	59.00	1.00	60.00	111.00
1974	9.11	4.00	3.00	14.22	202.11	2.72	7.64	45.00	1.00	46.00	82.00
1975	4.54	2.50	1.00	5.66	32.01	2.35	5.73	16.00	1.00	17.00	31.80
1976	4.51	2.50	3.00	5.97	35.59	2.06	4.30	17.90	0.10	18.00	36.10
1977	9.55	6.00	4.00	9.86	97.12	2.09	4.39	33.00	2.00	35.00	105.00
1978	11.83	5.00	4.00	13.40	179.52	1.40	0.51	42.50	0.50	43.00	343.00
1979	7.77	5.50	NA	7.78	60.47	1.24	0.44	22.50	0.50	23.00	85.50
1980	7.75	4.90	0.50	13.42	180.11	2.98	9.32	46.50	0.50	47.00	85.20
1981	5.78	3.60	1.50	7.00	48.98	2.00	3.87	27.40	0.10	27.50	127.20
1982	6.43	2.15	1.00	11.34	128.55	3.47	13.10	48.20	0.80	49.00	115.80
1983	12.22	10.00	2.00	10.33	106.67	1.10	0.90	37.50	1.00	38.50	354.50
1984	11.58	7.00	3.00	13.65	186.29	2.71	8.91	58.00	2.00	60.00	220.00
1985	4.42	2.00	2.00	6.03	36.33	3.32	11.46	23.00	1.00	24.00	57.50
1986	2.57	2.25	1.00	1.66	2.76	0.78	-0.42	5.00	1.00	6.00	36.00
1987	6.23	4.00	2.00	5.67	32.19	1.69	2.31	19.00	1.00	20.00	81.00
1988	4.60	2.00	2.00	5.86	34.30	2.15	4.71	14.00	1.00	15.00	23.00
1989	6.25	3.50	NA	5.76	33.18	0.99	-1.21	13.50	1.50	15.00	37.50
1991	13.32	12.00	NA	11.30	127.61	0.53	-1.17	32.00	1.00	33.00	146.50
1992	14.00	13.00	5.00	10.90	118.82	1.37	1.36	36.00	4.00	40.00	210.00
1993	8.75	7.00	2.00	7.45	55.57	0.69	-1.00	21.50	0.50	22.00	157.50

**Tabla A.12 (continuación) .- Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1994	16.75	11.50	15.00	17.65	311.57	2.24	5.13	67.50	2.00	69.50	268.00
1995	3.25	3.25	NA	3.18	10.13	NA	NA	4.50	1.00	5.50	6.50
1996	6.67	6.00	NA	4.04	16.33	0.72	NA	8.00	3.00	11.00	20.00
1997	8.11	7.00	NA	4.48	20.05	0.45	-0.89	13.50	2.00	15.50	73.00
1998	16.67	12.00	NA	13.61	185.33	1.36	NA	26.00	6.00	32.00	50.00
1999	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	23.60	23.60	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	23.60	23.60	23.60
2001	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
2002	7.00	7.00	NA	7.78	60.50	NA	NA	11.00	1.50	12.50	14.00
2003	4.06	2.50	2.50	3.59	12.89	1.90	3.34	12.70	0.90	13.60	56.90
2004	7.97	7.00	7.00	5.03	25.34	0.90	0.67	16.00	2.00	18.00	71.70
2005	6.23	5.00	1.00	5.45	29.73	1.34	2.29	19.00	1.00	20.00	81.00
2006	10.93	3.00	2.00	14.35	206.04	1.79	2.77	38.00	2.00	40.00	76.50
2007	10.13	5.00	4.00	14.34	205.55	2.64	7.20	44.00	1.00	45.00	81.00
2008	24.70	25.90	NA	16.98	288.23	-0.18	-4.46	35.00	6.00	41.00	98.80
2010	8.00	8.00	NA	5.52	30.50	0.00	-2.84	12.00	2.00	14.00	40.00
1994	16.75	11.50	15.00	17.65	311.57	2.24	5.13	67.50	2.00	69.50	268.00

**Tabla A.13.- Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1953	16.20	15.00	15.00	5.20	27.03	0.62	0.33	26.00	5.00	31.00
1954	16.87	17.00	18.00	4.94	24.35	0.23	-0.68	25.00	5.50	30.50
1955	16.98	16.00	13.00	5.42	29.41	0.46	-0.08	31.00	4.00	35.00
1956	20.41	20.50	23.00	5.38	28.95	-0.06	-0.92	23.00	9.00	32.00
1957	17.96	18.00	20.00	2.70	7.31	-0.03	0.26	15.00	11.00	26.00
1958	17.55	17.00	15.00	4.89	23.87	0.65	0.04	23.00	9.00	32.00
1959	18.41	18.00	15.00	4.35	18.88	0.36	-0.20	21.00	9.00	30.00
1960	18.51	18.00	15.00	5.58	31.13	0.12	-0.65	26.00	5.00	31.00
1961	17.97	18.00	15.00	4.15	17.26	0.27	-0.50	21.00	8.00	29.00
1962	16.25	15.00	15.00	4.33	18.71	0.48	-0.43	21.00	8.00	29.00
1963	18.94	17.00	15.00	7.59	57.57	0.86	0.05	33.00	7.00	40.00
1964	19.51	20.00	20.00	5.17	26.76	-0.22	-0.73	22.00	8.00	30.00
1965	16.58	15.00	13.00	4.99	24.92	0.49	-0.74	22.00	8.00	30.00
1966	17.30	17.00	20.00	4.59	21.03	0.23	-0.38	28.00	7.00	35.00
1967	17.40	17.00	13.00	4.79	22.98	0.39	-0.59	27.00	6.00	33.00
1968	16.91	16.00	15.00	4.52	20.39	0.59	-0.26	21.00	8.00	29.00
1969	16.83	16.00	15.00	4.53	20.50	0.60	-0.28	21.50	8.00	29.50
1970	17.55	17.00	16.00	4.45	19.84	0.37	-0.66	21.00	9.00	30.00
1971	16.91	16.00	15.00	5.29	27.94	0.24	-0.70	27.00	4.00	31.00
1972	16.85	16.00	12.00	5.08	25.79	0.63	-0.08	25.00	7.00	32.00
1973	16.82	16.50	13.00	5.94	35.29	0.09	-1.08	26.00	5.00	31.00
1974	17.18	17.00	20.00	3.99	15.89	0.17	-0.57	21.00	7.00	28.00
1975	15.78	15.00	12.00	4.83	23.34	0.60	-0.11	25.00	6.00	31.00
1976	17.24	17.00	12.00	4.56	20.84	0.33	-0.59	23.00	7.00	30.00
1977	17.36	17.00	14.00	4.78	22.87	0.25	-0.86	21.00	8.00	29.00
1978	18.71	18.00	17.00	5.45	29.73	0.58	-0.08	27.00	8.00	35.00
1979	18.45	18.00	15.00	3.77	14.19	0.74	0.72	22.00	9.00	31.00
1980	19.53	18.50	15.00	5.51	30.35	0.28	-1.20	22.00	11.00	33.00
1981	17.48	16.50	15.00	4.67	21.76	0.38	-0.71	21.00	8.00	29.00
1982	17.22	17.00	15.00	4.77	22.77	0.07	-1.02	21.00	6.00	27.00
1983	21.36	21.00	20.00	2.96	8.76	0.19	0.35	16.00	14.00	30.00
1984	21.12	21.00	20.00	3.72	13.85	0.07	0.40	20.00	12.00	32.00
1985	19.12	20.00	19.00	4.28	18.36	-0.47	0.24	24.00	5.00	29.00
1986	21.27	21.00	20.00	2.37	5.63	0.54	1.72	16.00	15.00	31.00
1988	20.85	21.00	20.00	2.63	6.93	-0.71	1.96	17.00	11.00	28.00
1989	20.35	21.00	22.00	5.08	25.82	-0.10	-0.23	26.00	8.00	34.00
1990	16.83	16.00	14.00	6.36	40.40	0.36	-0.24	33.00	5.00	38.00
1991	17.04	17.00	14.00	4.13	17.03	0.32	-0.12	22.00	7.00	29.00
1992	18.94	18.00	18.00	5.92	35.05	0.64	0.09	31.00	7.00	38.00
1993	18.31	18.00	20.00	4.18	17.50	0.12	-0.34	21.00	9.00	30.00

**Tabla A.13 (continuación).- Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1994	15.90	16.00	15.00	3.55	12.63	0.37	0.17	21.00	7.00	28.00
1995	16.06	15.00	14.00	4.55	20.69	0.89	0.33	23.00	8.00	31.00
1996	17.45	16.00	14.00	4.71	22.18	0.47	-0.73	20.00	9.00	29.00
1997	17.86	18.00	18.00	5.30	28.11	0.47	-0.24	24.00	7.00	31.00
1998	18.41	17.00	15.00	4.73	22.37	0.50	-0.66	21.00	10.00	31.00
1999	16.89	16.00	14.00	4.55	20.73	0.56	-0.30	21.00	9.00	30.00
2000	17.41	17.00	15.00	4.32	18.66	0.50	-0.30	21.00	8.00	29.00
2001	16.18	16.00	16.00	4.41	19.43	0.65	0.60	26.00	7.00	33.00
2002	15.70	15.00	14.00	4.47	20.01	0.67	0.00	24.00	6.00	30.00
2003	16.29	15.00	20.00	4.68	21.89	0.38	-1.00	20.00	8.00	28.00
2004	20.47	21.00	20.00	4.52	20.41	-0.09	1.00	30.00	9.00	39.00
2005	19.72	21.00	23.00	4.95	24.47	-0.40	-0.77	22.00	8.00	30.00
2006	14.73	14.00	13.00	5.42	29.36	0.44	-0.54	25.00	5.00	30.00
2007	13.73	13.00	10.00	4.96	24.60	0.55	-0.48	22.00	4.00	26.00
2008	14.70	14.00	20.00	4.92	24.23	0.24	-0.59	24.00	4.00	28.00
2009	13.44	13.00	13.00	4.23	17.93	0.61	0.27	22.00	4.00	26.00
2010	15.90	16.00	15.00	3.55	12.63	0.37	0.17	21.00	7.00	28.00

**Tabla A.14 .- Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1953	27.40	27.80	30.00	5.43	29.51	0.13	-0.66	22.50	17.50	40.00
1954	28.40	28.50	30.00	4.81	23.13	-0.30	-0.07	27.50	12.00	39.50
1956	29.01	28.50	27.00	5.81	33.74	-0.17	-0.54	29.50	11.00	40.50
1957	25.73	25.00	25.00	4.70	22.07	0.81	0.45	27.00	18.00	45.00
1958	28.71	29.00	35.00	5.57	31.07	-0.28	-0.51	28.00	12.00	40.00
1959	27.75	28.00	25.00	5.65	31.98	-0.08	-0.76	26.00	15.00	41.00
1960	27.98	29.00	30.00	6.44	41.47	-0.21	-0.40	33.00	13.00	46.00
1961	28.60	28.50	36.00	6.09	37.03	-0.15	-0.77	29.00	12.00	41.00
1962	27.38	27.00	34.00	5.90	34.82	0.04	-0.97	28.00	14.00	42.00
1963	30.01	30.00	31.00	7.54	56.81	0.46	0.20	39.00	11.00	50.00
1965	27.57	28.00	23.00	6.00	36.00	-0.07	-0.89	28.00	11.00	39.00
1966	28.75	29.00	30.00	5.74	32.91	-0.31	-0.38	29.00	14.00	43.00
1967	28.03	27.50	24.00	5.64	31.76	-0.02	-0.78	28.00	13.00	41.00
1968	28.34	28.00	30.00	5.68	32.22	0.06	-0.70	29.00	14.00	43.00
1969	28.80	29.00	33.00	5.98	35.80	-0.11	-0.92	28.00	14.00	42.00
1970	28.96	29.00	25.00	5.31	28.19	-0.08	-0.89	23.00	17.00	40.00
1971	27.84	28.00	33.00	6.08	36.98	-0.28	-0.75	27.50	12.00	39.50
1972	27.86	27.50	28.00	5.32	28.30	0.39	-0.06	27.00	15.00	42.00
1973	23.93	25.00	14.00	7.12	50.72	-0.09	-0.99	31.00	11.00	42.00
1974	26.30	25.00	23.00	5.19	26.96	0.44	-0.18	27.00	15.00	42.00
1975	26.41	26.00	26.00	5.73	32.78	0.03	-0.91	27.00	12.00	39.00
1976	27.52	27.00	30.00	5.25	27.53	-0.04	-0.77	26.00	13.00	39.00
1977	28.19	28.00	26.00	5.41	29.25	-0.04	-0.88	25.00	14.00	39.00
1978	28.01	28.00	25.00	5.56	30.95	0.05	-0.49	29.00	14.00	43.00
1979	28.19	28.00	26.00	5.38	28.98	0.27	-0.79	23.00	17.00	40.00
1980	28.89	28.00	23.00	6.36	40.43	0.23	-1.26	26.00	17.00	43.00
1981	28.26	28.00	28.00	6.04	36.53	0.08	-0.98	27.00	15.00	42.00
1982	27.63	28.00	28.00	4.77	22.76	-0.15	-0.64	22.00	16.00	38.00
1983	28.97	28.00	25.00	4.27	18.20	0.48	-0.51	20.00	19.00	39.00
1984	29.22	29.00	25.00	4.66	21.71	0.00	-0.49	22.00	17.00	39.00
1985	29.21	29.00	26.00	5.86	34.34	-0.29	-0.26	29.00	15.00	44.00
1986	29.91	29.00	25.00	3.88	15.02	0.38	-0.83	15.00	24.00	39.00
1987	30.35	30.00	30.00	4.14	17.14	0.42	-0.64	20.00	22.00	42.00
1988	29.91	30.00	26.00	4.31	18.53	0.15	-0.91	20.00	20.00	40.00
1989	29.81	30.00	30.00	5.22	27.25	-0.20	0.30	30.00	15.00	45.00
1990	29.33	30.00	32.00	6.10	37.18	-0.25	-0.47	32.00	12.00	44.00
1991	30.70	31.00	36.00	5.22	27.24	-0.41	-0.61	26.00	16.00	42.00
1992	30.10	30.00	29.00	5.97	35.64	-0.15	-0.83	28.00	16.00	44.00
1993	29.80	30.00	29.00	5.37	28.79	-0.35	-0.64	22.00	18.00	40.00

**Tabla A.14 (continuación).- Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1994	28.96	29.00	30.00	5.17	26.70	-0.12	-0.78	22.00	17.00	39.00
1995	28.39	27.00	23.00	6.11	37.37	0.26	-0.70	31.00	11.00	42.00
1996	30.73	32.00	34.00	5.68	32.26	-0.28	-0.75	28.00	14.00	42.00
1997	29.13	29.00	24.00	6.24	38.94	0.00	-0.93	30.00	12.00	42.00
1998	29.46	29.00	33.00	6.16	37.91	0.00	-0.96	27.00	16.00	43.00
1999	28.29	28.00	24.00	5.88	34.58	0.09	-0.90	28.00	13.00	41.00
2000	29.69	30.00	35.00	5.60	31.32	-0.09	-0.81	25.00	17.00	42.00
2001	28.30	29.00	35.00	6.13	37.64	-0.16	-1.05	25.00	15.00	40.00
2002	28.71	29.00	24.00	5.87	34.48	0.04	-0.85	27.00	16.00	43.00
2003	27.19	26.00	24.00	5.85	34.21	0.06	-0.54	27.00	13.00	40.00
2004	28.50	29.00	25.00	5.71	32.64	0.16	-0.72	32.00	15.00	47.00
2005	28.77	29.00	25.00	5.52	30.46	0.03	-0.73	26.00	14.00	40.00
2006	28.84	29.00	30.00	6.46	41.73	-0.26	-0.53	31.00	11.00	42.00
2007	27.68	28.00	25.00	7.06	49.91	-0.15	-0.85	30.00	11.00	41.00
2008	29.32	30.00	35.00	6.64	44.14	-0.52	-0.38	33.00	7.00	40.00
2009	27.71	29.00	32.00	6.76	45.67	-0.29	-0.33	33.00	10.00	43.00
2010	28.96	29.00	30.00	5.17	26.70	-0.12	-0.78	22.00	17.00	39.00

**Tabla A.15 .- Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1953	11.90	11.75	12.00	4.17	17.42	0.70	1.14	22.50	2.50	25.00
1954	13.32	12.00	12.00	4.67	21.80	0.38	-0.59	22.50	1.50	24.00
1955	11.77	11.00	11.00	5.08	25.80	0.63	-0.12	24.50	2.50	27.00
1956	12.48	12.00	8.00	4.83	23.33	0.32	-0.78	20.50	4.00	24.50
1957	13.25	13.50	14.00	2.72	7.42	-0.06	-0.34	15.00	5.00	20.00
1958	13.56	13.00	10.00	4.21	17.73	0.75	0.19	22.00	5.00	27.00
1960	12.41	11.00	10.00	4.82	23.22	0.46	-0.45	23.00	3.00	26.00
1961	12.58	12.00	12.00	4.34	18.85	0.18	-0.35	23.00	1.00	24.00
1962	12.03	11.00	11.00	4.03	16.21	0.48	-0.26	21.00	3.00	24.00
1963	13.52	13.00	12.00	4.61	21.26	0.28	-0.84	21.00	5.00	26.00
1964	9.56	9.00	5.00	3.80	14.40	0.42	-0.66	16.00	3.00	19.00
1965	12.40	12.00	10.00	4.43	19.60	0.56	-0.52	20.00	4.00	24.00
1966	12.32	12.00	10.00	4.41	19.44	0.35	-0.60	21.00	2.00	23.00
1967	12.41	12.00	10.00	4.60	21.17	0.23	-0.90	21.00	2.00	23.00
1968	11.67	11.00	10.00	4.20	17.61	0.64	0.10	25.00	3.00	28.00
1969	10.12	10.00	10.00	3.79	14.35	0.67	0.32	20.00	3.00	23.00
1970	11.37	11.00	11.00	4.47	20.00	0.44	-0.53	21.00	2.00	23.00
1971	10.68	10.00	9.00	5.35	28.66	0.43	-0.71	22.00	1.00	23.00
1972	10.82	9.00	9.00	4.93	24.34	0.88	0.32	24.00	1.00	25.00
1973	11.31	12.00	13.00	4.95	24.55	0.01	-0.84	22.00	2.00	24.00
1974	12.28	12.00	12.00	3.82	14.57	0.18	0.02	22.00	2.00	24.00
1975	11.23	10.00	10.00	4.57	20.84	0.40	-0.52	24.00	1.00	25.00
1976	13.67	13.00	12.00	4.23	17.94	0.36	-0.63	20.00	5.00	25.00
1977	14.39	14.00	11.00	4.51	20.32	0.40	-0.77	19.00	6.00	25.00
1978	14.87	14.00	12.00	4.21	17.68	0.23	-1.04	17.00	7.00	24.00
1979	14.45	15.00	15.00	4.02	16.12	-0.19	0.15	23.00	2.00	25.00
1980	15.15	13.00	10.00	6.13	37.53	0.44	-1.26	23.00	5.00	28.00
1981	13.83	13.00	12.00	4.46	19.85	0.28	-0.96	19.00	5.00	24.00
1982	13.19	12.00	11.00	4.42	19.51	0.11	-0.86	20.00	2.00	22.00
1983	15.67	15.00	15.00	2.75	7.55	0.72	0.53	15.00	10.00	25.00
1984	15.37	15.00	16.00	3.78	14.30	0.46	0.88	23.00	5.00	28.00
1985	13.03	14.00	15.00	4.12	16.99	-0.91	0.35	19.00	1.00	20.00
1986	15.11	15.00	15.00	2.41	5.82	0.03	-0.11	12.00	9.00	21.00
1987	15.30	15.00	14.00	2.79	7.77	-0.06	-0.33	14.00	8.00	22.00
1988	14.81	15.00	15.00	2.91	8.48	0.09	-0.35	14.00	8.00	22.00
1989	16.29	16.00	20.00	4.57	20.88	0.05	-1.03	20.00	7.00	27.00
1990	13.69	13.00	11.00	5.35	28.62	0.37	-0.60	26.00	4.00	30.00
1991	13.22	13.00	11.00	3.44	11.86	0.27	-0.36	18.00	5.00	23.00
1992	13.75	13.00	11.00	4.48	20.09	0.79	0.55	25.00	4.00	29.00
1993	13.58	13.00	12.00	3.04	9.22	0.55	0.13	18.00	7.00	25.00

**Tabla A.15(continuación) .- Estación El arco (Clima BWhs). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1994	12.54	12.00	12.00	3.03	9.17	0.46	0.52	17.00	5.00	22.00
1995	11.76	11.00	10.00	3.59	12.87	1.10	0.99	19.00	5.00	24.00
1996	13.68	12.00	11.00	4.38	19.14	0.66	-0.60	20.00	5.00	25.00
1997	13.13	12.00	11.00	4.48	20.10	0.82	0.12	20.00	6.00	26.00
1998	13.48	12.00	10.00	4.81	23.15	0.77	-0.59	20.00	6.00	26.00
1999	11.45	10.00	10.00	3.40	11.56	0.90	-0.05	15.00	6.00	21.00
2000	12.93	12.00	10.00	4.03	16.23	0.80	0.10	24.00	5.00	29.00
2001	11.93	11.00	9.00	4.65	21.63	0.27	0.74	30.00	1.00	31.00
2002	11.15	11.00	10.00	5.12	26.17	0.02	-0.47	22.00	1.00	23.00
2003	14.32	13.00	10.00	4.56	20.78	0.62	-0.85	21.00	6.00	27.00
2004	14.13	13.00	13.00	3.85	14.79	1.01	0.46	17.00	8.00	25.00
2005	13.87	13.00	13.00	4.20	17.62	0.77	-0.23	20.00	5.00	25.00
2006	12.57	12.00	12.00	5.03	25.33	0.37	-0.58	23.00	3.00	26.00
2007	11.68	11.00	10.00	4.72	22.28	0.66	-0.01	23.00	1.00	24.00
2008	12.15	11.00	10.00	4.53	20.54	0.26	-0.70	20.00	3.00	23.00
2009	12.86	12.00	15.00	4.65	21.62	0.44	-0.12	23.00	3.00	26.00
2010	12.54	12.00	12.00	3.03	9.17	0.46	0.52	17.00	5.00	22.00

**Tabla A.16 .- Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1956	0.34	0.00	0.00	2.51	6.32	7.95	63.82	22.00	0.00	22.00	49.00
1957	0.24	0.00	0.00	1.42	2.02	7.21	59.60	16.00	0.00	16.00	86.80
1958	0.34	0.00	0.00	2.54	6.44	8.56	76.84	29.00	0.00	29.00	123.60
1959	0.13	0.00	0.00	1.20	1.43	12.01	159.00	18.00	0.00	18.00	46.30
1960	0.11	0.00	0.00	1.28	1.65	13.31	187.07	20.00	0.00	20.00	39.00
1961	0.22	0.00	0.00	2.55	6.52	15.75	267.47	45.00	0.00	45.00	80.50
1962	0.52	0.00	0.00	5.40	29.14	13.34	197.31	87.50	0.00	87.50	190.50
1963	0.23	0.00	0.00	2.28	5.20	14.04	219.27	37.50	0.00	37.50	75.50
1964	0.09	0.00	0.00	0.85	0.73	10.20	105.19	9.50	0.00	9.50	32.50
1965	0.58	0.00	0.00	2.85	8.14	5.55	32.48	23.50	0.00	23.50	206.50
1966	0.32	0.00	0.00	2.03	4.13	7.58	62.83	22.00	0.00	22.00	116.00
1967	0.54	0.00	0.00	5.35	28.65	14.38	231.55	91.00	0.00	91.00	195.50
1968	0.01	0.00	0.00	0.17	0.03	17.66	312.00	3.00	0.00	3.00	3.00
1969	0.24	0.00	0.00	1.69	2.85	10.02	120.30	24.00	0.00	24.00	87.90
1970	0.13	0.00	0.00	1.21	1.46	9.73	97.88	14.00	0.00	14.00	48.50
1971	0.11	0.00	0.00	0.93	0.87	9.09	83.59	10.00	0.00	10.00	38.50
1972	0.32	0.00	0.00	2.65	7.00	10.78	125.79	35.00	0.00	35.00	114.10
1973	0.24	0.00	0.00	1.81	3.27	9.20	90.87	22.00	0.00	22.00	79.50
1974	0.19	0.00	0.00	1.32	1.75	8.31	73.24	13.50	0.00	13.50	68.00
1975	0.17	0.00	0.00	1.23	1.51	8.81	85.97	14.50	0.00	14.50	56.80
1976	0.65	0.00	0.00	5.92	35.04	14.10	224.25	100.00	0.00	100.00	236.50
1977	0.25	0.00	0.00	1.75	3.06	8.89	90.89	22.00	0.00	22.00	91.20
1978	0.88	0.00	0.00	4.98	24.77	7.84	67.77	50.00	0.00	50.00	310.00
1979	0.44	0.00	0.00	3.39	11.51	13.30	203.99	55.50	0.00	55.50	153.50
1980	0.52	0.00	0.00	4.00	16.02	10.31	114.66	48.00	0.00	48.00	176.50
1981	0.54	0.00	0.00	3.11	9.65	5.92	34.77	24.00	0.00	24.00	179.00
1982	0.54	0.00	0.00	3.54	12.54	9.14	89.48	40.00	0.00	40.00	182.00
1983	0.56	0.00	0.00	3.16	9.98	7.12	56.55	34.00	0.00	34.00	203.00
1984	0.51	0.00	0.00	2.69	7.24	6.20	41.24	24.00	0.00	24.00	160.00
1985	0.31	0.00	0.00	1.97	3.87	9.13	96.28	24.30	0.00	24.30	80.30
1986	0.33	0.00	0.00	2.55	6.51	10.70	129.09	36.00	0.00	36.00	114.00
1987	0.40	0.00	0.00	2.51	6.29	6.98	50.62	24.00	0.00	24.00	135.30
1988	0.09	0.00	0.00	1.14	1.30	16.39	283.04	20.00	0.00	20.00	29.50
1989	0.19	0.00	0.00	1.76	3.08	9.54	90.28	18.00	0.00	18.00	68.50
1990	0.11	0.00	0.00	0.64	0.41	6.55	45.72	6.00	0.00	6.00	31.50
1991	0.51	0.00	0.00	3.05	9.33	7.33	58.83	30.00	0.00	30.00	182.00
1993	0.46	0.00	0.00	2.89	8.36	6.92	48.36	24.00	0.00	24.00	168.50
1994	0.30	0.00	0.00	1.80	3.25	6.79	48.77	16.50	0.00	16.50	101.00
1995	0.27	0.00	0.00	2.22	4.93	9.68	101.17	28.00	0.00	28.00	94.00
1996	0.08	0.00	0.00	1.04	1.07	15.29	245.73	17.00	0.00	17.00	24.00

**Tabla A.16 (continuación).- Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1997	0.31	0.00	0.00	2.49	6.18	12.46	184.28	40.00	0.00	40.00	113.00
1998	0.57	0.00	0.00	5.08	25.81	11.57	144.13	73.00	0.00	73.00	207.50
1999	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.25	0.00	0.00	2.55	6.53	12.61	164.48	35.50	0.00	35.50	93.00
2001	0.37	0.00	0.00	2.56	6.54	9.05	89.95	30.00	0.00	30.00	135.50
2002	0.19	0.00	0.00	1.61	2.58	10.21	112.19	21.00	0.00	21.00	68.50
2003	0.34	0.00	0.00	1.96	3.84	7.64	67.33	22.00	0.00	22.00	120.50
2004	0.41	0.00	0.00	2.92	8.53	9.56	107.54	40.00	0.00	40.00	148.50
2005	0.28	0.00	0.00	2.02	4.10	8.73	79.73	22.00	0.00	22.00	101.60
2006	0.04	0.00	0.00	0.67	0.44	18.89	357.00	12.60	0.00	12.60	12.60
2007	0.23	0.00	0.00	1.95	3.80	8.98	82.22	20.00	0.00	20.00	85.00
2008	0.44	0.00	0.00	4.03	16.24	12.14	165.02	61.50	0.00	61.50	156.50
2009	0.08	0.00	0.00	1.27	1.62	18.42	346.40	24.00	0.00	24.00	29.50
2010	0.42	0.00	0.00	3.01	9.05	8.74	81.82	34.00	0.00	34.00	139.00

**Tabla A.17 .- Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1956	16.33	20.00	NA	8.14	66.33	-1.62	NA	15.00	7.00	22.00	49.00
1957	6.68	5.70	5.00	3.84	14.75	1.07	1.99	15.00	1.00	16.00	86.80
1958	11.24	7.00	20.00	9.99	99.72	0.47	-1.31	28.00	1.00	29.00	123.60
1959	6.61	3.50	NA	6.07	36.89	1.29	0.98	16.50	1.50	18.00	46.30
1960	13.00	13.00	NA	7.00	49.00	0.00	NA	14.00	6.00	20.00	39.00
1962	27.21	14.00	NA	30.34	920.32	1.54	2.34	85.00	2.50	87.50	190.50
1963	10.79	5.50	5.50	12.48	155.82	2.07	4.68	36.00	1.50	37.50	75.50
1964	6.50	9.00	9.00	3.81	14.50	-0.93	-1.38	8.50	1.00	9.50	32.50
1965	11.47	11.00	7.00	6.17	38.10	0.34	-0.44	21.50	2.00	23.50	206.50
1966	9.67	9.00	10.00	6.16	37.92	0.71	-0.28	19.50	2.50	22.00	116.00
1967	19.55	10.00	3.00	27.13	736.14	2.40	6.31	89.00	2.00	91.00	195.50
1968	3.00	3.00	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	3.00	3.00	3.00
1969	6.76	5.00	3.00	6.22	38.66	1.95	4.59	23.00	1.00	24.00	87.90
1970	9.70	10.00	NA	4.09	16.70	-0.49	-1.10	10.00	4.00	14.00	48.50
1971	7.70	8.50	NA	2.33	5.45	-1.18	1.21	6.00	4.00	10.00	38.50
1972	10.37	6.60	NA	11.75	138.03	1.43	0.95	34.40	0.60	35.00	114.10
1973	7.23	4.00	4.00	7.33	53.72	0.95	-0.33	21.50	0.50	22.00	79.50
1974	6.80	5.00	2.00	4.53	20.51	0.57	-1.46	11.50	2.00	13.50	68.00
1975	6.31	5.80	6.50	4.40	19.33	0.93	0.20	13.00	1.50	14.50	56.80
1976	18.19	9.00	4.50	26.83	719.98	2.74	8.13	99.00	1.00	100.00	236.50
1977	9.12	7.25	7.00	5.81	33.81	1.51	1.96	19.50	2.50	22.00	91.20
1978	11.48	6.00	1.00	14.42	208.07	1.85	2.60	49.00	1.00	50.00	310.00
1979	9.03	5.00	7.00	13.01	169.36	3.22	11.28	54.50	1.00	55.50	153.50
1980	10.38	5.00	1.00	15.09	227.70	2.00	3.14	47.00	1.00	48.00	176.50
1981	14.92	15.75	15.00	7.41	54.86	-0.96	0.31	23.00	1.00	24.00	179.00
1982	8.67	6.00	1.00	11.77	138.48	1.96	2.72	39.00	1.00	40.00	182.00
1983	9.67	6.50	1.00	9.42	88.76	1.11	0.60	33.00	1.00	34.00	203.00
1984	10.00	9.50	6.00	7.07	49.93	0.57	-0.57	22.50	1.50	24.00	160.00
1985	6.18	3.00	1.00	6.68	44.62	1.95	3.96	23.30	1.00	24.30	80.30
1986	8.14	3.25	1.00	10.28	105.71	1.86	3.31	35.00	1.00	36.00	114.00
1987	11.28	13.00	3.00	7.56	57.14	0.15	-1.36	22.00	2.00	24.00	135.30
1988	7.38	4.00	4.00	8.50	72.23	1.88	3.66	18.50	1.50	20.00	29.50
1989	13.70	17.00	18.00	7.01	49.20	-1.96	3.85	16.50	1.50	18.00	68.50
1990	3.50	3.00	3.00	1.27	1.63	1.11	0.55	4.00	2.00	6.00	31.50
1991	13.00	10.50	10.00	9.10	82.77	0.83	-0.20	28.00	2.00	30.00	182.00
1992	9.90	5.00	2.00	11.24	126.29	1.69	2.48	40.00	1.00	41.00	247.50
1993	12.96	10.00	23.00	8.79	77.27	0.03	-1.96	22.00	2.00	24.00	168.50
1994	8.42	7.00	7.00	4.93	24.27	0.30	-0.93	15.00	1.50	16.50	101.00
1995	11.75	9.50	2.00	9.39	88.21	0.67	-0.67	26.00	2.00	28.00	94.00
1996	8.00	5.00	NA	7.94	63.00	1.46	NA	15.00	2.00	17.00	24.00

**Tabla A.17 (continuación).- Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1997	10.27	8.00	2.00	10.60	112.37	2.55	7.35	38.00	2.00	40.00	113.00
1998	17.29	7.50	4.00	23.16	536.27	1.72	2.03	71.90	1.10	73.00	207.50
1999	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	10.33	4.50	4.50	13.44	180.63	1.55	0.71	34.50	1.00	35.50	93.00
2001	9.68	6.00	4.00	9.28	86.14	1.38	0.79	29.00	1.00	30.00	135.50
2002	9.79	6.00	NA	6.84	46.82	0.74	-1.08	17.50	3.50	21.00	68.50
2003	7.53	6.00	6.00	5.70	32.45	1.53	1.90	20.00	2.00	22.00	120.50
2004	12.38	11.00	2.00	10.99	120.73	1.48	2.81	38.00	2.00	40.00	148.50
2005	7.26	3.30	1.00	7.76	60.15	0.97	-0.66	21.00	1.00	22.00	101.60
2006	12.60	12.60	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	12.60	12.60	12.60
2007	12.14	13.00	2.00	7.84	61.48	-0.45	-1.70	18.00	2.00	20.00	85.00
2008	22.36	15.00	NA	19.87	394.73	1.57	2.11	54.50	7.00	61.50	156.50
2009	9.83	3.00	NA	12.27	150.58	1.73	NA	21.50	2.50	24.00	29.50
2010	13.90	8.75	8.00	11.16	124.60	0.84	-0.81	32.00	2.00	34.00	139.00

**Tabla A.18 .- Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo
1956	17.77	19.50	12.00	6.33	40.12	-0.28	-0.22	34.00	3.00	37.00
1957	15.45	15.00	12.00	5.66	32.02	0.48	-0.15	31.00	3.00	34.00
1958	20.19	21.00	13.00	6.60	43.61	0.01	-0.80	34.00	5.00	39.00
1959	18.34	17.00	15.00	5.80	33.60	0.35	-0.18	34.00	4.00	38.00
1960	17.44	16.00	16.00	6.91	47.77	0.27	-0.82	33.00	4.00	37.00
1961	18.12	17.00	15.00	6.03	36.36	0.35	-1.02	27.00	5.00	32.00
1962	17.24	16.00	15.00	6.36	40.50	0.33	-0.81	34.00	1.00	35.00
1963	18.09	17.00	16.00	6.30	39.67	0.45	-0.41	33.70	0.30	34.00
1964	18.03	17.00	12.00	6.69	44.80	0.43	-0.80	31.00	5.00	36.00
1965	16.23	15.00	12.00	5.60	31.39	0.37	-0.99	23.00	6.00	29.00
1966	15.13	13.00	12.00	6.68	44.56	0.30	-0.90	30.00	1.00	31.00
1967	16.30	15.00	12.00	6.40	40.90	0.39	-0.46	31.00	2.00	33.00
1968	16.89	15.00	12.00	6.90	47.56	0.44	-0.70	31.00	2.00	33.00
1969	16.91	16.00	15.00	6.69	44.80	0.29	-0.77	33.00	2.00	35.00
1970	18.14	16.00	12.00	6.26	39.22	0.49	-0.78	29.00	7.00	36.00
1971	15.82	15.00	14.00	6.27	39.29	0.18	-0.72	30.00	2.00	32.00
1972	16.34	16.00	15.00	5.85	34.24	0.40	-0.13	34.00	3.00	37.00
1973	15.54	14.00	10.00	6.63	44.01	0.45	-0.59	35.00	3.00	32.00
1974	15.48	14.00	12.00	5.92	35.10	0.42	-0.68	26.00	4.00	30.00
1975	14.84	14.00	8.00	6.51	42.42	0.20	-0.99	29.00	1.00	30.00
1976	16.43	16.00	11.00	5.83	34.00	0.22	-0.67	27.00	4.00	31.00
1977	16.54	16.00	12.00	5.89	34.75	0.33	-0.67	28.00	4.00	32.00
1978	17.07	16.00	12.00	6.67	44.55	0.30	-1.09	30.00	3.00	33.00
1979	16.20	15.00	13.00	6.15	37.87	0.33	-0.48	35.00	1.00	36.00
1980	17.25	16.00	14.00	5.71	32.61	0.47	-0.71	28.00	4.00	32.00
1981	17.58	16.00	15.00	6.09	37.10	0.49	-0.58	32.00	5.00	37.00
1982	16.78	16.00	13.00	5.84	34.05	0.46	-0.66	27.00	4.00	31.00
1983	17.88	17.00	12.00	5.95	35.44	0.47	-0.78	26.00	7.00	33.00
1984	17.33	17.00	14.00	5.47	29.91	0.01	-0.94	26.00	3.00	29.00
1985	16.84	17.00	10.00	6.59	43.42	0.00	-1.14	26.00	3.00	29.00
1986	18.86	19.00	20.00	5.28	27.88	0.04	-0.67	26.00	6.00	32.00
1987	18.24	18.00	20.00	5.62	31.56	-0.11	-0.51	27.00	4.00	31.00
1988	18.21	19.00	22.00	6.30	39.63	-0.16	-0.99	27.00	4.00	31.00
1989	19.39	20.00	20.00	5.41	29.25	-0.19	-0.79	23.00	7.00	30.00
1990	18.56	18.00	16.00	5.97	35.62	-0.11	-0.78	29.00	1.00	30.00
1991	16.99	16.00	13.00	5.98	35.76	0.41	-0.87	25.00	6.00	31.00
1992	17.15	16.00	13.00	5.59	31.29	0.39	-0.83	24.00	7.00	31.00
1994	15.20	15.00	17.00	7.61	57.90	0.17	-0.59	36.00	2.00	34.00
1995	17.97	17.00	15.00	6.01	36.12	0.45	-0.69	29.00	6.00	35.00
1996	14.92	15.00	20.00	4.77	22.78	-0.05	-0.59	23.00	3.00	26.00

**Tabla A.18 (continuación).- Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1997	14.61	13.00	10.00	6.48	41.99	0.19	-0.89	30.00	2.00	28.00
1998	14.36	13.00	9.00	6.34	40.24	0.35	-0.78	30.00	1.00	31.00
1999	17.74	17.50	16.00	4.23	17.92	0.33	-0.58	18.00	10.00	28.00
2000	18.06	17.00	14.00	5.69	32.40	0.42	-0.79	27.00	5.00	32.00
2001	16.89	16.00	10.00	6.49	42.09	0.18	-1.12	28.00	4.00	32.00
2002	17.07	16.00	13.00	5.88	34.54	0.48	-0.70	31.00	5.00	36.00
2003	18.19	16.00	15.00	6.14	37.69	0.50	-0.66	32.00	5.00	37.00
2004	17.33	16.00	13.00	5.89	34.72	0.25	-0.80	32.00	-2.00	30.00
2005	17.61	16.00	15.00	6.67	44.44	0.37	-0.69	36.00	3.00	39.00
2006	17.52	17.00	15.00	6.69	44.76	0.03	-0.38	31.00	1.00	32.00
2007	17.33	16.00	12.00	6.59	43.49	0.33	-0.87	30.00	3.00	33.00
2008	18.95	19.00	25.00	6.44	41.44	-0.23	-0.95	29.00	3.00	32.00
2009	18.15	17.00	16.00	6.12	37.42	0.28	-0.82	30.00	4.00	34.00
2010	17.44	16.00	11.00	6.32	39.94	0.40	-0.89	27.00	5.00	32.00

**Tabla A.19 .- Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo
1956	29.63	30.00	23.00	7.97	63.49	-0.20	-1.02	29.50	12.00	41.50
1957	27.79	26.00	22.00	7.85	61.59	0.29	-0.95	35.00	11.00	46.00
1958	28.37	28.00	36.00	6.99	48.85	-0.09	-1.09	32.00	12.00	44.00
1959	27.34	27.00	27.00	7.00	48.97	0.10	-0.69	34.00	11.00	45.00
1960	28.62	28.00	30.00	8.17	66.75	0.00	-0.90	35.00	10.00	45.00
1961	27.91	28.00	39.00	7.65	58.46	-0.04	-1.13	31.00	11.00	42.00
1962	27.32	27.00	30.00	8.07	65.10	-0.10	-0.96	35.00	8.00	43.00
1963	26.91	27.00	30.00	7.37	54.34	-0.03	-0.82	33.00	9.00	42.00
1964	27.37	28.00	30.00	8.32	69.24	0.00	-1.11	36.00	11.00	47.00
1965	26.86	27.00	25.00	7.45	55.46	-0.24	-0.79	32.00	10.00	42.00
1966	26.81	27.00	32.00	7.71	59.39	-0.23	-0.85	35.00	8.00	43.00
1967	27.20	27.00	20.00	7.42	55.10	-0.11	-0.70	41.00	8.00	49.00
1968	27.76	28.00	20.00	7.95	63.14	-0.13	-1.14	32.00	11.00	43.00
1969	26.72	27.00	19.00	7.75	60.14	0.04	-1.13	32.00	11.00	43.00
1970	27.58	27.00	25.00	7.35	54.01	0.07	-1.05	30.00	12.00	42.00
1971	26.69	26.00	37.00	8.54	72.89	-0.11	-1.02	35.00	7.00	42.00
1972	26.92	27.00	29.00	6.88	47.30	-0.03	-0.61	34.00	9.00	43.00
1973	26.08	25.00	20.00	7.82	61.23	0.14	-1.12	32.00	10.00	42.00
1974	27.21	27.00	25.00	7.52	56.55	0.03	-0.95	32.00	11.00	43.00
1975	26.41	26.00	34.00	7.68	59.00	-0.15	-1.01	31.00	10.00	41.00
1976	26.70	26.00	26.00	6.75	45.58	0.03	-0.59	31.00	10.00	41.00
1977	27.41	27.00	22.00	6.94	48.11	0.00	-1.10	27.00	13.00	40.00
1978	26.06	25.00	37.00	8.82	77.79	0.13	-1.30	33.00	10.00	43.00
1979	26.87	26.00	23.00	8.14	66.23	-0.07	-0.89	34.00	8.00	42.00
1980	27.94	27.00	20.00	7.61	57.89	0.09	-1.16	30.00	11.00	41.00
1981	27.98	27.00	23.00	7.35	54.00	0.19	-1.09	32.00	11.00	43.00
1982	26.93	27.00	29.00	7.43	55.24	-0.11	-0.92	30.00	10.00	40.00
1983	26.91	26.00	18.00	7.64	58.39	0.15	-1.25	27.00	13.00	40.00
1984	27.43	28.00	28.00	6.91	47.73	-0.27	-0.75	30.00	10.00	40.00
1985	27.29	27.00	38.00	8.79	77.34	-0.13	-1.13	36.00	7.00	43.00
1986	29.05	30.00	30.00	6.29	39.59	-0.26	-0.83	28.00	15.00	43.00
1987	30.46	31.00	30.00	8.73	76.16	-0.32	-0.60	39.00	10.00	49.00
1988	28.76	29.00	33.00	6.55	42.97	-0.32	-0.82	28.00	12.00	40.00
1989	28.98	29.00	30.00	6.07	36.89	-0.38	-0.24	29.00	11.00	40.00
1990	29.01	30.00	35.00	7.17	51.35	-0.24	-0.76	34.00	11.00	45.00
1991	27.81	28.00	25.00	7.08	50.11	-0.14	-0.93	30.00	10.00	40.00
1992	29.75	31.00	40.00	8.90	79.26	-0.23	-1.30	33.00	12.00	45.00
1993	30.58	31.00	25.00	6.74	45.49	-0.41	-0.81	27.00	14.00	41.00
1994	27.09	26.00	40.00	9.90	98.01	0.12	-1.27	35.00	10.00	45.00
1995	30.13	30.00	38.00	7.88	62.16	-0.11	-1.19	32.00	13.00	45.00

**Tabla A.19(continuación) .- Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1997	24.40	24.00	20.00	7.43	55.26	-0.02	-0.91	32.00	7.00	39.00
1998	23.71	23.00	20.00	7.85	61.56	0.24	-1.06	30.00	10.00	40.00
1999	27.20	26.50	20.00	6.74	45.45	0.11	-1.16	24.00	15.00	39.00
2000	28.56	28.00	21.00	7.14	51.04	-0.11	-0.96	31.00	12.00	43.00
2001	28.07	28.00	36.00	8.42	70.90	-0.27	-1.22	31.00	11.00	42.00
2002	28.01	28.00	24.00	7.41	54.94	0.05	-0.97	35.00	9.00	44.00
2003	28.04	28.00	36.00	7.70	59.22	-0.01	-1.12	31.00	12.00	43.00
2004	27.39	28.00	36.00	7.73	59.78	-0.16	-1.09	31.00	12.00	43.00
2005	27.70	28.00	28.00	8.01	64.10	-0.06	-1.11	34.00	9.00	43.00
2006	28.16	28.00	24.00	7.56	57.11	-0.02	-1.04	34.00	12.00	46.00
2007	27.79	28.00	28.00	7.92	62.79	-0.22	-0.89	36.00	9.00	45.00
2008	28.81	29.00	28.00	7.82	61.11	-0.36	-0.85	34.00	11.00	45.00
2009	27.87	28.00	28.00	7.80	60.89	-0.04	-1.15	30.00	12.00	42.00
2010	27.40	28.00	28.00	7.73	59.69	-0.04	-1.01	30.00	12.00	42.00

**Tabla A.20 .- Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo
1956	9.93	10.00	8.00	5.36	28.74	0.15	-0.68	22.70	9.93	10.00
1957	9.75	9.50	10.00	5.15	26.51	0.41	-0.27	25.00	9.75	9.50
1958	10.00	9.00	10.00	5.82	33.81	0.38	-0.78	24.00	10.00	9.00
1959	9.75	9.00	10.00	5.27	27.82	0.61	0.00	27.70	9.75	9.00
1960	8.69	7.00	4.00	6.16	37.90	0.56	-0.75	28.00	8.69	7.00
1961	9.34	8.00	2.00	6.23	38.79	0.42	-0.98	25.00	9.34	8.00
1962	8.95	8.00	6.00	5.36	28.68	0.45	-0.54	25.00	8.95	8.00
1963	7.86	8.00	3.00	5.43	29.45	0.20	-0.33	27.00	7.86	8.00
1964	8.50	8.00	8.00	6.62	43.86	0.20	-0.30	32.00	8.50	8.00
1965	8.17	8.00	8.00	4.64	21.56	0.73	0.40	24.00	8.17	8.00
1966	6.22	6.00	6.00	3.57	12.74	0.34	1.16	23.00	6.22	6.00
1967	8.98	8.00	5.00	5.75	33.03	0.52	-0.77	25.00	8.98	8.00
1968	8.53	8.00	6.00	4.83	23.30	0.45	-0.22	25.00	8.53	8.00
1969	9.42	8.00	5.00	6.25	39.05	0.66	-0.53	27.00	9.42	8.00
1970	8.29	7.00	2.00	6.24	38.94	0.67	-0.63	30.00	8.29	7.00
1971	8.03	7.00	5.00	5.57	31.00	0.18	-0.69	27.00	8.03	7.00
1972	8.71	8.00	4.00	5.82	33.89	0.51	-0.54	27.00	8.71	8.00
1973	7.69	6.00	4.00	5.14	26.42	0.62	-0.07	27.00	7.69	6.00
1974	8.94	8.00	4.00	5.90	34.80	0.17	-0.66	29.00	8.94	8.00
1975	7.73	7.00	5.00	5.92	35.04	0.33	-0.62	28.00	7.73	7.00
1976	8.97	8.00	6.00	5.28	27.91	0.28	-0.52	27.00	8.97	8.00
1977	8.52	8.00	7.00	5.84	34.12	0.36	-0.50	29.00	8.52	8.00
1978	9.54	9.00	6.00	5.62	31.57	0.41	-0.77	26.00	9.54	9.00
1979	7.83	7.00	3.00	5.66	31.99	0.37	-0.50	26.00	7.83	7.00
1980	8.89	8.00	5.00	5.65	31.93	0.58	-0.32	26.00	8.89	8.00
1981	9.44	9.00	4.00	5.88	34.62	0.31	-0.94	27.00	9.44	9.00
1982	8.60	8.00	4.00	5.64	31.85	0.38	-0.41	27.00	8.60	8.00
1983	9.89	9.00	6.00	5.41	29.25	0.55	-0.63	25.50	9.89	9.00
1984	9.55	8.00	9.00	6.09	37.04	0.50	-0.88	23.00	9.55	8.00
1985	8.88	8.00	15.00	5.85	34.21	0.13	-0.95	24.00	8.88	8.00
1986	8.75	8.00	6.00	5.26	27.63	0.45	-0.47	25.00	8.75	8.00
1987	9.15	9.00	10.00	5.08	25.81	-0.14	-0.13	28.00	9.15	9.00
1988	8.50	8.00	9.00	5.58	31.11	0.27	-0.12	30.00	8.50	8.00
1989	8.86	9.00	10.00	5.16	26.65	0.23	-0.40	27.00	8.86	9.00
1990	9.88	9.00	10.00	5.78	33.37	0.07	-0.49	27.00	9.88	9.00
1991	8.14	8.00	6.00	4.67	21.83	0.42	-0.38	24.00	8.14	8.00
1992	8.87	8.00	8.00	4.79	22.97	0.28	-0.81	22.00	8.87	8.00
1993	7.80	7.00	6.00	4.69	21.95	0.65	-0.40	20.90	7.80	7.00
1995	9.92	8.00	8.00	6.13	37.57	0.73	-0.27	29.50	9.92	8.00
1996	6.14	6.00	10.00	4.38	19.17	-0.54	0.50	26.00	6.14	6.00

**Tabla A.20(continuación).- Estación San Agustín (Clima BWks). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1997	6.97	6.00	6.00	6.16	38.00	0.14	-0.42	32.00	6.97	6.00
1998	6.10	5.00	4.00	6.78	45.97	0.38	-0.71	30.00	6.10	5.00
1999	6.32	6.00	11.00	4.59	21.02	-0.31	-0.25	22.00	6.32	6.00
2000	9.18	8.00	3.00	5.88	34.56	0.61	-0.44	26.00	9.18	8.00
2001	9.52	9.00	8.00	5.90	34.84	0.36	-0.69	26.00	9.52	9.00
2002	6.49	7.00	7.00	3.86	14.92	0.27	0.01	24.00	6.49	7.00
2003	9.74	9.00	5.00	6.10	37.16	0.31	-0.77	27.00	9.74	9.00
2004	7.28	8.00	10.00	4.36	19.02	0.04	0.68	29.00	7.28	8.00
2005	9.67	9.00	6.00	5.92	35.11	0.55	-0.58	29.00	9.67	9.00
2006	9.25	8.00	6.00	6.73	45.34	0.36	-0.79	30.00	9.25	8.00
2007	8.94	8.00	4.00	6.47	41.82	0.20	-0.11	37.00	8.94	8.00
2008	9.88	9.00	4.00	6.20	38.48	0.22	-1.08	27.00	9.88	9.00
2009	9.59	9.00	9.00	6.10	37.17	0.26	-0.63	29.00	9.59	9.00
2010	9.02	8.00	5.00	5.66	32.07	0.66	0.04	30.00	9.02	8.00

**Tabla A.21 .- Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1948	0.16	0.00	0.00	1.70	2.91	11.79	140.20	22.00	0.00	22.00	43.40
1949	0.61	0.00	0.00	3.10	9.63	6.72	50.75	31.50	0.00	31.50	224.30
1950	0.20	0.00	0.00	1.21	1.45	7.44	60.98	13.00	0.00	13.00	73.40
1951	1.15	0.00	0.00	4.44	19.73	5.56	37.10	43.50	0.00	43.50	419.70
1952	1.07	0.00	0.00	4.40	19.36	5.10	28.65	39.00	0.00	39.00	392.90
1953	0.34	0.00	0.00	2.19	4.78	10.59	130.77	31.00	0.00	31.00	122.50
1954	0.75	0.00	0.00	4.29	18.39	7.67	65.72	48.00	0.00	48.00	273.00
1955	0.42	0.00	0.00	1.80	3.23	5.28	30.88	15.00	0.00	15.00	152.50
1956	0.35	0.00	0.00	2.58	6.66	13.91	226.88	44.00	0.00	44.00	127.80
1957	0.93	0.00	0.00	4.03	16.27	6.39	46.78	38.60	0.00	38.60	338.20
1958	0.69	0.00	0.00	3.05	9.31	5.56	35.08	29.00	0.00	29.00	251.70
1959	0.48	0.00	0.00	2.81	7.88	7.15	53.92	26.00	0.00	26.00	175.50
1960	0.38	0.00	0.00	2.11	4.46	7.31	60.48	22.50	0.00	22.50	138.40
1961	0.28	0.00	0.00	1.65	2.72	7.64	65.16	18.00	0.00	18.00	102.20
1962	0.59	0.00	0.00	3.29	10.80	8.24	76.72	36.00	0.00	36.00	216.10
1963	0.55	0.00	0.00	3.67	13.48	8.83	82.82	40.50	0.00	40.50	189.80
1964	0.37	0.00	0.00	1.83	3.35	6.57	48.54	18.00	0.00	18.00	137.20
1965	1.20	0.00	0.00	5.56	30.87	6.25	44.78	57.00	0.00	57.00	437.60
1966	0.58	0.00	0.00	2.91	8.45	6.00	37.75	25.00	0.00	25.00	211.00
1967	0.62	0.00	0.00	3.31	10.96	7.96	74.93	40.00	0.00	40.00	226.20
1968	0.32	0.00	0.00	2.11	4.47	9.10	97.46	28.00	0.00	28.00	117.10
1969	0.88	0.00	0.00	4.44	19.69	8.87	101.03	61.00	0.00	61.00	320.00
1970	0.69	0.00	0.00	3.97	15.73	7.82	71.79	47.50	0.00	47.50	250.10
1971	0.31	0.00	0.00	1.63	2.67	6.57	47.50	16.00	0.00	16.00	114.50
1972	0.28	0.00	0.00	1.72	2.96	7.42	58.45	18.00	0.00	18.00	101.80
1973	0.69	0.00	0.00	2.96	8.76	6.12	43.00	27.50	0.00	27.50	252.80
1974	0.53	0.00	0.00	3.34	11.14	8.33	76.21	36.00	0.00	36.00	194.60
1975	0.51	0.00	0.00	2.59	6.72	7.73	73.06	31.60	0.00	31.60	185.10
1976	1.14	0.00	0.00	5.36	28.72	6.31	45.05	52.00	0.00	52.00	416.00
1977	0.56	0.00	0.00	2.47	6.08	5.78	38.53	23.00	0.00	23.00	205.90
1978	2.01	0.00	0.00	7.65	58.56	5.77	40.29	76.00	0.00	76.00	735.30
1979	0.84	0.00	0.00	3.52	12.37	5.79	37.48	30.00	0.00	30.00	307.60
1980	1.56	0.00	0.00	7.36	54.19	6.03	39.42	64.00	0.00	64.00	571.90
1981	0.75	0.00	0.00	3.80	14.45	6.51	48.34	38.00	0.00	38.00	274.60
1982	0.96	0.00	0.00	4.05	16.40	5.31	30.29	33.20	0.00	33.20	346.60
1983	1.47	0.00	0.00	5.06	25.63	5.72	42.91	52.50	0.00	52.50	536.10
1984	0.73	0.00	0.00	3.68	13.57	7.87	73.16	41.80	0.00	41.80	266.20
1985	0.55	0.00	0.00	2.81	7.91	6.50	46.85	28.50	0.00	28.50	201.70
1987	0.97	0.00	0.00	4.92	24.25	7.55	68.78	57.00	0.00	57.00	354.50
1988	0.84	0.00	0.00	4.51	20.32	6.65	49.56	44.00	0.00	44.00	280.00

**Tabla A.21(continuación) .- Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1989	0.19	0.00	0.00	1.10	1.21	7.92	78.85	14.00	0.00	14.00	68.90
1990	0.47	0.00	0.00	2.29	5.26	6.13	41.18	20.00	0.00	20.00	113.90
1991	1.30	0.00	0.00	6.87	47.23	10.55	139.11	98.00	0.00	98.00	374.50
1992	1.35	0.00	0.00	6.10	37.24	6.04	40.21	53.50	0.00	53.50	433.10
1993	1.65	0.00	0.00	7.85	61.69	6.61	51.55	83.50	0.00	83.50	536.80
1994	0.85	0.00	0.00	3.75	14.09	6.61	54.79	42.20	0.00	42.20	289.00
1995	1.21	0.00	0.00	6.63	43.91	8.31	76.81	72.00	0.00	72.00	407.80
1996	0.47	0.00	0.00	2.99	8.96	8.08	68.83	30.50	0.00	30.50	164.10
1997	0.68	0.00	0.00	3.78	14.29	8.64	86.67	46.50	0.00	46.50	246.30
1998	1.39	0.00	0.00	6.01	36.13	7.61	78.74	78.00	0.00	78.00	508.40
1999	0.33	0.00	0.00	2.00	4.02	8.85	91.20	25.50	0.00	25.50	115.10
2000	0.47	0.00	0.00	2.80	7.87	9.76	119.28	40.00	0.00	40.00	166.40
2001	0.77	0.00	0.00	3.14	9.87	4.99	26.45	24.00	0.00	24.00	279.70
2002	0.32	0.00	0.00	1.91	3.64	7.89	69.96	20.70	0.00	20.70	111.10
2003	0.70	0.00	0.00	3.60	12.94	6.12	39.66	33.30	0.00	33.30	249.80
2004	0.95	0.00	0.00	4.61	21.24	6.63	47.63	40.50	0.00	40.50	307.00
2005	0.67	0.00	0.00	3.69	13.64	7.67	65.74	37.50	0.00	37.50	245.00
2006	0.30	0.00	0.00	2.16	4.65	9.03	91.68	27.50	0.00	27.50	107.30
2007	0.34	0.00	0.00	2.88	8.32	14.57	238.39	49.50	0.00	49.50	124.90
2008	0.79	0.00	0.00	4.29	18.40	6.83	51.23	40.00	0.00	40.00	263.80
2009	0.51	0.00	0.00	3.39	11.51	9.53	110.35	47.30	0.00	47.30	187.30
2010	1.79	0.00	0.00	8.22	67.54	7.48	70.67	98.00	0.00	98.00	596.30

**Tabla A.22.- Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Suma</b>
1948	8.68	2.50	NA	10.46	109.49	0.66	-2.82	21.60	0.40	22.00	43.40
1949	8.01	5.50	2.00	8.27	68.36	1.45	1.47	30.90	0.60	31.50	224.30
1950	3.86	2.00	0.30	3.80	14.46	1.05	0.31	12.80	0.20	13.00	73.40
1951	6.26	2.00	0.50	8.73	76.29	2.12	5.14	43.40	0.10	43.50	419.70
1952	7.86	2.50	0.50	9.48	89.78	1.32	1.13	38.80	0.20	39.00	392.90
1953	6.13	5.00	5.00	7.37	54.34	2.68	7.28	30.00	1.00	31.00	122.50
1954	11.38	5.50	5.00	12.84	164.94	1.55	1.76	47.00	1.00	48.00	273.00
1955	5.26	5.00	5.00	3.95	15.56	0.93	0.36	14.50	0.50	15.00	152.50
1956	6.39	4.00	1.00	9.34	87.27	3.75	15.49	43.00	1.00	44.00	127.80
1957	7.20	3.50	1.30	9.09	82.69	2.08	4.12	38.40	0.20	38.60	338.20
1958	7.40	5.20	0.80	7.18	51.50	1.12	0.96	28.90	0.10	29.00	251.70
1959	9.24	5.50	2.00	8.53	72.70	0.97	-0.59	24.50	1.50	26.00	175.50
1960	6.02	4.00	2.00	6.21	38.54	1.36	1.42	22.30	0.20	22.50	138.40
1961	5.38	4.00	1.00	5.10	25.96	1.27	0.91	17.80	0.20	18.00	102.20
1962	8.31	5.75	3.00	9.52	90.54	2.09	3.72	35.00	1.00	36.00	216.10
1963	9.04	4.00	1.50	12.22	149.39	1.80	1.99	40.00	0.50	40.50	189.80
1964	4.90	3.25	2.00	4.72	22.27	1.47	1.47	17.50	0.50	18.00	137.20
1965	12.50	6.50	4.00	13.60	185.04	1.54	2.13	56.50	0.50	57.00	437.60
1966	8.12	5.25	1.00	7.71	59.39	0.82	-0.67	24.50	0.50	25.00	211.00
1967	7.54	4.75	1.00	9.14	83.54	2.15	4.91	39.50	0.50	40.00	226.20
1968	6.89	5.00	1.00	7.34	53.81	1.69	3.19	27.50	0.50	28.00	117.10
1969	7.11	3.00	0.50	10.84	117.51	3.23	13.47	60.50	0.50	61.00	320.00
1970	11.37	9.75	1.00	12.06	145.35	1.55	2.61	47.00	0.50	47.50	250.10
1971	4.98	3.00	1.00	4.46	19.87	1.08	0.33	15.00	1.00	16.00	114.50
1972	4.63	1.90	0.50	5.50	30.29	1.13	-0.01	17.90	0.10	18.00	101.80
1973	5.50	3.45	0.40	6.62	43.84	1.92	3.47	27.40	0.10	27.50	252.80
1974	5.90	1.30	0.10	9.70	94.05	2.14	4.01	35.90	0.10	36.00	194.60
1975	5.97	3.60	2.00	6.92	47.88	2.18	5.64	31.50	0.10	31.60	185.10
1976	11.56	7.20	3.00	13.25	175.64	1.56	2.00	51.90	0.10	52.00	416.00
1977	5.88	3.80	0.50	5.73	32.88	1.38	1.75	22.90	0.10	23.00	205.90
1978	13.37	7.60	2.00	15.49	240.09	2.15	5.19	75.40	0.60	76.00	735.30
1979	6.99	4.80	6.00	7.79	60.71	1.70	2.24	29.90	0.10	30.00	307.60
1980	15.89	9.05	1.00	18.20	331.09	1.36	0.88	63.50	0.50	64.00	571.90
1981	10.98	8.20	0.60	10.11	102.16	1.21	1.18	37.60	0.40	38.00	274.60
1982	9.63	6.65	0.50	9.12	83.25	1.10	0.16	32.70	0.50	33.20	346.60
1983	8.38	5.50	1.00	9.45	89.29	2.57	8.66	52.10	0.40	52.50	536.10
1984	7.61	3.70	3.00	9.58	91.79	2.38	5.99	41.50	0.30	41.80	266.20
1985	6.30	2.10	1.50	7.44	55.41	1.39	1.24	28.40	0.10	28.50	201.70
1986	6.99	3.85	2.70	7.71	59.38	1.61	1.90	29.80	0.40	30.20	223.70
1988	12.17	11.40	0.50	12.82	164.25	1.09	0.70	43.90	0.10	44.00	280.00

**Tabla A.22 (continuación).- Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1989	4.31	3.95	5.00	3.17	10.07	1.87	5.54	13.60	0.40	14.00	68.90
1990	6.33	5.00	0.50	5.97	35.61	1.09	0.40	19.60	0.40	20.00	113.90
1991	12.91	6.50	3.80	18.09	327.19	3.94	18.41	97.50	0.50	98.00	374.50
1992	13.53	6.00	6.00	14.67	215.33	1.49	1.40	53.00	0.50	53.50	433.10
1993	20.65	15.25	3.00	19.85	394.02	1.64	2.84	83.00	0.50	83.50	536.80
1994	8.03	5.60	2.50	8.76	76.82	2.09	5.64	41.80	0.40	42.20	289.00
1995	12.36	6.00	6.00	17.86	319.00	2.46	5.56	71.50	0.50	72.00	407.80
1996	7.46	2.00	1.00	9.69	93.87	1.51	0.92	29.80	0.70	30.50	164.10
1997	8.80	5.75	6.60	10.86	117.98	2.36	5.58	46.20	0.30	46.50	246.30
1998	10.82	6.00	4.00	13.48	181.70	3.00	12.68	77.80	0.20	78.00	508.40
1999	5.48	2.50	7.00	6.41	41.06	1.97	4.00	25.10	0.40	25.50	115.10
2000	6.66	3.30	1.00	8.55	73.12	2.70	9.30	39.60	0.40	40.00	166.40
2001	7.56	5.50	1.00	6.84	46.74	0.93	-0.20	23.50	0.50	24.00	279.70
2002	5.85	3.50	1.00	6.05	36.56	1.38	1.33	20.60	0.10	20.70	111.10
2003	10.41	6.75	0.50	9.80	96.00	0.77	-0.59	32.80	0.50	33.30	249.80
2004	9.90	5.00	1.00	11.71	137.06	1.69	1.76	39.50	1.00	40.50	307.00
2005	8.17	3.50	0.50	10.34	106.99	1.90	3.00	37.30	0.20	37.50	245.00
2006	8.94	7.00	NA	8.22	67.56	1.05	0.77	27.20	0.30	27.50	107.30
2007	5.95	3.00	3.50	10.75	115.56	3.70	14.82	49.30	0.20	49.50	124.90
2008	13.88	12.30	3.00	12.23	149.57	1.05	0.19	38.70	1.30	40.00	263.80
2009	11.71	6.90	3.00	11.81	139.53	1.94	4.84	46.90	0.40	47.30	187.30
2010	17.54	13.50	1.00	19.92	396.85	2.54	8.01	97.00	1.00	98.00	596.30

**Tabla A.23 .- Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1948	15.18	15.00	15.00	5.06	25.60	-0.04	0.42	31.00	-2.00	29.00
1949	14.40	15.00	16.00	5.83	34.00	-0.14	-0.80	25.50	2.00	27.50
1950	15.63	16.00	16.00	4.54	20.65	-0.16	0.09	28.00	1.50	29.50
1951	16.54	16.00	14.00	5.48	30.04	0.26	0.01	32.50	2.50	35.00
1952	15.33	15.00	18.00	6.05	36.65	0.19	-0.27	31.50	0.50	32.00
1953	15.46	15.00	15.00	6.34	40.21	0.30	0.36	39.50	1.50	41.00
1954	15.29	15.00	15.00	6.07	36.79	0.10	0.03	34.50	-2.00	32.50
1955	14.78	15.00	16.00	4.90	24.04	0.17	-0.04	31.00	2.00	33.00
1956	14.48	14.50	15.00	4.98	24.77	0.20	-0.20	27.00	2.50	29.50
1957	15.76	15.50	18.00	5.92	34.99	0.30	-0.22	30.00	4.00	34.00
1958	15.16	16.00	16.00	5.78	33.41	-0.15	-0.55	28.50	1.50	30.00
1959	15.14	15.00	16.00	5.54	30.68	0.11	-0.14	30.00	2.00	32.00
1960	15.10	15.00	15.00	6.25	39.08	0.12	-0.42	32.00	1.00	33.00
1961	16.17	17.00	18.00	5.98	35.81	-0.03	-0.49	33.00	2.00	35.00
1962	14.09	14.00	15.00	5.20	27.01	0.26	0.33	32.00	2.00	34.00
1963	11.94	12.00	11.00	4.52	20.39	0.15	0.64	29.00	-1.00	28.00
1964	10.19	10.00	9.00	3.35	11.24	0.20	-0.45	19.00	2.00	21.00
1965	14.37	14.00	14.00	4.67	21.82	0.06	-0.08	24.00	2.00	26.00
1966	13.82	15.00	15.00	5.49	30.18	-0.29	-0.59	25.00	1.00	26.00
1967	13.48	13.00	10.00	6.06	36.75	0.18	-0.51	30.00	1.00	31.00
1968	13.51	14.00	15.00	5.67	32.19	0.18	0.08	29.00	1.00	30.00
1969	13.61	14.00	15.00	5.28	27.92	0.18	0.14	35.00	-1.00	34.00
1970	12.75	12.00	8.00	5.25	27.54	0.44	0.17	32.00	-1.00	31.00
1971	12.32	12.00	14.00	5.92	35.06	0.34	-0.47	28.00	1.00	29.00
1972	13.78	14.00	15.00	6.03	36.34	-0.04	-0.41	29.00	1.00	30.00
1973	13.64	13.00	12.00	5.55	30.86	0.26	-0.07	29.00	2.00	31.00
1974	15.50	16.00	18.00	6.03	36.37	-0.03	-0.40	32.00	-1.00	31.00
1975	14.43	14.00	13.00	5.55	30.82	0.46	0.05	32.00	-1.00	31.00
1976	16.05	16.00	19.00	5.60	31.40	0.22	0.08	33.00	1.00	34.00
1977	18.63	19.00	18.00	5.73	32.79	0.10	0.12	31.00	5.00	36.00
1978	19.34	19.00	15.00	7.20	51.81	0.49	-0.20	35.00	5.00	40.00
1979	18.37	18.00	21.00	6.40	40.94	0.26	-0.37	35.00	2.00	37.00
1980	17.20	17.00	17.00	5.50	30.20	0.53	-0.10	27.00	6.00	33.00
1981	17.80	17.00	13.00	6.43	41.36	0.74	0.36	34.00	5.00	39.00
1982	17.70	17.00	11.00	6.23	38.84	0.44	-0.51	32.00	3.00	35.00
1983	17.50	17.00	16.00	5.13	26.28	0.24	-0.22	30.00	3.00	33.00
1984	18.17	18.00	18.00	6.06	36.74	0.24	-0.25	32.00	3.00	35.00
1985	18.62	18.00	18.00	6.33	40.03	0.14	-0.48	34.00	2.00	36.00
1986	19.31	19.00	16.00	4.99	24.93	0.48	0.14	29.00	8.00	37.00
1987	16.74	17.00	16.00	4.93	24.29	0.06	-0.07	29.00	3.00	32.00

**Tabla A.23.- Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de temperatura promedio (continuación)**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1989	18.98	19.00	23.00	5.57	31.07	-0.23	-0.34	30.00	3.00	33.00
1990	18.71	18.00	20.00	7.30	53.25	0.54	-0.20	39.00	3.00	42.00
1991	18.49	18.00	21.00	5.05	25.48	0.17	-0.57	24.00	7.00	31.00
1992	19.02	19.00	21.00	6.00	36.02	0.83	0.84	31.00	10.00	41.00
1993	19.23	20.00	20.00	5.87	34.47	-0.05	-0.30	32.00	3.00	35.00
1994	19.32	19.00	21.00	6.55	42.88	0.23	-0.05	35.00	3.00	38.00
1995	20.41	20.00	15.00	6.86	47.06	0.39	-0.44	34.00	5.00	39.00
1996	21.01	21.00	18.00	7.32	53.58	0.21	-0.44	37.00	3.00	40.00
1997	18.95	18.00	18.00	7.56	57.11	0.38	-0.28	37.00	3.00	40.00
1998	16.15	16.00	13.00	6.67	44.55	0.78	0.95	40.00	1.00	41.00
1999	14.85	15.00	12.00	5.75	33.11	0.21	-0.41	28.00	2.00	30.00
2000	16.61	16.00	13.00	5.92	35.09	0.35	-0.15	29.00	4.00	33.00
2001	16.52	17.00	13.00	5.20	27.01	0.08	-0.73	24.00	6.00	30.00
2002	18.86	19.00	16.00	6.20	38.42	0.24	-0.26	34.00	4.00	38.00
2003	19.02	18.00	18.00	5.58	31.16	0.45	-0.29	29.00	7.00	36.00
2004	16.90	17.00	19.00	4.65	21.65	0.09	-0.07	25.00	6.00	31.00
2005	16.14	15.00	15.00	4.68	21.92	0.56	-0.33	21.00	7.00	28.00
2006	20.15	21.00	22.00	5.55	30.83	-0.41	-0.70	22.00	8.00	30.00
2007	16.65	16.00	15.00	6.54	42.74	-0.34	0.46	36.00	-4.00	32.00
2008	20.71	20.00	15.00	7.66	58.73	0.47	-0.50	32.00	8.00	40.00
2009	18.63	20.00	9.00	8.19	67.01	-0.04	-1.04	37.80	0.20	38.00
2010	16.18	15.00	15.00	5.66	32.05	0.91	0.38	25.00	7.00	32.00

**Tabla A.24 .- Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1948	27.66	28.00	26.00	5.54	30.74	-0.33	-0.20	28.00	13.00	41.00
1949	26.16	27.00	28.00	6.85	46.87	-0.10	-0.86	30.00	11.00	41.00
1950	26.85	27.00	28.00	5.78	33.44	-0.16	-0.28	30.00	11.00	41.00
1951	26.35	26.50	24.00	6.56	42.98	0.02	-0.61	31.50	11.50	43.00
1952	27.06	27.00	24.00	7.78	60.54	-0.12	-1.03	33.00	9.00	42.00
1953	29.35	28.00	28.00	7.59	57.67	0.41	-0.61	37.00	10.00	47.00
1954	28.14	27.50	21.00	7.87	62.01	0.27	-0.87	31.50	12.50	44.00
1955	25.55	25.50	30.00	7.17	51.48	0.13	-0.41	34.50	9.00	43.50
1956	26.84	26.25	24.00	6.82	46.56	0.11	-0.93	28.50	12.00	40.50
1957	26.67	26.00	22.00	7.27	52.85	0.24	-0.83	35.00	10.00	45.00
1958	27.60	28.00	32.00	6.61	43.72	0.08	-0.67	30.50	12.50	43.00
1959	27.50	27.75	32.00	6.19	38.34	0.02	-0.64	31.00	12.00	43.00
1960	27.46	27.00	23.00	7.35	54.01	0.03	-0.75	32.00	11.00	43.00
1961	27.99	28.00	24.00	6.38	40.73	-0.17	-0.70	31.00	12.00	43.00
1962	26.11	25.00	23.00	6.82	46.48	-0.07	-0.96	30.00	11.00	41.00
1963	25.77	25.00	31.00	6.04	36.49	0.25	-0.27	33.00	11.00	44.00
1964	32.34	32.00	27.00	7.24	52.35	0.24	-1.08	29.00	19.00	48.00
1965	26.13	27.00	30.00	6.03	36.38	0.02	-0.88	26.00	13.00	39.00
1966	26.19	26.00	24.00	6.34	40.23	-0.02	-0.84	30.00	11.00	41.00
1967	25.77	25.00	25.00	6.98	48.68	0.05	-0.73	39.00	6.00	45.00
1968	26.26	25.00	30.00	6.15	37.79	0.19	-0.58	31.00	11.00	42.00
1969	24.96	25.00	25.00	6.67	44.50	0.28	-0.54	32.00	12.00	44.00
1970	26.02	25.00	24.00	6.41	41.13	0.12	-0.75	30.00	11.00	41.00
1971	25.05	24.00	22.00	7.40	54.78	0.22	-0.74	35.00	11.00	46.00
1972	26.38	26.00	28.00	6.16	37.95	0.06	-0.32	31.00	12.00	43.00
1973	25.02	25.00	26.00	6.72	45.09	0.19	-0.74	32.00	10.00	42.00
1974	25.87	25.00	25.00	6.39	40.77	0.04	-0.65	32.00	11.00	43.00
1975	25.17	25.00	27.00	6.62	43.89	0.06	-0.77	30.00	11.00	41.00
1976	25.89	26.00	25.00	5.96	35.57	0.08	-0.33	30.00	11.00	41.00
1977	26.71	27.00	21.00	6.15	37.88	0.02	-0.89	27.00	14.00	41.00
1978	25.99	25.00	19.00	7.30	53.33	0.26	-1.01	30.00	12.00	42.00
1979	25.91	26.00	26.00	6.95	48.25	0.17	-0.63	31.00	12.00	43.00
1980	26.56	26.00	30.00	6.40	40.91	0.14	-0.95	28.00	15.00	43.00
1981	27.23	27.00	25.00	6.27	39.34	0.24	-0.48	30.00	13.00	43.00
1982	25.34	25.00	25.00	6.79	46.08	0.29	-0.52	34.00	11.00	45.00
1983	25.59	25.00	21.00	6.53	42.58	0.29	-0.86	27.00	14.00	41.00
1984	26.65	26.00	25.00	6.22	38.73	0.11	-0.66	30.00	12.00	42.00
1986	26.64	27.00	23.00	5.41	29.29	0.16	-0.27	30.00	12.00	42.00
1987	26.05	26.00	26.00	6.20	38.41	0.17	-0.02	34.00	11.00	45.00
1988	27.13	27.00	28.00	5.59	31.21	0.02	-0.38	31.00	12.00	43.00

**Tabla A.24 (continuación).- Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1989	27.42	28.00	28.00	6.08	36.93	-0.12	-0.39	31.00	11.00	42.00
1990	27.81	29.00	29.00	7.65	58.46	-0.27	-0.60	33.00	11.00	44.00
1991	27.38	28.00	35.00	6.71	45.04	-0.02	-0.79	30.00	13.00	43.00
1992	28.65	28.00	27.00	6.83	46.62	0.16	-0.61	31.00	13.00	44.00
1993	28.47	29.00	29.00	6.18	38.15	-0.14	-0.59	27.00	15.00	42.00
1994	27.59	27.00	23.00	6.44	41.51	0.03	-0.81	29.00	14.00	43.00
1995	27.89	28.00	28.00	6.86	47.03	-0.08	-0.92	30.00	12.00	42.00
1996	29.07	29.00	25.00	6.55	42.91	0.05	-0.91	29.00	13.00	42.00
1997	28.96	30.00	32.00	7.27	52.87	-0.21	-0.87	33.00	12.00	45.00
1998	26.54	26.00	23.00	7.30	53.36	0.31	-0.74	34.00	10.00	44.00
1999	28.17	28.00	33.00	6.63	44.01	-0.27	-0.75	31.00	11.00	42.00
2000	28.43	28.00	30.00	6.21	38.59	-0.01	-0.58	29.00	14.00	43.00
2001	27.99	29.00	35.00	7.26	52.65	-0.21	-1.05	29.00	13.00	42.00
2002	28.64	28.00	23.00	6.69	44.72	0.02	-0.66	33.00	13.00	46.00
2003	28.88	28.00	27.00	6.97	48.54	0.10	-0.96	31.00	14.00	45.00
2004	29.77	30.00	35.00	7.93	62.96	0.00	-1.21	33.00	12.00	45.00
2005	28.76	29.00	21.00	8.08	65.29	-0.06	-0.91	37.00	11.00	48.00
2006	30.61	31.00	40.00	9.31	86.59	-0.09	-0.84	37.00	12.00	49.00
2007	27.19	27.00	35.00	8.14	66.30	-0.18	-0.88	37.00	9.00	46.00
2008	32.30	32.00	29.00	10.73	115.15	-0.13	-0.92	40.00	10.00	50.00
2009	29.70	33.00	15.00	11.64	135.47	-0.26	-1.50	38.00	10.00	48.00
2010	29.53	28.00	39.00	9.88	97.52	0.10	-1.43	37.00	11.00	48.00

**Tabla A.25 .- Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1948	10.44	11.00	11.00	4.17	17.39	-0.38	0.47	26.00	-5.00	21.00
1949	8.73	9.00	12.00	5.00	25.01	-0.10	-0.85	24.00	-4.50	19.50
1950	9.92	10.00	12.00	4.83	23.35	-0.21	-0.21	28.50	-6.00	22.50
1951	9.29	9.50	14.00	4.99	24.86	-0.01	-0.49	24.80	-2.00	22.80
1952	8.55	8.80	9.00	4.88	23.80	0.13	-0.41	26.00	-4.00	22.00
1953	8.35	8.00	15.00	5.46	29.76	-0.07	-0.67	27.00	-6.00	21.00
1954	8.57	9.00	11.00	5.44	29.59	-0.07	-0.38	27.50	-6.00	21.50
1955	8.28	8.00	10.00	5.53	30.54	0.08	-0.49	26.00	-5.00	21.00
1956	8.60	8.50	8.00	5.37	28.78	-0.03	-0.83	23.00	-3.00	20.00
1957	9.42	9.50	10.00	4.79	22.98	0.10	-0.48	24.50	-1.50	23.00
1958	8.36	9.00	9.00	4.45	19.84	-0.46	0.01	24.00	-5.00	19.00
1959	9.80	9.00	9.00	5.20	27.00	0.27	-0.50	24.00	-1.00	23.00
1960	9.10	9.00	8.00	5.80	33.62	0.30	-0.78	24.50	-2.00	22.50
1961	8.76	8.25	5.00	5.08	25.80	0.22	-0.86	29.00	-5.00	24.00
1962	8.45	8.00	10.00	4.64	21.53	0.08	-0.58	25.00	-3.00	22.00
1963	3.99	4.00	3.00	3.63	13.19	0.05	1.15	25.00	-7.00	18.00
1964	5.01	5.00	3.00	2.65	7.01	0.03	-0.58	16.00	-5.00	11.00
1965	8.84	9.00	10.00	4.16	17.35	0.09	-0.53	19.70	0.30	20.00
1966	9.00	10.00	12.00	5.62	31.58	-0.28	-0.81	24.00	-4.00	20.00
1967	8.91	8.00	7.00	5.79	33.57	0.01	-0.73	27.00	-4.00	23.00
1968	8.26	8.00	9.00	4.55	20.66	0.16	0.29	29.00	-4.00	25.00
1969	9.22	9.00	5.00	5.08	25.80	0.29	-0.28	35.00	-5.00	30.00
1970	8.33	8.00	5.00	5.31	28.21	0.13	-0.52	29.00	-7.00	22.00
1971	8.03	8.00	6.00	5.85	34.25	0.27	-0.58	27.00	-5.00	22.00
1972	8.49	9.00	9.00	6.11	37.28	0.03	-0.62	30.00	-5.00	25.00
1973	7.51	8.00	10.00	4.82	23.24	-0.01	-0.84	23.00	-3.00	20.00
1974	8.15	9.00	10.00	5.46	29.85	-0.07	-0.64	27.00	-5.00	22.00
1975	7.66	7.50	3.00	5.27	27.73	0.00	-0.79	24.00	-4.00	20.00
1976	8.70	9.00	11.00	5.49	30.16	-0.09	-0.72	26.00	-5.00	21.00
1977	9.16	9.00	8.00	5.16	26.59	0.08	-0.67	25.00	-2.00	23.00
1978	9.64	10.00	10.00	5.08	25.82	-0.02	-0.21	31.00	-4.00	27.00
1979	8.52	9.00	4.00	5.17	26.69	-0.01	-1.02	22.00	-3.00	19.00
1980	9.62	10.00	6.00	5.03	25.31	0.08	-0.46	25.00	-2.00	23.00
1981	10.44	10.00	13.00	5.01	25.06	0.22	-0.49	27.00	-3.00	24.00
1982	9.55	9.00	8.00	4.98	24.83	0.26	-0.70	23.00	1.00	24.00
1983	10.12	10.00	11.00	5.27	27.74	0.11	-0.56	26.00	-3.00	23.00
1984	10.10	9.00	8.00	6.12	37.43	0.25	-1.07	24.00	-1.00	23.00
1985	9.23	10.00	10.00	4.95	24.47	-0.01	-0.66	24.00	-2.00	22.00
1987	9.15	10.00	13.00	5.00	25.03	-0.51	-0.26	25.00	-5.00	20.00
1988	8.92	9.00	12.00	4.99	24.94	0.08	-0.79	22.00	-1.00	21.00

**Tabla A.25(continuación) .- Estación Santo Tomas (Clima Cs). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1989	8.49	9.00	10.00	5.28	27.90	-0.28	-0.57	25.00	-6.00	19.00
1990	9.04	9.00	2.00	5.93	35.12	0.23	-0.81	28.00	-3.00	25.00
1991	8.84	9.00	14.00	4.59	21.07	-0.23	-0.99	19.00	-1.00	18.00
1992	8.41	8.00	6.00	5.65	31.92	0.22	-0.73	24.00	-3.00	21.00
1993	9.04	9.00	9.00	4.30	18.51	-0.14	-0.62	21.00	-3.00	18.00
1994	8.72	9.00	7.00	5.24	27.42	0.06	-0.51	28.00	-2.00	26.00
1995	9.72	10.00	8.00	4.94	24.36	0.29	-0.56	23.90	0.10	24.00
1996	9.53	10.00	10.00	5.17	26.72	0.14	-0.73	26.20	-0.20	26.00
1997	9.95	10.00	4.00	5.67	32.17	0.19	-0.87	25.00	-1.00	24.00
1998	9.04	8.00	4.00	5.40	29.15	0.28	-0.56	27.00	-3.00	24.00
1999	7.56	8.00	12.00	5.14	26.46	-0.01	-0.56	26.00	-5.00	21.00
2000	9.33	10.00	10.00	5.11	26.15	-0.15	-0.77	23.00	-3.00	20.00
2001	8.91	10.00	12.00	4.87	23.75	-0.19	-0.70	22.00	-2.00	20.00
2002	7.94	8.00	10.00	5.05	25.53	-0.01	-0.74	24.00	-3.00	21.00
2003	9.17	9.00	3.00	5.32	28.29	0.14	-1.03	23.90	0.10	24.00
2004	7.60	9.50	10.00	3.90	15.23	-0.27	0.19	21.90	0.10	22.00
2005	9.21	10.00	10.00	2.45	5.98	-0.56	1.33	16.50	0.50	17.00
2006	8.97	9.00	10.00	2.89	8.36	1.79	7.61	20.00	3.00	23.00
2007	9.26	10.00	10.00	4.55	20.66	-1.42	4.59	31.00	-9.00	22.00
2008	9.18	9.00	10.00	1.39	1.92	-0.34	3.66	10.00	5.00	15.00
2009	7.40	8.00	9.00	2.70	7.30	-1.04	0.62	13.90	0.10	14.00
2010	7.87	8.00	9.00	1.78	3.18	-0.83	0.19	9.00	2.00	11.00

**Tabla A.26 .- Estación San Juan de Dios Sur (Clima BSok(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores de cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1956	0.13	0.00	0.00	0.67	0.44	6.12	39.35	5.00	0.00	5.00	13.00
1957	1.11	0.00	0.00	4.73	22.41	8.02	82.03	60.00	0.00	60.00	405.50
1958	1.49	0.00	0.00	5.85	34.25	5.31	31.83	49.00	0.00	49.00	543.60
1959	0.52	0.00	0.00	2.55	6.52	7.25	59.84	26.50	0.00	26.50	185.50
1960	0.73	0.00	0.00	2.93	8.59	5.81	38.47	25.10	0.00	25.10	268.10
1961	0.72	0.00	0.00	4.28	18.30	10.98	149.02	64.00	0.00	64.00	239.00
1962	0.11	0.00	0.00	0.68	0.47	10.64	134.84	10.00	0.00	10.00	38.90
1963	0.34	0.00	0.00	2.42	5.85	9.25	92.49	30.00	0.00	30.00	123.00
1964	0.66	0.00	0.00	2.71	7.37	5.60	35.06	24.00	0.00	24.00	232.20
1965	1.39	0.00	0.00	5.51	30.39	5.52	35.61	53.00	0.00	53.00	491.90
1966	0.91	0.00	0.00	4.32	18.63	6.81	51.42	42.50	0.00	42.50	329.20
1967	1.17	0.00	0.00	4.73	22.36	8.20	93.09	64.00	0.00	64.00	409.00
1968	0.63	0.00	0.00	2.93	8.57	6.23	43.00	28.50	0.00	28.50	232.00
1969	1.23	0.00	0.00	4.69	22.02	6.78	61.63	55.00	0.00	55.00	409.50
1970	0.80	0.00	0.00	4.36	19.01	7.25	58.83	47.50	0.00	47.50	291.00
1971	0.85	0.00	0.00	2.86	8.16	4.36	20.85	20.00	0.00	20.00	301.00
1972	0.53	0.00	0.00	2.68	7.19	6.20	42.39	26.50	0.00	26.50	192.10
1973	0.91	0.00	0.00	3.03	9.19	4.33	20.38	23.00	0.00	23.00	330.00
1974	1.11	0.00	0.00	6.10	37.21	8.82	93.89	80.00	0.00	80.00	404.00
1975	0.69	0.00	0.00	2.82	7.95	5.46	34.32	26.00	0.00	26.00	252.50
1976	1.16	0.00	0.00	4.96	24.60	5.92	40.97	50.00	0.00	50.00	423.00
1977	1.25	0.00	0.00	5.24	27.49	6.10	42.99	46.00	0.00	46.00	448.50
1978	2.33	0.00	0.00	7.30	53.33	4.29	21.13	58.00	0.00	58.00	851.00
1979	1.21	0.00	0.00	4.86	23.60	5.03	26.34	33.00	0.00	33.00	440.10
1980	2.08	0.00	0.00	8.96	80.23	6.38	45.25	84.00	0.00	84.00	757.80
1981	1.00	0.00	0.00	4.00	15.97	5.08	28.95	34.00	0.00	34.00	366.50
1982	2.35	0.00	0.00	7.62	58.04	4.17	18.62	55.00	0.00	55.00	775.60
1983	2.86	0.00	0.00	8.01	64.09	4.23	20.58	57.00	0.00	57.00	781.30
1984	1.40	0.00	0.00	4.91	24.12	4.76	25.81	37.00	0.00	37.00	288.00
1985	0.79	0.00	0.00	4.12	16.93	6.16	41.00	32.00	0.00	32.00	71.50

**Tabla A.27.- Estación San Juan de Dios Sur (Clima BSok(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores de cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1956	2.60	1.50	1.50	1.78	3.18	0.72	-2.23	4.00	1.00	5.00	13.00
1957	7.95	5.00	1.00	10.38	107.66	3.38	13.74	59.50	0.50	60.00	405.50
1958	11.82	6.25	5.00	12.34	152.28	1.52	1.88	48.70	0.30	49.00	543.60
1959	5.30	3.00	0.50	6.54	42.74	2.06	3.87	26.00	0.50	26.50	185.50
1960	6.23	4.00	4.00	6.29	39.51	1.87	2.89	24.60	0.50	25.10	268.10
1961	10.86	7.50	7.00	13.22	174.77	3.40	13.28	63.00	1.00	64.00	239.00
1962	1.44	0.70	0.20	2.13	4.53	2.97	10.08	9.80	0.20	10.00	38.90
1963	4.10	0.85	0.10	7.49	56.04	2.34	4.82	29.90	0.10	30.00	123.00
1964	5.53	3.50	0.10	5.99	35.87	1.56	1.81	23.90	0.10	24.00	232.20
1965	10.25	6.00	1.50	11.62	134.96	1.74	3.07	52.90	0.10	53.00	491.90
1966	8.03	3.00	2.00	10.49	109.99	2.02	3.39	42.40	0.10	42.50	329.20
1967	7.44	5.00	1.00	9.85	97.07	3.80	19.73	63.50	0.50	64.00	409.00
1968	6.63	3.00	2.00	7.15	51.09	1.54	1.57	28.00	0.50	28.50	232.00
1969	8.90	7.25	2.00	9.65	93.13	2.97	11.67	54.50	0.50	55.00	409.50
1970	10.39	5.00	1.00	12.28	150.88	1.60	1.94	46.50	1.00	47.50	291.00
1971	6.02	4.50	2.00	5.23	27.35	1.24	0.86	19.50	0.50	20.00	301.00
1972	7.68	3.00	1.00	7.11	50.62	0.96	0.22	25.50	1.00	26.50	192.10
1973	6.35	4.00	2.00	5.48	30.05	1.28	0.76	22.00	1.00	23.00	330.00
1974	10.92	4.00	1.00	16.25	264.15	2.78	8.97	79.50	0.50	80.00	404.00
1975	6.64	4.25	1.00	6.12	37.40	1.45	1.86	25.50	0.50	26.00	252.50
1976	11.13	7.00	4.00	11.34	128.63	1.61	2.60	49.50	0.50	50.00	423.00
1977	10.19	6.25	1.00	11.64	135.58	1.94	3.56	45.50	0.50	46.00	448.50
1978	12.70	9.00	2.00	12.66	160.39	1.57	2.36	57.00	1.00	58.00	851.00
1979	10.23	6.50	1.00	10.44	108.91	1.16	0.02	32.50	0.50	33.00	440.10
1980	14.30	7.50	1.00	19.58	383.48	2.22	4.37	83.50	0.50	84.00	757.80
1981	8.73	5.00	1.00	8.53	72.80	1.21	1.02	33.00	1.00	34.00	366.50
1982	11.58	6.00	1.00	13.45	180.92	1.44	1.28	54.70	0.30	55.00	775.60
1983	9.77	5.00	1.00	12.34	152.37	2.17	4.81	56.70	0.30	57.00	781.30
1984	8.73	5.00	1.00	9.41	88.58	1.58	2.34	36.80	0.20	37.00	288.00
1985	14.30	13.50	NA	11.81	139.45	0.72	0.52	31.00	1.00	32.00	71.50

**Tabla A.28.- Estación San Juan de Dios Sur (Clima BSok(x̂)). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1956	15.79	15.00	21.00	5.90	34.83	-0.29	-0.74	25.00	1.00	26.00
1957	17.70	16.00	12.00	8.15	66.41	0.35	-0.13	40.50	-3.00	37.50
1958	17.45	18.00	21.00	5.93	35.18	0.02	-0.48	33.00	1.00	34.00
1959	15.12	15.00	11.00	6.42	41.28	0.17	-0.85	30.00	2.00	32.00
1960	14.05	14.00	20.00	7.09	50.21	0.09	-0.85	32.50	1.00	33.50
1961	13.74	13.00	12.00	5.87	34.47	0.44	-0.17	32.00	1.00	33.00
1962	13.27	12.00	20.00	6.48	41.94	0.17	-0.93	28.00	1.00	29.00
1963	13.62	13.00	10.00	5.77	33.31	0.22	-0.36	28.00	1.00	29.00
1964	13.20	12.00	8.00	7.48	55.92	0.44	-0.77	32.00	1.00	33.00
1965	11.97	11.00	20.00	7.15	51.05	0.11	-1.03	33.00	-4.00	29.00
1966	12.45	12.00	8.00	7.10	50.43	-0.07	-0.65	35.00	-6.00	29.00
1967	12.12	12.00	10.00	7.06	49.90	0.07	-0.84	35.00	-5.00	30.00
1968	11.02	11.00	11.00	5.50	30.23	0.45	-0.08	27.00	1.00	28.00
1969	10.52	10.00	10.00	5.59	31.21	0.42	-0.44	27.00	1.00	28.00
1970	11.40	10.00	11.00	6.47	41.81	0.69	-0.15	31.00	1.00	32.00
1971	11.37	11.00	6.00	7.35	53.97	0.16	-0.86	33.00	-5.00	28.00
1972	12.05	11.50	5.00	6.79	46.17	0.08	-0.70	34.00	-5.00	29.00
1973	10.37	9.00	6.00	7.18	51.49	0.19	-0.65	34.00	-7.00	27.00
1974	10.97	10.00	5.00	7.04	49.60	0.18	-0.84	34.00	-4.00	30.00
1975	10.62	10.00	5.00	7.05	49.74	0.14	-1.11	29.00	-4.00	25.00
1976	11.07	11.00	10.00	6.39	40.77	0.18	-0.44	32.00	-3.00	29.00
1977	12.23	12.00	12.00	7.50	56.19	0.32	-0.55	34.00	-4.00	30.00
1978	11.25	11.00	5.00	6.90	47.65	0.27	-0.61	34.00	-6.00	28.00
1979	10.83	11.00	5.00	6.19	38.32	0.04	-0.78	32.00	-7.00	25.00
1980	10.76	10.00	5.00	6.30	39.70	0.36	-0.93	28.00	-2.00	26.00
1981	11.98	12.00	10.00	6.57	43.20	-0.01	-0.99	32.00	-3.00	29.00
1982	9.59	9.00	11.00	6.04	36.44	0.24	-0.84	26.00	-2.00	24.00
1983	9.27	8.00	5.00	5.51	30.33	0.60	-0.14	28.00	-3.00	25.00
1984	8.58	7.00	5.00	4.55	20.69	0.61	-0.58	19.00	1.00	20.00
1985	12.82	12.00	10.00	5.14	26.41	0.66	0.92	27.00	2.00	29.00

**Tabla A.29 .- Estación San Juan de Dios Sur (Clima BSok(x')). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1956	22.28	23.00	24.00	5.58	31.11	-0.09	-0.73	22.50	11.00	33.50
1957	23.62	23.00	17.00	8.25	68.01	0.10	-0.65	48.00	1.00	49.00
1958	24.60	25.00	30.00	7.13	50.84	0.05	-1.06	30.00	11.00	41.00
1959	23.91	24.00	26.00	7.26	52.75	-0.19	-0.67	35.00	4.00	39.00
1960	22.31	22.00	31.00	7.92	62.73	-0.15	-0.80	37.00	2.00	39.00
1961	23.06	22.00	20.00	6.74	45.40	0.23	-0.32	35.00	6.00	41.00
1962	23.33	24.00	29.00	7.71	59.45	-0.17	-0.76	36.00	5.00	41.00
1963	23.22	23.00	20.00	6.95	48.32	-0.10	-0.82	33.50	6.00	39.50
1964	22.31	22.50	30.00	8.33	69.45	-0.27	-0.93	34.00	4.00	38.00
1965	20.44	20.50	29.00	8.53	72.76	-0.22	-0.97	36.00	1.00	37.00
1966	21.56	22.00	22.00	8.10	65.58	-0.36	-0.69	34.00	1.50	35.50
1967	21.02	21.00	18.00	8.54	73.01	-0.20	-0.88	39.00	-3.00	36.00
1968	20.23	20.00	15.00	7.61	57.95	0.19	-0.97	34.00	4.00	38.00
1969	19.93	20.00	10.00	7.86	61.71	0.02	-0.81	35.00	2.00	37.00
1970	21.34	21.00	19.00	7.87	61.86	0.02	-0.95	32.00	4.00	36.00
1971	20.84	22.00	23.00	8.94	79.98	-0.15	-0.96	38.00	1.00	39.00
1972	22.31	22.00	20.00	7.49	56.09	-0.16	-0.58	36.00	3.00	39.00
1973	21.04	22.00	27.00	8.66	74.91	-0.15	-1.05	33.00	3.00	36.00
1974	21.33	21.00	18.00	8.26	68.18	-0.23	-0.77	37.00	2.00	39.00
1975	21.15	21.00	29.00	7.88	62.07	-0.17	-0.86	35.00	1.00	36.00
1976	20.77	21.00	20.00	7.45	55.54	-0.24	-0.47	35.00	1.00	36.00
1977	21.66	22.00	24.00	8.23	67.70	-0.14	-0.94	36.00	3.00	39.00
1978	20.90	20.00	32.00	8.87	78.66	-0.07	-1.18	38.00	2.00	40.00
1979	22.22	23.00	22.00	8.20	67.19	-0.33	-0.81	37.00	2.00	39.00
1980	21.20	21.00	28.00	8.16	66.51	-0.13	-1.03	38.00	3.00	41.00
1981	22.32	22.00	22.00	7.64	58.32	-0.24	-0.72	34.00	4.00	38.00
1982	19.83	20.00	23.00	7.65	58.52	-0.20	-0.69	33.90	1.10	35.00
1983	20.28	20.00	29.00	8.13	66.13	-0.05	-1.12	32.00	3.00	35.00
1984	19.64	18.00	16.00	6.76	45.74	0.30	-0.88	29.00	6.00	35.00
1985	26.91	28.00	33.00	6.59	43.38	-0.52	-0.79	25.00	14.00	39.00

**Tabla A.30 .- Estación San Juan de Dios Sur (Clima BSok(x')). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1956	3.71	3.00	2.00	6.16	37.97	0.01	-0.49	29.00	-11.00	18.00
1957	7.63	10.00	10.00	9.24	85.40	0.23	-0.81	36.50	-7.50	29.00
1958	7.71	10.00	15.00	7.95	63.20	-0.37	-1.03	34.00	-10.00	24.00
1959	4.82	4.00	-2.00	6.19	38.27	0.22	-0.65	32.00	-9.00	23.00
1960	5.51	4.50	4.00	7.50	56.31	0.26	-0.72	37.00	-10.00	27.00
1961	3.21	2.50	-5.00	7.08	50.10	0.29	-1.21	28.00	-9.00	19.00
1962	4.27	4.00	-2.00	6.19	38.31	0.25	-0.74	29.00	-9.00	20.00
1963	3.53	3.00	-2.00	6.09	37.12	0.39	-0.90	25.50	-8.00	17.50
1964	2.97	2.00	-4.00	6.34	40.18	0.38	-0.88	27.00	-10.00	17.00
1965	3.97	3.00	1.00	5.60	31.37	0.39	-0.42	27.00	-7.00	20.00
1966	4.76	4.50	4.00	6.29	39.52	0.13	-0.71	29.00	-9.00	20.00
1967	4.98	3.50	-1.00	6.63	43.95	0.29	-0.88	31.00	-9.50	21.50
1968	5.07	4.00	4.00	5.50	30.23	0.07	-0.80	25.00	-6.00	19.00
1969	4.41	4.00	5.00	5.28	27.88	0.25	-0.26	27.00	-8.00	19.00
1970	4.96	5.00	5.00	5.18	26.80	0.24	0.15	30.00	-10.00	20.00
1971	3.26	2.00	-1.00	6.61	43.68	0.47	-0.86	26.00	-8.00	18.00
1972	4.00	4.00	2.00	6.69	44.80	0.20	-0.66	30.00	-10.00	20.00
1973	2.89	3.00	-1.00	5.79	33.56	0.33	-0.48	27.00	-9.00	18.00
1974	3.47	3.00	1.00	6.31	39.82	0.38	-0.55	31.00	-11.00	20.00
1975	2.91	2.00	-3.00	6.22	38.72	0.49	-0.56	28.00	-9.00	19.00
1976	3.61	3.00	-2.00	5.79	33.49	0.24	-0.69	27.00	-9.00	18.00
1977	4.08	3.00	-1.00	6.31	39.85	0.24	-0.89	26.00	-9.00	17.00
1978	4.91	4.00	4.00	5.36	28.78	0.29	-0.14	29.00	-11.00	18.00
1979	4.39	4.00	2.00	5.95	35.40	0.04	-0.56	33.00	-16.00	17.00
1980	4.86	4.00	1.00	5.23	27.32	0.47	-0.22	24.00	-7.00	17.00
1981	5.11	4.00	1.00	5.92	35.03	0.25	-0.92	25.00	-7.00	18.00
1982	3.99	3.00	-1.00	5.38	28.95	0.43	-0.61	23.00	-6.00	17.00
1983	5.08	5.00	2.00	4.62	21.38	-0.02	-0.47	21.00	-6.00	15.00
1984	4.83	4.00	4.00	4.96	24.64	0.00	-0.60	24.00	-8.00	16.00
1985	8.85	9.00	14.00	4.58	20.94	-0.46	-0.59	18.00	-1.00	17.00

**Tabla A.31 .- Estación Ejido J. María Morelos (Clima BWk(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria considerando valores cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1970	0.04	0.00	0.00	0.19	0.04	5.99	37.34	1.30	0.00	1.30	2.20
1971	0.05	0.00	0.00	0.44	0.19	12.87	185.91	7.00	0.00	7.00	16.90
1972	0.33	0.00	0.00	2.80	7.84	10.62	115.79	33.50	0.00	33.50	121.10
1973	0.26	0.00	0.00	2.00	4.00	10.82	130.83	28.00	0.00	28.00	96.60
1974	0.25	0.00	0.00	2.18	4.76	14.34	231.47	37.00	0.00	37.00	90.10
1975	0.16	0.00	0.00	0.87	0.76	7.66	63.54	8.50	0.00	8.50	57.30
1976	0.08	0.00	0.00	0.73	0.54	11.23	134.87	10.00	0.00	10.00	27.90
1977	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1981	0.01	0.00	0.00	0.13	0.02	19.10	365.00	2.50	0.00	2.50	2.50
1982	0.22	0.00	0.00	2.10	4.39	15.80	274.83	37.40	0.00	37.40	79.30
1983	0.35	0.00	0.00	2.73	7.46	10.54	120.34	34.40	0.00	34.40	127.40
1984	0.25	0.00	0.00	1.82	3.32	11.78	165.79	28.50	0.00	28.50	90.10
1985	0.12	0.00	0.00	0.99	0.99	9.03	86.32	11.20	0.00	11.20	45.20
1986	0.03	0.00	0.00	0.33	0.11	11.49	137.28	4.30	0.00	4.30	11.50
1987	0.14	0.00	0.00	1.27	1.61	12.35	175.63	20.00	0.00	20.00	52.80
1988	0.03	0.00	0.00	0.39	0.15	13.61	189.98	6.00	0.00	6.00	10.30
1989	0.17	0.00	0.00	1.58	2.50	11.71	151.66	23.50	0.00	23.50	63.20
1990	0.12	0.00	0.00	0.91	0.83	10.42	120.60	12.50	0.00	12.50	42.20
1991	0.30	0.00	0.00	2.65	7.01	11.35	137.27	36.50	0.00	36.50	98.80
1992	0.51	0.00	0.00	2.66	7.05	6.89	52.64	26.00	0.00	26.00	187.60
1993	0.20	0.00	0.00	1.55	2.40	9.52	101.42	20.00	0.00	20.00	65.20
1994	0.15	0.00	0.00	1.42	2.03	10.52	118.97	18.50	0.00	18.50	41.80
1995	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NA	NA	0.00	0.00	0.00	0.00
1996	0.01	0.00	0.00	0.09	0.01	16.55	274.00	1.50	0.00	1.50	1.50
1997	0.42	0.00	0.00	2.76	7.61	9.23	99.42	36.50	0.00	36.50	154.00
1998	0.13	0.00	0.00	1.03	1.07	10.99	140.17	15.30	0.00	15.30	45.70
1999	0.01	0.00	0.00	0.20	0.04	16.47	285.11	3.50	0.00	3.50	5.10
2000	0.21	0.00	0.00	1.52	2.31	9.07	89.80	18.30	0.00	18.30	75.50
2001	0.12	0.00	0.00	0.96	0.92	11.05	132.32	12.50	0.00	12.50	43.70
2002	0.07	0.00	0.00	0.56	0.32	9.17	88.26	6.50	0.00	6.50	25.10
2003	0.34	0.00	0.00	2.13	4.54	9.18	98.02	27.60	0.00	27.60	123.50
2004	0.24	0.00	0.00	1.60	2.57	7.99	68.35	17.40	0.00	17.40	88.40
2005	0.18	0.00	0.00	1.25	1.57	8.15	69.38	12.50	0.00	12.50	64.20
2006	0.11	0.00	0.00	1.46	2.13	16.34	285.29	26.20	0.00	26.20	40.80
2007	0.33	0.00	0.00	3.53	12.47	16.52	293.88	64.00	0.00	64.00	119.20
2009	0.02	0.00	0.00	0.30	0.09	14.42	225.22	5.00	0.00	5.00	8.80
2010	0.42	0.00	0.00	2.95	8.68	8.73	80.67	30.00	0.00	30.00	89.10

**Tabla A.32- Estación Ejido J. María Morelos (Clima BWk(x')). Estadísticos anuales de precipitación diaria sin considerar valores cero**

Año	Media	Mediana	Moda	Desv. típ.	Varianza	Asimetría	Curtosis	Rango	Mínimo	Máximo	Suma
1970	0.55	0.40	0.10	0.57	0.33	0.85	-1.29	1.20	0.10	1.30	0.55
1971	1.30	0.30	0.10	2.02	4.07	2.21	5.13	6.90	0.10	7.00	1.30
1972	5.77	1.00	1.00	10.49	110.10	2.17	3.32	33.40	0.10	33.50	5.77
1973	6.04	3.00	2.00	7.74	59.85	2.09	3.97	27.90	0.10	28.00	6.04
1974	4.74	2.00	4.00	8.45	71.46	3.45	13.00	36.90	0.10	37.00	4.74
1975	1.64	0.60	1.00	2.33	5.44	2.11	3.52	8.40	0.10	8.50	1.64
1976	3.10	2.00	0.10	3.65	13.35	1.15	0.12	9.90	0.10	10.00	3.10
1978	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	NA
1979	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	NA
1980	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	NA
1981	2.50	2.50	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	2.50	2.50	2.50
1982	6.61	3.30	NA	9.97	99.32	3.15	10.37	36.40	1.00	37.40	6.61
1983	8.49	3.50	3.50	10.95	119.88	1.80	2.27	33.70	0.70	34.40	8.49
1984	6.01	4.00	2.00	7.04	49.57	2.61	7.86	28.00	0.50	28.50	6.01
1985	6.46	6.50	NA	3.49	12.18	0.22	-1.26	9.20	2.00	11.20	6.46
1986	2.88	3.00	NA	1.51	2.29	-0.20	-4.48	3.10	1.20	4.30	2.88
1987	5.28	3.90	1.50	5.91	34.91	1.97	4.37	19.80	0.20	20.00	5.28
1988	2.06	0.10	0.10	2.78	7.70	0.89	-1.69	5.90	0.10	6.00	2.06
1989	5.75	3.00	0.10	7.46	55.64	1.62	2.22	23.40	0.10	23.50	5.75
1990	3.84	1.90	1.00	3.79	14.40	1.48	1.44	11.50	1.00	12.50	3.84
1991	8.23	2.65	NA	11.88	141.05	1.75	2.07	36.40	0.10	36.50	8.23
1992	8.16	4.60	2.50	7.20	51.82	1.40	0.88	24.80	1.20	26.00	8.16
1993	7.24	6.10	NA	6.37	40.62	0.92	0.69	19.90	0.10	20.00	7.24
1994	10.45	10.10	NA	6.30	39.70	0.33	1.56	15.40	3.10	18.50	10.45
1995	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.00	0.00	0.00	NA
1997	8.56	5.35	3.00	9.43	88.90	1.85	3.58	36.40	0.10	36.50	8.56
1998	2.86	0.65	0.10	4.20	17.60	1.96	4.33	15.20	0.10	15.30	2.86
1999	1.02	0.10	0.10	1.48	2.19	1.66	2.40	3.40	0.10	3.50	1.02
2000	6.29	3.75	1.50	5.91	34.96	0.98	-0.03	17.80	0.50	18.30	6.29
2001	3.64	1.90	1.00	4.04	16.35	1.79	1.98	11.50	1.00	12.50	3.64
2002	3.14	3.05	NA	2.33	5.44	0.13	-1.42	6.30	0.20	6.50	3.14
2003	6.18	5.10	1.20	7.00	49.05	2.02	4.11	27.30	0.30	27.60	6.18
2004	6.80	5.70	3.00	5.48	29.98	0.74	-0.80	16.10	1.30	17.40	6.80
2005	6.42	5.50	3.50	4.35	18.90	0.30	-1.71	11.20	1.30	12.50	6.42
2006	10.20	6.65	NA	11.00	121.02	1.64	2.96	24.90	1.30	26.20	10.20
2007	9.93	4.10	NA	17.54	307.52	3.13	10.25	63.30	0.70	64.00	9.93
2009	2.93	2.30	NA	1.83	3.36	1.37	NA	3.50	1.50	5.00	2.93
2010	9.90	6.50	NA	11.10	123.27	1.28	0.25	29.60	0.40	30.00	9.90

**Tabla A.33 .- Estación Ejido José María Morelos (Clima BWk(x')). Estadísticos anuales de temperatura promedio**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1970	14.52	14.00	18.00	4.09	16.74	-0.16	0.33	22.00	4.00	26.00
1971	16.82	16.00	15.00	4.51	20.32	-0.06	-0.07	27.00	3.00	30.00
1972	16.78	16.00	15.00	4.63	21.41	0.08	-0.43	23.00	6.00	29.00
1973	15.90	17.00	19.00	3.70	13.69	-0.80	-0.10	18.50	5.00	23.50
1974	16.72	17.00	20.00	4.22	17.81	-0.91	0.83	23.00	3.00	26.00
1975	16.02	16.00	15.00	3.58	12.85	-0.18	-0.27	19.00	7.00	26.00
1976	17.68	18.00	17.00	3.89	15.11	-0.37	0.32	24.00	5.00	29.00
1977	15.94	16.00	18.00	3.45	11.87	-0.46	0.58	19.00	5.00	24.00
1978	16.68	16.00	16.00	3.95	15.61	-0.10	0.39	25.00	5.00	30.00
1979	16.19	17.00	18.00	3.94	15.55	-0.31	0.37	23.00	5.00	28.00
1980	16.15	16.00	15.00	2.85	8.11	0.34	0.68	19.00	8.00	27.00
1981	16.90	16.00	16.00	3.26	10.62	0.30	0.19	22.00	7.00	29.00
1982	15.80	16.00	15.00	2.92	8.52	-0.33	1.05	21.00	5.00	26.00
1983	16.96	16.00	16.00	4.15	17.21	0.28	-0.20	20.00	8.00	28.00
1984	16.31	16.00	15.00	4.16	17.34	0.38	-0.25	24.00	6.00	30.00
1985	15.05	15.00	14.00	3.74	14.00	-0.04	-0.03	21.00	4.00	25.00
1986	15.49	15.00	15.00	2.87	8.24	-0.21	1.75	23.00	4.00	27.00
1987	15.36	15.00	15.00	3.46	11.94	-0.36	0.62	21.00	5.00	26.00
1988	15.63	16.00	16.00	3.62	13.09	-0.79	1.00	21.00	3.00	24.00
1989	14.62	15.00	18.00	3.68	13.52	-0.41	-0.02	20.00	4.00	24.00
1991	14.81	15.00	15.00	3.00	9.02	0.02	1.06	21.00	6.00	27.00
1992	16.45	17.00	17.00	4.01	16.11	-0.22	-0.13	23.00	5.00	28.00
1993	15.39	15.00	15.00	2.86	8.16	-0.41	-0.09	15.00	6.00	21.00
1994	16.00	16.00	15.00	3.50	12.26	0.01	0.38	21.00	5.00	26.00
1995	15.63	15.00	14.00	3.19	10.19	0.39	0.72	19.00	8.00	27.00
1996	16.22	16.00	15.00	4.02	16.18	-0.19	-0.05	22.00	5.00	27.00
1997	15.99	16.00	15.00	4.83	23.30	0.04	-0.26	23.00	4.00	27.00
1998	14.44	15.00	15.00	4.02	16.17	-0.20	-0.14	23.00	2.00	25.00
1999	13.42	13.00	13.00	3.40	11.54	-0.57	0.65	19.00	2.00	21.00
2000	14.11	14.00	14.00	3.70	13.71	-0.37	0.05	21.00	1.00	22.00
2002	14.14	14.00	14.00	3.87	14.97	-0.43	0.80	25.00	2.00	27.00
2003	15.18	15.00	15.00	3.13	9.83	0.12	-0.07	17.00	8.00	25.00
2004	15.11	15.00	14.00	3.53	12.46	-0.13	-0.21	19.00	5.00	24.00
2005	15.63	15.00	15.00	3.02	9.09	0.11	0.02	17.00	8.00	25.00
2006	15.95	16.00	15.00	4.33	18.76	0.17	0.71	28.00	4.00	32.00
2007	14.38	14.00	14.00	3.70	13.66	-0.18	0.34	22.00	3.00	25.00
2008	15.24	15.00	19.00	3.84	14.75	-0.13	-0.77	19.00	5.00	24.00
2009	14.70	14.00	14.00	3.60	12.97	0.28	0.08	22.00	5.00	27.00
2010	13.17	14.00	14.00	2.59	6.69	-0.20	0.92	16.00	6.00	22.00

**Tabla A.34 .- Estación Ejido José María Morelos (Clima BWk(x')). Estadísticos anuales de temperatura máxima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1970	23.54	22.50	22.00	3.07	9.45	0.74	-0.37	12.00	19.00	31.00
1971	23.33	22.00	20.00	4.64	21.57	0.52	-0.52	25.00	11.00	36.00
1973	22.77	22.00	20.00	3.10	9.64	1.00	1.46	20.00	16.00	36.00
1974	23.08	23.00	24.00	3.61	13.07	0.72	0.92	23.50	12.50	36.00
1975	22.94	22.00	20.00	3.57	12.72	0.65	0.07	18.00	17.00	35.00
1976	24.50	25.00	26.00	3.98	15.83	0.68	0.93	22.00	16.00	38.00
1977	23.24	23.00	22.00	3.11	9.68	0.61	0.36	17.00	17.00	34.00
1978	21.99	21.00	20.00	3.97	15.75	0.85	0.85	24.00	12.00	36.00
1979	21.91	22.00	20.00	4.18	17.49	0.38	-0.02	23.00	13.00	36.00
1980	21.72	21.00	20.00	3.50	12.23	0.85	0.42	18.00	16.00	34.00
1981	23.09	22.00	20.00	4.44	19.72	0.93	0.49	24.00	16.00	40.00
1982	22.16	22.00	20.00	3.91	15.31	0.62	-0.01	19.00	15.00	34.00
1983	22.68	22.00	20.00	4.13	17.05	0.71	-0.21	19.00	16.00	35.00
1984	22.75	22.00	20.00	4.08	16.61	0.83	0.70	23.00	14.00	37.00
1985	21.73	21.00	17.00	4.30	18.52	0.75	0.52	24.00	13.00	37.00
1986	22.07	22.00	22.00	3.46	11.96	0.93	0.66	20.00	15.00	35.00
1987	26.19	27.00	20.00	6.93	47.96	0.10	-1.20	29.00	13.00	42.00
1988	26.53	27.00	30.00	5.51	30.33	-0.20	-0.93	23.00	14.00	37.00
1989	21.32	21.00	22.00	3.58	12.80	0.50	-0.20	19.00	14.00	33.00
1990	22.36	22.00	24.00	4.54	20.62	0.41	-0.45	22.00	14.00	36.00
1991	21.23	20.00	20.00	3.59	12.90	0.91	0.77	23.00	12.00	35.00
1992	22.97	22.00	20.00	3.93	15.47	0.75	0.80	24.00	12.00	36.00
1993	21.83	21.00	20.00	3.00	8.99	0.72	0.37	17.00	16.00	33.00
1995	21.86	21.00	20.00	3.46	11.96	0.55	-0.07	21.00	14.00	35.00
1996	22.50	22.00	20.00	3.28	10.77	0.52	0.13	17.00	16.00	33.00
1997	22.67	22.00	22.00	4.43	19.61	0.63	0.14	23.00	14.00	37.00
1998	21.33	21.00	20.00	3.23	10.44	0.80	0.61	19.00	14.00	33.00
1999	20.19	20.00	20.00	3.73	13.93	0.93	0.97	19.00	15.00	34.00
2000	20.96	20.50	20.00	3.25	10.59	0.67	0.09	18.00	15.00	33.00
2001	20.04	20.00	19.00	3.49	12.15	0.57	0.47	19.00	13.00	32.00
2002	20.74	20.00	19.00	4.12	16.97	0.56	-0.12	22.00	12.00	34.00
2003	21.29	21.00	18.00	3.71	13.78	0.56	-0.01	19.00	14.00	33.00
2004	20.88	21.00	20.00	3.46	11.99	0.95	1.87	22.00	14.00	36.00
2005	21.32	20.00	20.00	3.45	11.90	0.90	0.21	16.00	16.00	32.00
2006	22.13	22.00	20.00	4.61	21.30	1.28	4.04	32.00	13.00	45.00
2007	20.54	20.00	17.00	4.22	17.80	0.73	0.43	22.00	11.00	33.00
2008	21.74	22.00	23.00	4.43	19.62	0.38	-0.18	23.00	12.00	35.00
2009	22.07	21.00	20.00	4.02	16.18	0.81	0.90	24.00	14.00	38.00
2010	20.07	19.00	18.00	3.01	9.09	1.26	1.14	16.00	15.00	31.00

**Tabla A.35.- Estación Ejido José María Morelos (Clima BWk(x')). Estadísticos anuales de temperatura mínima**

<b>Año</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>	<b>Desv. típ.</b>	<b>Varianza</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>	<b>Rango</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
1971	12.04	13.00	15.00	6.37	40.64	-0.37	-0.63	29.50	-5.50	24.00
1973	11.65	12.00	18.00	5.24	27.41	-0.41	-1.02	18.00	1.00	19.00
1974	12.01	14.00	17.00	5.80	33.68	-0.47	-0.94	26.00	-5.00	21.00
1975	11.55	13.00	14.00	5.44	29.56	-0.43	-1.04	21.00	-1.00	20.00
1976	12.90	13.00	18.00	5.63	31.74	-0.43	-0.75	24.00	-2.00	22.00
1977	11.88	12.00	17.00	4.43	19.59	-0.10	-0.89	19.00	3.00	22.00
1978	13.26	14.00	15.00	5.02	25.18	-0.67	-0.11	27.00	-2.00	25.00
1979	11.35	12.00	15.00	5.25	27.55	-0.34	-0.93	20.00	1.00	21.00
1980	11.52	12.00	17.00	4.77	22.73	-0.33	-0.67	23.00	-1.00	22.00
1981	12.61	13.00	19.00	4.93	24.34	-0.15	-0.93	21.00	1.00	22.00
1982	11.63	12.00	13.00	4.69	22.03	-0.31	-0.55	22.00	-1.00	21.00
1983	12.51	13.00	15.00	5.83	33.99	-0.10	-0.92	24.00	1.00	25.00
1984	12.04	12.00	12.00	6.06	36.70	-0.08	-0.97	27.00	-2.00	25.00
1985	11.00	12.00	12.00	4.85	23.48	-0.33	-0.73	23.00	-2.00	21.00
1986	11.18	12.00	13.00	4.33	18.76	-0.47	-0.51	21.00	-1.00	20.00
1987	11.50	13.00	14.00	5.10	26.06	-0.84	0.02	26.00	-4.00	22.00
1988	11.90	13.00	14.00	4.82	23.23	-0.73	-0.11	23.00	-3.00	20.00
1989	11.63	12.00	12.00	4.94	24.40	-0.60	-0.46	23.00	-2.00	21.00
1990	12.12	13.00	13.00	5.32	28.35	-0.32	-0.76	22.90	0.10	23.00
1991	11.23	12.00	13.00	4.70	22.04	-0.42	-0.75	23.00	-2.00	21.00
1992	12.45	13.00	14.00	5.23	27.35	-0.24	-0.68	25.00	1.00	26.00
1993	11.67	13.00	16.00	4.67	21.81	-0.41	-0.81	18.00	1.00	19.00
1994	12.71	13.00	13.00	4.97	24.74	-0.45	-0.46	24.00	-1.00	23.00
1995	12.46	13.00	13.00	4.49	20.15	-0.45	-0.22	21.00	1.00	22.00
1996	12.38	13.00	14.00	5.11	26.09	-0.35	-0.55	26.00	-3.00	23.00
1997	12.97	13.00	10.00	5.68	32.28	-0.22	-0.54	28.00	-3.00	25.00
1998	11.82	13.00	15.00	5.61	31.47	-0.30	-0.74	24.00	-2.00	22.00
1999	10.74	12.00	16.00	5.25	27.58	-0.73	-0.29	24.00	-5.00	19.00
2000	11.59	12.00	14.00	5.16	26.63	-0.46	-0.49	24.00	-3.00	21.00
2001	11.93	13.00	16.00	4.34	18.82	-0.79	-0.14	23.00	-2.00	21.00
2002	11.37	12.00	13.00	4.60	21.15	-0.46	-0.57	20.00	1.00	21.00
2003	12.34	13.00	13.00	4.81	23.10	-0.42	-0.37	22.70	0.30	23.00
2004	12.02	13.00	14.00	5.03	25.32	-0.37	-0.61	23.00	1.00	24.00
2005	12.83	14.00	14.00	4.41	19.49	-0.67	-0.20	20.00	1.00	21.00
2006	12.54	13.00	18.00	5.65	31.88	-0.43	-0.48	29.00	-4.00	25.00
2007	11.82	13.00	13.00	5.06	25.60	-0.38	-0.57	22.00	1.00	23.00
2008	12.62	13.00	13.00	5.18	26.80	-0.38	-0.81	20.00	1.00	21.00
2009	11.79	13.00	13.00	5.08	25.80	-0.27	-0.90	23.00	1.00	24.00
2010	10.27	11.00	13.00	4.25	18.09	-0.33	-0.49	21.00	1.00	22.00

## ANEXO B

GRAFICOS DE LA ESTACION CON EL REGISTRO MAS AMPLIO DEL CLIMA BW(h)(x) (DELTA)

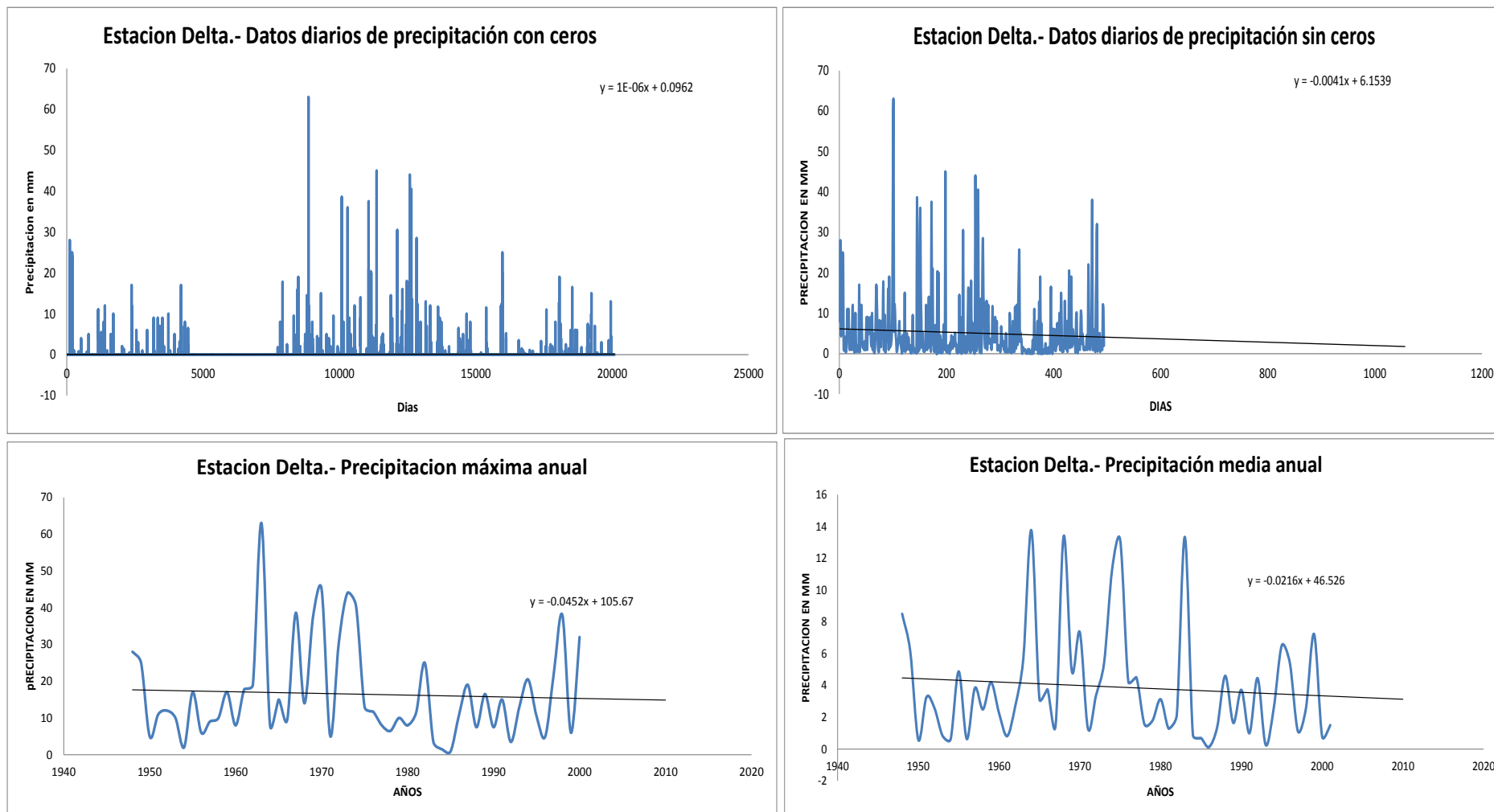


Figura B.1.- Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación Delta.

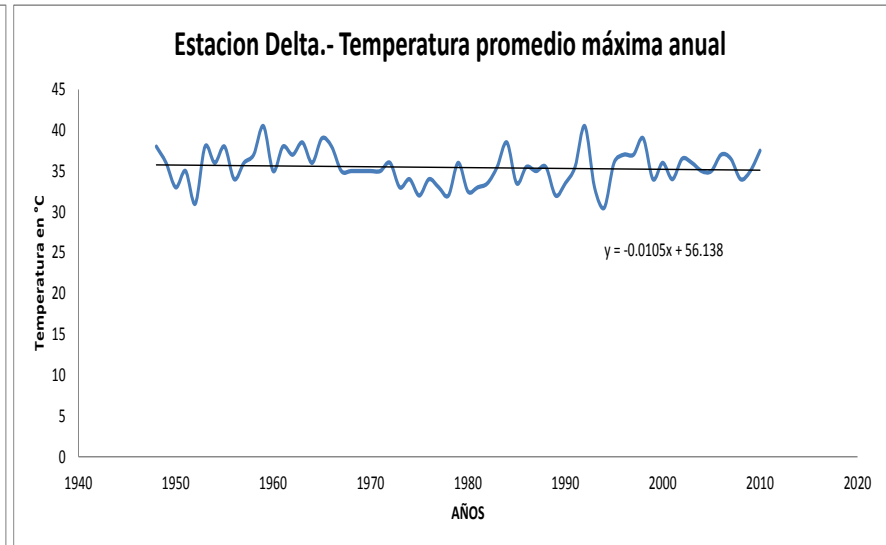
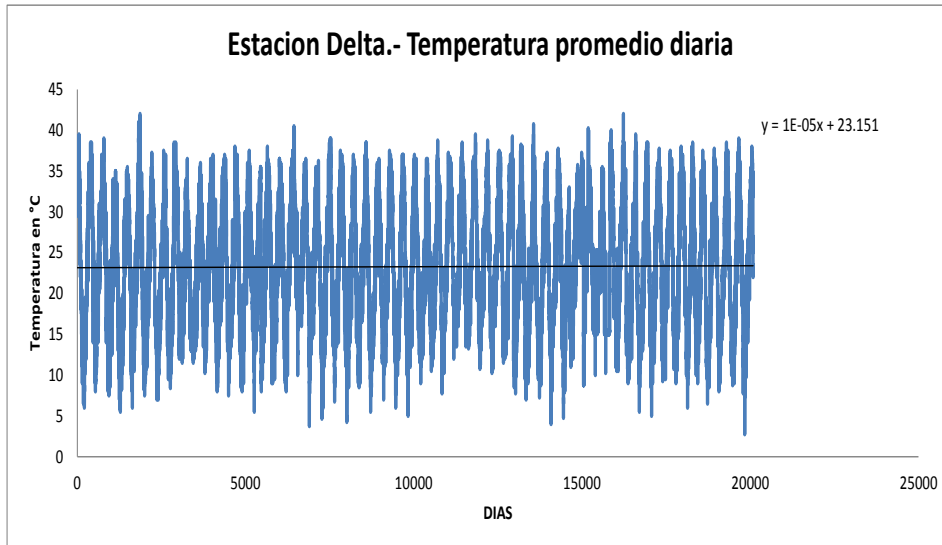
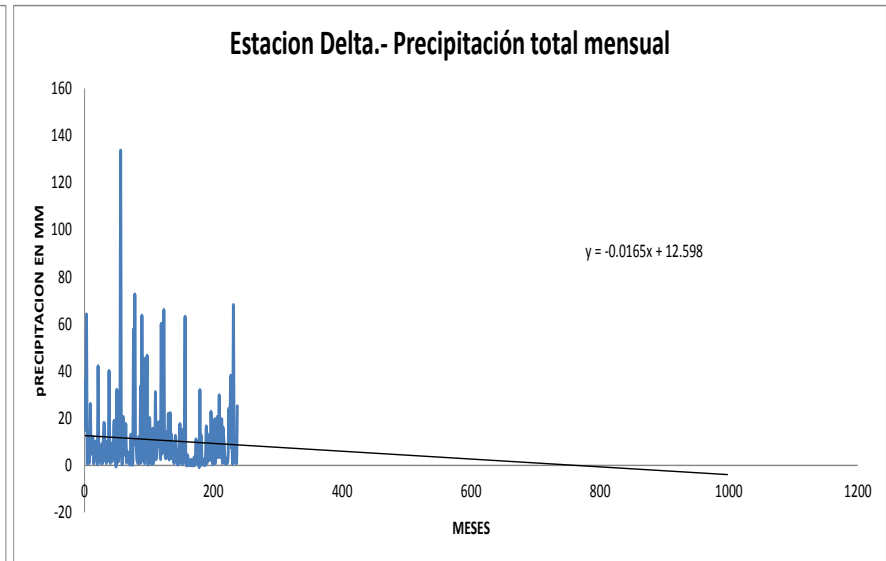
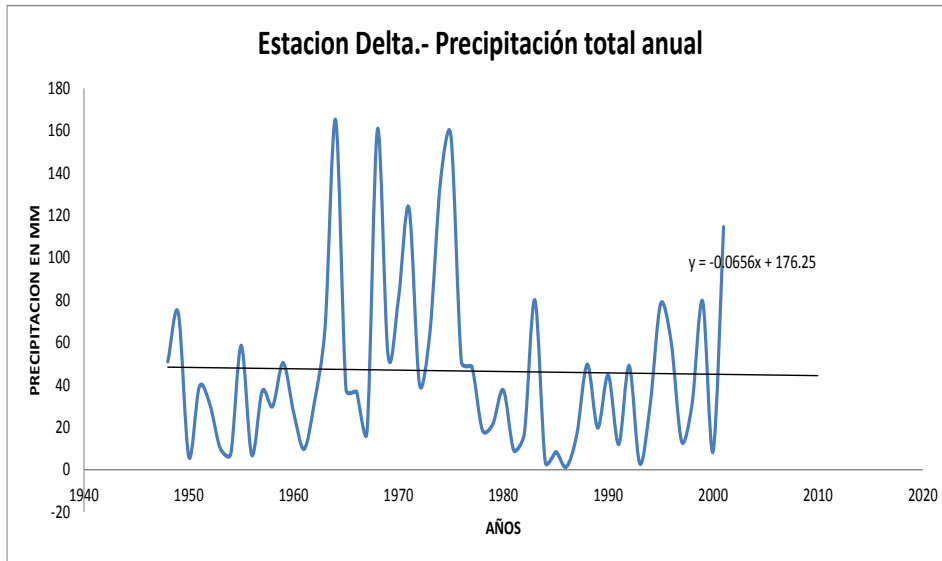


Figura B.2.- Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estacion Delta.

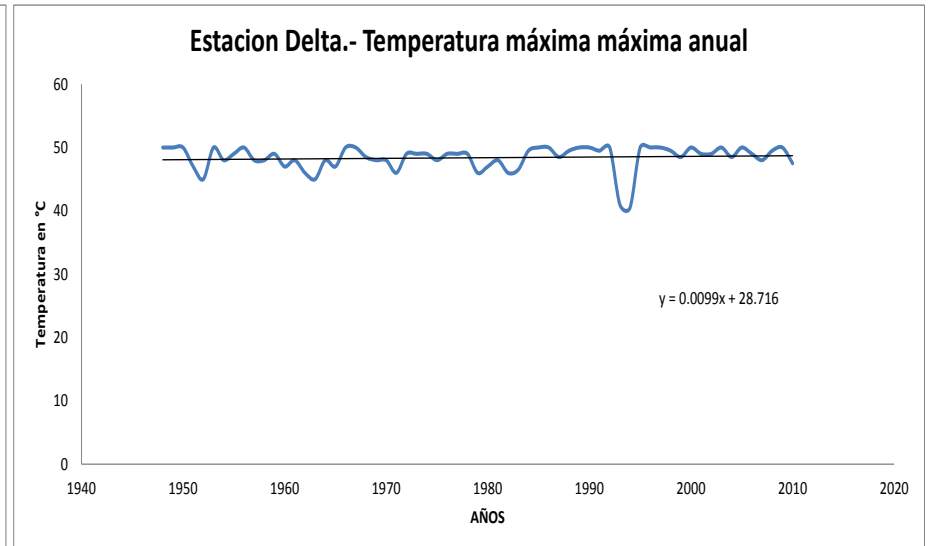
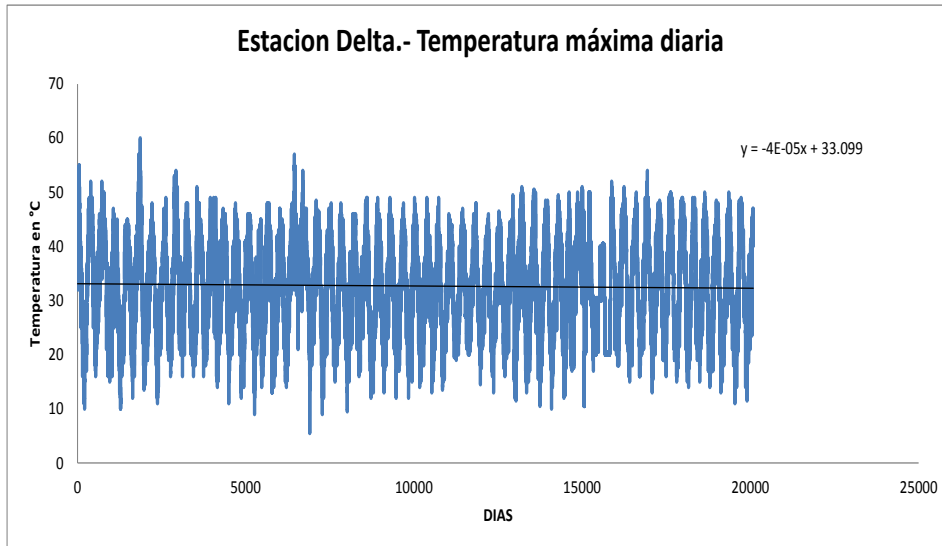
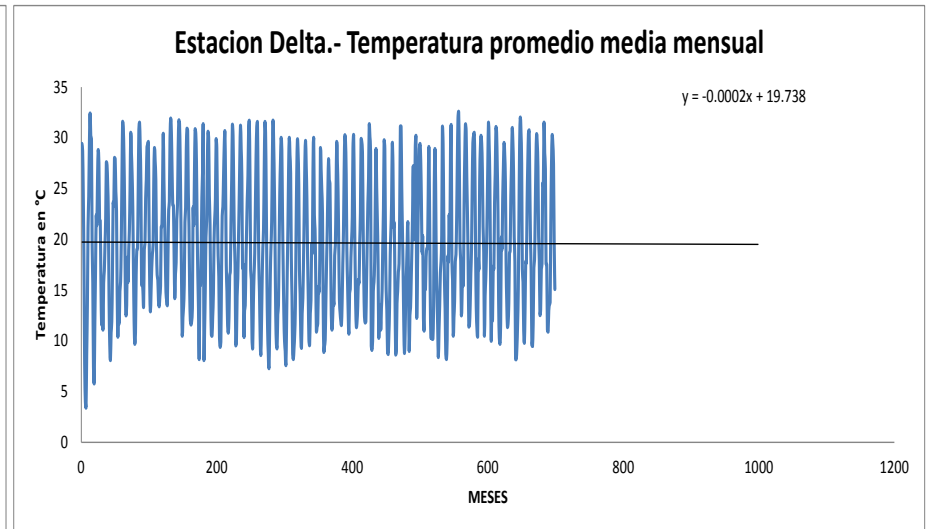
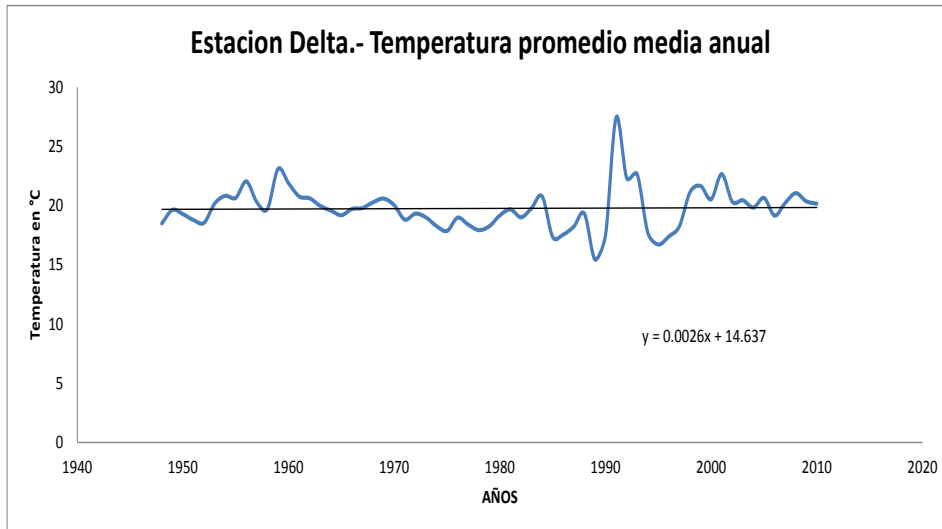


Figura B.3.- Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estacion Delta

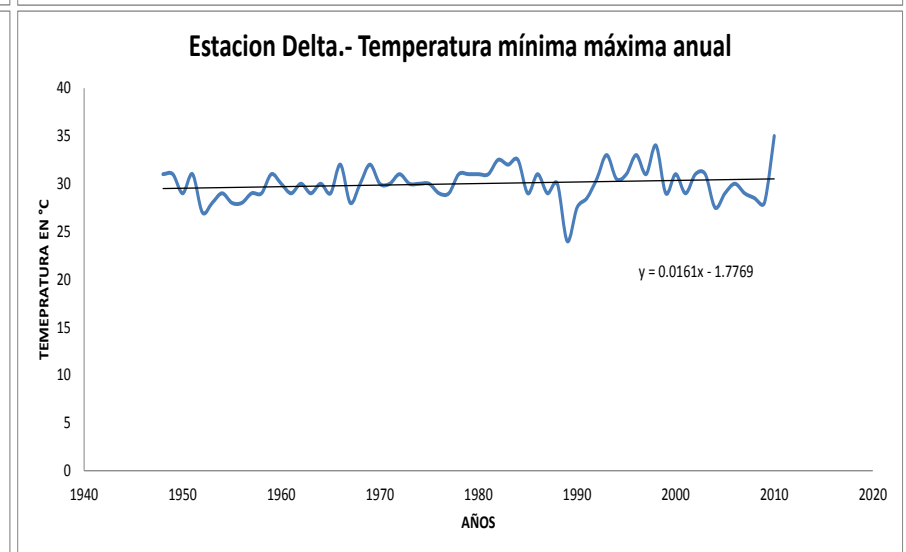
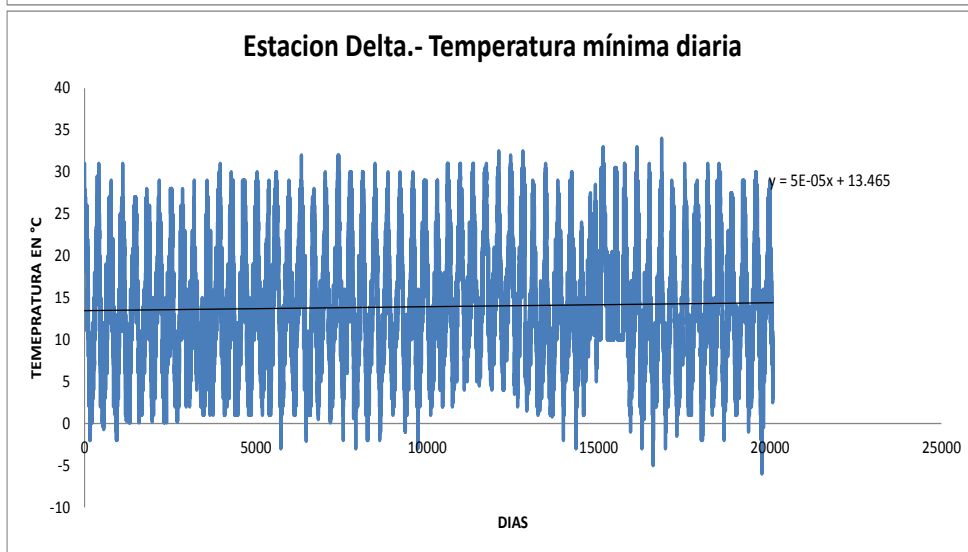
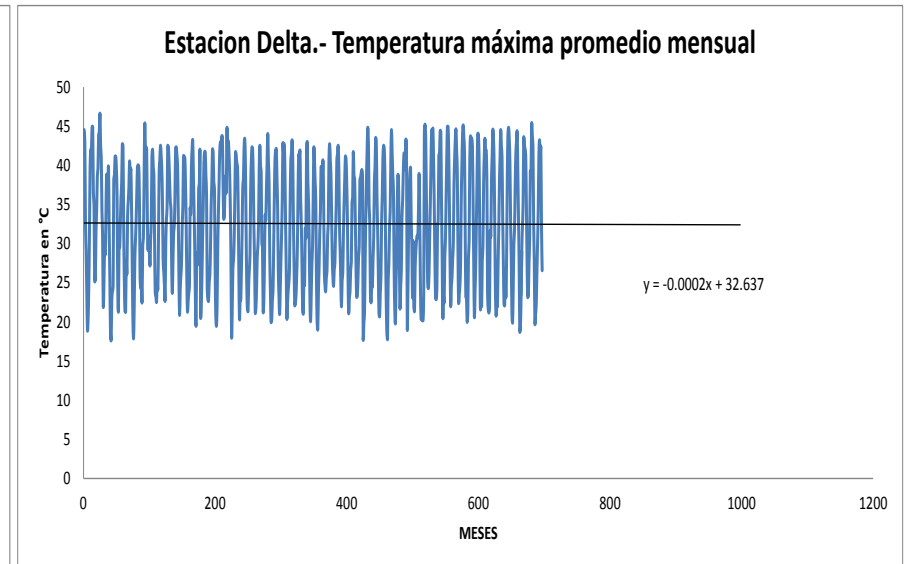
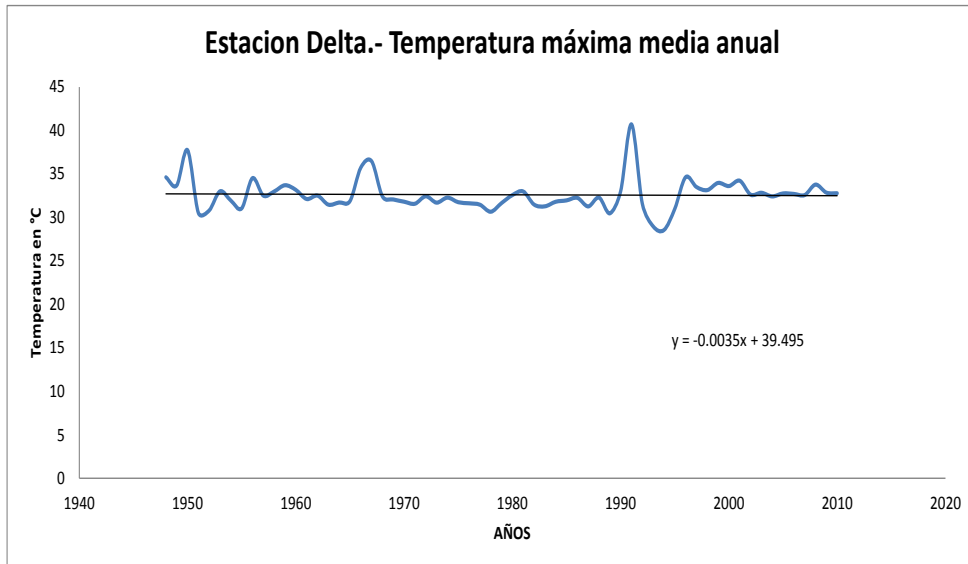


Figura B.4.- Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estacion Delta

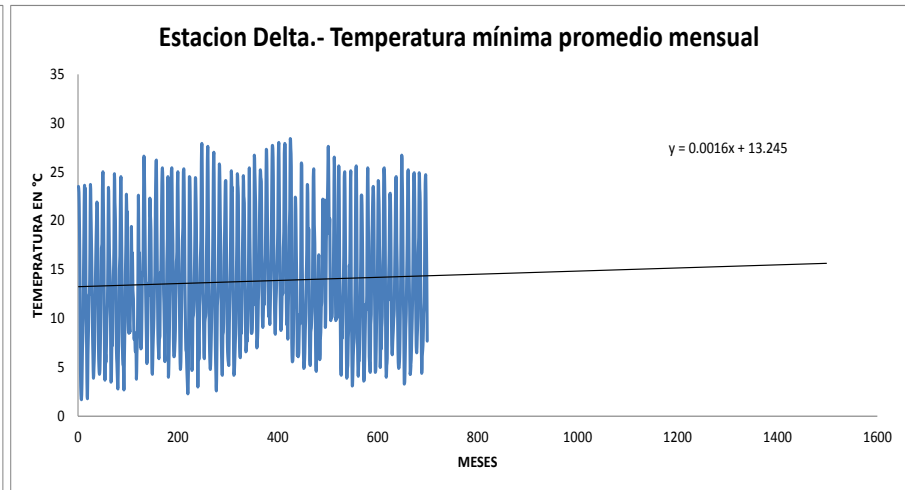
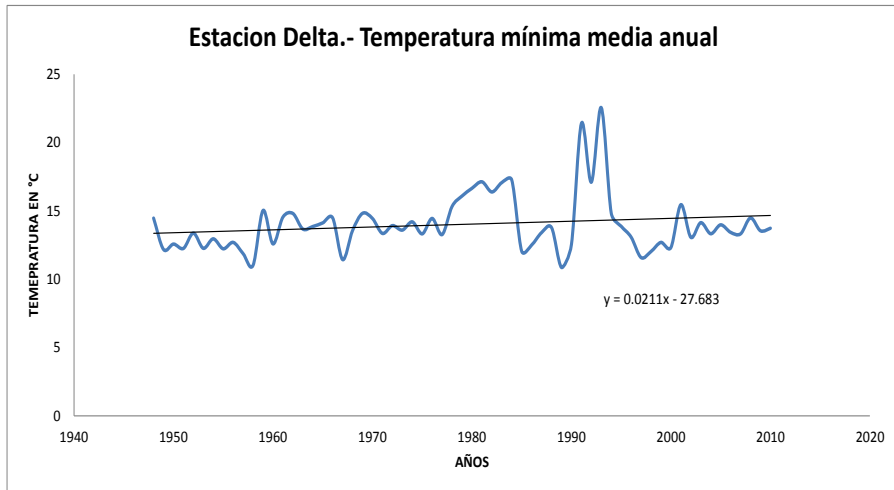


Figura B.5.- Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estacion Delta.

GRAFICOS DE LA ESTACION CON EL REGISTRO MAS AMPLIO DEL CLIMA BWh(x) (CHAPALA)

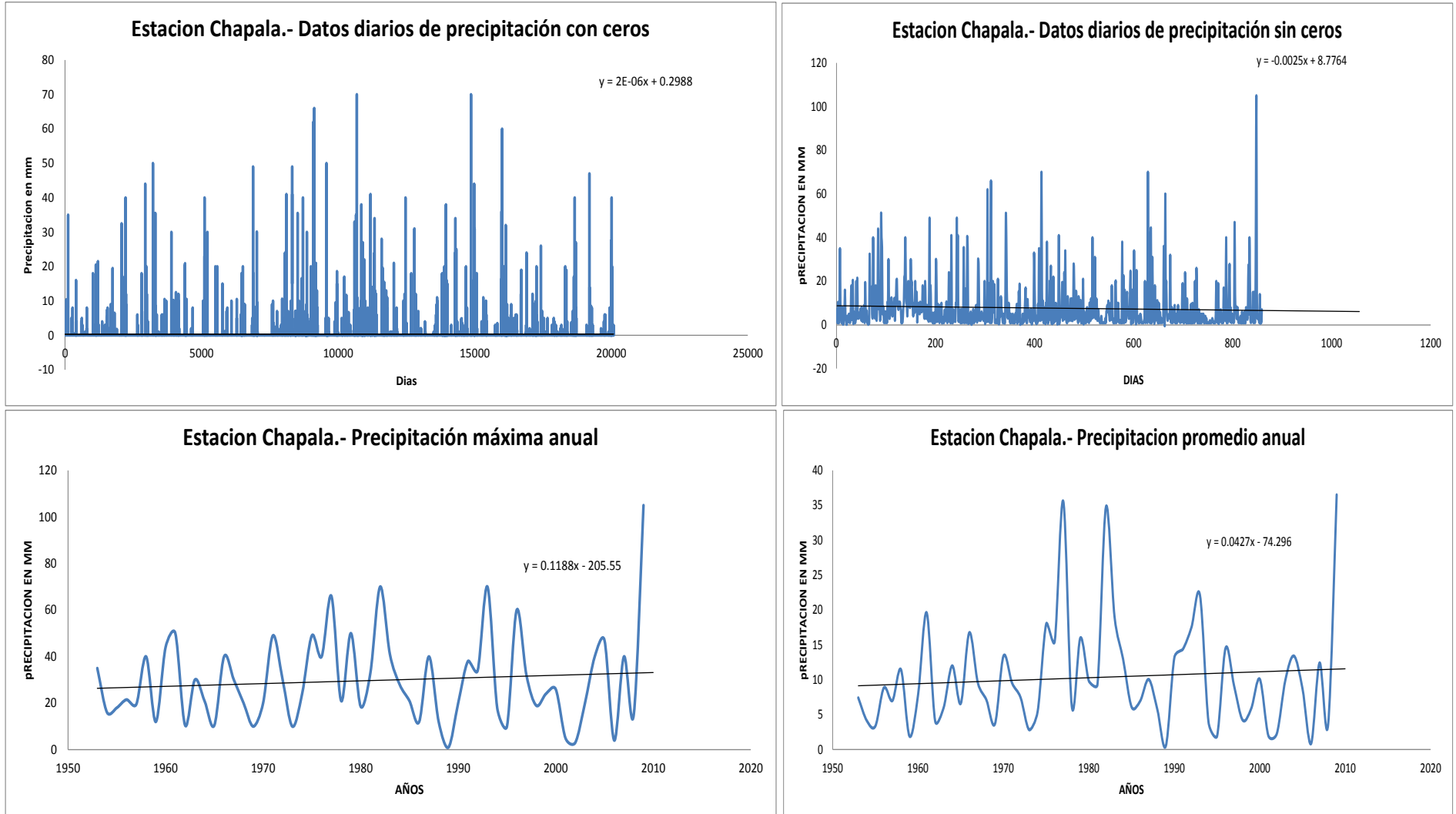


Figura B.6.- Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación Chapala.

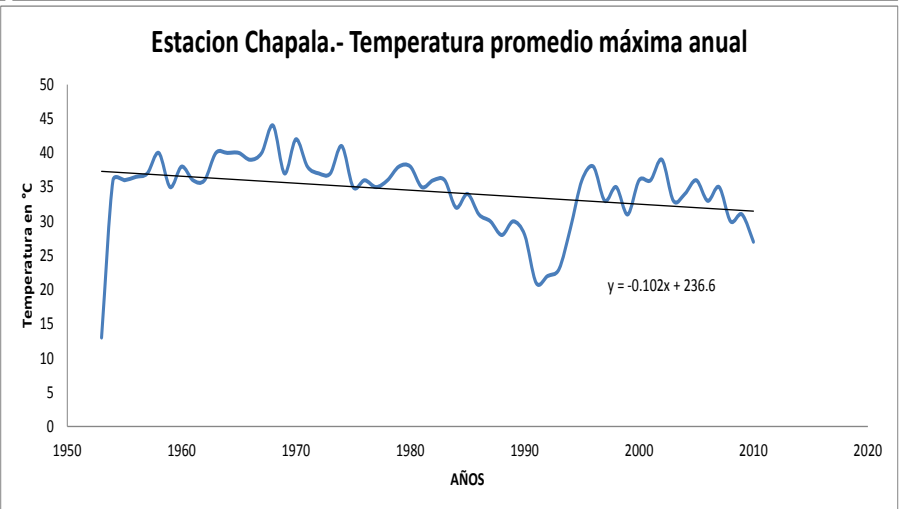
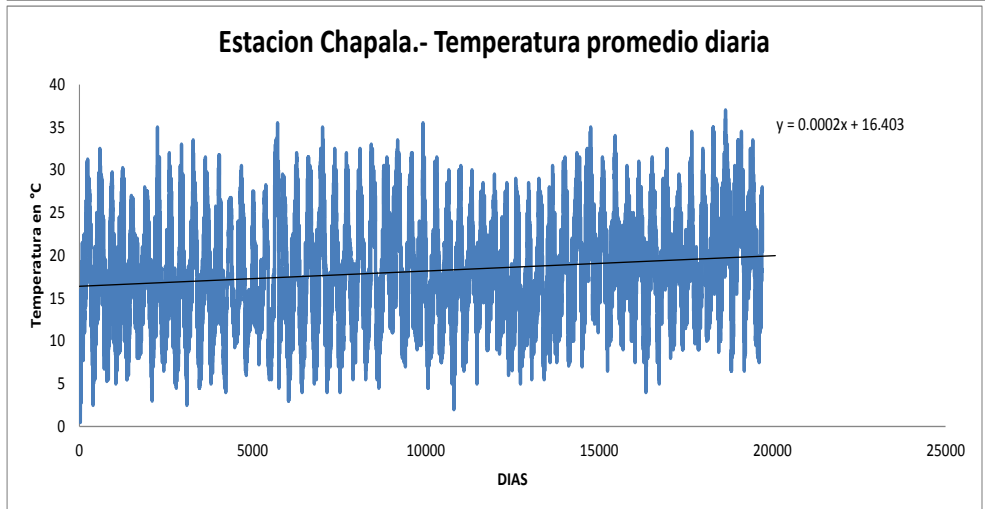
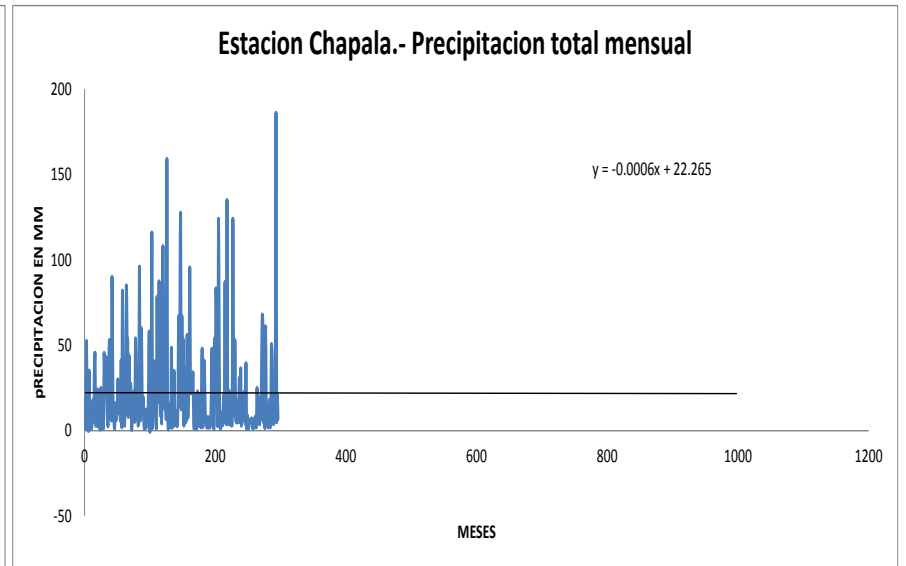
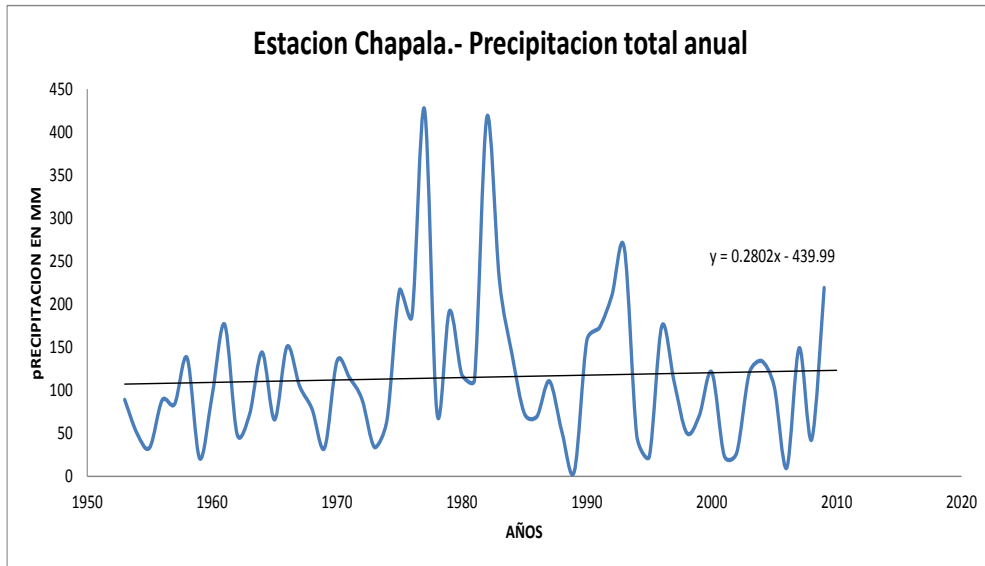


Figura B.7.- Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estacion Chapala.

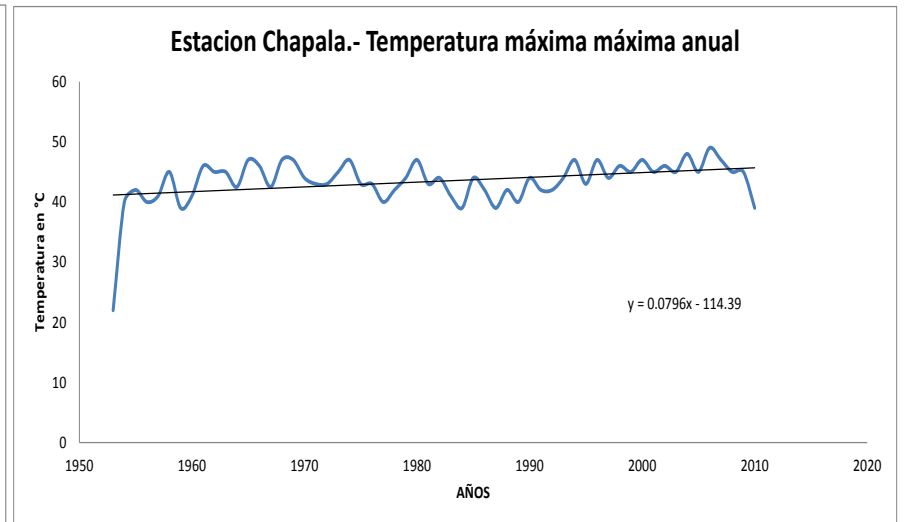
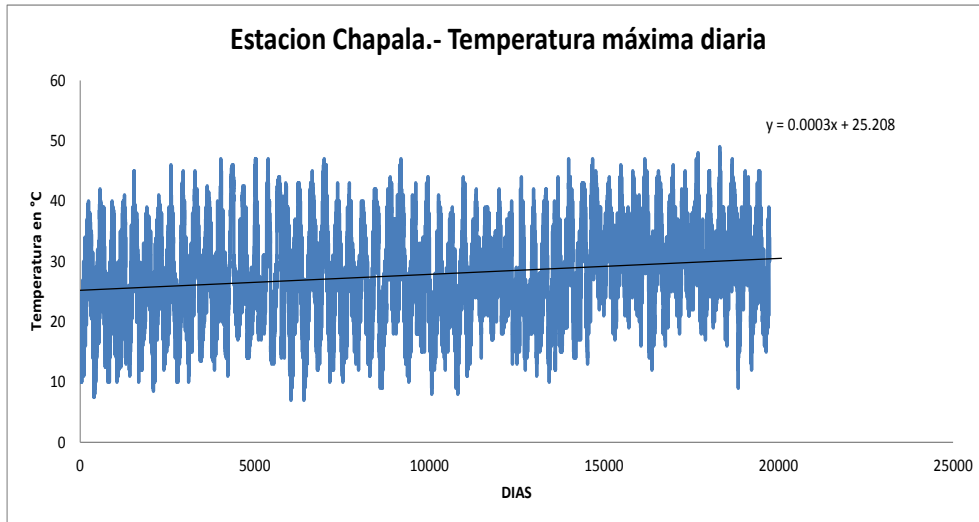
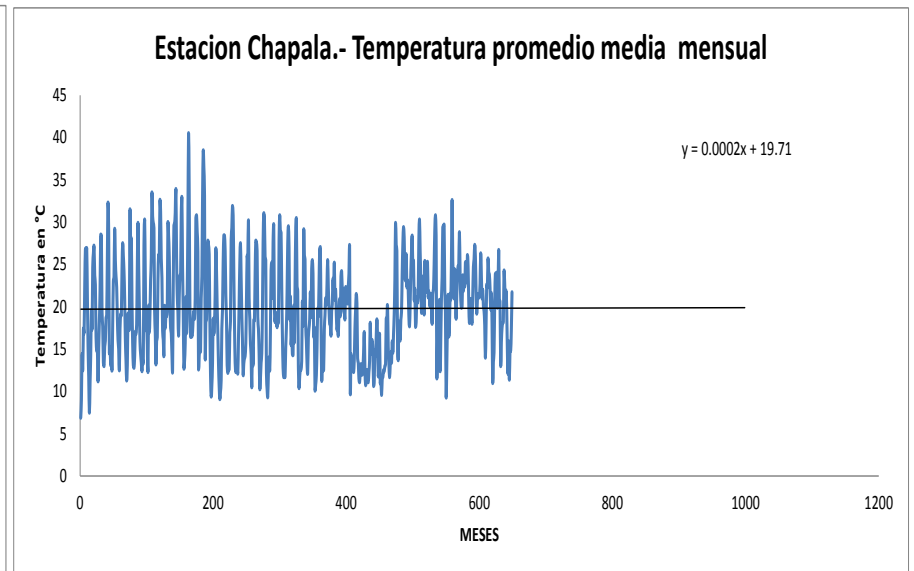
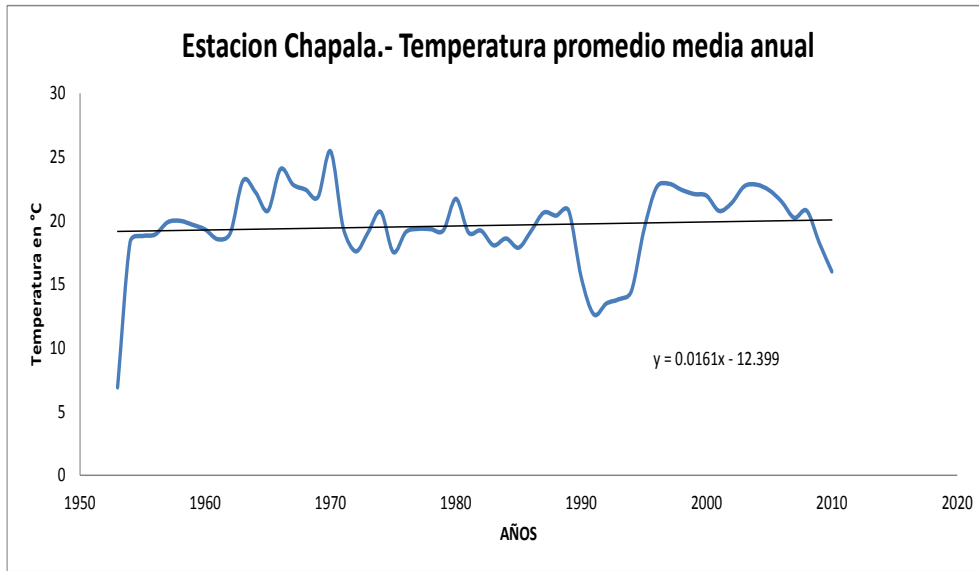


Figura B.8.- Series de tiempo de datos de temperatura promedio media anual, temperatura promedio media mensual, temperatura máxima diaria y temperatura máxima máxima anual de la estacion Chapala

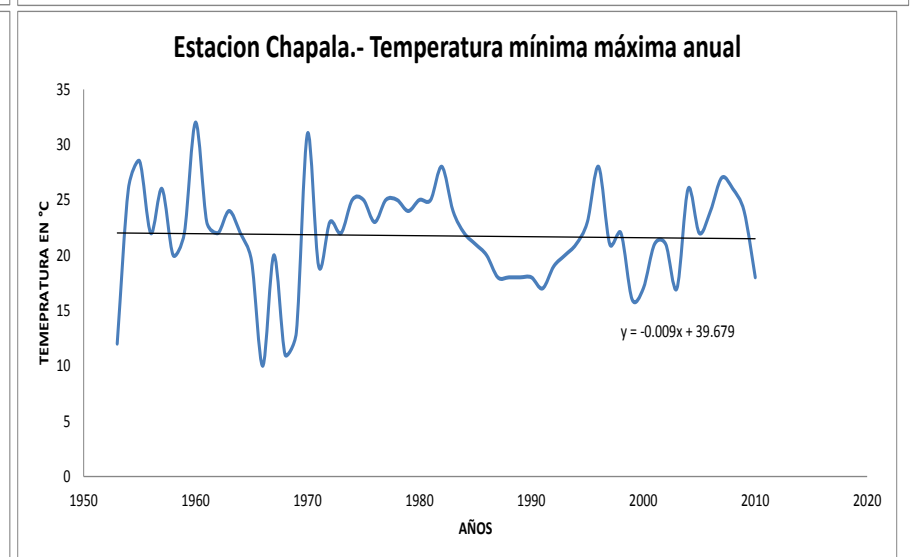
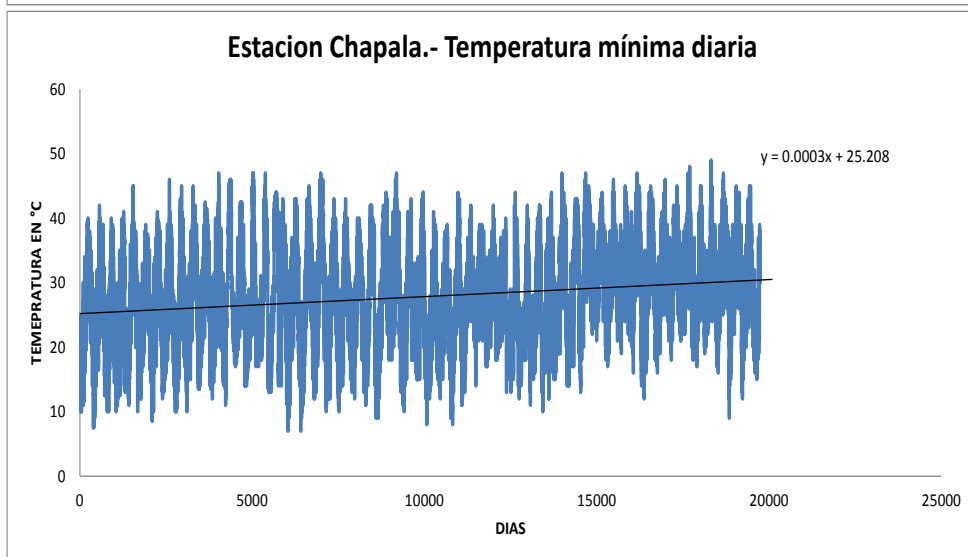
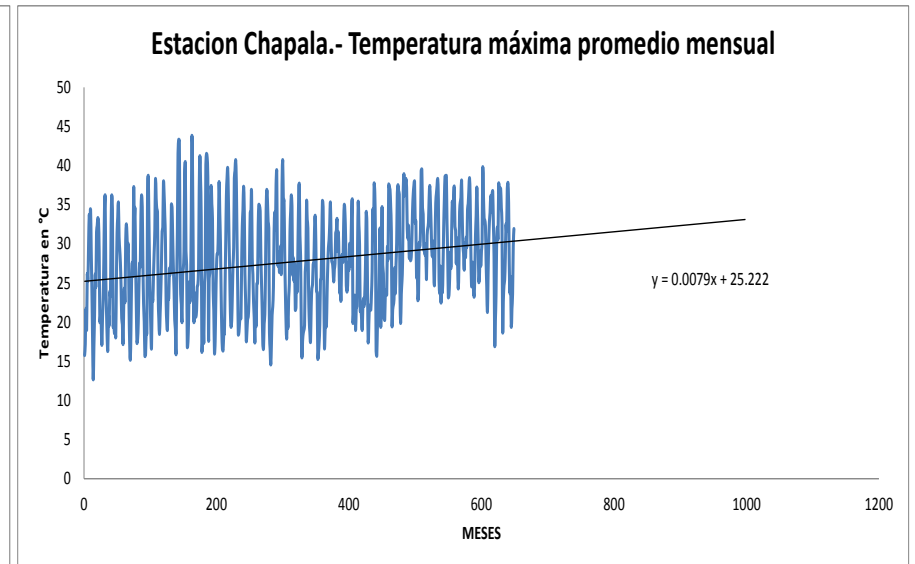
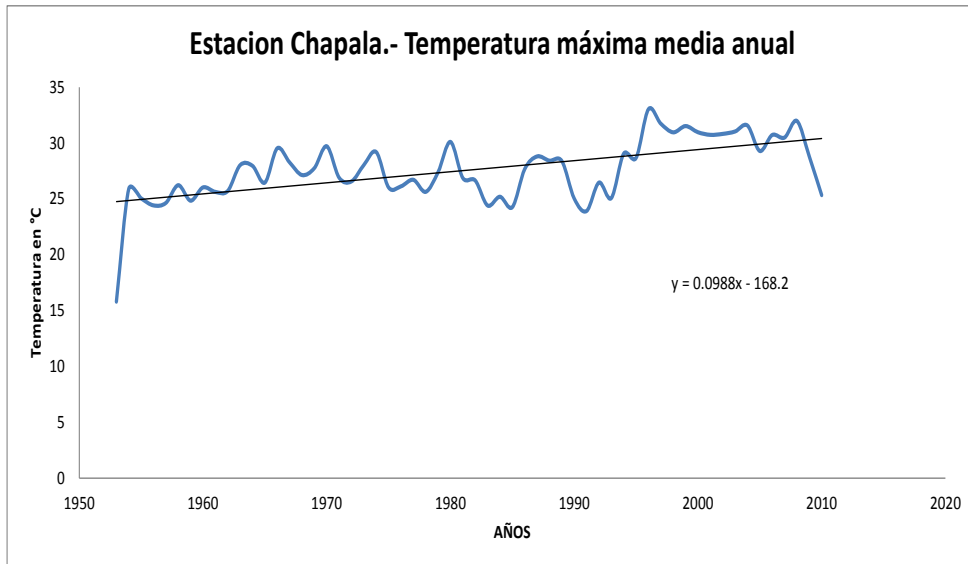


Figura B.9.- Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estacion Chapala

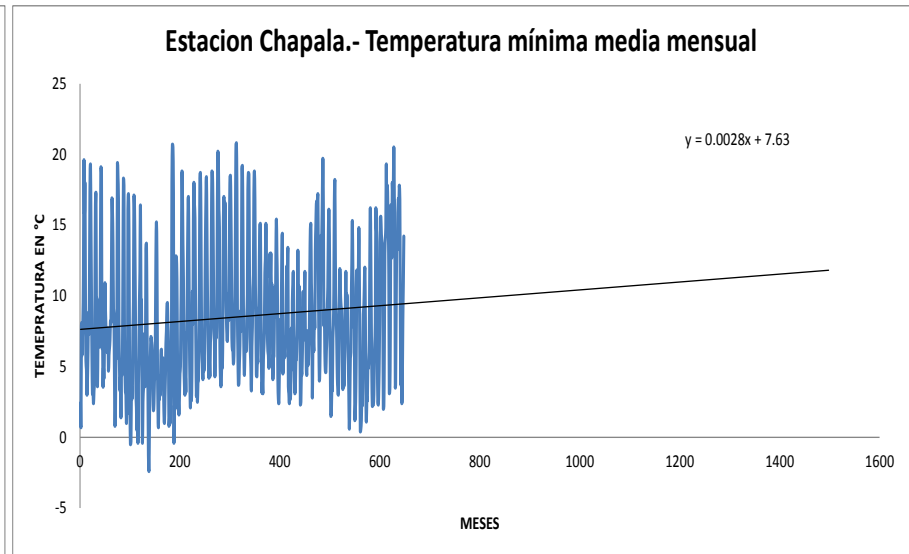
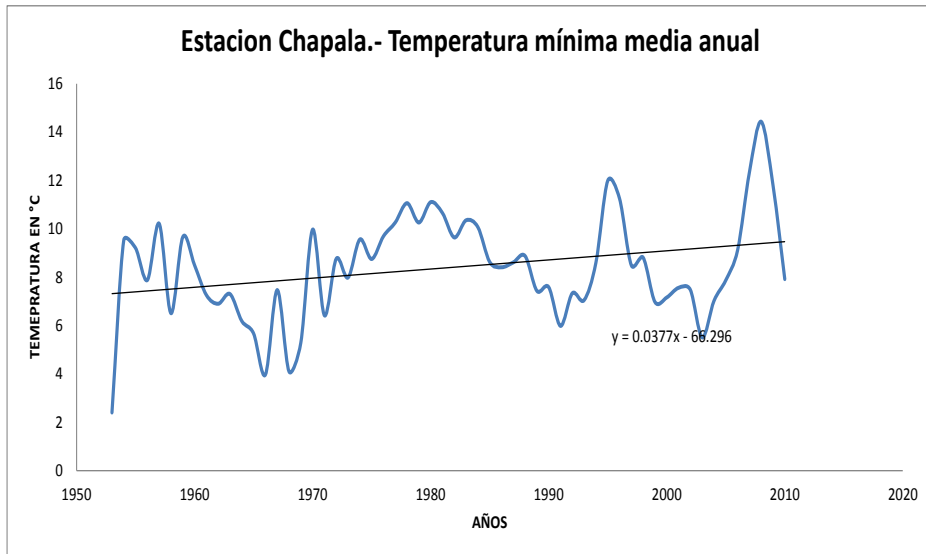


Figura B.10.- Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estacion Chapala.

GRAFICOS DE LA ESTACION CON EL REGISTRO MAS AMPLIO DEL CLIMA BWhs (EL ARCO)

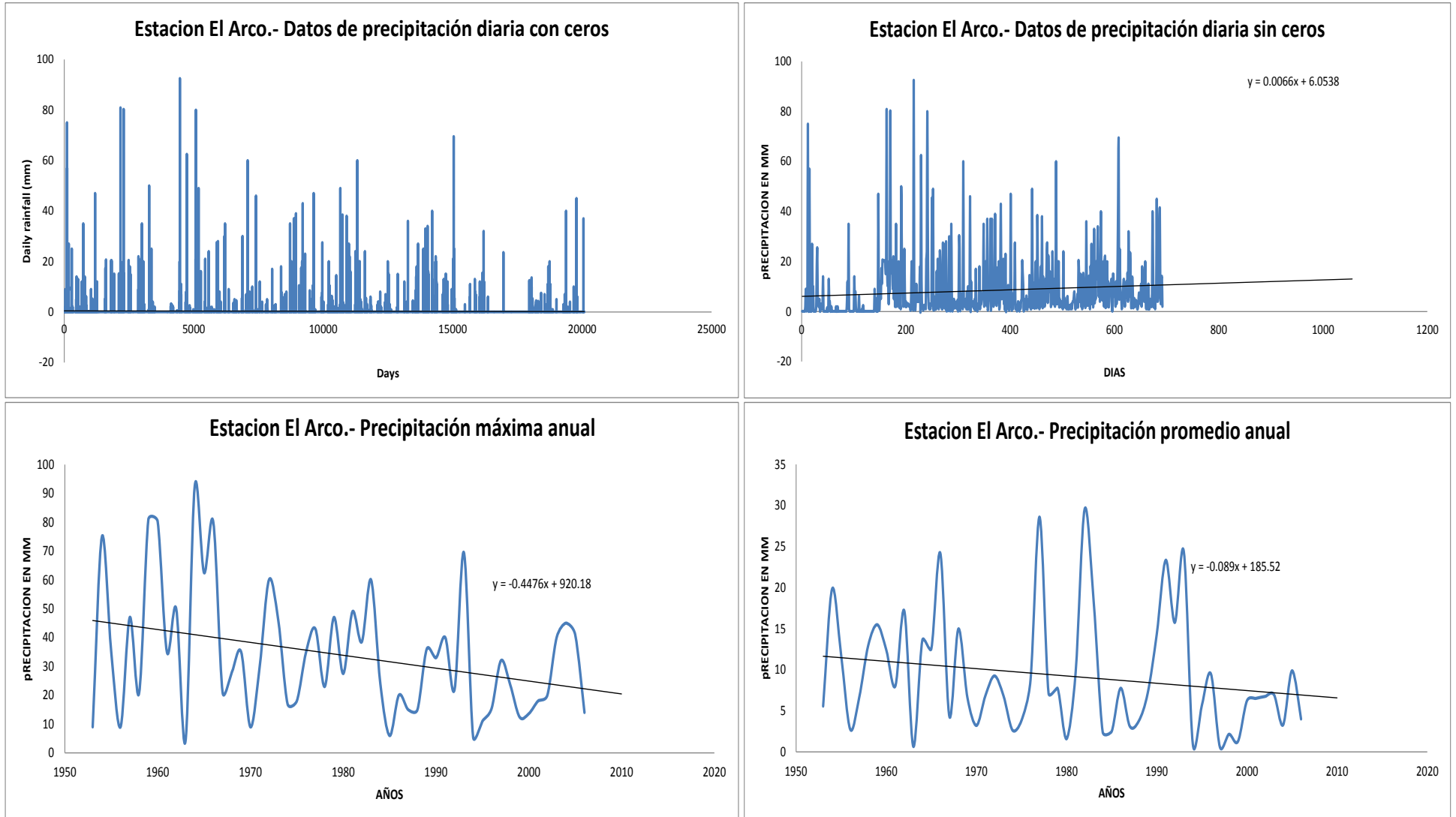


Figura B.11.- Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación El Arco.

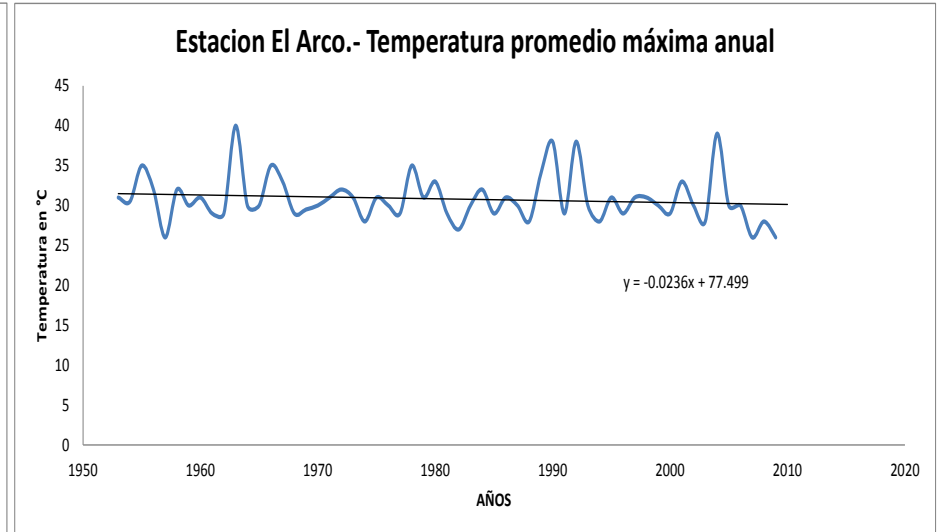
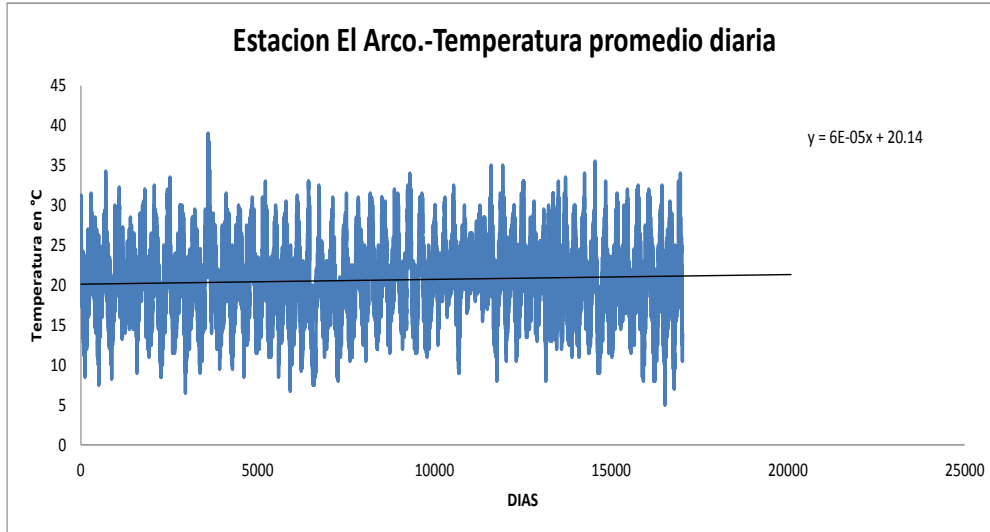
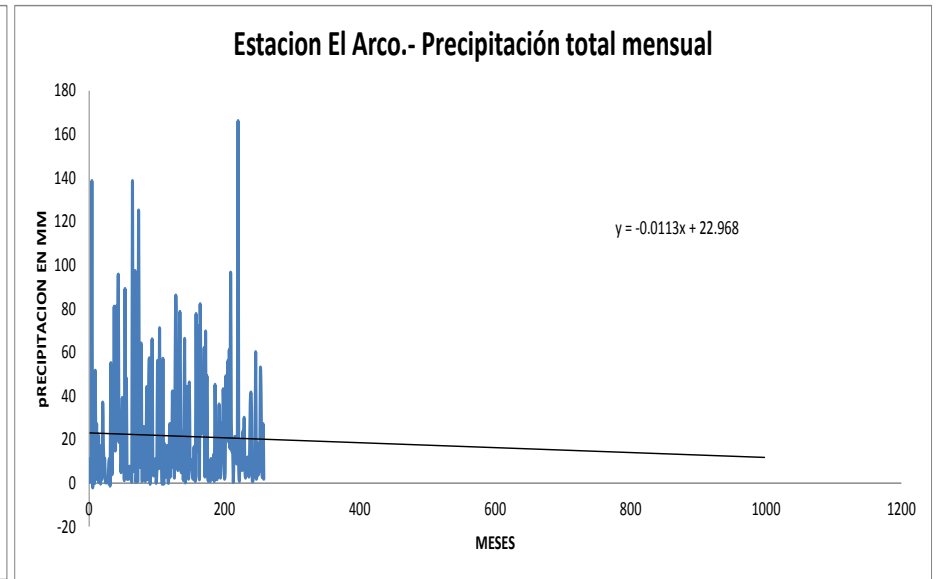
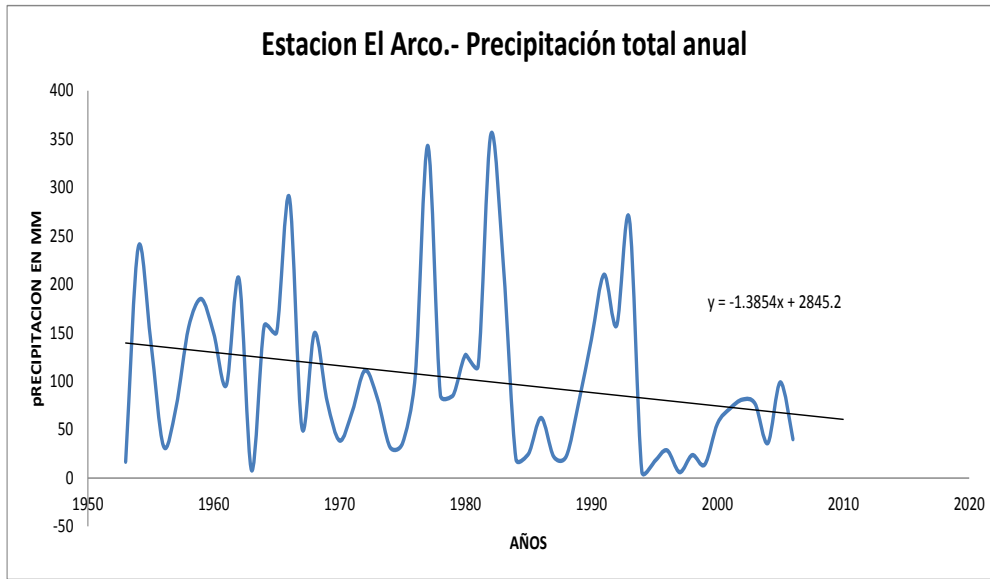


Figura B.12.- Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estacion El Arco.

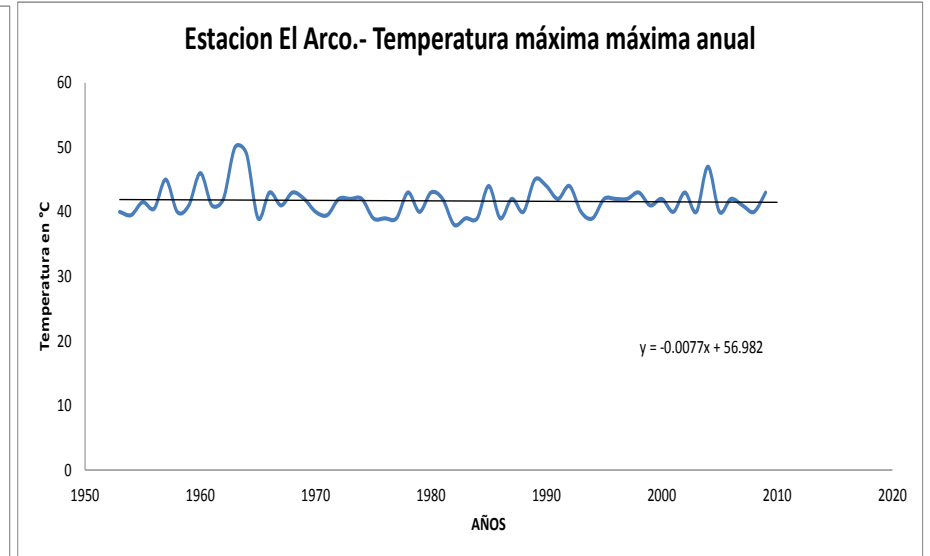
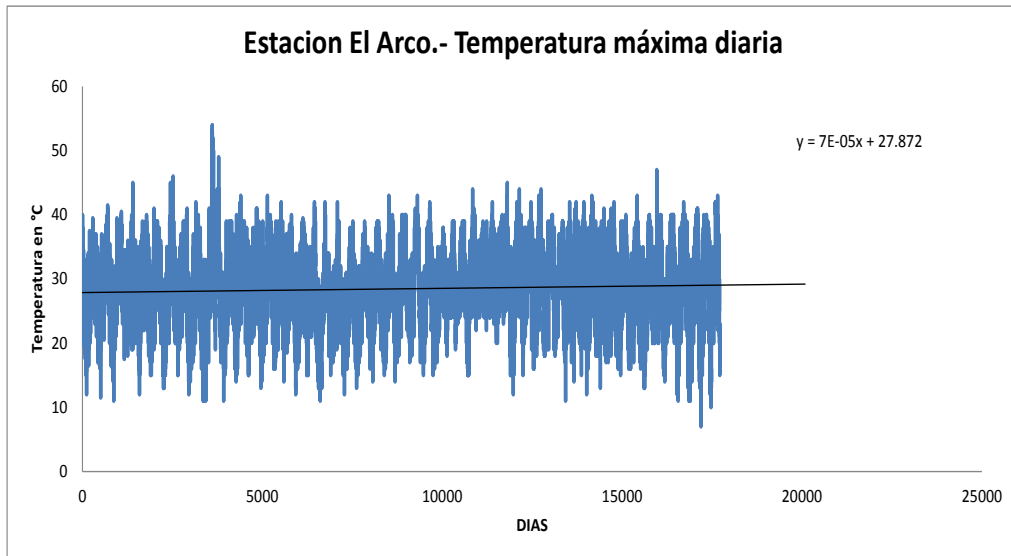
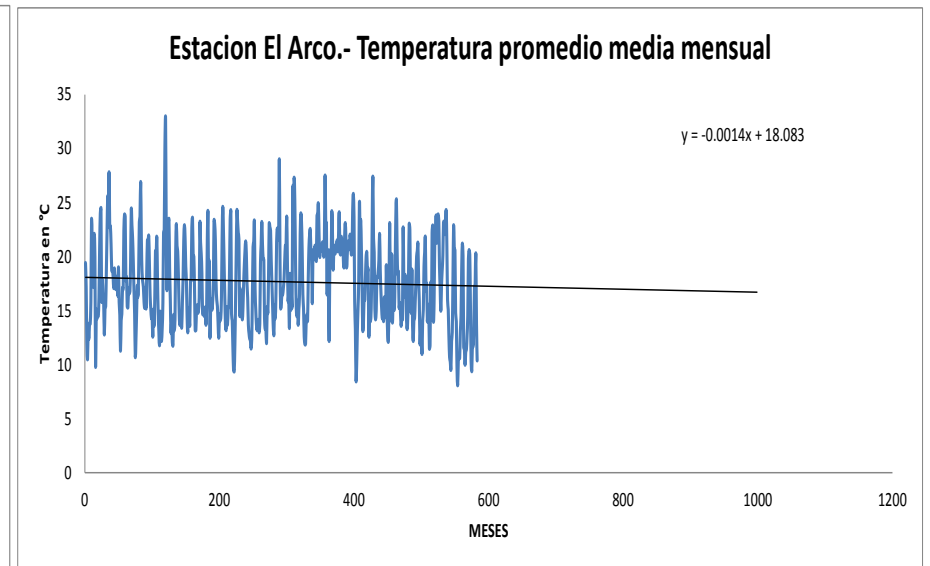
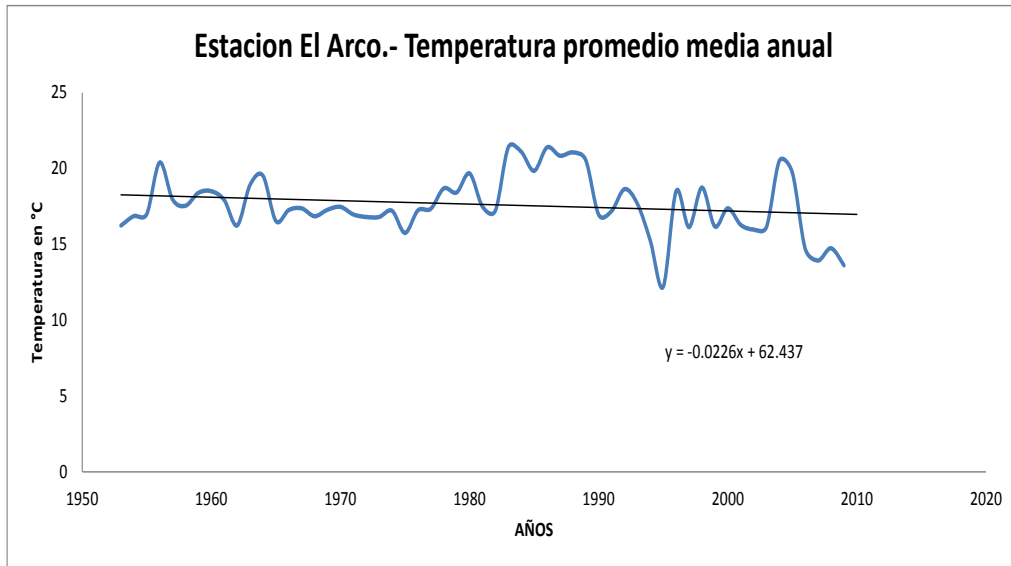


Figura B.13.- Series de tiempo de datos de temperatura promedio media anual, temperatura promedio media mensual, temperatura máxima diaria y temperatura máxima máxima anual de la estacion El Arco

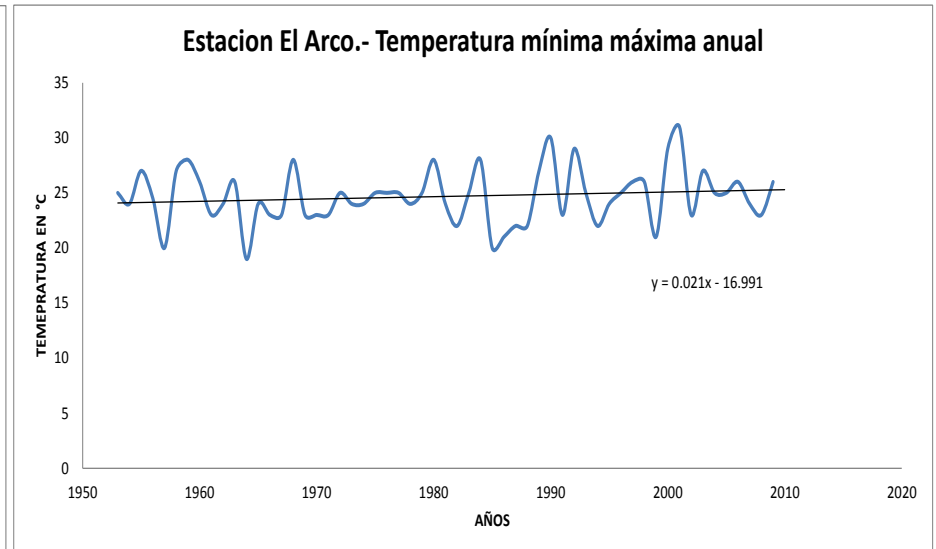
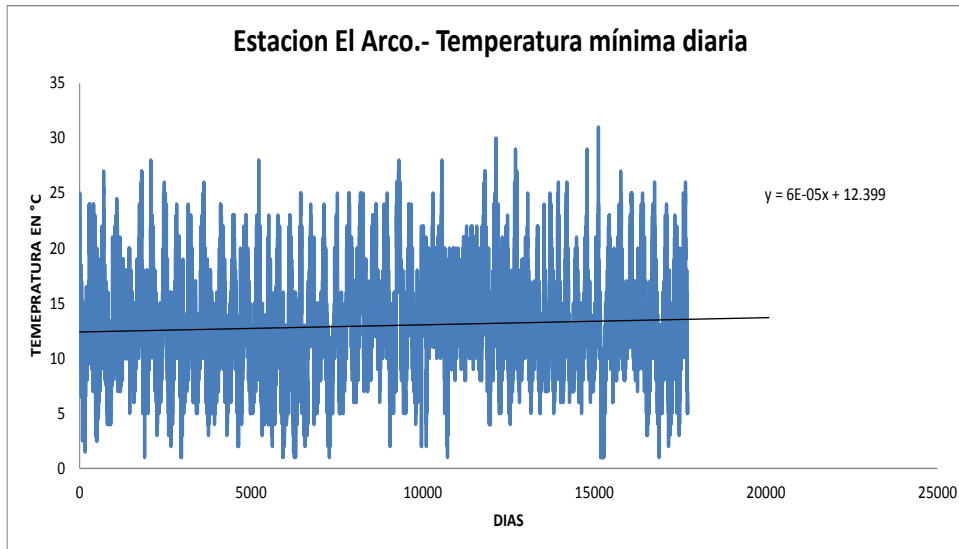
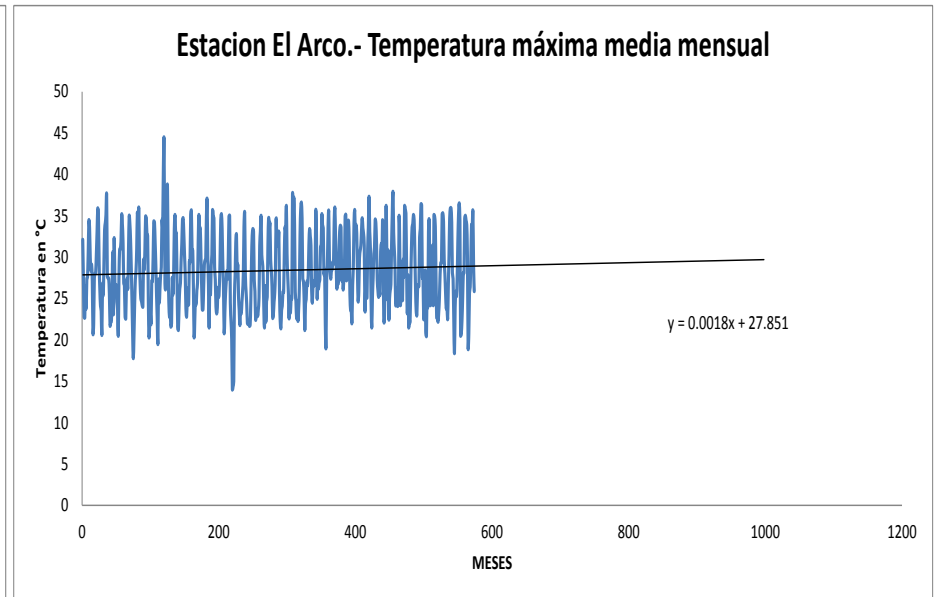
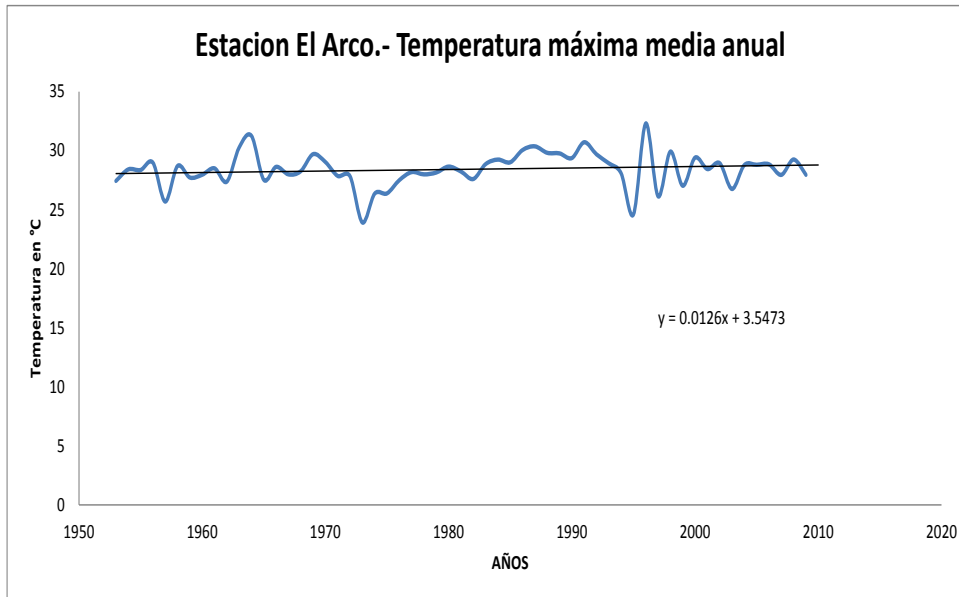


Figura B.14.- Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estacion El Arco

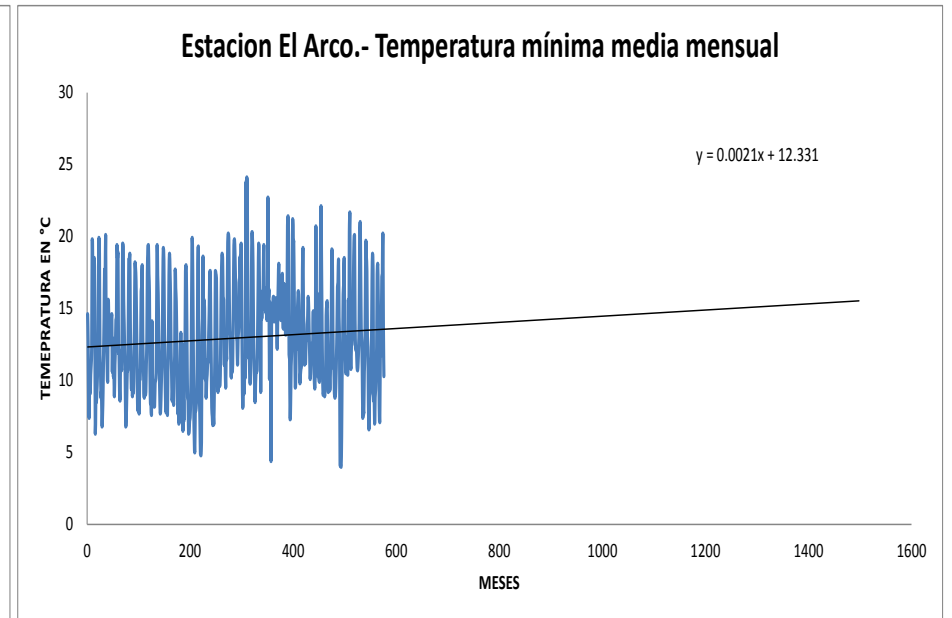
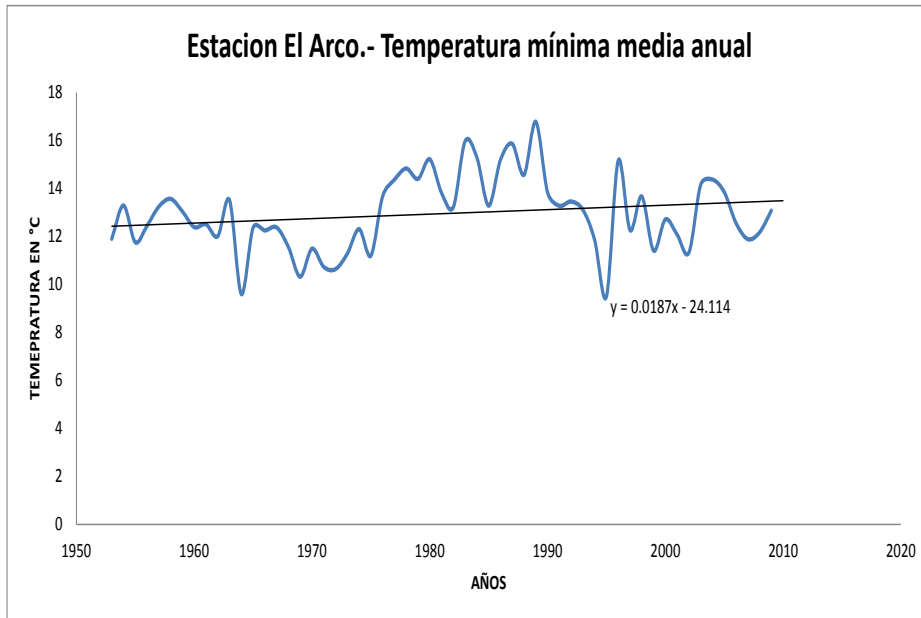


Figura B.15.- Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estacion El Arco.

GRAFICOS DE LA ESTACION CON EL REGISTRO MAS AMPLIO DEL CLIMA BWks (SAN AGUSTIN)

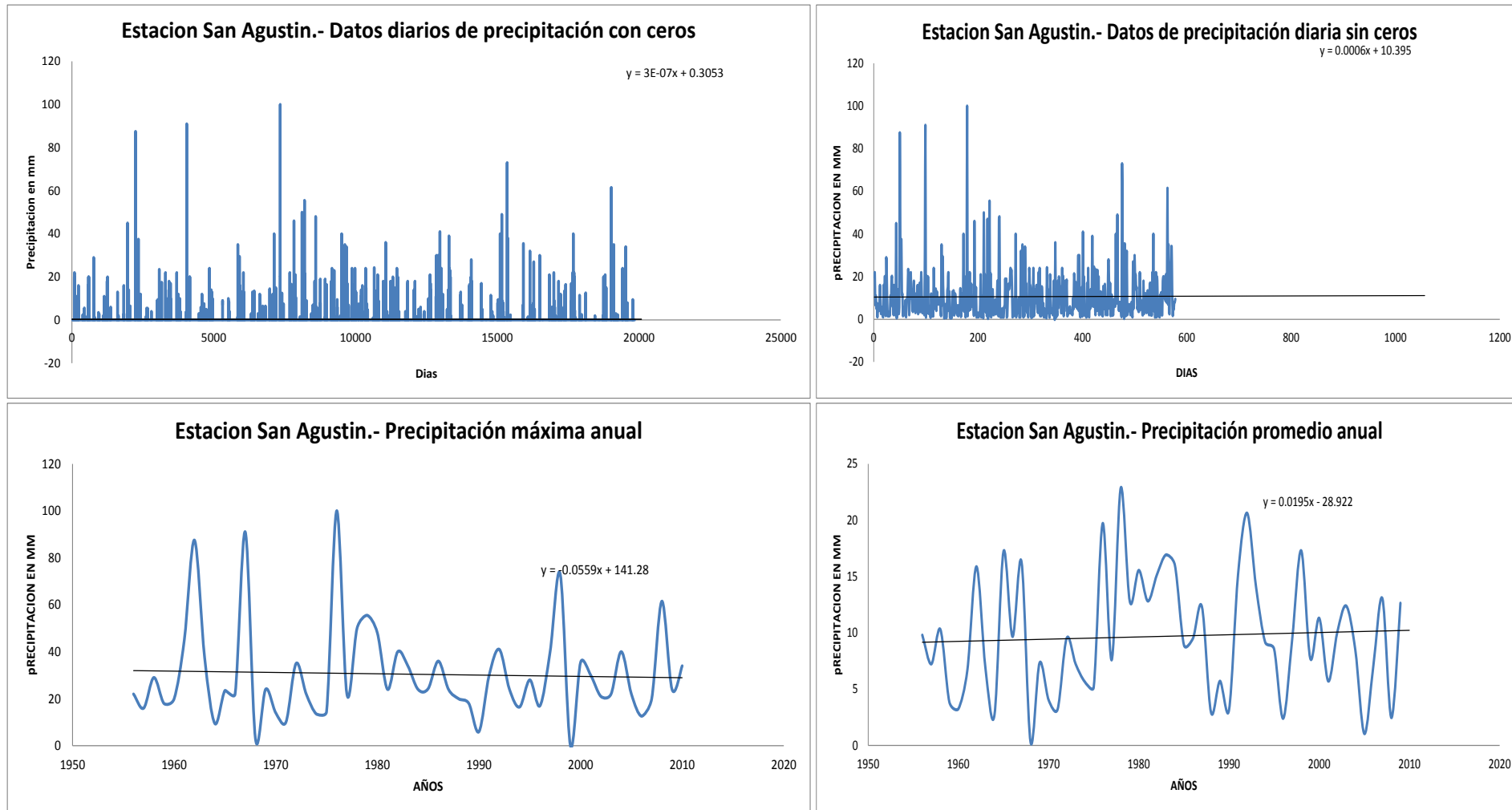


Figura B.16.- Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación San Agustín.

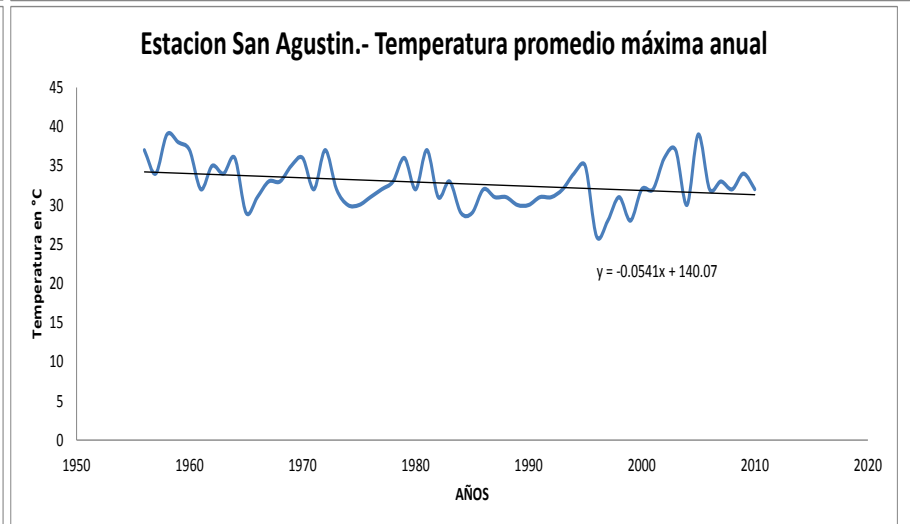
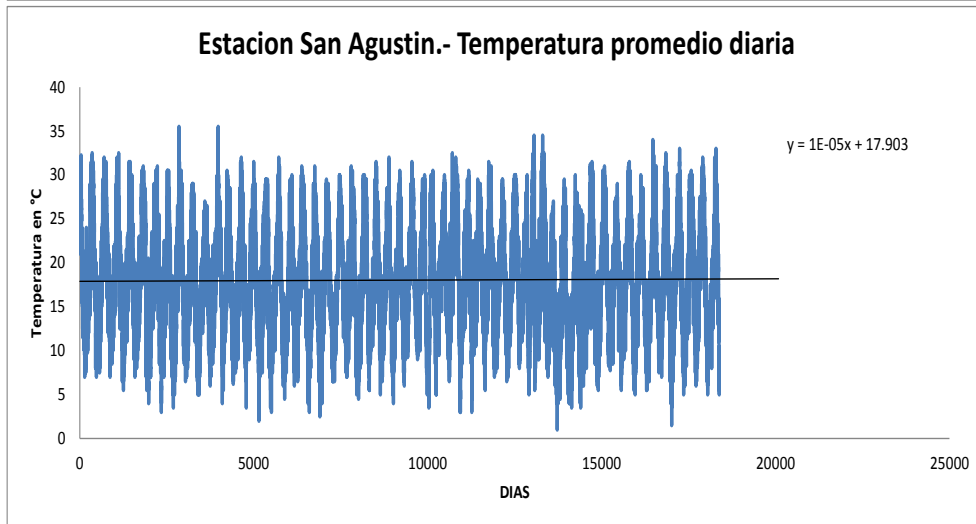
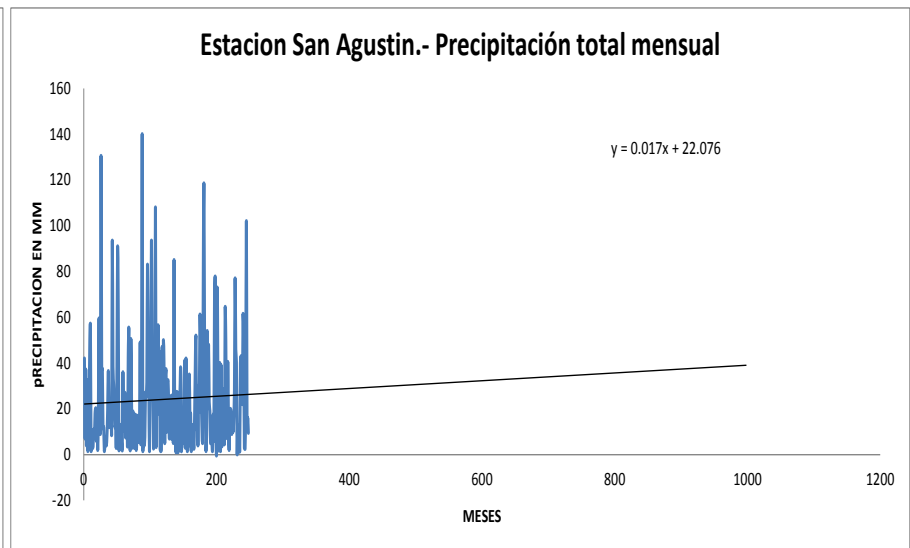
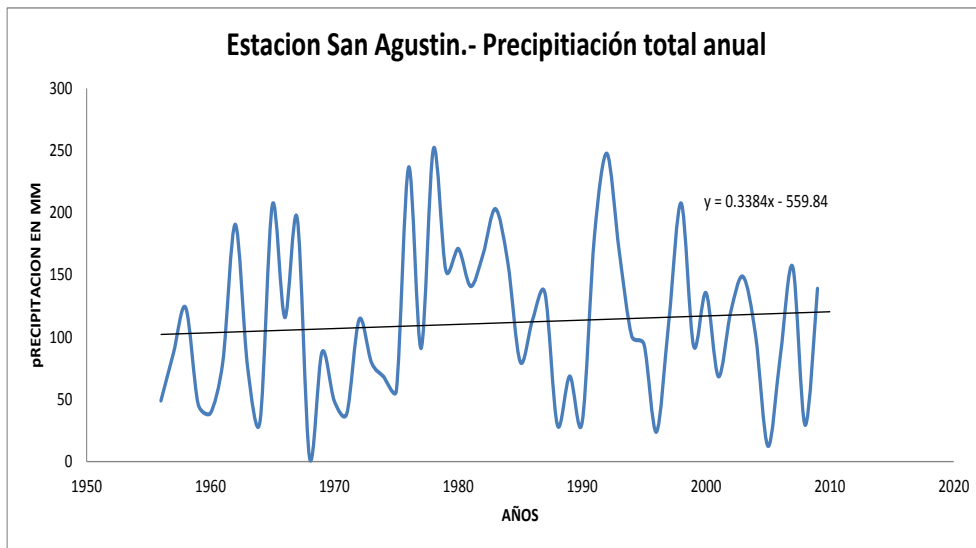


Figura B.17.- Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estacion San Agustin.

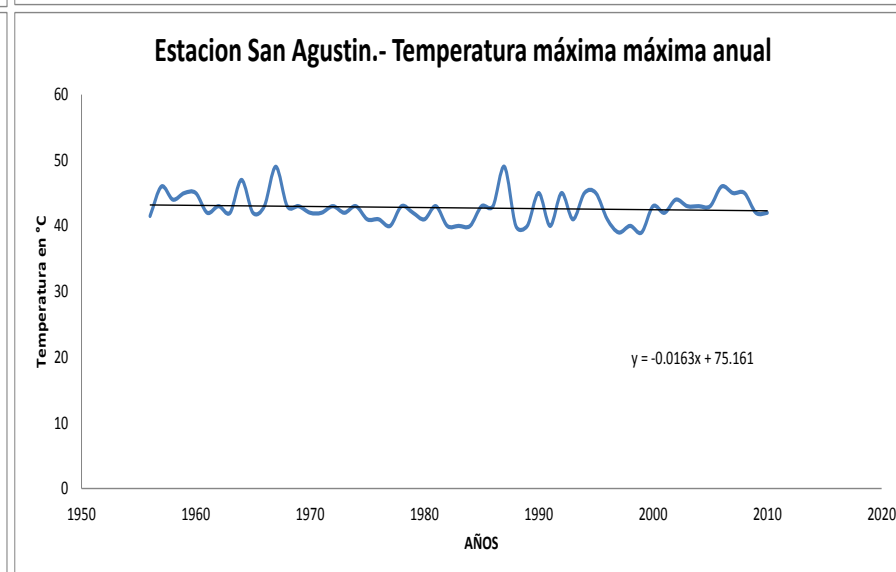
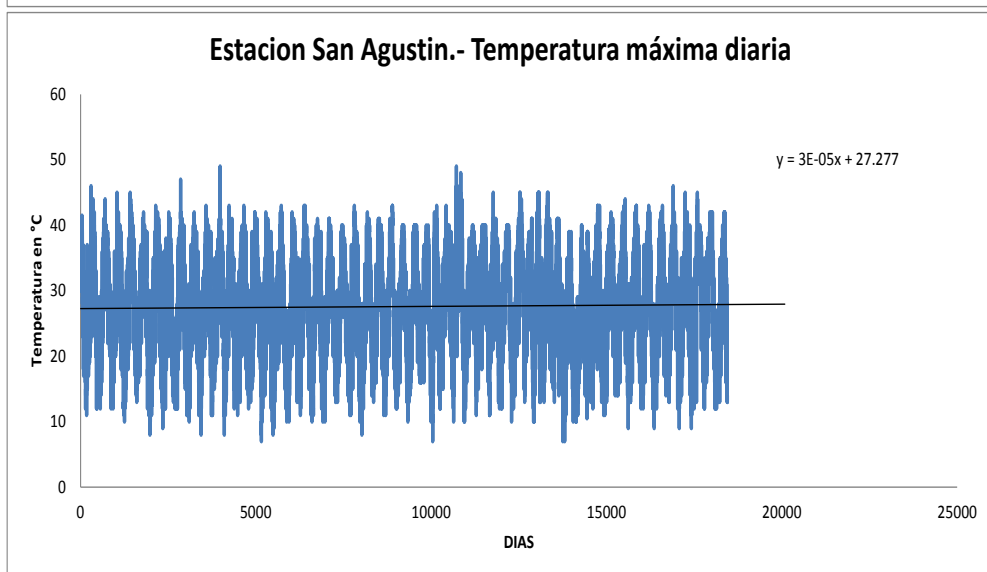
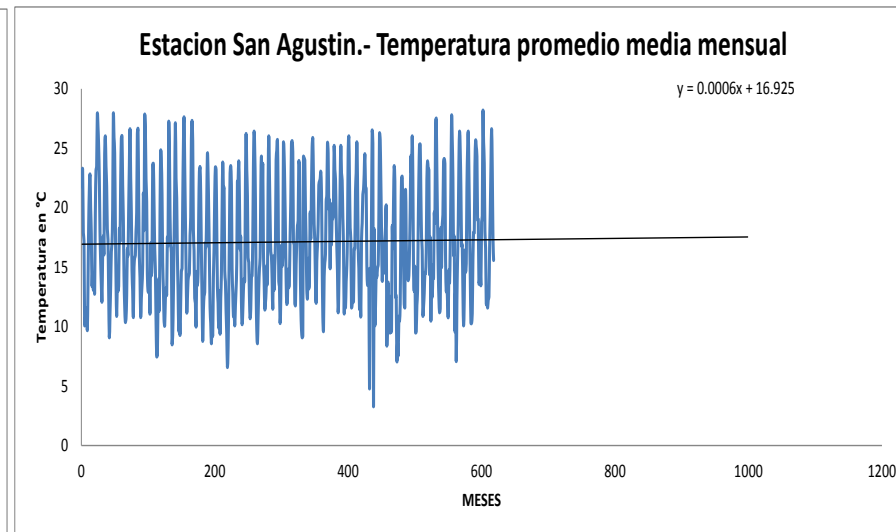
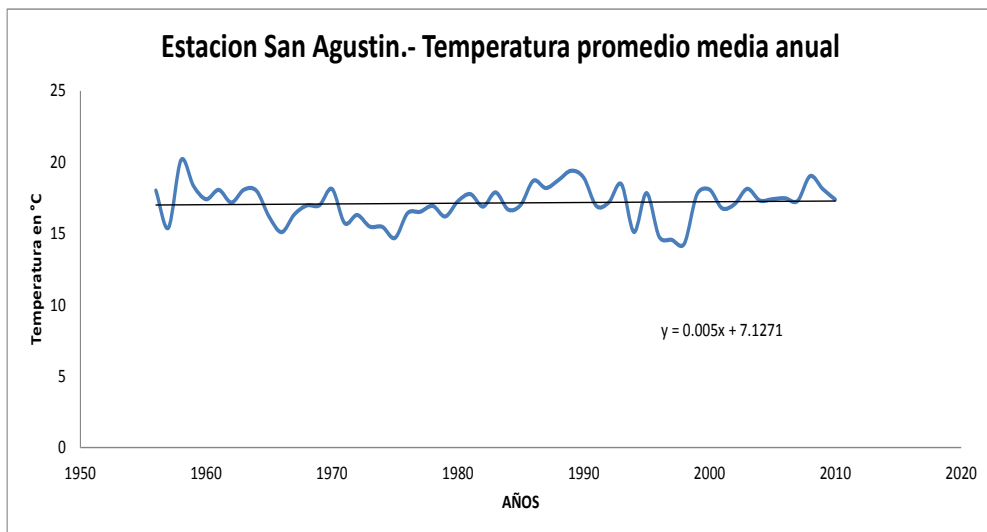


Figura B.18.- Series de tiempo de datos de temperatura promedio media anual, temperatura promedio media mensual, temperatura máxima diaria y temperatura máxima máxima anual de la estacion San Agustin

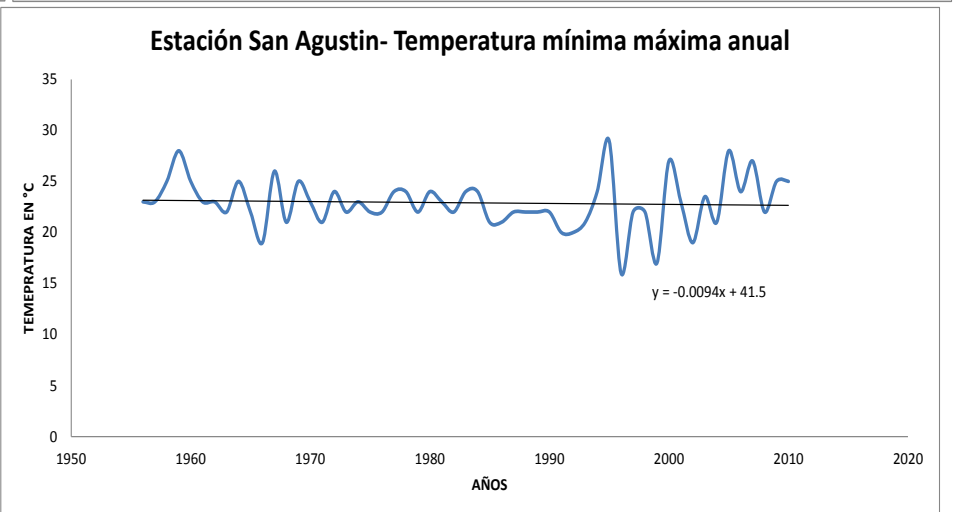
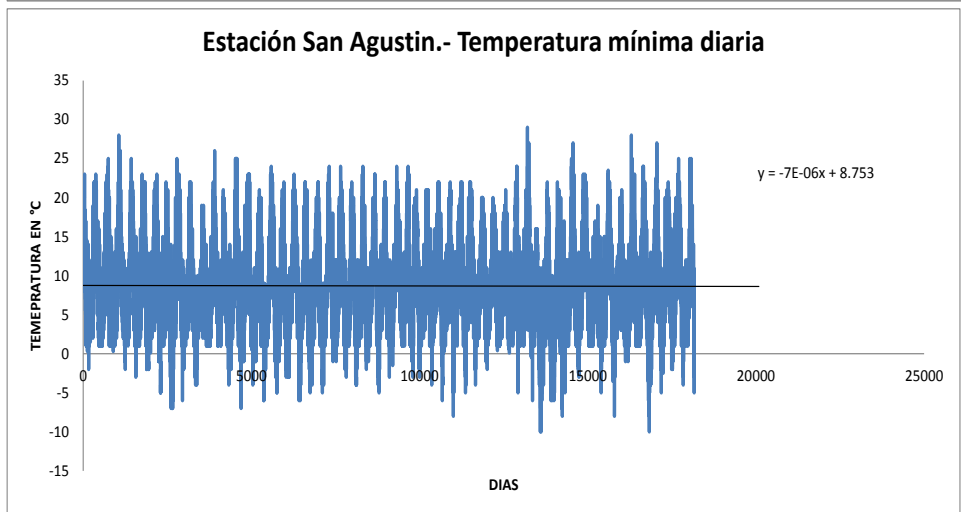
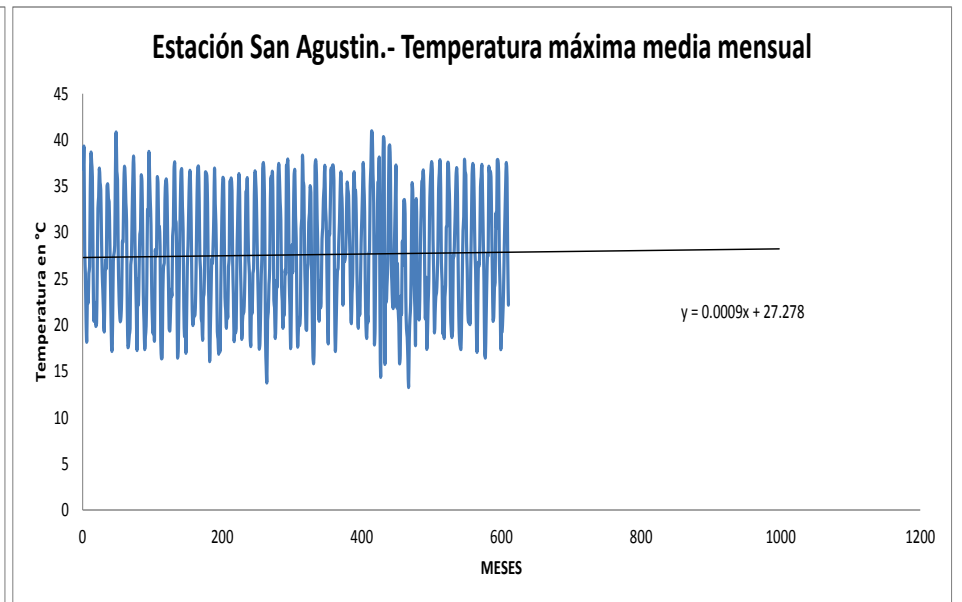
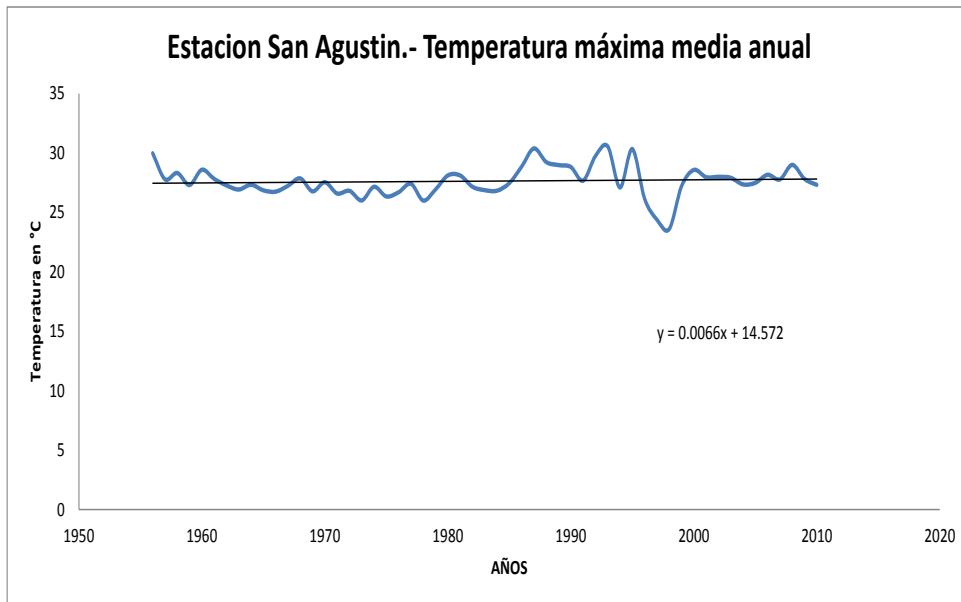


Figura B.19.- Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estacion San Agustin

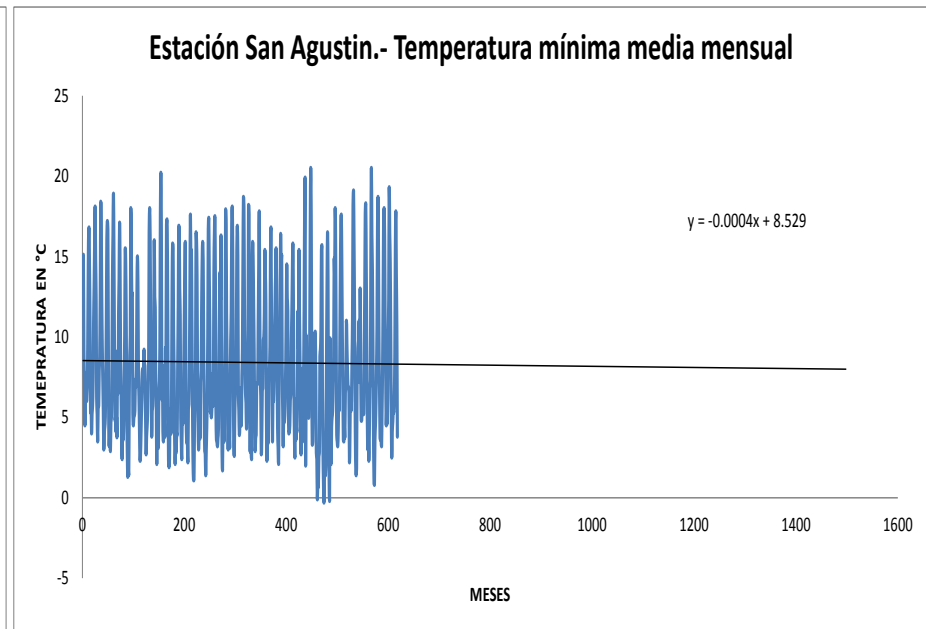
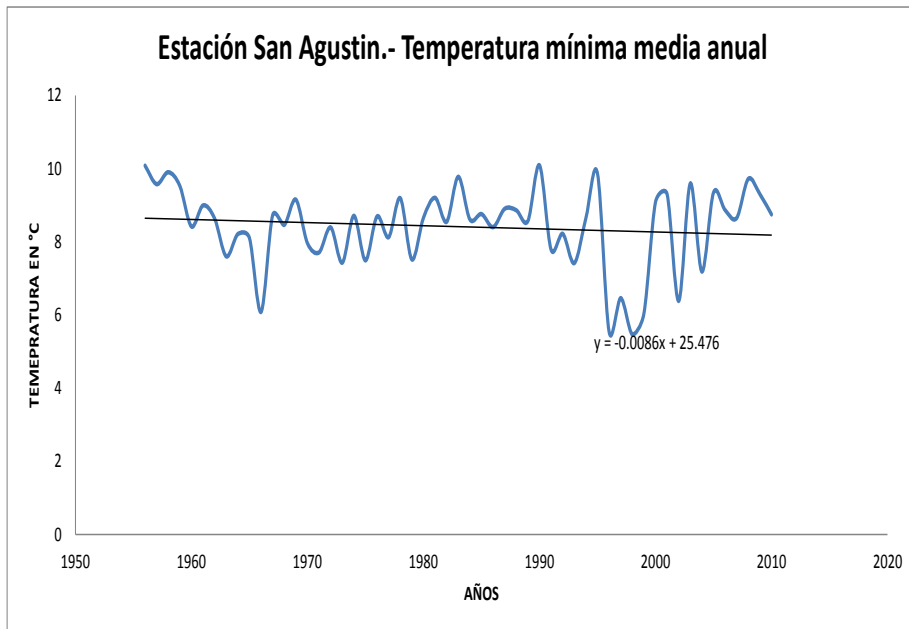


Figura B.20.- Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estación San Agustín.

GRAFICOS DE LA ESTACION CON EL REGISTRO MAS AMPLIO DEL CLIMA Cs (SANTO TOMAS)

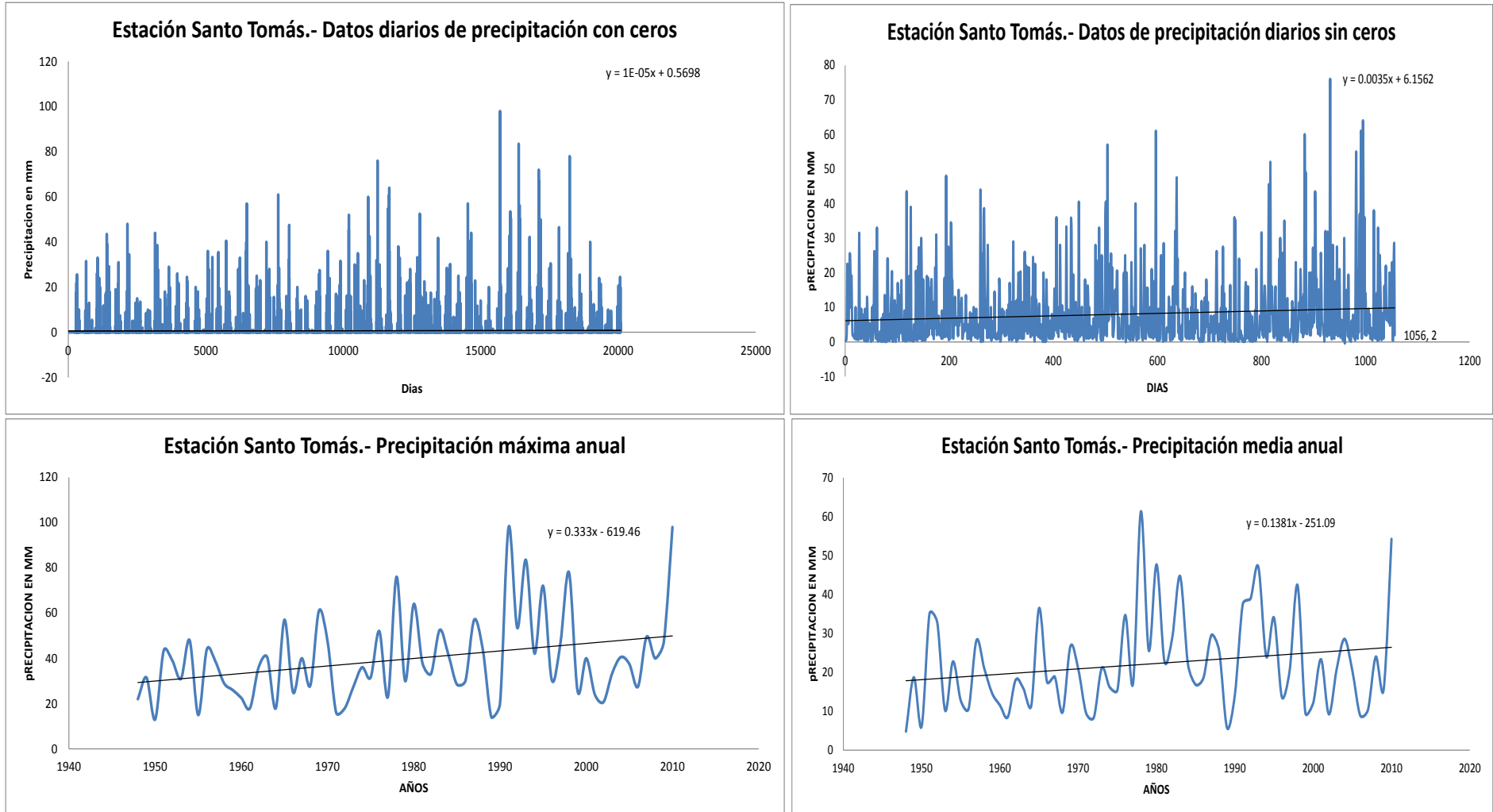


Figura B.21.- Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación Santo Tomas.

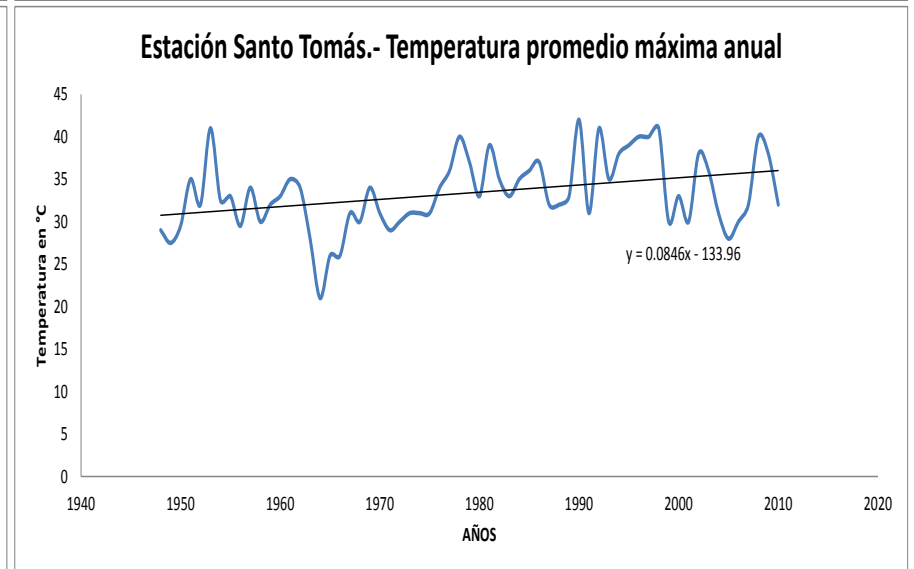
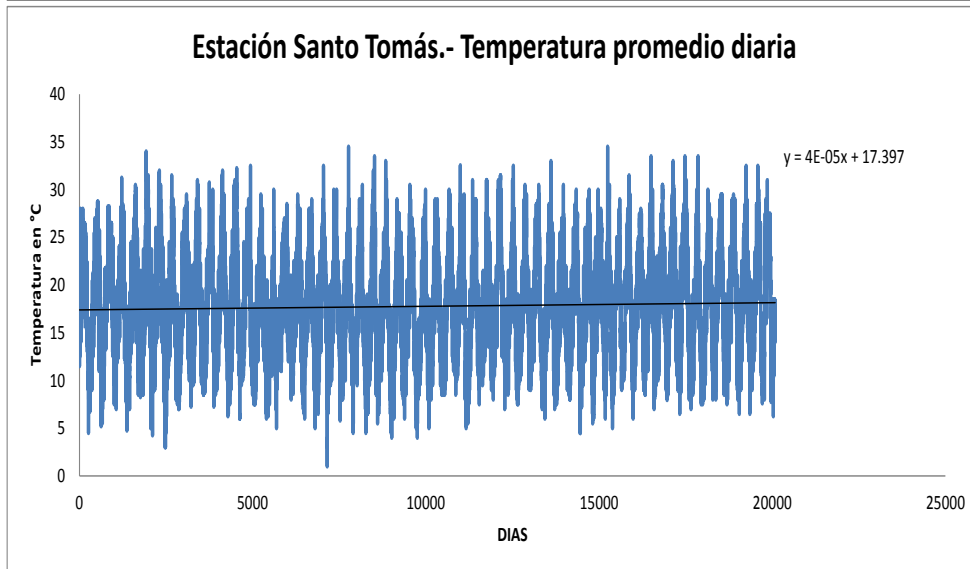
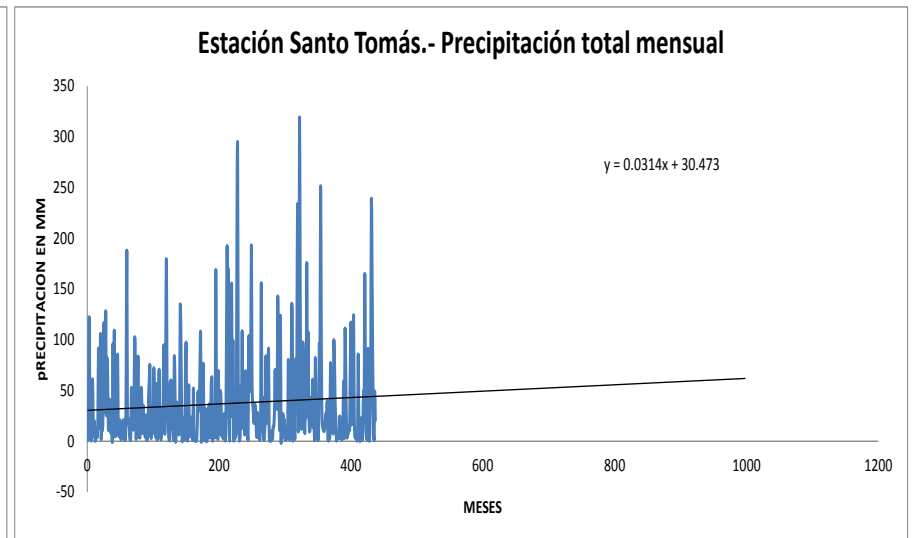
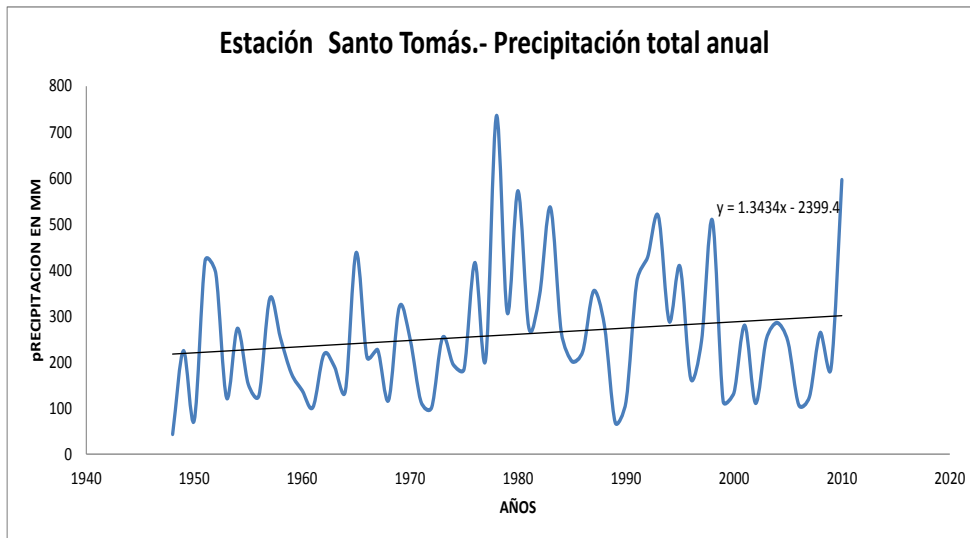


Figura B.22.- Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estación Santo Tomás.

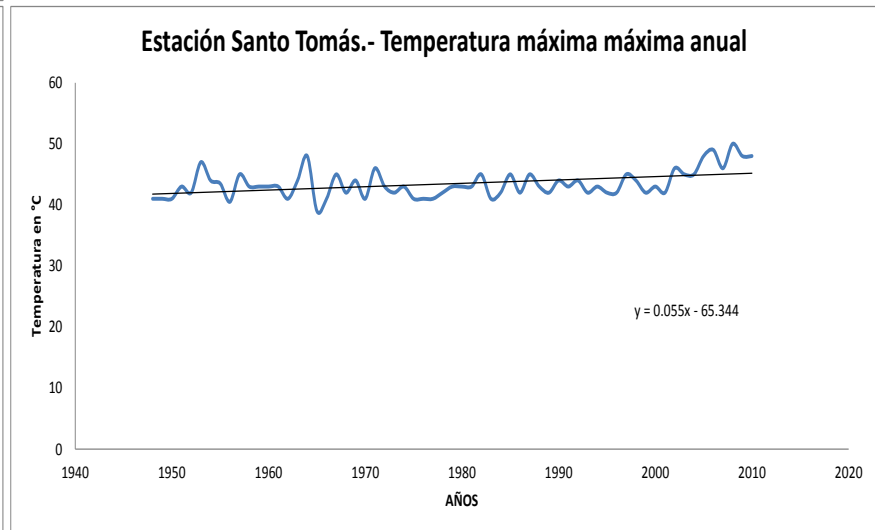
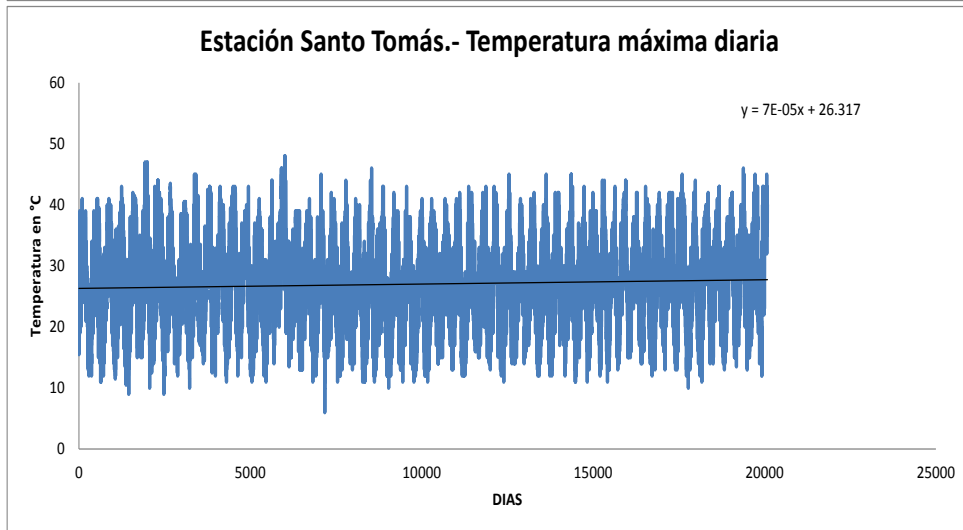
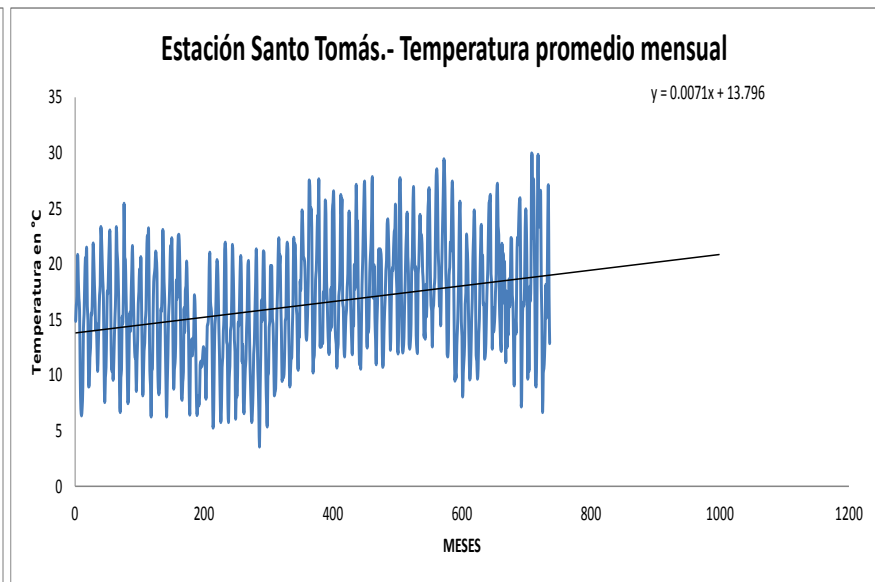
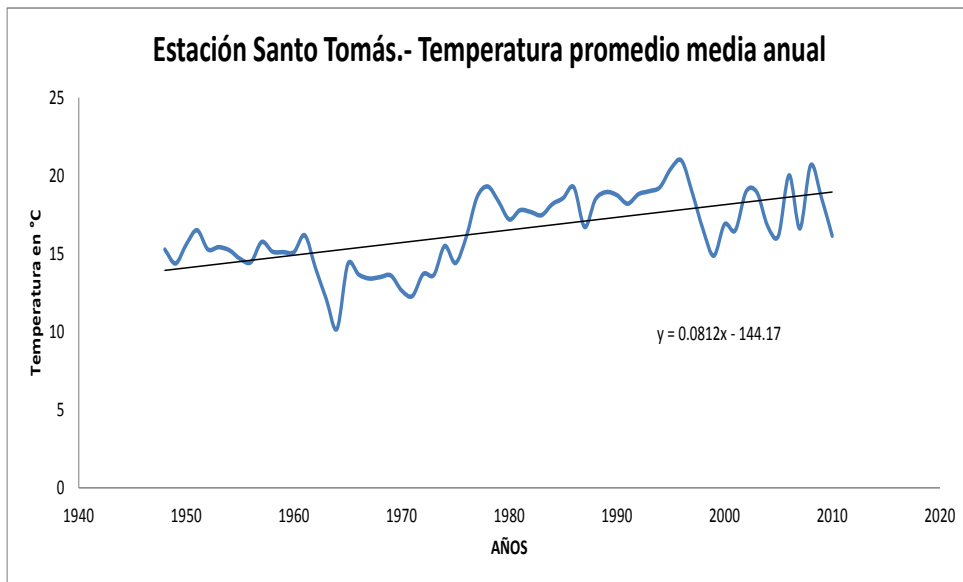


Figura B.23.- Series de tiempo de datos de temperatura promedio media anual, temperatura promedio media mensual, temperatura máxima diaria y temperatura máxima máxima anual de la estacion Santo Tomas.

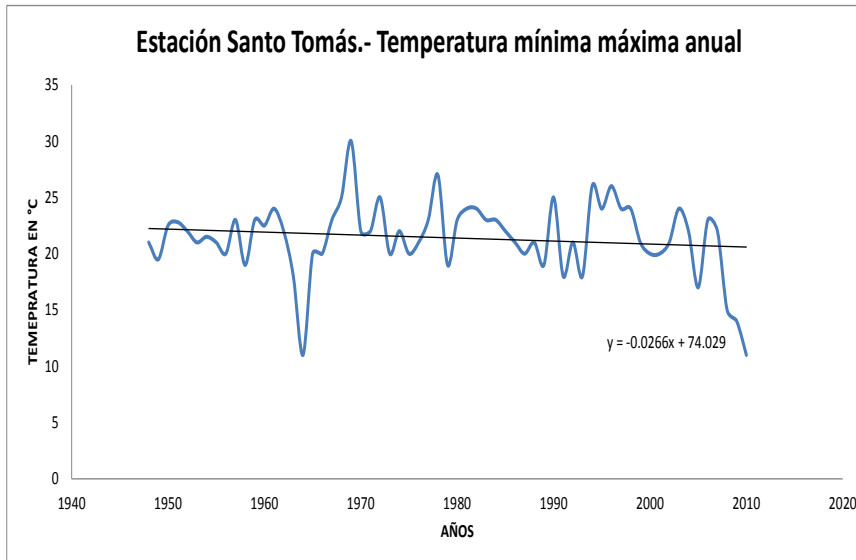
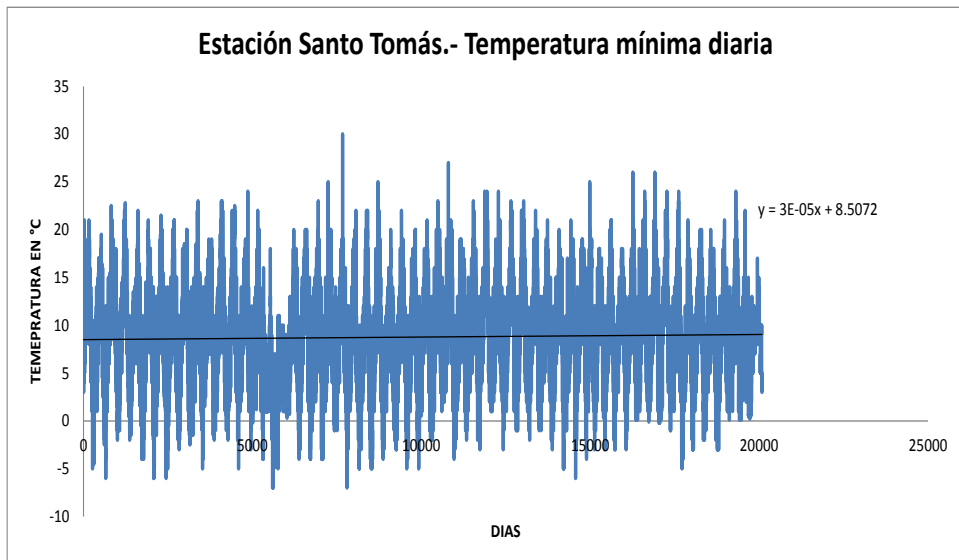
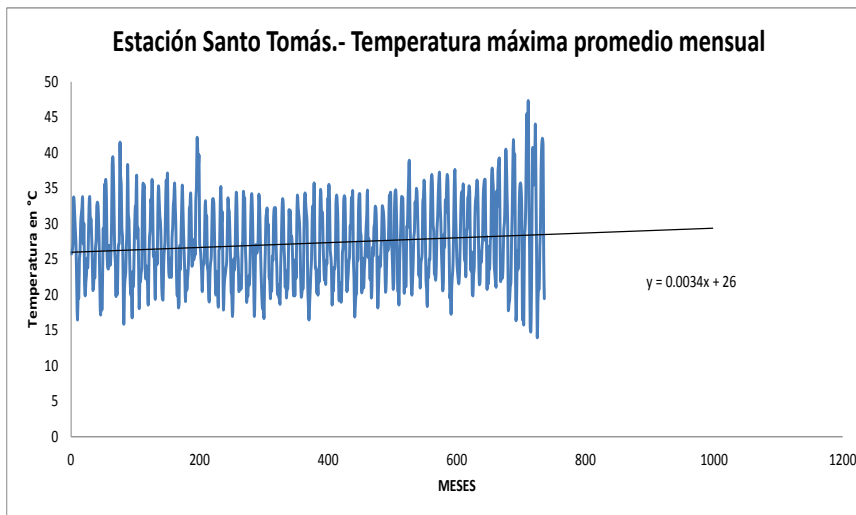
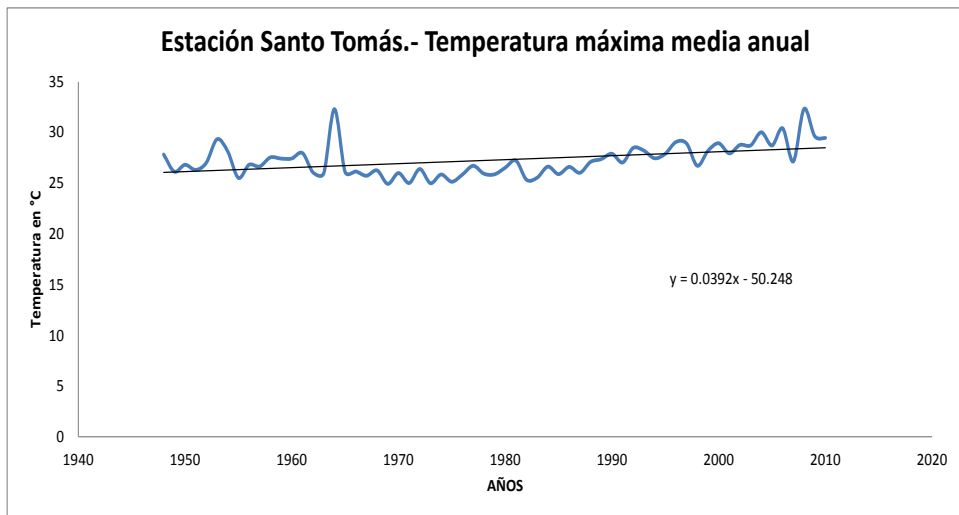


Figura B.24.- Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estación Santo Tomas

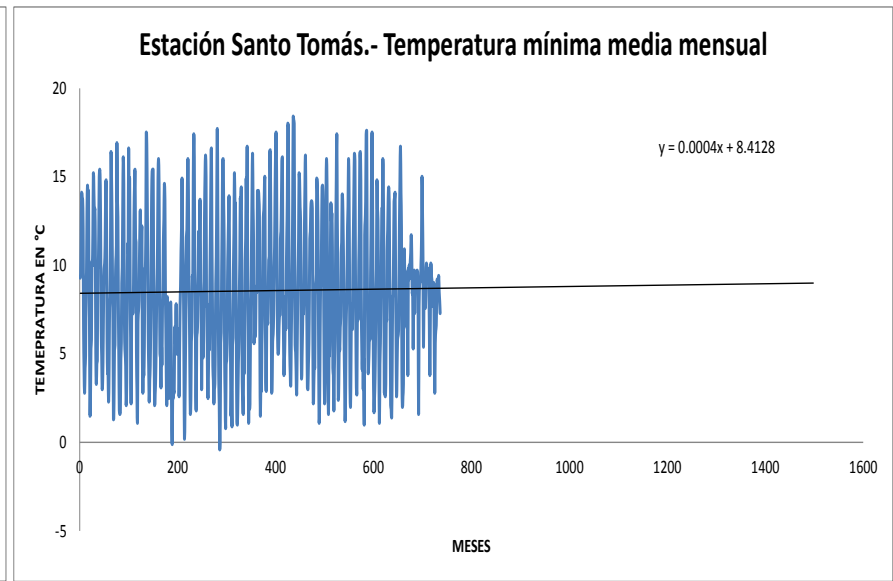
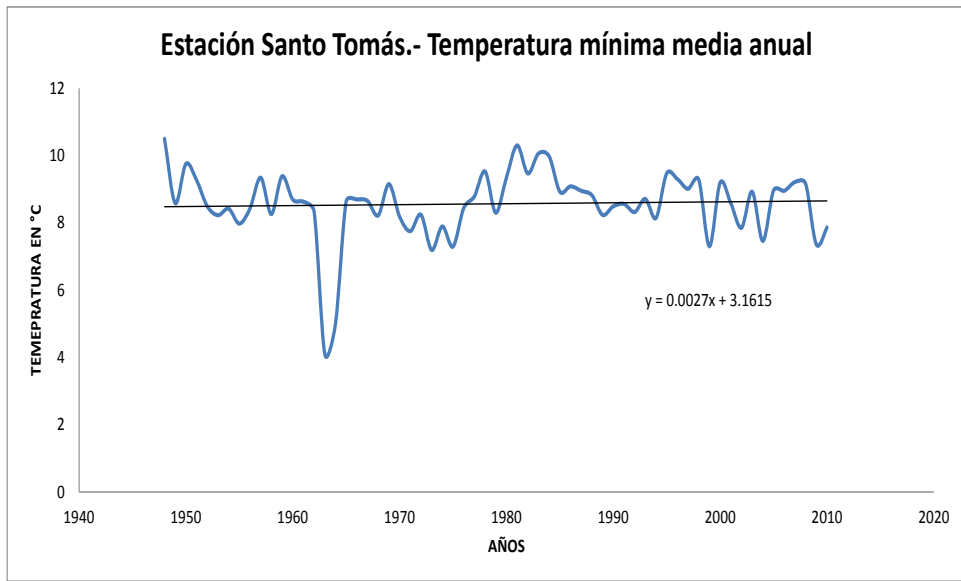


Figura B.25.- Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estacion Santo Tomas.

GRAFICOS DE LA ESTACION CON EL REGISTRO MAS AMPLIO DEL CLIMA BSok(x') (SAN JUAN DE DIOS SUR)

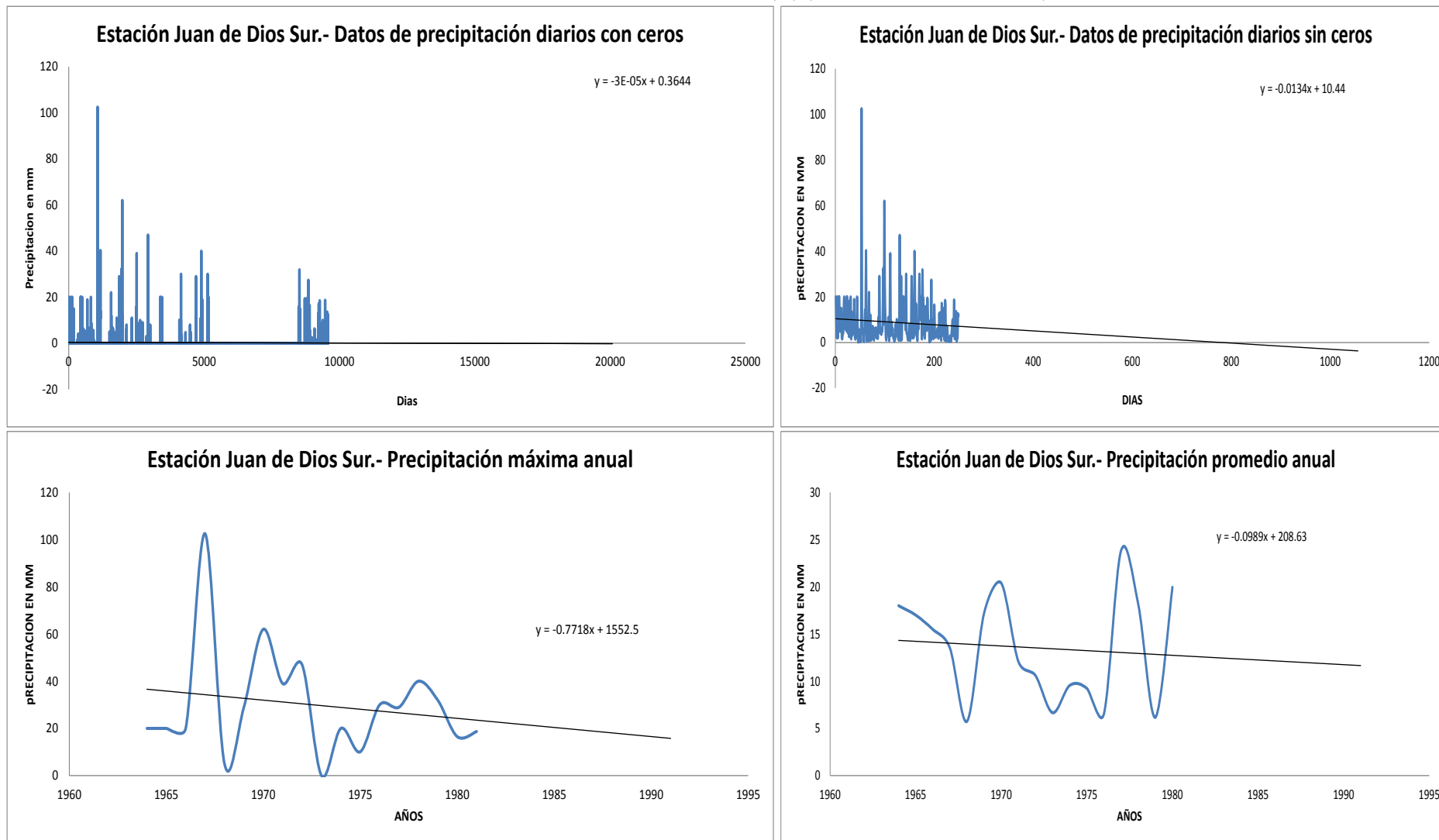


Figura B.26.- Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación San Juan de Dios Sur.

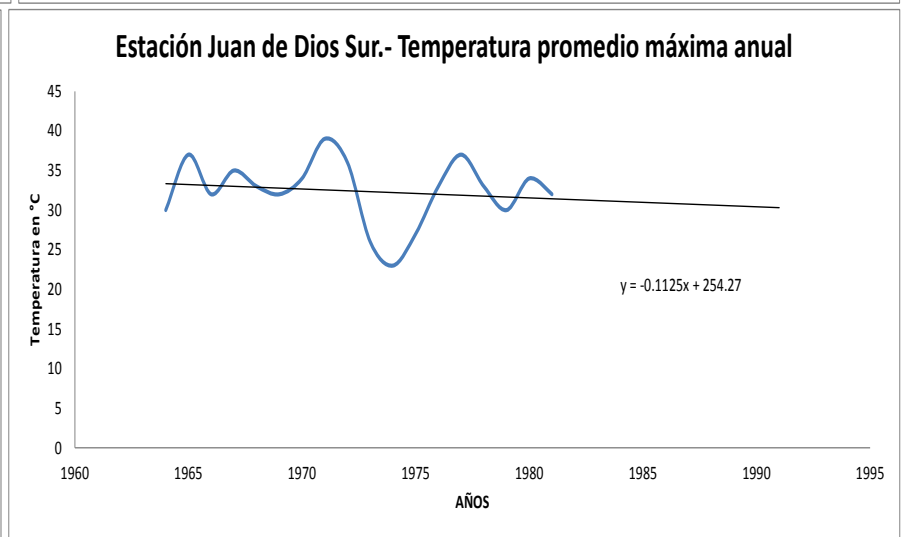
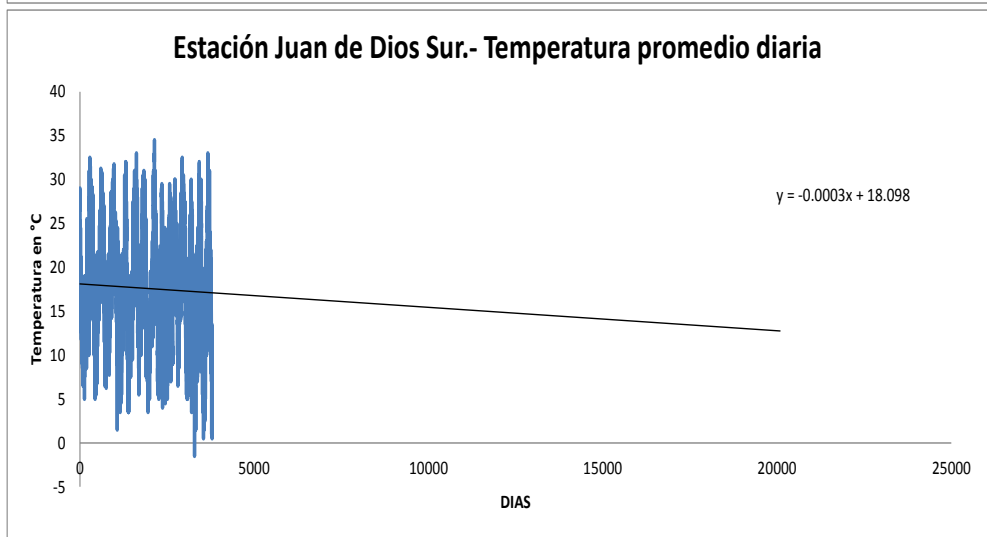
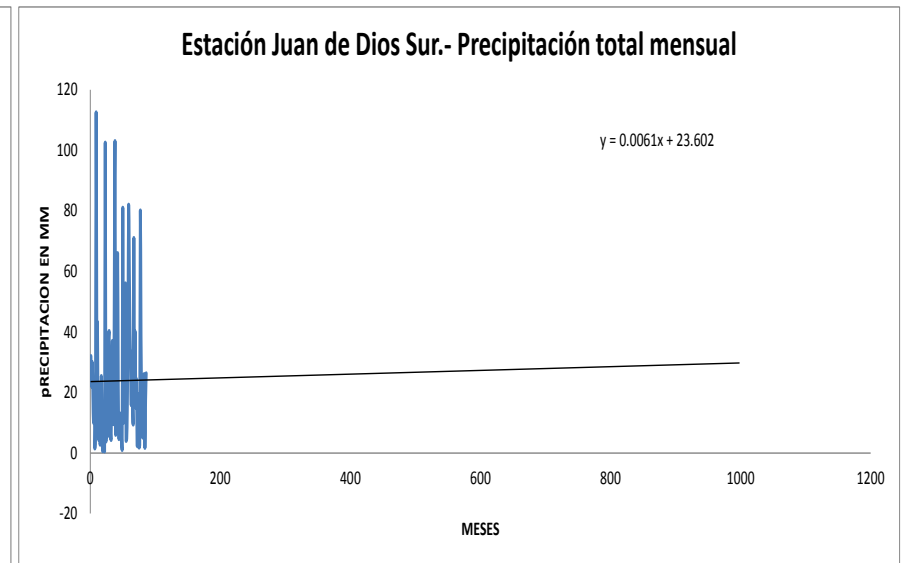
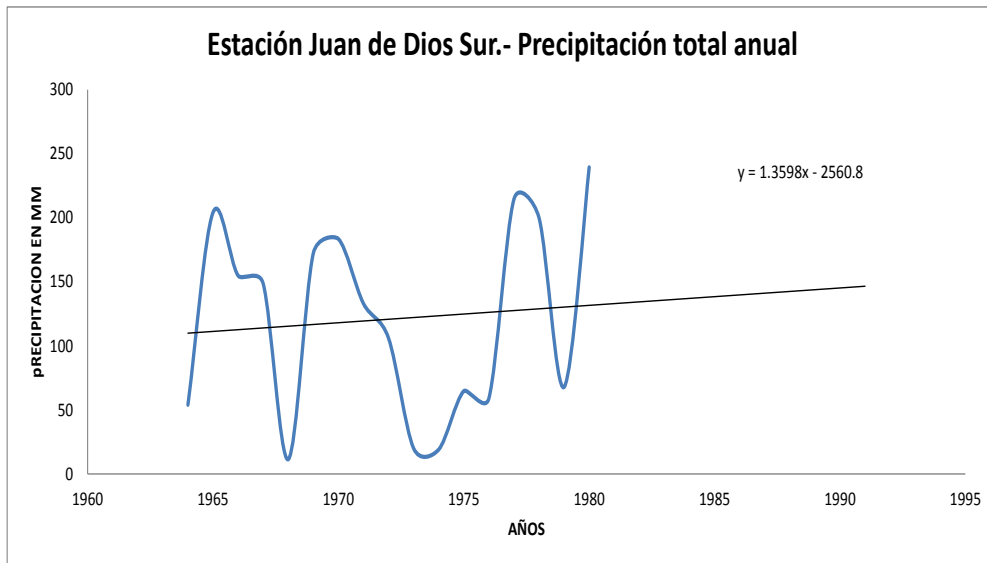


Figura B.27.- Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estación San Juan de Dios Sur.

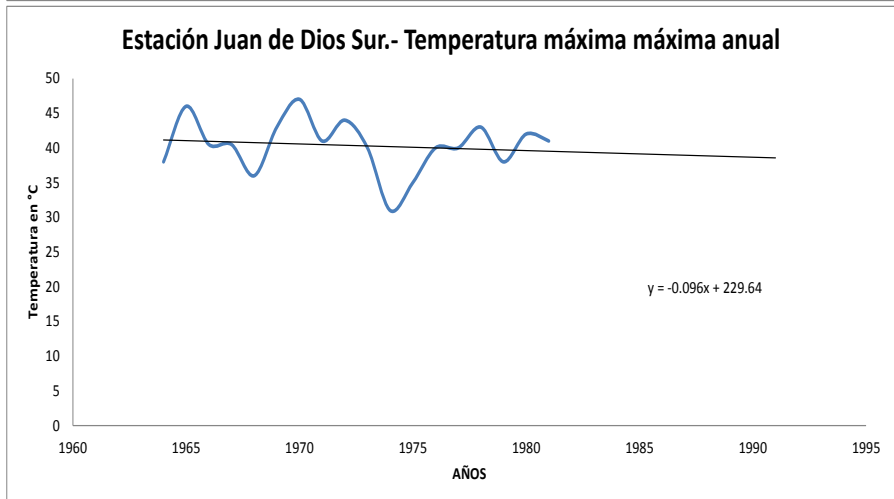
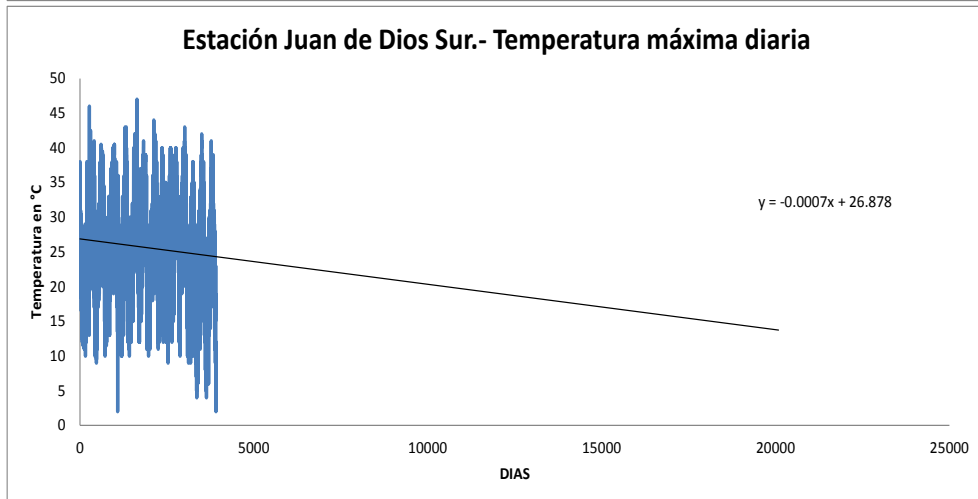
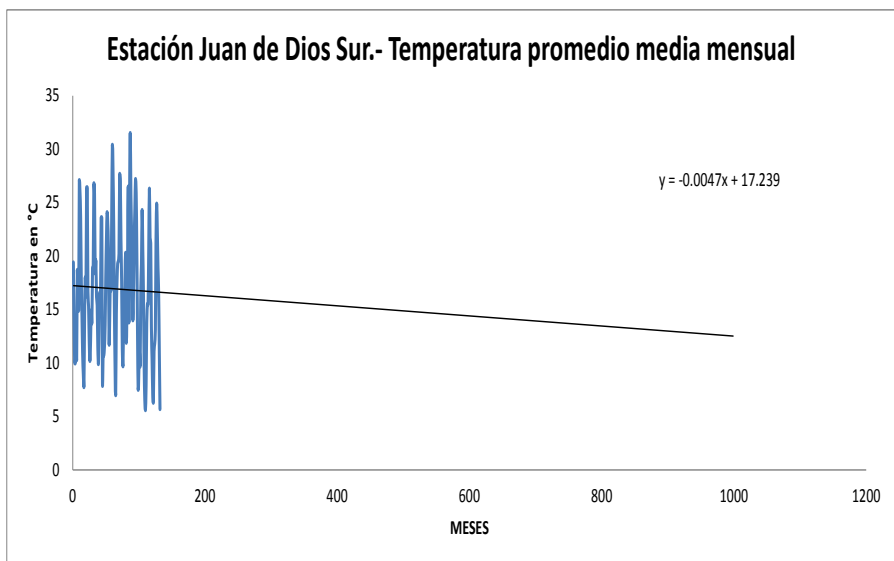
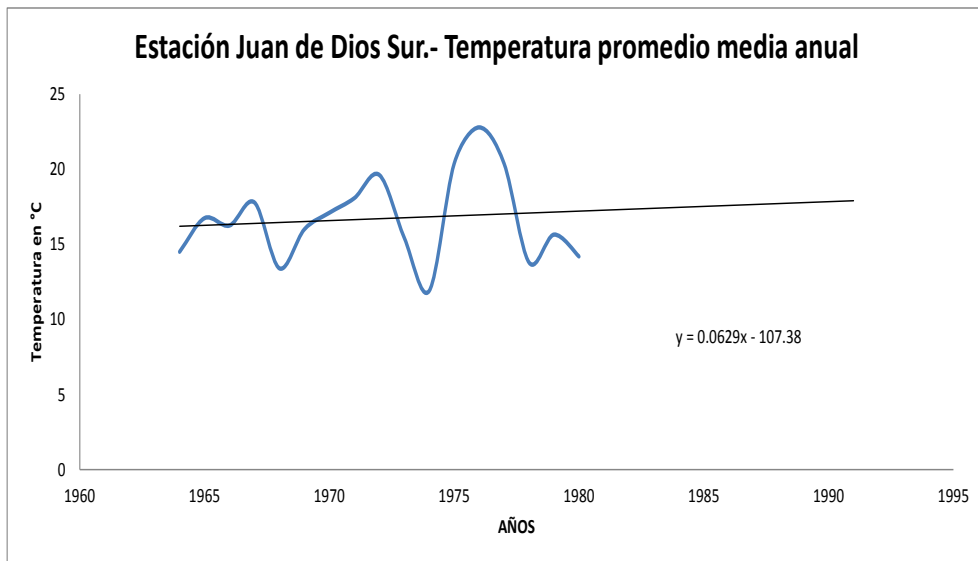


Figura B.28.- Series de tiempo de datos de temperatura promedio media anual, temperatura promedio media mensual, temperatura máxima diaria y temperatura máxima máxima anual de la estacion San Juan de Dios Sur

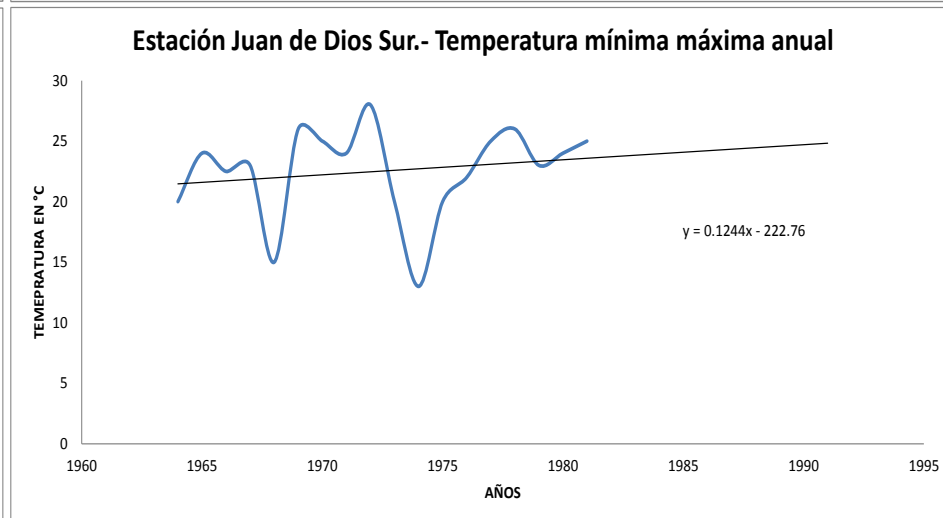
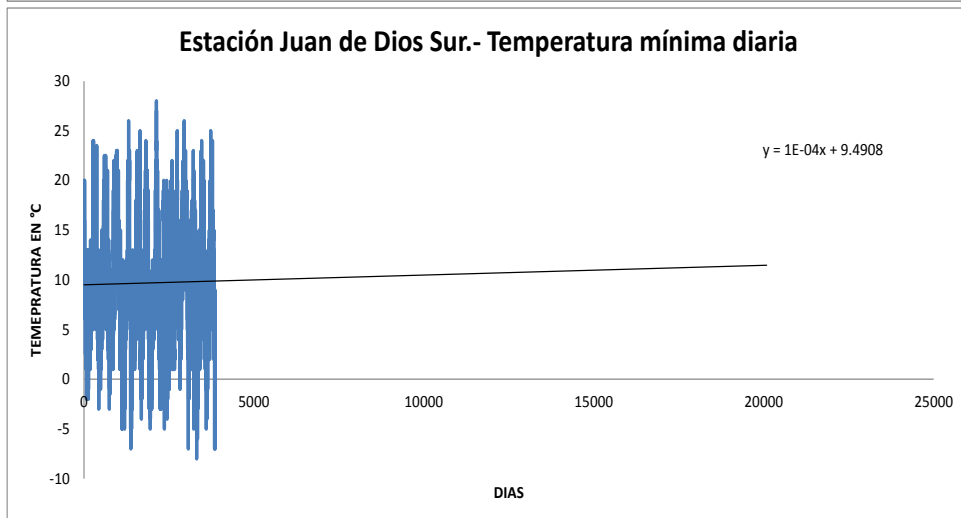
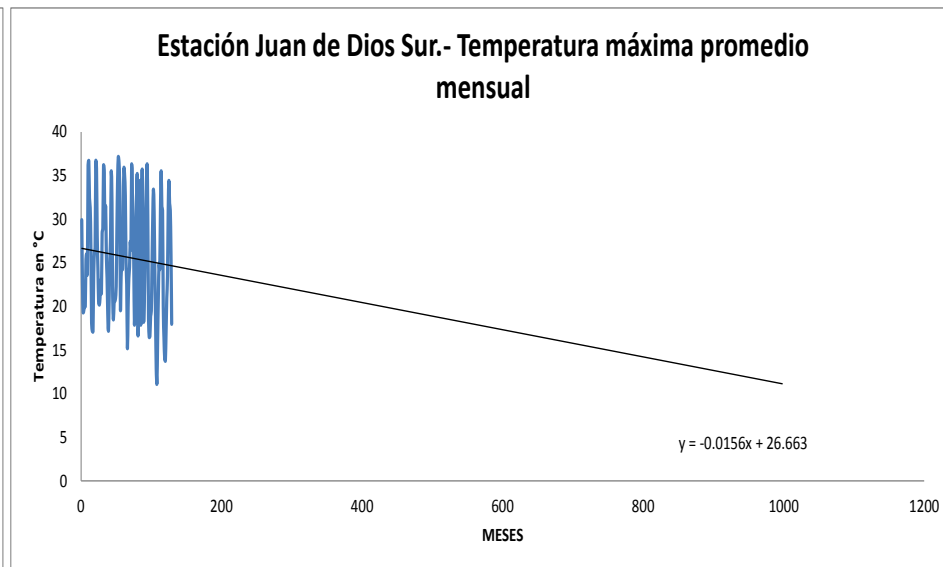
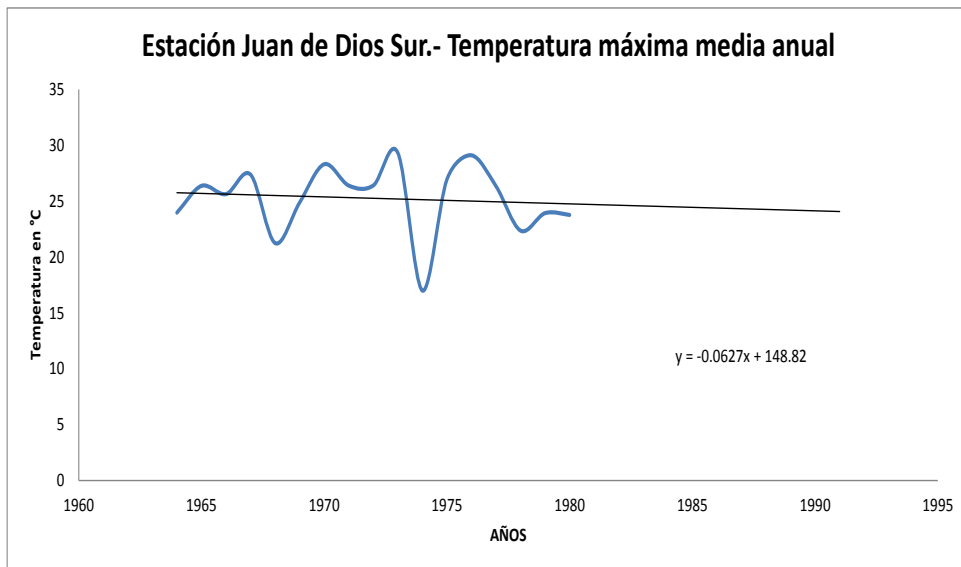


Figura B.29.- Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estación San Juan de Dios Sur

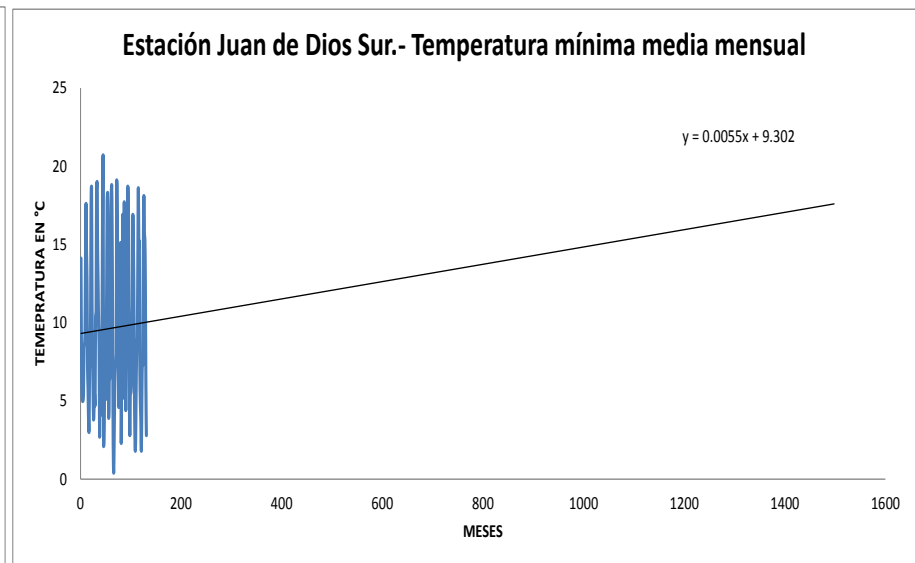
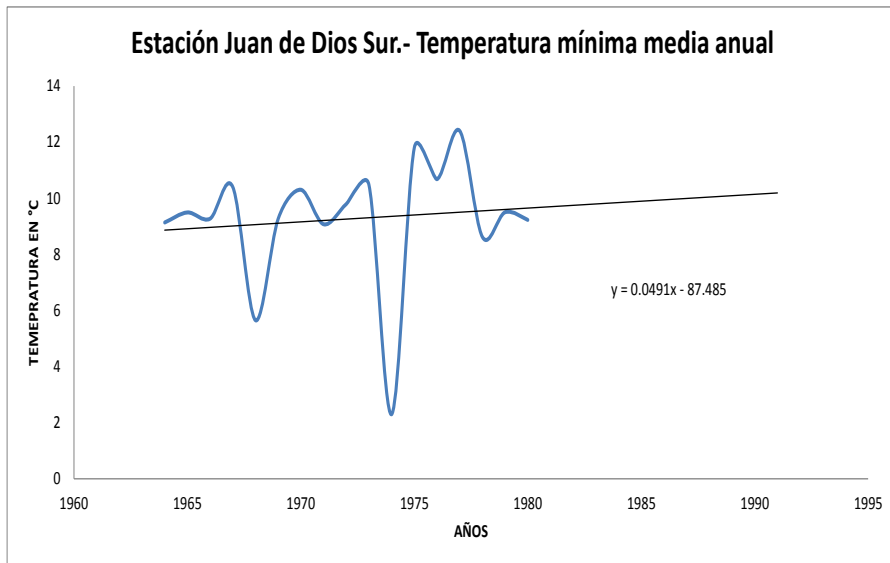


Figura B.30.- Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estación San Juan de Dios Sur.

GRAFICOS DE LA ESTACION CON EL REGISTRO MAS AMPLIO DEL CLIMA BWk(x) (EJIDO MARIA MORELOS)

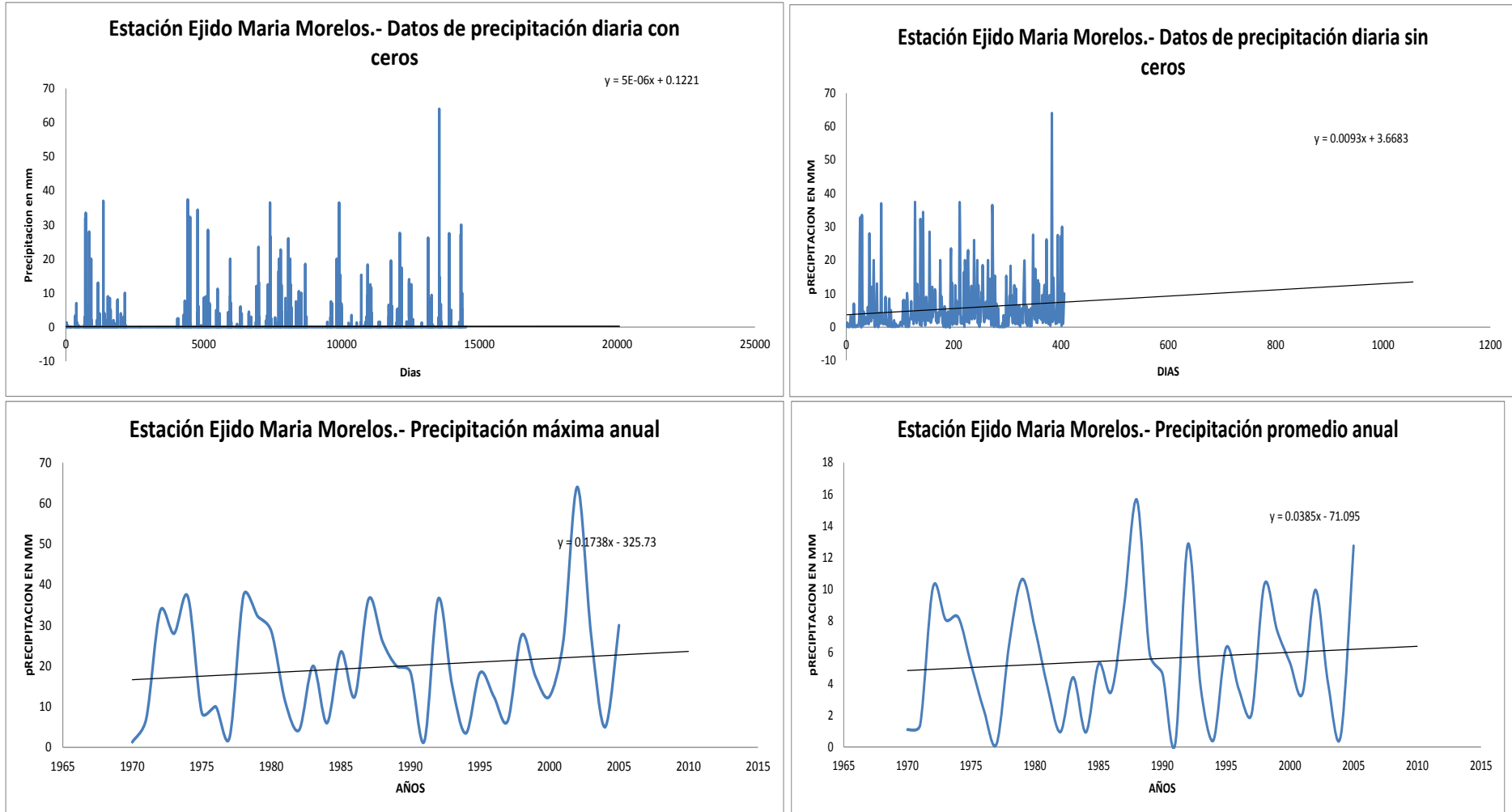


Figura B.31.- Series de tiempo para datos de precipitación diarios con ceros, sin ceros, precipitación máxima anual y precipitación media anual para la estación Ejido José Maria Morelos.

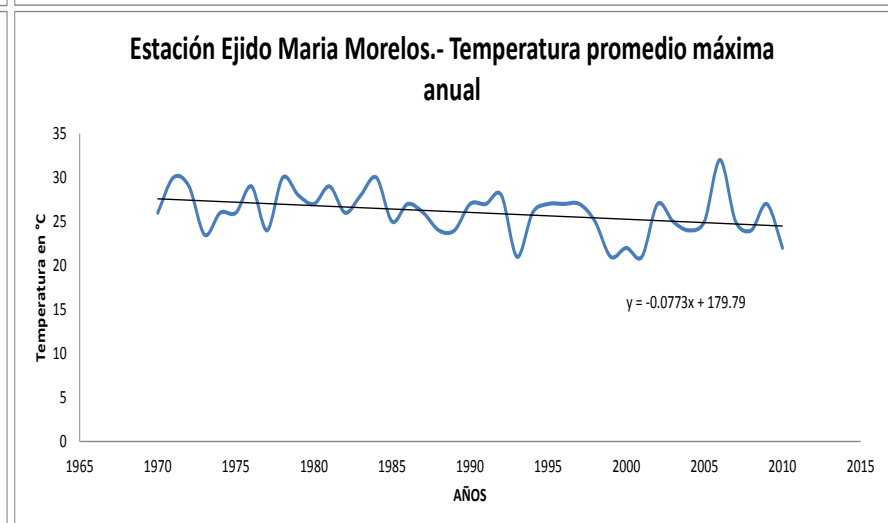
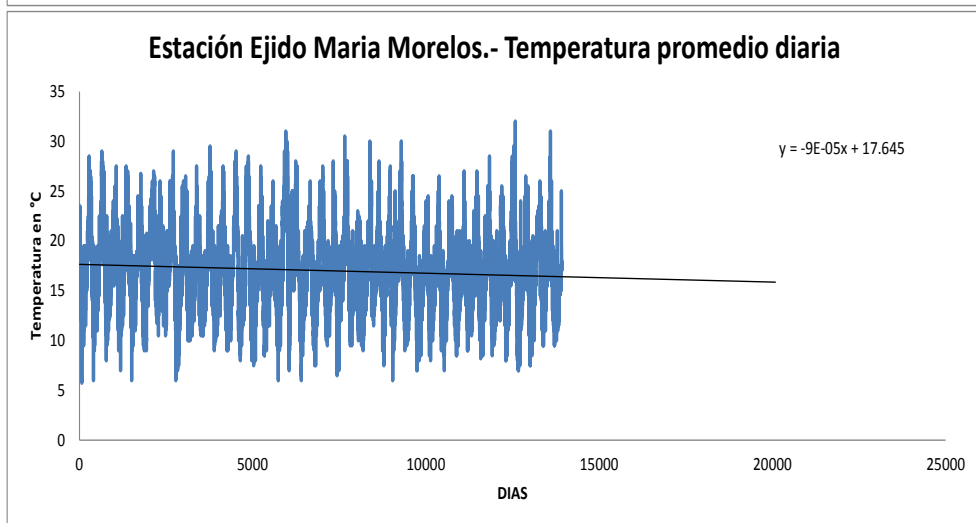
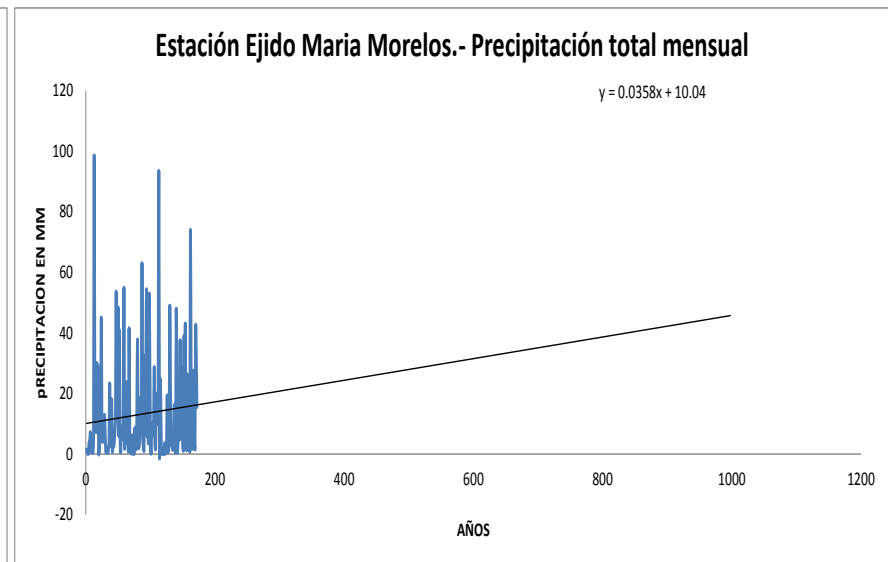
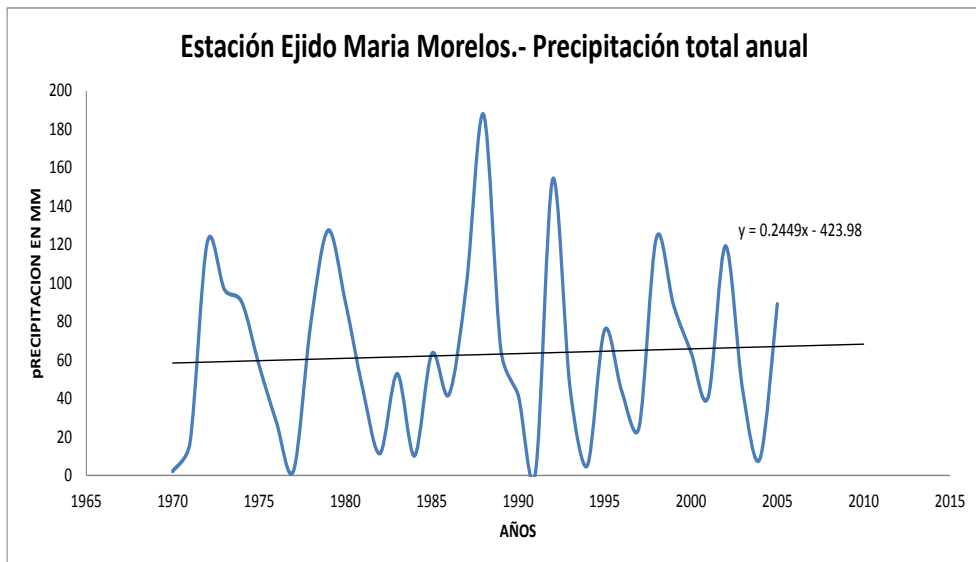


Figura B.32 Series de tiempo para datos de precipitación total anual, total mensual, temperatura promedio diaria y temperatura promedio máxima anual de la estación Ejido José Maria Morelos.

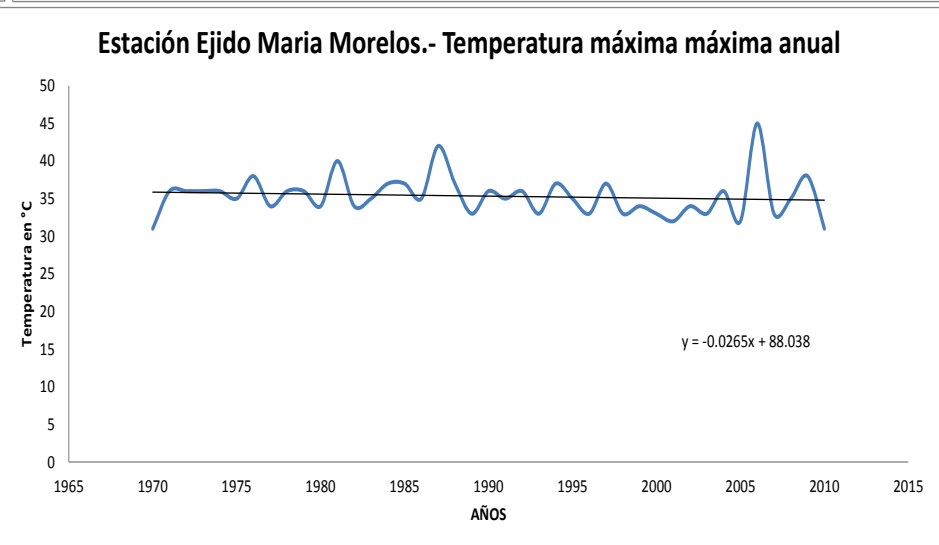
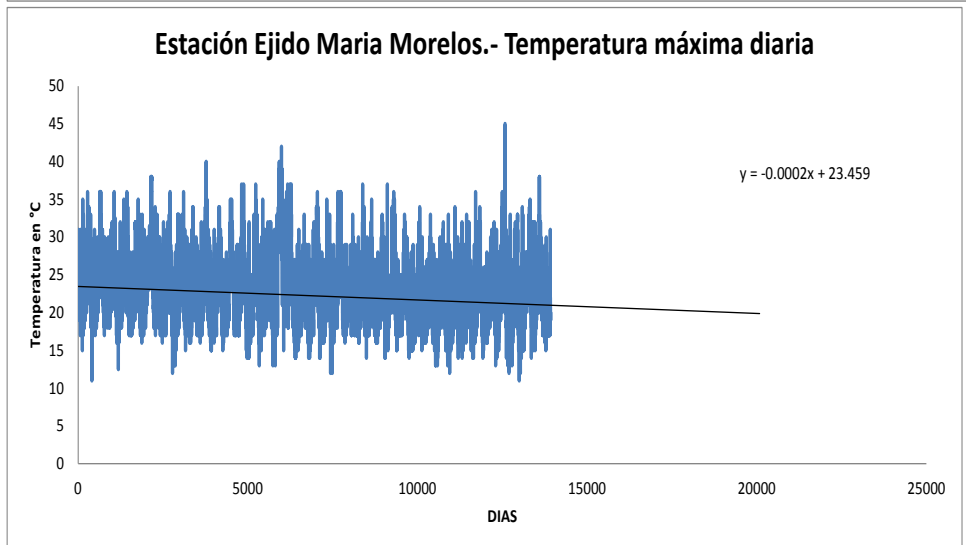
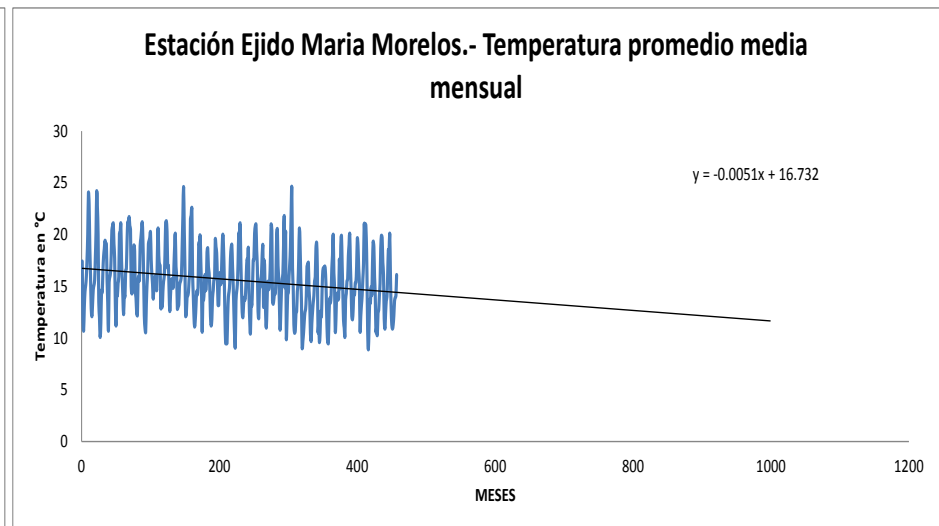
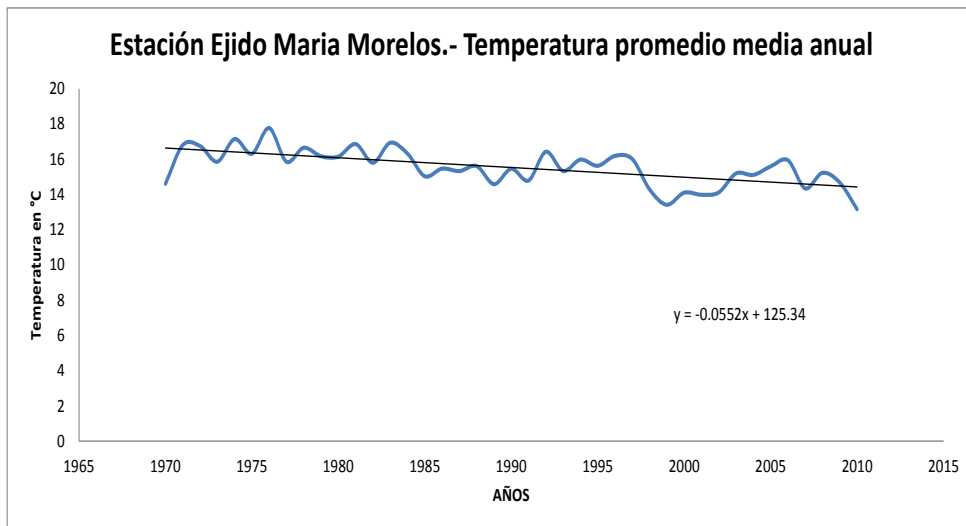


Figura B.33.- Series de tiempo de datos de temperatura promedio media anual, temperatura promedio media mensual, temperatura máxima diaria y temperatura máxima máxima anual de la estacion Ejido José Maria Morelos

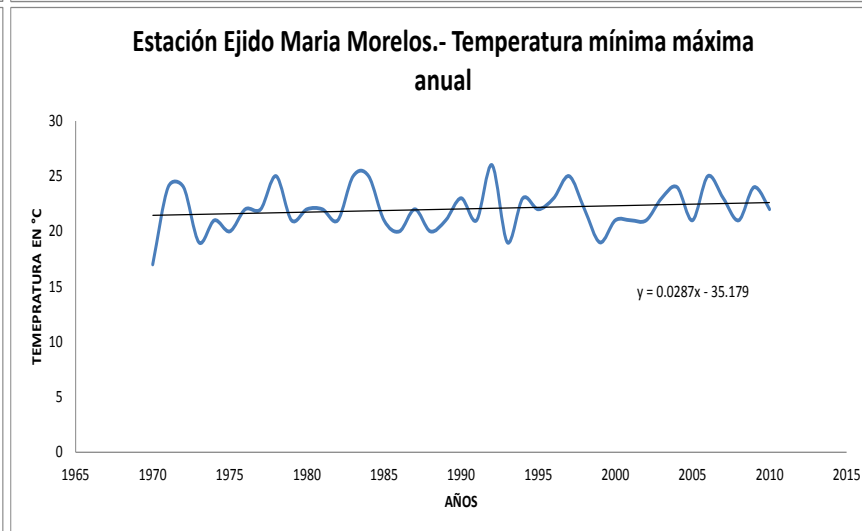
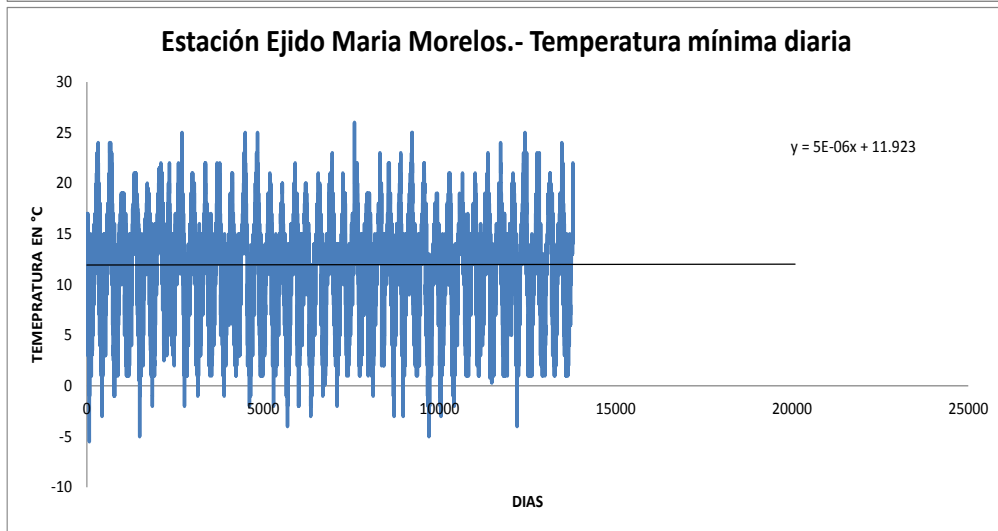
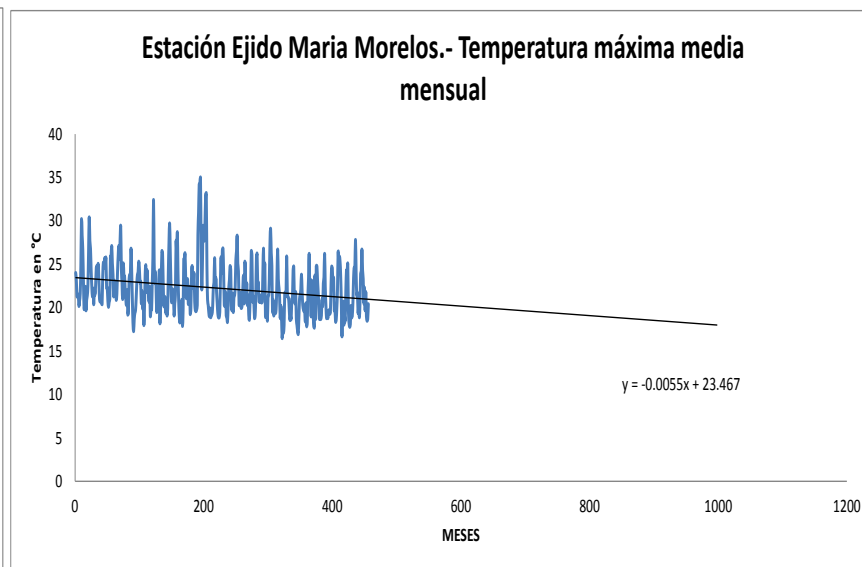
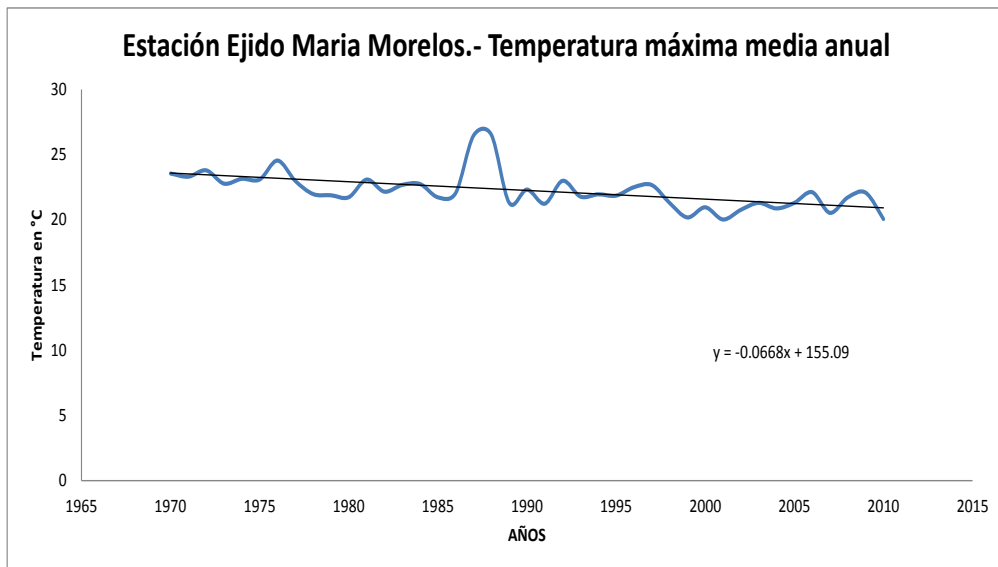


Figura B.34.- Series de tiempo de datos de temperatura máxima media anual, máxima media mensual, temperatura mínima diaria y mínima máxima anual de la estación Ejido José María Morelos

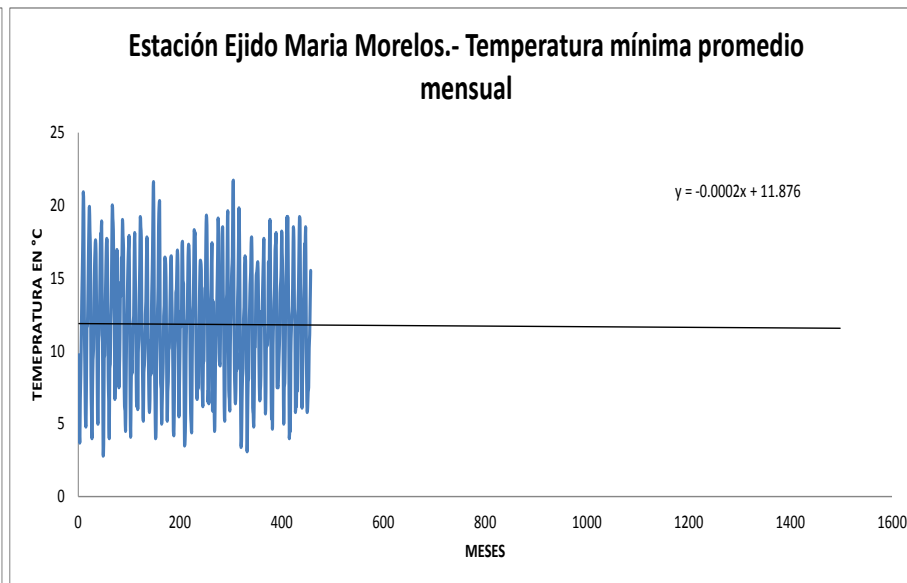
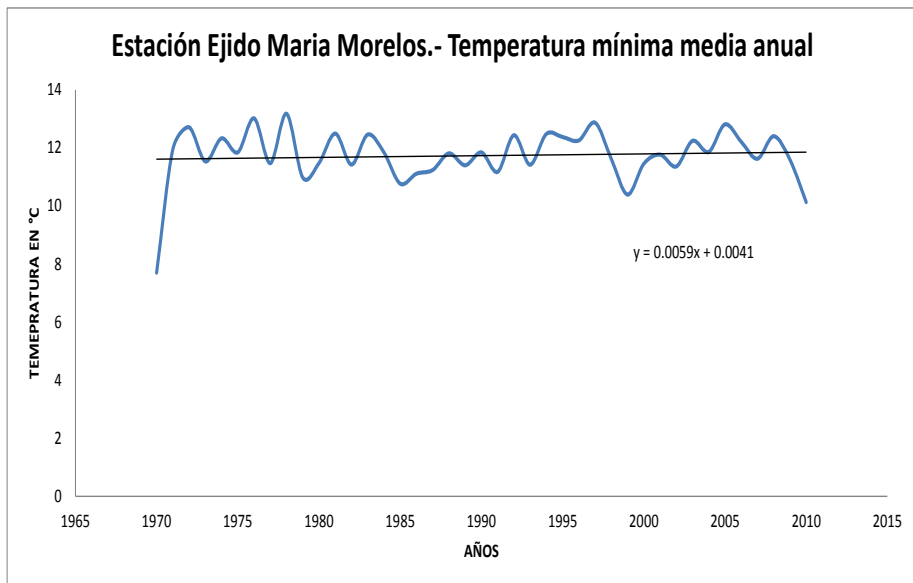


Figura B.35.- Series de tiempo de datos de temperatura mínima media anual y temperatura mínima promedio mensual de la estación Ejido José María Morelos.