

Modelación del comportamiento de las isotermas, isoyetas y cálculo de la radiación solar para el estado de Puebla durante el mes de agosto de 2004

Resumen

Este trabajo presenta las características de modelación estructural del comportamiento de las isotermas e isoyetas para el estado de Puebla durante el mes de agosto de 2004, además del cálculo de la radiación solar para dicho periodo.

Se ha empleado un desarrollo estadístico y matemático simple, relacionando diversas variables de las condiciones climáticas en el estado de Puebla.

Palabras clave: Isoyetas, Isotermas, Radiación Solar, Gradiente Térmico.

Introducción

Los factores meteorológicos que afectan al estado de Puebla durante el mes de agosto son las ondas tropicales u ondas del Este y ciclones tropicales; las ondas tropicales son ondulaciones de la corriente básica de los alisios, se desplazan de Este a Oeste con una velocidad media de 15 km/h; lo que produce movimiento ascendente con nubes de gran desarrollo vertical y medianas precipitaciones.

Este trabajo presenta una modelación de dos variables (temperatura y precipitación), así como su comportamiento gráfico; se utilizó información publicada por el Servicio Meteorológico Nacional.

Desarrollo

Se realizó un mapa base con coordenadas geográficas (longitud, latitud y altitud), para la localización de las temperaturas máximas y mínimas (Figura 1), y de la precipitación acumulada en un periodo de 30 días (Figura 2).

Además se realizó un perfil del estado de Puebla (Figura 3), proyectado a un plano cartesiano (x,y) para

analizar ampliamente la transformación de coordenadas geográficas a UTM en metros.

La estadística del perfil fue muy importante para estudios de correlación entre varianzas, covarianzas, medias y rangos (Gráfica 1).

La estadística de los datos se presenta por medio de un histograma (Gráfica 2), y los resultados varían de acuerdo al comportamiento y relación que tengan con la frecuencia y los valores manejados entre las isoyetas e isotermas (Figura 4).

Cálculo de la radiación solar

El Sol provee alrededor del 99.71% de la energía calorífica requerida para los procesos físicos que se presentan en la atmósfera, cada minuto es radiada una cantidad de calorías de energía denominada constante solar.

La constante solar es normalmente conocida como el flujo de la radiación solar en la alta atmósfera recibida sobre una superficie en forma perpendicular a la distancia media Tierra-Sol.

La constante solar para el estado de Puebla podemos denominarla por S:

$$S = \frac{56 \times 10^{26} \text{ cal/min}}{4\pi (1.5 \times 10^{13} \text{ cm})^2} = 2.0 \text{ cal/cm}^2 \text{ min}$$

Siendo:

56×10^{26} cal/min la energía que el Sol irradia en su superficie, debida a su temperatura que es alrededor de 5750 °C.

1.5×10^{13} cm es la distancia media Tierra-Sol.

1 Langley = ly = 1 cal/cm²

Si esta energía es uniformemente rociada sobre la superficie de la Tierra, la cantidad recibida por unidad de área y tiempo en la alta atmósfera es:

$$\dot{Q}_s = \frac{Q}{t} = 11.5 \text{ kJ/min}$$

La energía solar total interceptada por la Tierra en unidad de tiempo es:

$$St = \pi a^2 S = 2.55 \times 10^{18} \text{ cal/min} = 3.67 \times 10^{21} \text{ cal/día}$$

a = radio terrestre = $6.37 \times 10^6 \text{ m}$

Si $3.67 \times 10^{21} \text{ cal/día} = k$

La energía liberada por un ciclón sería $\sim 1 \times 10^3$ de k

La energía liberada por un huracán sería $\sim 1 \times 10^4$ de k

La energía liberada por una bomba nuclear sería $\sim 1 \times 10^8$ de k

La energía liberada por una lluvia moderada sería $\sim 1 \times 10^8$ de k

Si se considera la radiación solar que llega a la alta atmósfera, como el 100%, primeramente se dispersa, el 16% es absorbida por la atmósfera, el 1% lo absorben las nubes; la tierra absorbe el 26% como radiación directa, 14%, como radiación difusa y un 11% como radiación dispersa, el 25% es devuelta al espacio exterior por nubes y polvo y 7% reflejada por la superficie terrestre conocida como albedo. Todas estas cantidades varían de acuerdo al ángulo de incidencia de los rayos solares así como de la nubosidad, estación del año, latitud, etc.

Metodología para calcular la temperatura reducida

Suponiendo que se desea calcular la temperatura reducida de la Estación A cuya altura es de 2320 m sobre el nivel del mar (recordemos que la ciudad de Puebla tiene una altitud sobre el nivel del mar de 2162 m), y presenta una temperatura media anual de 16.4 °C, se aplicará la siguiente fórmula:

$$T_R = GTN \times h + t$$

Donde:

T_R = Temperatura reducida

h = Altitud en m

gt = Gradiente térmico normal

t = Temperatura de la estación.

Sustituyendo valores:

$$T_R = (2320 \text{ m})(0.0065 \text{ } ^\circ\text{C/m}) + 16.4 \text{ } ^\circ\text{C} = 31.48 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Por lo tanto 31.48 °C es la temperatura de la estación A.

El valor del gradiente térmico normal no se aplica cuando se trabaja con precisión en estudios regionales por lo que a veces es necesario calcular dicho gradiente procediéndose de la manera siguiente:

Suponiendo que se tiene una estación A cuya altitud es de 1050 m con una temperatura de 18.5 °C y otra estación B a una altura de 128 m y una temperatura de 23.8 °C. Se desea conocer el gradiente entre la estación A y B.

Primero se determina la diferencia de altura entre las estaciones y la diferencia de temperaturas.

Diferencia de temperatura = $23.8 \text{ } ^\circ\text{C} - 18.5 \text{ } ^\circ\text{C} = 5.3 \text{ } ^\circ\text{C}$

Diferencia de altura = $1050 \text{ m} - 28 \text{ m} = 922 \text{ m}$

Esto indica que a 922 m la temperatura varía 5.3 °C por lo tanto en 1 m variará:

$$\frac{5.3 \text{ } ^\circ\text{C}}{922 \text{ m}} = 5.7483 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C/m}$$

El valor 0.0057483 °C/m es el gradiente térmico entre las estaciones A y B.

Este valor nos sirve para calcular temperaturas que se encuentren entre los puntos A y B.

Por ejemplo, nos interesa saber la temperatura del punto Z del cual sólo se conoce la altura y se encuentra localizado entre los puntos A y B.

La altura del punto es de 649 m.

Se determina la diferencia de altura entre A y Z o entre B y Z, lo tomaremos entre A y Z lo que da:

Diferencia de altura entre A y Z = $1050 - 649 = 401 \text{ m}$.

Note que se pasa de un lugar alto a uno bajo.

Si en un metro la temperatura varía 0.0057483 °C en 401 m variará:

$$401 \text{ m} \times 0.0057483 \text{ } ^\circ\text{C/m} = 2.3050683 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Este valor se le suma a la temperatura del punto a debido a que se pasa a un lugar más bajo lo que ocasiona que la temperatura sea mayor.

Por lo que la temperatura calculada con el gradiente del punto Z será:

$$18.5 \text{ } ^\circ\text{C} + 2.3 \text{ } ^\circ\text{C} = 20.8 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

El gradiente térmico normal para la ciudad de Puebla es: **GTN = 0.0065 °C/m**

El calentamiento del aire es medido de la superficie del suelo hacia arriba (la temperatura del aire disminuye con la altura)

Conclusiones

Este trabajo, presenta los resultados obtenidos en la modelación de las isoyetas e isotermas, además del cálculo de la radiación solar, mediante el análisis, identificación e información del seguimiento del comportamiento meteorológico de la zona de estudio.

El estudio realizado, nos ha permitido identificar las zonas de acumulación térmica (isotermas) y de precipitación (isoyetas), tanto máximas como mínimas; presentando para el estado de Puebla isoyetas en el rango de 24 y 48 mm, y de isotermas de entre 9.5 y 29.5 °C (Tabla 1).

Para la ciudad de Puebla isoyetas de entre 38 y 40 mm, e isotermas de entre 13.5 y 14 °C.

Cabe mencionar que estos rangos varían de acuerdo a la zona de modelación, es decir hay que tomar en cuenta factores como mantos freáticos y estructuras geológicas de baja altitud, que muestran una filtración y acumulación de aguas en este periodo, y que pudieran alterar algunos resultados ^T

Rogelio Ramos Aguilar¹, Araceli Aguilar Mora²

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ingeniería

¹Laboratorio de Ciencias de la Tierra

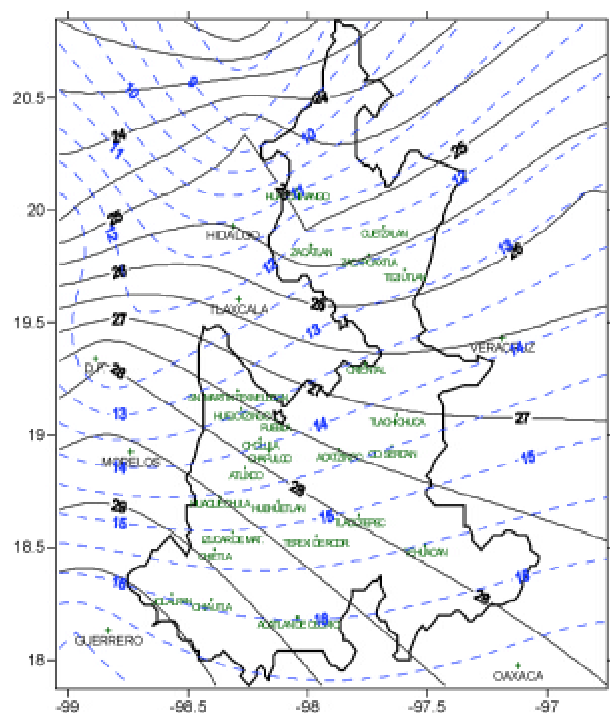
²Área de Geotecnia

Fig. 1. Modelación del comportamiento de las Isotermas para el Estado de Puebla durante el mes de agosto de 2004. Interpretación: Líneas continuas (temperaturas máximas), no continuas (temperaturas mínimas). Para el Estado de Puebla: entre 9.5 y 29.5 °C., Ciudad de Puebla: entre 13.5 y 14 °C. Software utilizado: Surfer 8

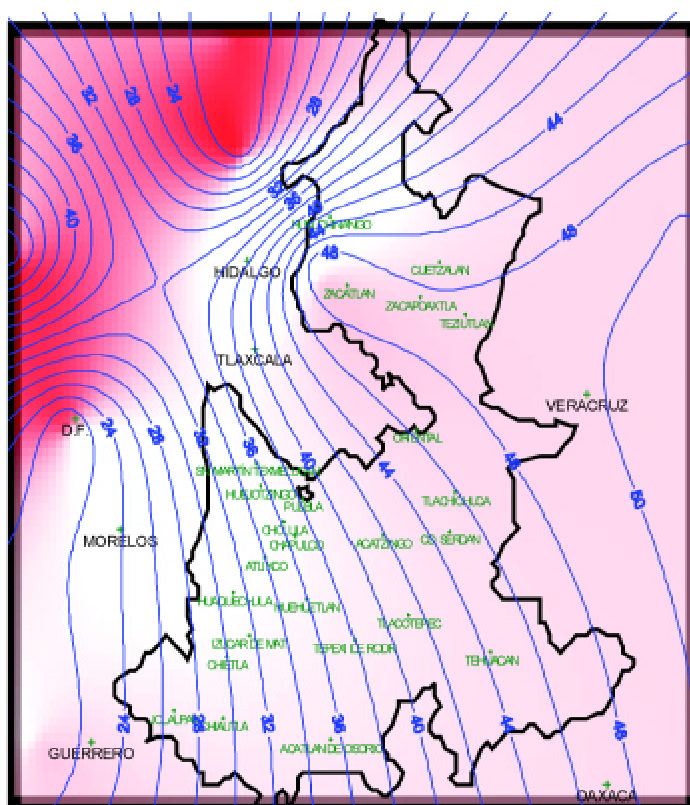


Fig. 2. Modelación del comportamiento de las Isoyetas para el Estado de Puebla durante el mes de agosto de 2004. Interpretación: Líneas continuas (precipitación pluvial en mm precipitación). Para el Estado de Puebla: entre 24 y 48 mm y la Ciudad de Puebla: entre 38 y 40 mm. Software utilizado: Surfer 8

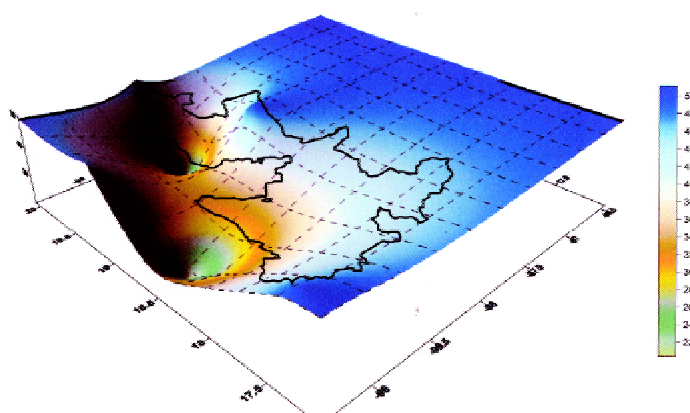


Fig. 3 Perfil del estado de Puebla para las isoyetas, la escala de colores representa los rangos de acumulación. Las dos depresiones que se alcanzan a observar corresponden a la acumulación mínima procesada para comprender mejor su comportamiento.

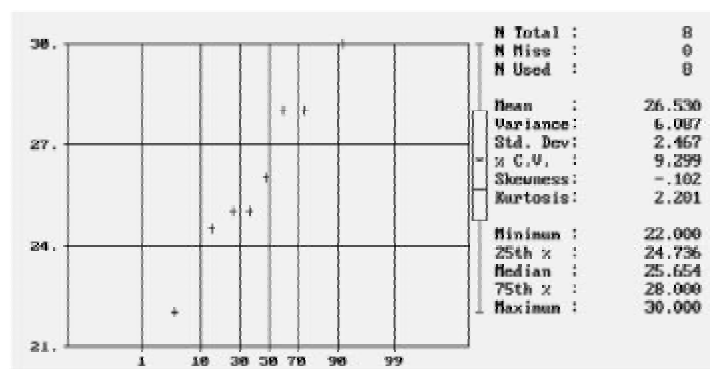
EXAMINE DATA					
Rank	Data Value	Weight	Cum. %	Probit	RecNo
1	22.0000	8.0000	.040	-1.756	2
2	24.5000	13.0000	.144	-1.064	5
3	25.0000	9.0000	.252	-.366	1
4	25.0000	12.0000	.356	-.366	8
5	26.0000	13.0000	.480	-.050	3
6	28.0000	12.0000	.604	.263	7
7	28.0000	17.0000	.748	.666	4
8	30.0000	17.0000	.916	1.378	6

RESULTS

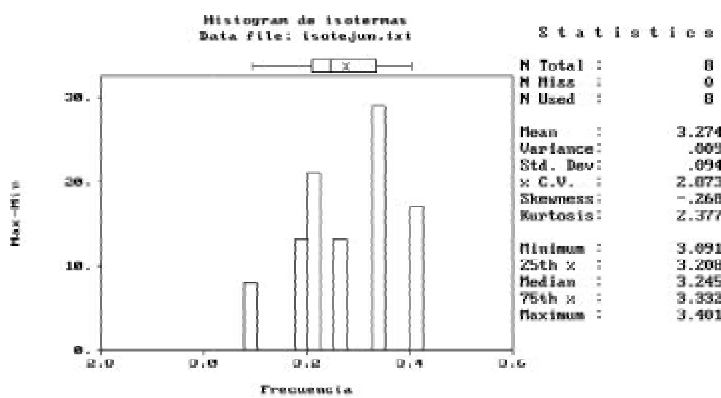
Data File : c:\isotexun.txt
Variable : LN (M&X1mooooo) Weight Variable: MYnimoo
Lower Limit : 3.091
Upper Limit : 3.401

Observations : 8
Missing Data : 0
Retained : 7
Sum of Weights : 84.0000
Mean : 3.2488 Minimum Value : 3.0910
Variance : .0063 25th Percentile : 3.1987
Std. Deviation : .0794 Median : 3.2189
%Coef. Variation: 2.4427 75th Percentile : 3.3075
Maximum Value : 3.3322
Skewness : -.5023
Kurtosis : 2.6375

Figura 4. Datos y resultados estadísticos de las isothermas máximas utilizando el Software Geo-EAS



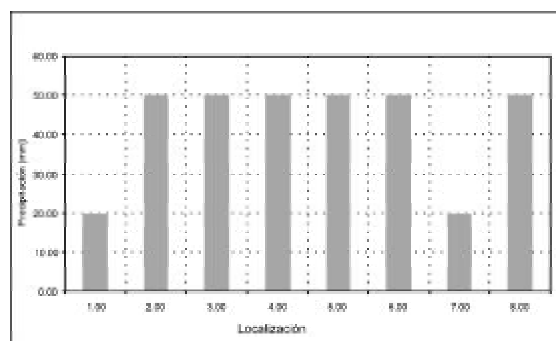
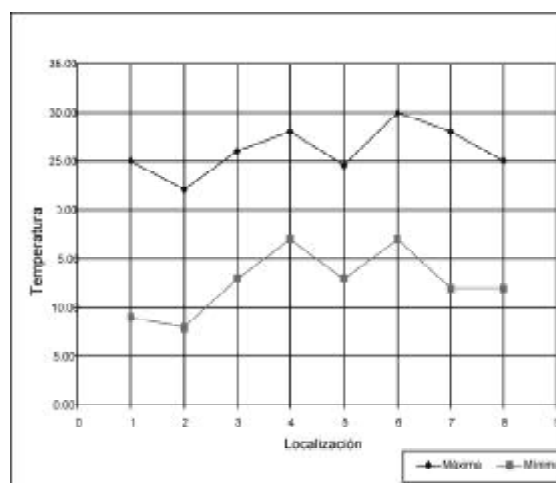
Gráfica 1. Estadística de las isothermas máximas (eje "x" porcentaje acumulativo, eje "y" rango de temperatura), Software utilizado: Geo-EAS



Gráfica 2. Histograma de isothermas. Eje "x" frecuencia, eje "y" rango de temperatura general (máxima-mínima), Software utilizado: Geo-EAS

TABLA 1. LOCALIZACIÓN DE ISOYETAS E ISOTERMAS

No.	Coordenadas		Precipitación	Temperatura °C	
	Longitud	Latitud	Acumulada (mm)	Máximo	Mínimo
1.00	-98.39	19.37	20.00	25.00	9.00
2.00	-98.43	20.07	50.00	22.00	8.00
3.00	-96.54	19.31	50.00	26.00	13.00
4.00	-96.43	17.09	50.00	28.00	17.00
5.00	-99.39	19.17	50.00	24.50	13.00
6.00	-99.30	17.33	50.00	30.00	17.00
7.00	-99.14	18.54	20.00	28.00	12.00
8.00	-98.06	19.13	50.00	25.00	12.00



Bibliografía

- 2001 "El Clima en México". Memorias del Congreso de Ciencias Atmosféricas. México.
- Analysis of the change in the atmospheric urban and photochemistry activity. Atmospheric Environment. USA.
- HUERTA, A., RAMOS, R.
- 2003 Ciencias Atmosféricas. UTP. México. pp. 122-132.
- RAMOS, R. ET AL.
- 2004 Aplicación de imágenes satelitales para determinar el clima y la radiación solar en el estado de Puebla y la geohidrología de su zona norte. Ciencia Ergo Sum. México.