



MINISTERIO DEL AIRE
SUBSECRETARIA DE AVIACION CIVIL

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

Publicaciones

Serie A (Memorias) núm. 45

UN ESTUDIO DE LAS TEMPERATURAS
DIARIAS DE GIJON
(COSTA CANTABRICA DE ESPAÑA)

Por el Meteorólogo

PEDRO MATEO GONZALEZ

Jefe del Observatorio Meteorológico de Gijón

Depósito Legal.-M. 18568.-1966



INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

MADRID, 1967

AEMET-BIBLIOTECA



1006249

© Agencia Estatal de Meteorología. 2018

R. 5. 227

Sig. M24 (460.12 a (1011))



MINISTERIO DEL AIRE
SUBSECRETARIA DE AVIACION CIVIL

SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL

Publicaciones

Serie A (Memorias) núm. 45

UN ESTUDIO DE LAS TEMPERATURAS
DIARIAS DE GIJON
(COSTA CANTABRICA DE ESPAÑA)

Por el Meteorólogo

PEDRO MATEO GONZALEZ

Jefe del Observatorio Meteorológico de Gijón

Depósito Legal.-M. 18568.-1966



INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

MADRID, 1967



GRÁFICAS VIRGEN DE LORETO

PROLOGO - RESUMEN

Este trabajo es un estudio de las temperaturas diarias de Gijón, ciudad situada en la costa cantábrica de España, que es de clima templado y con oscilaciones moderadas de temperatura.

Un resumen de las temperaturas extremas diarias observadas en dicho lugar, durante treinta años, se presenta al final, así como una representación gráfica del citado resumen en la única figura que se incluye.

Utilizando las temperaturas medias diarias se ha ajustado a ellas un desarrollo en serie de Fourier, el cual, estadísticamente, ha resultado satisfactorio. Mediante este desarrollo, o más cómodamente en su representación gráfica en la figura del texto, se puede determinar la temperatura media de cualquier día del año, estimación de mayor confianza que la media observada.

Ha sido calculado el error típico individual de las temperaturas medias para cada día, lo cual nos permite estudiar la desviación de la temperatura media de cualquier día particular, con respecto a la normal del mismo día, y discernir si tal desviación puede ser atribuída al azar. Como consecuencia resultan unos criterios para determinar, objetivamente, si la citada temperatura media particular puede considerarse excesivamente alta o baja, en relación con la normal.

1.—P R E A M B U L O

La sucesión de las estaciones a lo largo del año crea un fondo periódico anual para la sucesión de las temperaturas medias diarias, tanto más de notar si aquellas medias diarias se refieren a promedios de varios años que alisen las desviaciones que las medias singulares puedan presentar. Ahora bien, es sabido que todo fenómeno periódico se puede expresar, en función del tiempo, mediante una suma de funciones sinusoidales, cuyas pulsaciones están en progresión aritmética: el conocido desarrollo en serie de Fourier.

A este desarrollo en serie se ajustan, como más adelante se expone, las temperaturas medias diarias de Gijón. Para ello se utilizan las doce temperaturas medias mensuales, que se asignan al día central del mes correspondiente. De este modo se manejan, para el ajuste, unos datos sumamente alisados, lo cual presenta la ventaja de atenuar las desviaciones que el azar pueda introducir en los datos singulares de las temperaturas medias diarias, consideración tanto más de tener en cuenta, cuanto más modestas sean las series estadísticas empleadas. En el caso de este trabajo la serie estadística estudiada abarca un período de treinta años.

Naturalmente, es claro que el uso de las temperaturas medias mensuales, en lugar de las diarias, lleva los cálculos a un nivel practicable, y, además, hace posible una estimación de las temperaturas medias diarias, con el conocimiento exclusivo de las medias mensuales, que en Climatología son datos de amplio uso y divulgación.

No obstante, es de advertir que se reducen las amplitudes de los armónicos del desarrollo de Fourier cuando, como aquí se hace, se sustituyen las temperaturas medias del día central de cada mes por las medias mensuales correspondientes. Por ello es necesario someter dichas amplitudes a ciertas correcciones, para que el desarrollo sea representativo de las temperaturas medias diarias.

2.—DATOS EMPLEADOS

Los datos originales utilizados han sido las temperaturas diarias extremas, apreciadas en décimas de grado centigrado, observadas en el Observatorio Meteorológico de Gijón durante treinta años completos: desde 1926 a 1935, y desde 1939 a 1958, todos inclusive.

Mediante las citadas temperaturas extremas se han calculado las medias diarias de las máximas y de las mínimas y, como promedio de ambas, las medias diarias. Los resultados se exponen en el apéndice en cinco cuadros, que expresan temperaturas diarias en grados centígrados, a saber: medias (cuadro A), medias de las máximas (cuadro B); medias de las mínimas (cuadro C), máximas absolutas (cuadro D) y mínimas absolutas (cuadro E).

Los datos comprendidos en estos cuadros han sido representados, gráficamente, en la figura que acompaña al texto y corresponden a las líneas quebradas que unen puntos, cada uno de los cuales representa un día y una temperatura. De este modo cada línea quebrada representa, a lo largo del año, la sucesión de las temperaturas diarias de Gijón, presentadas en los cuadros anteriormente citados. La figura original ha sido dibujada en papel milimetrado, asignando intervalos de un milímetro para cada día, en el eje de abscisas, y de medio milímetro para cada décima de grado centigrado, en el eje de ordenadas.

Es preciso hacer una advertencia respecto a los cuadros A, B y C. En ellos figuran las temperaturas del día 29 de febrero, las cuales, para que tengan el mismo peso que las de los restantes días, han sido calculadas como se explica a continuación. En los años comunes se han introducido temperaturas máximas y mínimas para días 29 de febrero ficticios, obtenidas como promedios entre las temperaturas correspondientes del día precedente (28 de febrero) y posterior (1 de marzo). Estas temperaturas máximas y mínimas calculadas para los años comunes, unidas a las observadas para el día 29 de febrero en los años bisiestos, dan un conjunto de datos del mismo peso que en los restantes días, y, como los de éstos, se manejan en el cálculo de los números que figuran en los citados cuadros A, B y C del apéndice. No obstante, el día 29 de febrero ha sido omitido en la representación gráfica.

3.—AJUSTE DE UN DESARROLLO EN SERIE DE FOURIER A LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES

El desarrollo en serie de Fourier de la función Y del tiempo t puede ser expresado así:

$$Y = C_0 + C_1 \text{ sen } (\omega t + \varphi_1) + C_2 \text{ sen } (2 \omega t + \varphi_2) + C_3 \text{ sen } (3 \omega t + \varphi_3) + \dots + C_n \text{ sen } (n \omega t + \varphi_n) + \dots, \quad [1]$$

en donde ω es la pulsación que vale $\omega = \frac{2\pi}{T}$, siendo T el período y, para el armónico de orden n , φ_n es su corrección de fase y C_n su amplitud.

Con objeto de calcular las constantes de este desarrollo se hace:

$$a_n = C_n \text{ sen } \varphi_n, \quad b_n = C_n \text{ cos } \varphi_n,$$

con lo cual su expresión es la siguiente:

$$Y = C_0 + a_1 \text{ cos } \omega t + a_2 \text{ cos } 2 \omega t + a_3 \text{ cos } 3 \omega t + \dots + a_n \text{ cos } n \omega t + \dots + b_1 \text{ sen } \omega t + b_2 \text{ sen } 2 \omega t + b_3 \text{ sen } 3 \omega t + \dots + b_n \text{ sen } n \omega t + \dots,$$

siendo C_0 el valor medio de la función Y ,

$$C_0 = \frac{1}{T} \int_0^T Y \, dt = \bar{Y}, \quad [2]$$

y, además,

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T Y \text{ cos } n \omega t \, dt, \quad b_n = -\frac{2}{T} \int_0^T Y \text{ sen } n \omega t \, dt. \quad [3]$$

De este modo los valores de las constantes que figuran en [1] son:

$$C_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}, \quad \text{tg } \varphi_n = \frac{a_n}{b_n}. \quad [4]$$

Al tratar de ajustar un desarrollo en serie de Fourier a las temperaturas diarias medias de Gijón se van a utilizar, como ya se ha dicho, las doce temperaturas medias mensuales de un período de treinta años. Se adopta para t los valores sucesivos desde $t = 0$, para enero, hasta $t = 11$, para diciembre, valiendo entonces el período $T = 12$. Es suficiente emplear el término principal y los cuatro armónicos siguientes, con lo cual la fórmula [1] presenta esta forma:

$$Y = \bar{Y} + C_1 \text{ sen } (30^\circ t + \varphi_1) + C_2 \text{ sen } (60^\circ t + \varphi_2) + C_3 \text{ sen } (90^\circ t + \varphi_3) + C_4 \text{ sen } (120^\circ t + \varphi_4) + C_5 \text{ sen } (150^\circ t + \varphi_5). \quad [5]$$

Según se expresa en [2] el valor de \bar{Y} corresponde a la temperatura media anual, y los valores de las constantes C_n y φ_n se determinan mediante las fórmulas [4], para lo cual es preciso calcular previamente los valores de a_n y b_n . Esto se consigue mediante las fórmulas [3] que, escritas en términos finitos para este caso particular, se expresan así:

$$a_n = \frac{1}{6} \sum_{i=0}^{i=11} Y_i \cos 30^\circ n t_i, \quad b_n = \frac{1}{6} \sum_{i=0}^{i=11} Y_i \operatorname{sen} 30^\circ n t_i, \quad [6].$$

en donde n indica el orden del armónico.

Por tanto, los datos necesarios para el cálculo del desarrollo [5] se pueden obtener del cuadro núm. 1, en el cual las temperaturas han sido tomadas del cuadro A del apéndice.

CUADRO 1.—Temperaturas medias mensuales (Y_i) y anual \bar{Y} de Gijón, en °C, con observaciones de treinta años.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
t_i	0	1	2	3	4	5	6	7
Y_i	9,2	9,3	11,2	12,2	14,0	16,9	19,0	19,4
	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año			
	8	9	10	11	\bar{Y}			
	18,1	15,2	12,1	10,0	13,88			

4.—CALCULO DE LAS CONSTANTES DEL DESARROLLO PARA LAS TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES DE GIJON

El cálculo de las fórmulas [6], mediante las temperaturas medias mensuales contenidas en el cuadro 1, supone la multiplicación de dichas temperaturas medias por cosenos y senos de ángulos a intervalos iguales. Teniendo en cuenta las relaciones trigonométricas entre dichos cosenos y senos, se puede hacer una previa y conveniente combinación de sumas y restas de dichas temperaturas medias, antes de proceder a la multiplicación. La primera fase del cálculo, o sea, la combinación de sumas y restas, se expone en el cuadro 2-a, y la segunda fase, o sea,

las multiplicaciones, se expone en el cuadro 2-b. Ambos cuadros para los primeros cinco armónicos.

CUADRO 2-a.—Combinaciones de sumas y restas de las temperaturas medias mensuales de Gijón, para el cálculo de las constantes de las fórmulas [6], con cinco armónicos.

A	9,2	9,3	11,2	12,2	14,0	16,9	H	28,2	28,7	29,3
B	19,0	19,4	18,1	15,2	12,1	10,0	I	27,4	26,1	26,9
C	—9,8	—10,1	—6,9	—3,0	1,9	6,9	J	0,8	2,6	2,4
D		6,9	1,9		—6,9	—10,1	K		2,4	2,6
E	—9,8	—17,0	—8,8	—3,0	—5,0	—3,2	L	0,8	0,2	5,0
F	—8,8					—3,0				
G	—1,0					—0,2	M	55,6	54,8	56,2
							N		56,2	54,8
							P	55,6	—1,4	111,0

Explicación del cuadro 2-a:

A y B: son las temperaturas medias mensuales del cuadro 1 colocadas como se indica;

$C = A - B$;

D: son datos de C colocados como se indica;

E: los datos 1° y 4°, proceden de C; el 2° y 3° se obtienen por diferencia $C - D$; el 5° y 6° por suma $C + D$. *Los datos de E serán utilizados en el cálculo del 1° y 5° armónicos.*

F: son datos de E colocados como se indica;

$G = E - F$. *Los datos de G serán utilizados en el cálculo del 3° armónico.*

H e I: son $A + B$ colocados como se indica;

$J = H - I$;

K: son datos de J colocados como se indica;

L: el dato 1° procede de J; el 2° de $J - K$, y el 3° de $J + K$. *Los datos de L serán utilizados para el cálculo del 2° armónico.*

$$M = H + I;$$

N: son datos de M colocados como se indica;

P: el dato 1° procede de M, el 2° de $M - N$ y el 3° de $M + N$.
 Los datos de P serán utilizados para el cálculo del 4° armónico.

Con los datos contenidos en las líneas E, G, L y P del cuadro 2-a se procede a la determinación de $6 a_n$ y $6 b_n$, para los cinco primeros armónicos del desarrollo en serie de Fourier que nos interesa, tal como se expone en el cuadro 2-b.

CUADRO 2-b.—Productos para determinar $6 a_n$ y $6 b_n$ de las fórmulas [6], para los cinco primeros armónicos, utilizando los datos del cuadro 2-a.

ARMÓNICO.				1°			
Línea del cuadro 2-a.				E	Productos	E	Productos
Factor	{	cos 0° = sen 90° = 1,000		-9,8	-9,80	-3,0	-3,00
		cos 30° = sen 60° = 0,866		-17,0	-14,72	-5,0	-4,33
		cos 60° = sen 30° = 0,500		-8,8	-4,40	-3,2	-1,60
Sumas				-28,92		-8,93	
					6 a ₁		6 b ₁
2°				3°			
L	Productos	L	Productos	G	Productos	G	Productos
0,8	0,80	.....	.....	-1,0	-1,00	-0,2	-0,20
.....	.....	5,0	4,33	.....	.....	.....	.....
0,2	0,10	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	0,90		4,33		-1,00		-0,20
	6 a ₂		6 b ₂		6 a ₃		6 b ₃
4°				5°			
P	Productos	P	Productos	E	Productos	E	Productos
55,6	55,60	.....	.....	-9,8	-9,80	-3,0	-3,0
.....	.....	-1,4	-1,21	-17,0	14,72*	-5,0	4,33*
111,0	-55,50*	.....	.....	-8,8	-4,40	-3,2	-1,60
	0,10		-1,21		0,52		-0,27
	6 a ₄		6 b ₄		6 a ₅		6 b ₅

NOTA: * indica que el factor es negativo.

Con los resultados contenidos en el cuadro 2-b se procede al cálculo de las amplitudes y correcciones de fase del desarrollo en serie de Fourier [5], haciendo uso de las fórmulas [4].

Las amplitudes de dicho desarrollo valen:

$$C_1 = \sqrt{\frac{28,92^2 + 8,93^2}{6}} = 5,04 \quad ; \quad C_2 = \sqrt{\frac{0,90^2 + 4,33^2}{6}} = 0,74;$$

$$C_3 = \sqrt{\frac{1,00^2 + 0,20^2}{6}} = 0,17 \quad ; \quad C_4 = \sqrt{\frac{0,10^2 + 1,21^2}{6}} = 0,20;$$

$$C_5 = \sqrt{\frac{0,52^2 + 0,27^2}{6}} = 0,10.$$

Las tangentes de las correcciones de fase, y por lo tanto dichas correcciones de fase, valen:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{-28,92}{-8,93} = 3,24 \quad , \quad \varphi_1 = 253^\circ \quad ; \quad \operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{0,90}{4,33} = 0,21 \quad , \quad \varphi_2 = 12^\circ \quad ;$$

$$\operatorname{tg} \varphi_3 = \frac{-1,00}{-0,20} = 5,00 \quad , \quad \varphi_3 = 259^\circ \quad ; \quad \operatorname{tg} \varphi_4 = \frac{0,10}{-1,21} = -0,08 \quad , \quad \varphi_4 = 175^\circ;$$

$$\operatorname{tg} \varphi_5 = \frac{0,52}{-0,27} = -1,93 \quad , \quad \varphi_5 = 117^\circ.$$

En consecuencia, el desarrollo en serie de Fourier, ajustado a las doce temperaturas medias mensuales de Gijón, y con cinco armónicos, es el siguiente:

$$Y = 13,88 + 5,04 \operatorname{sen} (30^\circ t + 253^\circ) + 0,74 \operatorname{sen} (60^\circ t + 12^\circ) + 0,17 \operatorname{sen} (90^\circ t + 259^\circ) + 0,20 \operatorname{sen} (120^\circ t + 175^\circ) + 0,10 \operatorname{sen} (150^\circ t + 117^\circ), \quad [7]$$

con $t = 0, 1, 2, \dots, 11$, para enero, febrero, marzo, ..., diciembre.

5.—CORRECCION PARA QUE EL AJUSTE SE APLIQUE A LAS TEMPERATURAS MEDIAS DIARIAS

Para ajustar un desarrollo en serie de Fourier a las temperaturas medias diarias se ha empezado, como se expone en líneas anteriores, por ajustar dicho desarrollo a las temperaturas medias mensuales, las cuales se asignan al día central del mes correspondiente. Así se sustituyen unos valores instantáneos por valores medios, produciéndose en el desarrollo deseado, por efecto de dicha sustitución, una reducción de la amplitud de los armónicos. Efectivamente, si llamamos C y C' a las

amplitudes de los armónicos referidas a valores medios e instantáneos, respectivamente, se puede demostrar que

$$\frac{C}{C'} = \frac{\text{sen } \frac{m \pi}{T}}{m \text{ sen } \frac{\pi}{T}},$$

siendo m el número de temperaturas medias diarias empleadas al hallar la temperatura media mensual (alisada). Entonces el valor del período, T , es $12 m$ para el primer armónico; $\frac{12 m}{2}$, para el segundo, y así sucesivamente, de modo que, en general, vale $\frac{12 m}{n}$ para el armónico de orden n . Por lo tanto, para las amplitudes de éste, tenemos:

$$\frac{C_n}{C_n'} = \frac{\text{sen } \frac{n \pi}{12}}{m \text{ sen } \frac{n \pi}{12 m}} = \frac{\text{sen } \frac{n \pi}{12}}{\frac{n \pi}{12}} : \frac{\text{sen } \frac{n \pi}{12 m}}{\frac{n \pi}{12 m}}$$

Ahora bien, es sabido que

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\text{sen } \frac{n \pi}{12 m}}{\frac{n \pi}{12 m}} = 1$$

siendo en nuestro caso, en general, $m = 30$, y tomando el 5° armónico, que es el más desfavorable, resulta:

$$\text{sen } \frac{5 \pi}{12 \times 30} = \frac{5 \pi}{12 \times 30},$$

con cuatro cifras decimales. En consecuencia, podemos tomar prácticamente, para corregir las amplitudes del desarrollo [7], la fórmula:

$$C_n' = C_n \frac{\text{sen } \frac{n \pi}{12}}{\frac{n \pi}{12}},$$

en donde n es el orden del armónico.

Aplicando esta fórmula se obtienen las amplitudes corregidas, C'_n , en lugar de las que figuran en el desarrollo [7], C_n , tal como a continuación se expresan:

$$C'_1 = C_1 \times 1,01; C'_2 = C_2 \times 1,05; C'_3 = C_3 \times 1,11; C'_4 = C_4 \times 1,21; \\ C'_5 = C_5 \times 1,36.$$

Con estas amplitudes corregidas el desarrollo en serie de Fourier, ajustado a las temperaturas medias diarias de Gijón, es el siguiente:

$$Y = 13,88 + 5,09 \operatorname{sen} (30^\circ t + 253^\circ) + 0,78 \operatorname{sen} (60^\circ t + 12^\circ) + \\ + 0,19 \operatorname{sen} (90^\circ t + 259^\circ) + 0,24 \operatorname{sen} (120^\circ t + 175^\circ) + \\ + 0,14 \operatorname{sen} (150^\circ t + 117^\circ). \quad [8]$$

En donde t tomará los valores enteros, desde 0 a 11, para los días centrales de cada mes, desde enero a diciembre. Dentro de la aproximación que se puede obtener en el ajuste, bastará tomar t en enteros y décimas, correspondiendo entonces a cada valor, por término general, tres días consecutivos, pues el valor asignado a t se supedita a que al día, o días, centrales de cada mes le corresponda un número entero (de 0 a 11), y a los días final de cada mes e inicial del siguiente les corresponda 0,5 para enero-febrero, 1,5 para febrero-marzo, etc., hasta 11,5 para diciembre-enero.

6.—COMPARACION DE UNA MUESTRA DE TEMPERATURAS MEDIAS DIARIAS ESTIMADAS, SEGUN EL DESARROLLO, Y LAS OBSERVACIONES CORRESPONDIENTES

En la figura que acompaña al texto aparece la curva representativa del desarrollo en serie de Fourier expresado por la fórmula [8]. Esta curva nos da, pues, gráficamente, las temperaturas medias diarias de Gijón, estimadas según el citado desarrollo.

Para trazarla se han dado en [8] valores a t desde 0 a 11,5, de media en media unidad, resultando las veinticuatro determinaciones de Y que se exponen en el cuadro 3, en la columna encabezada por dicha Y . En el mismo cuadro, y en la columna encabezada por Y' , aparecen las correspondientes temperaturas medias diarias observadas: para t igual a 0, 1, 2, etc., la media del día central, o el promedio de los dos días centrales, según los casos, desde enero a diciembre; para t igual a 0,5, 1,5, 2,5, etc., el promedio de las medias del último día de cada mes y primero del siguiente, desde enero-febrero hasta diciembre-enero.

CUADRO 3.—Comparación de veinticuatro temperaturas medias diarias calculadas (Y) a intervalos iguales de t con las observadas (Y') correspondientes.

t	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y') ²
0	9,1	9,1	0,0	0,00
0,5	8,9	9,9	-1,0	1,00
1	9,3	9,2	0,1	0,01
1,5	10,2	9,4	0,8	0,64
2	11,3	11,5	-0,2	0,04
2,5	11,9	12,1	-0,2	0,04
3	12,2	12,2	0,0	0,00
3,5	12,7	12,4	0,3	0,09
4	13,9	13,9	0,0	0,00
4,5	15,5	15,5	0,0	0,00
5	17,0	16,6	0,4	0,16
5,5	18,2	18,3	-0,1	0,01
6	19,0	18,6	0,4	0,16
6,5	19,5	19,7	-0,2	0,04
7	19,5	19,4	0,1	0,01
7,5	19,0	19,3	-0,3	0,09
8	18,1	18,2	-0,1	0,01
8,5	16,8	16,4	0,4	0,16
9	15,3	15,7	-0,4	0,16
9,5	13,6	12,8	0,8	0,64
10	12,0	11,9	0,1	0,01
10,5	10,7	10,5	0,2	0,04
11	10,0	10,1	-0,1	0,01
11,5	9,5	9,3	0,2	0,04
Sumas			1,2	3,36

Aprovechando esta muestra de veinticuatro parejas de temperaturas medias diarias calculadas y observadas en Gijón, se procede a realizar un primer contraste del ajuste conseguido, mediante la aplicación de la t de Student a las diferencias $Y-Y'$, que aparecen en el cuadro 3.

Como media de estas diferencias esperamos encontrar un valor nulo; pero el citado cuadro 3 nos dice que hallamos $M = \frac{1,2}{24} = 0,05$. Por otra parte, y con la suma que figura al pie de la columna encabezada por $(Y-Y')^2$ del mismo cuadro, obtenemos una estimación del error típico de la media de $Y-Y'$, a saber,

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{3,36}{23 \times 24}}$$

Por tanto, resulta para la t de Student:

$$t = 0,05 : \sqrt{\frac{3,38}{23 \times 24}} = 0,64,$$

con 23 grados de libertad. Corresponde a un nivel de probabilidad entre 0,5 y 0,6 (tabla III de "Statistical tables for biological, agricultural and medical research", de Fisher y Yates), que nos dice que la diferencia entre las medias de $Y-Y'$, esperada y encontrada, no es significativa.

7.—LÍMITES DE CONFIANZA DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS ESTIMADAS POR EL DESARROLLO

Teniendo en cuenta que las temperaturas medias de un determinado día del año tienen una distribución normal, los límites de confianza al nivel 95 por 100 de las medias diarias estimadas, según el desarrollo de Fourier calculado para Gijón, han de estar comprendidos en el intervalo $M \pm 1,96 \sigma_M$, siendo M la media estimada y σ_M su desviación típica.

Esto equivale a establecer la hipótesis de que el citado desarrollo nos permite calcular las temperaturas medias diarias de Gijón referidas a un número indefinidamente grande de años, y de que si dispusiéramos, para cada día, de diversas muestras de treinta años de temperaturas medias observadas, el 95 por 100 de las medias de tales muestras permanecerían dentro del intervalo $M \pm 1,96 \sigma_M$, siendo, además, atribuibles al azar las desviaciones que presentasen respecto a la media dada por el desarrollo de Fourier. Tal hipótesis será contrastada más adelante.

Ahora bien, sabido es que la desviación típica de la media de una muestra de N datos viene dada por $\sigma_M = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$, siendo σ la desviación típica individual. Se da una estimación de σ cuando su determinación no es posible, como ocurre ahora, mediante el error típico

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Y' - M')^2}{N - 1}},$$

en donde Y' representa los valores individuales de que se dispone (en nuestro caso las treinta temperaturas medias diarias de un determinado

día del año), y M' su media, o sea, $M' = \frac{\sum Y'}{N}$. El valor de N en este caso es 30.

Tomando como representativos los días 5, 15 y 25 de cada mes, se empieza por calcular, para ellos, la varianza, σ^2 , utilizando las temperaturas medias observadas para cada uno de los citados días, en los treinta años de observaciones de que se dispone. Como se trata de hallar valores representativos a lo largo del año para las varianzas y, en consecuencia, para las desviaciones típicas, tanto individuales como de las medias, se someten cada dos varianzas consecutivas a la prueba de las F de Snedecor, para proceder a calcular varianzas en días interpolados, en caso de encontrar diferencias significativas entre las citadas varianzas consecutivas.

Con este objeto se tiene en cuenta que para 29 y 29 grados de libertad, $F = 1,86$, al nivel significativo 0,05, y $F = 2,43$, al nivel muy significativo 0,01 (tabla V, de "Statistical tables for biological, agricultural and medical research", de Fisher y Yates). A la vista de estos valores de F no se han encontrado diferencias significativas entre las varianzas consecutivas estudiadas, excepto entre las que a continuación se relacionan: entre el 25 de marzo y el 5 de abril; entre el 25 de abril y el 5 de mayo; entre el 5 y el 15 de mayo; entre el 5 y el 15 de junio; entre el 25 de julio y el 5 de agosto, y entre el 15 y el 25 de noviembre.

En todos estos casos se ha buscado la varianza correspondiente a la fecha intermedia y equidistante, exacta o aproximadamente, de los extremos de los intervalos. Se han obtenido, por este procedimiento, valores de F no significativos para las varianzas consecutivas, mediante la incorporación de varianzas en las citadas fechas, interpoladas en los intervalos anteriormente relacionados, excepto entre el 5 y el 15 de mayo, y entre el 15 y el 25 de noviembre. Al proseguir las interpolaciones de las varianzas mediante la reiteración de la división de los intervalos para estos dos casos, se han encontrado, para ambos, dos fechas consecutivas con varianzas que presentan diferencias significativa, del 6 al 7 de mayo, y muy significativa, del 15 al 16 de noviembre. Los resultados se exponen en el cuadro 4.

El cuadro 4 nos da, pues, valores representativos y estimados de las varianzas de las temperaturas medias diarias en Gijón, a lo largo del año, y, teniendo en cuenta el procedimiento seguido comparando varianzas consecutivas, no hay inconveniente en interpolar, cuando se quiera la varianza para una fecha que no figure en el cuadro.

CUADRO 4.—Estimación representativa para las temperaturas medias diarias de Gijón de su varianza, error típico y límites del error al 95 por 100, para valores individuales y de las medias.

MESES · DIAS	Varianza σ^2	F	Error típico		Límites del error al 95 %	
			Individual σ	De la media σ_m	Individual \pm	De la media \pm
Enero	5	1,67	2,61	0,48	5,1	0,9
»	15	1,30	3,37	0,61	6,6	1,2
»	25	1,56	2,96	0,54	5,8	1,1
Febrero	5	1,76	3,70	0,67	7,3	1,3
»	15	1,13	2,78	0,51	5,4	1,0
»	25	1,13	2,62	0,48	5,1	0,9
Marzo	5	1,48	2,78	0,51	5,4	1,0
»	15	1,40	2,29	0,42	4,5	0,8
»	25	1,76	2,71	0,49	5,3	1,0
»	31	1,21	2,04	0,37	4,0	0,7
Abril	5	1,53	1,86	0,34	3,6	0,7
»	15	1,10	2,30	0,42	4,5	0,8
»	25	1,41	2,19	0,40	4,3	0,8
»	30	1,42	1,84	0,34	3,6	0,7

MESES · DIAS	F	Varianza σ^2	Error típico		Límites del error al 95 %	
			Individual σ	De la media σ_m	Individual \pm	De la media \pm
Mayo	5	2,40	1,55	0,28	3,0	0,5
»	6	3,20	1,79	0,33	3,5	0,6
»	7	6,78	2,60	0,48	5,1	0,9
»	15	6,27	2,50	0,46	4,9	0,9
»	25	3,75	1,94	0,35	3,8	0,7
Junio	5	3,88	1,97	0,36	3,9	0,7
»	10	2,79	1,67	0,30	3,3	0,6
»	15	2,07	1,44	0,26	2,8	0,5
»	25	2,05	1,43	0,26	2,8	0,5
Julio	5	3,23	1,80	0,33	3,5	0,6
»	15	1,93	1,39	0,25	2,7	0,5
»	25	2,94	1,72	0,31	3,4	0,6
»	31	2,59	1,61	0,29	3,2	0,6
Agosto	5	1,52	1,23	0,22	2,4	0,4
»	15	2,08	1,44	0,26	2,8	0,5
»	25	2,94	1,72	0,31	3,4	0,6

MESES - DIAS	Varianza σ^2	F	Error típico		Límites del error al 95 %	
			Individual σ	De la media σ_m	Individual \pm	De la media \pm
Septiembre	2,99	1,44	1,73	0,32	3,4	0,6
«	4,30	1,23	2,07	0,38	4,1	0,7
»	3,51	1,42	1,87	0,34	3,7	0,7
Octubre	4,99	1,30	2,23	0,41	4,4	0,8
»	3,85	1,12	1,96	0,36	3,8	0,7
»	4,31	1,24	2,08	0,38	4,1	0,7
Noviembre	5,35	1,56	2,31	0,42	4,5	0,8
»	3,44	2,92	1,86	0,34	3,6	0,7
»	10,05	1,45	3,17	0,58	6,2	1,1
»	6,92	1,24	2,63	0,48	5,2	0,9
Diciembre	5,59	1,17	2,35	0,43	4,6	0,8
»	4,78	1,50	2,19	0,40	4,3	0,8
»	7,16	1,05	2,68	0,49	5,3	1,0
Enero	6,79					

NOTA.—Valor de F para 29 y 29 grados de libertad.
Nivel significativo 0,05: F = 1,86.
Nivel muy significativo 0,01: F = 2,43.

Utilizando la varianza se ha calculado el error típico individual, σ , y el error típico de la media, σ_M , en los días que figuran en el cuadro. Multiplicando ambos resultados por 1,96 se obtienen, respectivamente, los límites del error típico individual y de la media al 95 por 100. Se acepta que los cuatro valores citados, por lo mismo expuesto para la varianza, admiten la interpolación para fechas que no figuren en el cuadro.

En la figura que acompaña al texto se ha efectuado una representación gráfica de los límites del error, al 95 por 100 de las temperaturas medias diarias de Gijón estimadas en el desarrollo en serie. Para ello se han utilizado los correspondientes valores dados por el cuadro 4, previamente alisados. El alisamiento consistió en sustituir cada límite del error de la media, en cada fecha, por el promedio obtenido con el mismo y los de las fechas precedente y posterior. Del mismo modo dicho valor alisado se asignó a una fecha promediada, por el mismo procedimiento, con las tres fechas manejadas. Los errores típicos del 6 y 7 de mayo y del 15 y 16 de noviembre no fueron alisados.

8.—CONTRASTE DE LA BONDAD DEL AJUSTE REALIZADO

Como ya se ha expuesto en líneas anteriores, se establece la hipótesis de que el desarrollo de Fourier calculado nos permite obtener una estimación de las temperaturas medias diarias de Gijón, referidas a un número indefinidamente grande de años.

Además, puesto que las temperaturas medias diarias observadas durante diversos años, para un determinado día, tienen una distribución normal, si tal hipótesis es cierta, esperamos encontrar el 95 por 100 de las muestras de treinta años de observaciones para cada día, dentro del intervalo $M \pm 1,96 \sigma_M$, donde M es la media estimada por el desarrollo para el día de que se trate y σ_M su desviación típica, cuyo valor a lo largo del año se expone en el cuadro 4. Igualmente, y por las mismas razones, esperamos encontrar el 99 por 100 de las medias citadas, dentro del intervalo $M \pm 2,58 \sigma_M$. Esto es equivalente a esperar valores de las medias observadas iguales a los extremos de los citados intervalos o fuera de los mismos, en el 5 por 100 y en el 1 por 100 de los casos, respectivamente.

Ahora bien, a lo largo del año tenemos 365 estimaciones de temperaturas medias diarias dadas por el desarrollo de Fourier, esperando encontrar, pues, $365 \times 0,05 = 18,25$ temperaturas medias diarias obser-

vadas con valores iguales o fuera del intervalo $M \pm 1,96 \sigma_M$. En estas condiciones se han encontrado 19 temperaturas, las cuales se pueden apreciar en la figura que acompaña al texto y se relacionan en el cuadro 5. Estos valores han sido comprobados numéricamente, lo mismo que todos aquellos que, por estar muy próximos a los extremos del intervalo, suscitaron la duda sobre su real posición en el gráfico.

CUADRO 5.—Temperaturas medias diarias observadas en Gijón no incluidas en el intervalo: temperatura media estimada por el desarrollo ajustado $\pm 1,96 \sigma_M$.

FECHAS	TEMPERATURAS MEDIAS			
	Estimadas	Límites del error al 95 %		Observadas
		Superior	Inferior	
Enero 30	8,9	10,1	7,7	10,1
Febrero 19	9,5	10,5	8,5	8,3
Febrero 20	9,5	10,5	8,5	8,5
Marzo 8	10,7	11,6	9,8	9,8
Junio 14	16,8	17,3	16,3	16,3
Julio 25	19,3	19,9	18,7	20,0
Julio 26	19,4	20,0	18,8	20,1
Julio 28	19,4	20,0	18,8	20,2
Agosto 17	19,5	20,0	19,0	20,0
Agosto 18	19,5	20,0	19,0	20,0
Agosto 21	19,4	20,0	18,8	18,7
Octubre 17	15,1	15,8	14,4	16,0
Octubre 18	15,0	15,7	14,3	15,8
Octubre 26	14,2	14,9	13,5	13,5
Octubre 28	14,0	14,7	13,3	12,9
Octubre 29	13,8	14,5	13,1	13,1
Noviembre 1	13,5	14,3	12,7	12,5
Noviembre 24	11,2	12,1	10,3	12,6
Diciembre 9	10,3	11,1	9,5	9,5

Del mismo modo, esperamos encontrar $365 \times 0,01 = 3,65$ temperaturas medias diarias observadas a lo largo del año con valores iguales o fuera del intervalo $M \pm 2,58 \sigma_M$. Numéricamente, entre las que figuran en el cuadro 5, se han encontrado las que aparecen en el cuadro 6, que son 3.

Se ve, por tanto, que el ajuste es satisfactorio, pudiendo aceptarse el desarrollo en serie de Fourier como una expresión de los valores que toma la temperatura media de Gijón a lo largo del año, siendo las desviaciones de las medias observadas atribuibles al azar.

CUADRO 6.—Temperaturas medias diarias observadas en Gijón no incluidas en el intervalo: temperatura media estimada por el desarrollo $\pm 2,58 \sigma_M$.

FECHAS	TEMPERATURAS MEDIAS			
	Estimadas	Límites del error al 99 %		Observadas
		Superior	Inferior	
Julio 28	19,4	20,2	18,6	20,2
Octubre 28	14,0	15,0	13,0	12,9
Noviembre 24	11,2	12,5	9,9	12,6

9.—APLICACIONES PRACTICAS

Se resumen a continuación las aplicaciones prácticas que parecen más interesantes para las temperaturas diarias en la zona de Gijón, los cuales pueden obtenerse del presente trabajo:

1.º Determinación de las temperaturas medias; medias de las máximas y de las mínimas, y máximas y mínimas absolutas, referidas a un período de treinta años. Cuadros del apéndice.

2.º Determinación de la temperatura media diaria normal, o sea, referida a un período indefinidamente grande de tiempo. Su cálculo puede efectuarse mediante la fórmula [8], dando valores a t , como se explica a continuación de dicha fórmula. Más cómodamente, utilizando la representación gráfica de la fórmula [8], que se da en la figura que acompaña al texto.

3.º Determinación de los límites de confianza de la anterior temperatura media normal, al nivel 95 por 100. Sus valores numéricos pueden hallarse en la última columna del cuadro 4, o bien utilizando la representación gráfica de dichos límites de confianza en la figura del texto.

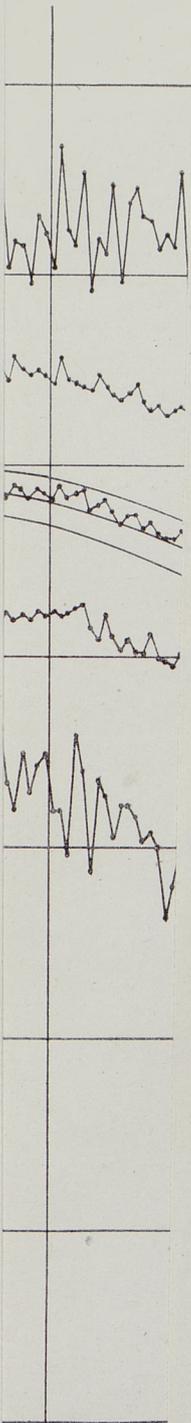
4.º Criterio para discernir si la desviación de la temperatura media de un día determinado, respecto de la normal del mismo día, puede ser atribuida al azar, lo cual se aceptará cuando dicha desviación sea inferior a $\pm 1,96 \sigma$ (σ error típico individual), cuyos valores se encuentran en la penúltima columna del cuadro 4.

5.º Criterio local que puede ser utilizado para determinar objetivamente los días cálidos y fríos con respecto a la temperatura normal

del día considerado, mediante el uso del intervalo $M \pm 1,96 \sigma$, correspondiente al nivel 95 por 100, estadísticamente significativo. El día de temperatura media igual o superior a la temperatura normal del mismo, M , aumentada en $1,96 \sigma$ (2,5 por 100), puede ser calificado como cálido, y el día con temperatura media igual o inferior a la normal, disminuída en $1,96 \sigma$ (2,5 por 100), puede ser calificado como frío. Ambos con respecto a la temperatura normal del día considerado. Los valores de $1,96 \sigma$ figuran en la penúltima columna del cuadro 4.

6.º Criterio local que puede ser utilizado para matizar el criterio anterior, determinando objetivamente los días que pueden ser calificados como muy cálidos y muy fríos, con respecto a la temperatura normal del día de que se trate, mediante el empleo del intervalo $M \pm 2,58 \sigma$, correspondiente al nivel 99 por 100, estadísticamente muy significativo. El día de temperatura media igual o superior a la normal del mismo, M , aumentada en $2,58 \sigma$ (0,5 por 100), puede ser calificado como muy cálido, y el día con temperatura media igual o inferior a la normal, disminuída en $2,58 \sigma$ (0,5 por 100), puede ser calificado como muy frío. Ambos con respecto a la temperatura normal del día considerado. Los valores de σ (error típico individual), para el cálculo de $2,58 \sigma$, figuran en el cuadro 4.

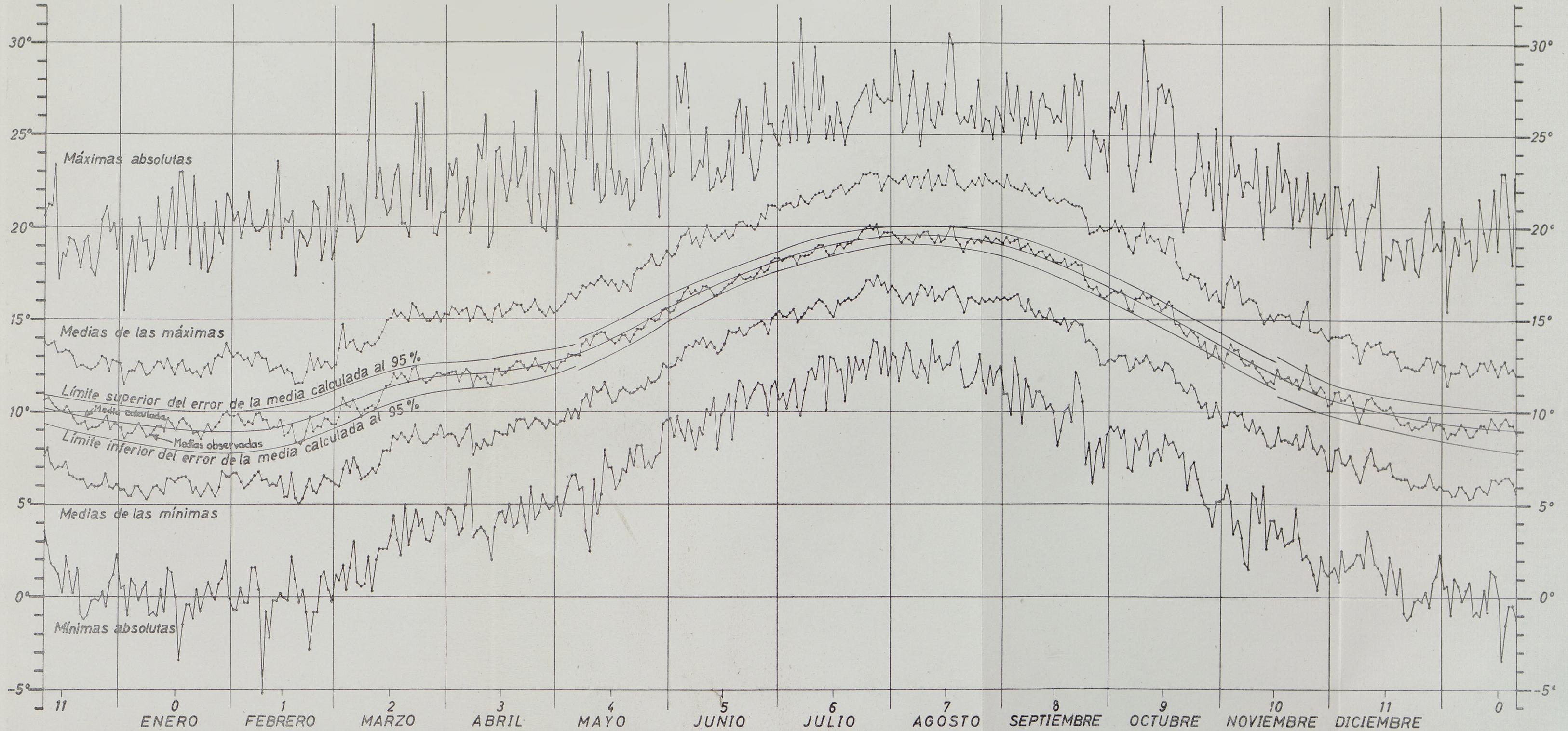
Finalmente, se advierte que los criterios indicados en los dos apartados anteriores tienen un carácter orientador, pues pueden ser utilizados otros niveles estadísticos. No obstante, los empleados son de uso habitual y discriminatorio en Estadística. Además, como ya se ha indicado, son criterios de tipo local: cuanto más extremadas sean las temperaturas de un lugar, mayor será su error típico y, por tanto, los límites de los intervalos.



8
SEPTIE

OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE GIJON

TEMPERATURAS DIARIAS EN °C. (Observaciones de 30 años)



INSTITUTO VENEZOLANO DE OCEANOGRAFIA Y METEOROLOGIA

A P E N D I C E

Temperaturas diarias medias, medias de las máximas, medias de las mínimas, máximas absolutas y mínimas absolutas de Gijón, con observaciones de treinta años.

CUADRO A.—Temperaturas medias diarias, en °C, de Gijón, con observaciones de treinta años.

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	9,2	9,8	9,4	12,1	12,4	15,4	18,3	19,7	19,2	16,5	12,5	10,5
2	8,6	9,9	9,8	12,2	12,7	15,5	18,2	19,6	19,5	16,6	13,2	11,1
3	8,9	9,6	10,8	12,2	12,8	16,0	18,3	19,4	19,2	16,5	13,7	11,1
4	8,9	9,3	10,4	11,7	13,2	16,1	18,4	19,2	19,3	16,6	13,4	10,7
5	9,1	9,5	10,3	12,1	13,1	16,5	18,4	19,5	19,3	16,4	13,4	10,7
6	9,4	9,4	10,7	12,3	13,1	16,8	18,0	19,3	18,9	15,6	12,9	11,0
7	9,1	9,9	10,2	12,1	13,1	16,4	18,4	19,2	19,0	15,5	12,6	10,5
8	8,7	10,0	9,8	11,4	13,7	16,6	18,4	19,6	19,1	16,2	12,6	10,2
9	8,8	9,6	10,1	12,0	13,9	16,4	18,5	19,5	18,8	16,2	12,8	9,5
10	9,1	9,6	10,2	11,8	13,6	16,8	18,6	19,7	18,5	16,5	12,4	10,2
11	9,3	9,1	10,3	11,9	14,1	16,8	18,9	9,7	18,7	16,2	12,2	10,7
12	9,3	9,2	10,2	11,6	14,2	16,7	19,0	19,4	18,7	16,2	11,9	10,8
13	9,0	9,2	10,6	11,5	14,3	16,3	19,0	19,2	18,4	15,8	11,6	10,5
14	9,7	9,6	11,2	12,3	14,3	16,3	18,7	19,6	18,5	15,9	11,7	10,3
15	9,4	8,8	11,4	12,3	14,0	16,5	18,5	19,2	18,3	15,5	11,6	10,1
16	9,1	8,9	11,5	12,0	13,9	16,7	18,6	19,4	18,1	15,7	12,3	10,1
17	9,5	9,4	12,1	12,1	13,7	16,9	19,0	20,0	18,1	16,0	11,9	10,3
18	9,7	8,4	11,8	12,4	13,9	17,0	19,1	20,0	18,3	15,8	11,8	10,0
19	9,4	8,3	12,1	12,5	14,2	17,2	18,9	19,3	17,9	14,8	11,9	9,7
20	9,3	8,5	11,9	12,7	14,1	17,4	19,1	19,1	18,0	14,7	11,6	9,4
21	8,9	9,0	11,6	12,7	13,8	17,2	19,2	18,7	18,1	14,3	11,8	9,4
22	9,0	9,8	12,3	12,5	14,2	17,2	19,3	19,2	18,0	14,1	11,3	9,5
23	8,6	9,0	12,5	12,3	14,5	17,3	19,4	19,4	18,0	14,5	11,8	9,1
24	9,0	9,2	11,8	12,5	14,5	17,3	19,8	19,1	17,2	14,3	12,6	9,2
25	9,4	9,2	11,8	12,9	14,6	17,5	20,0	19,3	16,8	14,0	11,6	9,2
26	9,0	9,7	11,6	12,5	15,0	17,8	20,1	19,2	16,7	13,5	11,2	9,3
27	9,2	9,6	11,7	12,4	15,0	17,6	19,9	19,5	16,8	13,8	11,1	9,5
28	9,5	9,4	11,9	12,2	14,9	17,7	20,2	19,4	16,4	12,9	11,4	9,8
29	9,9	9,2	12,1	12,7	15,0	18,2	19,5	19,2	16,2	13,1	11,1	9,1
30	10,1		12,1	12,4	15,5	18,3	19,7	19,4	16,3	13,6	10,4	9,4
31	9,9		12,0		15,6		19,7	19,3		13,0		9,4
Medias	9,2	9,3	11,2	12,2	14,0	16,9	19,0	19,4	18,1	15,2	12,1	10,0

CUADRO B.—Temperaturas medias de las máximas diarias, en °C, de Gijón, con observaciones de treinta años.

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	12,6	13,0	12,6	15,3	15,5	18,4	21,0	22,6	22,2	20,0	15,7	14,1
2	11,5	13,2	13,5	15,7	15,8	18,5	21,2	22,5	22,9	20,4	17,0	14,1
3	12,2	13,1	14,8	15,6	16,0	19,0	21,3	22,4	22,3	19,9	17,4	14,1
4	12,2	12,8	13,5	15,3	16,4	19,5	21,3	22,6	22,2	20,1	16,8	14,1
5	12,2	12,9	13,8	15,5	16,4	19,6	21,1	22,8	22,1	19,7	17,1	14,2
6	12,7	12,5	13,9	15,6	16,2	19,9	21,2	22,2	22,0	19,0	15,9	14,2
7	12,6	13,2	13,4	14,9	16,5	19,2	21,7	22,7	22,4	18,7	16,0	13,8
8	12,0	13,2	13,3	15,1	16,9	19,5	21,4	22,7	22,1	19,5	16,2	13,7
9	12,1	12,9	13,7	15,7	16,8	19,0	21,3	22,1	21,9	19,6	16,1	12,7
10	12,4	12,9	13,8	15,6	17,0	19,5	21,6	22,7	21,8	20,3	16,0	13,4
11	12,7	12,2	13,6	15,3	16,9	20,1	21,8	23,1	21,9	19,2	15,3	13,8
12	12,7	12,3	13,7	15,0	17,2	19,6	21,9	22,0	22,2	19,6	14,9	13,6
13	12,4	12,4	14,0	14,9	17,4	19,3	22,0	22,4	21,7	19,3	15,1	13,7
14	12,9	12,5	14,4	15,6	17,1	19,5	21,6	22,8	21,5	19,4	15,3	13,8
15	12,4	12,1	15,0	15,8	16,9	19,6	21,7	22,3	21,6	18,8	15,0	13,2
16	12,0	12,3	15,0	15,2	17,2	19,8	22,0	22,3	21,4	18,7	15,3	13,2
17	12,6	12,1	15,5	15,4	16,9	19,4	22,1	23,4	21,5	19,5	15,3	13,3
18	12,8	11,5	15,2	15,5	16,6	19,6	22,3	23,1	21,6	19,4	15,2	13,3
19	12,2	11,6	15,4	15,9	17,1	20,1	21,8	22,4	21,4	18,1	15,3	13,0
20	12,3	11,6	15,1	15,8	16,9	20,3	22,0	22,2	21,3	17,8	14,9	12,4
21	12,1	12,2	14,9	15,8	16,6	20,3	22,2	22,0	21,2	17,3	14,8	12,5
22	12,2	13,2	15,9	15,4	17,5	20,1	22,4	22,2	21,2	17,2	14,7	12,5
23	11,9	12,3	15,7	15,5	17,8	20,1	22,4	22,5	21,1	17,5	15,5	12,4
24	12,4	12,9	15,2	15,7	17,8	19,9	22,9	22,3	20,6	17,4	16,0	12,3
25	12,6	12,4	15,3	16,1	18,0	20,2	22,9	22,7	19,7	17,3	14,5	12,4
26	12,1	12,7	14,9	15,5	18,2	20,7	23,0	22,2	19,8	16,7	14,4	12,6
27	12,9	12,7	14,9	15,4	18,5	20,5	22,9	22,9	19,9	17,0	14,4	13,0
28	13,1	12,6	15,1	15,2	18,0	21,2	22,9	22,6	20,1	16,1	14,6	12,9
29	13,0	12,3	15,4	15,7	18,0	21,2	22,0	22,4	19,9	16,4	14,2	12,2
30	13,7		14,9	15,4	18,4	21,2	22,4	22,5	19,9	16,6	13,9	12,8
31	13,3		15,3		18,8		22,8	22,4		16,0		12,7
Medias	12,5	12,5	14,5	15,5	17,1	19,8	22,0	22,5	21,4	18,5	15,4	13,2

CUADRO C.—Temperaturas medias de las mínimas diarias, en °C, de Gijón, con observaciones de treinta años.

Día	Enero	Febrero	Enero	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	5,8	6,7	6,1	8,8	9,3	12,4	15,5	16,9	16,2	12,9	9,2	6,8
2	5,8	6,7	6,0	8,8	9,5	12,5	15,2	16,6	16,1	12,8	9,3	8,0
3	5,5	6,2	6,9	8,7	9,5	12,9	15,2	16,3	16,2	13,1	10,0	8,1
4	5,5	5,9	7,4	8,2	10,1	12,8	15,4	15,9	16,3	13,1	10,0	7,3
5	6,0	6,0	6,7	8,6	9,7	13,5	15,6	16,2	16,4	13,1	9,8	7,2
6	6,0	6,3	7,5	9,1	10,1	13,6	14,9	16,4	15,8	12,2	9,9	7,7
7	5,7	6,6	7,0	9,3	9,7	13,5	15,1	15,8	15,5	12,4	9,2	7,2
8	5,3	6,8	6,4	7,7	10,6	13,8	15,4	16,4	16,1	12,9	9,0	6,7
9	5,4	6,3	6,5	8,3	11,0	13,7	15,7	16,9	15,6	12,7	9,6	6,2
10	5,9	6,3	6,6	8,0	10,3	14,0	15,6	16,7	15,2	12,8	8,9	7,1
11	6,0	6,0	6,9	8,5	11,3	13,5	15,9	16,3	15,5	13,1	9,2	7,6
12	5,8	6,1	6,7	8,2	11,1	13,8	16,1	16,8	15,2	12,7	8,9	8,1
13	5,6	6,0	7,1	8,2	11,2	13,4	16,0	16,0	15,1	12,3	8,2	7,2
14	6,4	6,6	7,9	9,0	11,6	13,1	15,7	16,3	15,6	12,4	8,1	6,9
15	6,4	5,4	7,9	8,9	11,0	13,3	15,4	16,1	15,0	12,3	8,2	7,0
16	6,2	5,4	7,9	8,8	10,5	13,7	15,2	16,5	14,9	12,7	9,2	7,0
17	6,4	6,7	8,7	8,8	10,6	14,4	16,0	16,7	14,8	12,6	8,5	7,3
18	6,5	5,3	8,5	9,3	11,1	14,3	15,9	16,8	15,1	12,3	8,5	6,6
19	6,5	5,0	8,8	9,0	11,3	14,3	16,1	16,3	14,4	11,6	8,4	6,5
20	6,2	5,3	8,6	9,6	11,2	14,5	16,2	16,0	14,8	11,6	8,3	6,4
21	5,6	5,9	8,3	9,6	11,0	14,1	16,1	15,4	15,0	11,2	8,8	6,4
22	5,9	6,4	8,7	9,6	11,0	14,2	16,2	16,2	14,8	11,1	8,0	6,4
23	5,4	5,7	9,3	9,1	11,2	14,6	16,4	16,2	14,8	11,5	8,2	5,9
24	5,7	5,6	8,5	9,3	11,3	14,7	16,7	16,0	13,8	11,3	9,3	6,1
25	6,1	6,1	8,3	9,7	11,2	14,8	17,2	15,9	13,9	10,6	8,8	6,0
26	5,8	6,6	8,3	9,5	11,8	14,9	17,2	16,2	13,7	10,3	8,1	6,0
27	5,4	6,4	8,5	9,4	11,6	14,7	16,9	16,0	13,6	10,5	7,8	6,1
28	5,9	6,3	8,8	9,1	11,7	14,2	17,4	16,1	12,6	9,7	8,2	6,7
29	6,8	6,1	8,8	9,6	11,9	15,1	16,9	16,0	12,6	9,8	8,0	6,0
30	6,5		9,3	9,4	12,6	15,3	17,0	16,2	12,8	10,5	6,9	5,9
31	6,5		8,6		12,5		16,5	16,1		10,0		6,1
Medias	6,0	6,1	7,8	8,9	10,9	13,9	16,0	16,3	14,9	11,9	8,8	6,8

CUADRO D.—Temperaturas máximas absolutas diarias, en °C, de Gijón, con observaciones de treinta años.

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	20,4	20,4	19,8	23,4	19,4	22,8	24,4	26,9	25,2	26,6	19,4	19,7
2	15,5	20,8	21,5	22,8	24,9	23,0	25,7	29,6	28,4	26,3	21,8	22,3
3	18,0	19,4	22,9	23,7	24,2	28,2	26,6	27,7	26,2	27,4	25,0	22,3
4	19,5	20,4	20,3	20,3	22,4	26,8	24,6	25,1	25,8	25,4	22,8	21,1
5	17,6	21,9	21,2	21,0	21,3	27,9	28,9	25,6	27,7	26,6	23,4	19,6
6	20,5	20,2	20,4	22,7	23,1	26,5	24,7	27,1	24,6	23,4	21,7	21,3
7	19,2	19,8	19,2	19,7	29,0	22,6	31,3	28,5	26,0	22,0	22,5	21,6
8	19,3	19,8	19,5	21,4	30,6	22,8	26,5	26,2	25,6	23,1	22,5	18,8
9	17,7	20,0	20,0	24,4	23,7	23,6	24,6	24,4	27,4	24,0	22,2	17,8
10	18,3	20,9	24,7	23,7	28,5	23,3	25,8	26,4	24,8	30,2	24,3	19,3
11	21,6	18,8	31,0	26,1	22,0	25,4	29,8	27,8	26,9	28,0	21,4	20,6
12	19,8	20,6	21,6	18,9	23,4	22,0	26,4	25,8	27,3	23,6	19,4	21,3
13	18,8	23,6	23,2	19,7	21,3	22,2	28,2	25,4	26,6	25,1	23,3	21,2
14	20,0	19,6	21,5	24,1	21,7	23,2	24,8	26,8	26,5	27,6	20,9	23,4
15	22,1	20,4	20,7	24,3	28,4	22,5	26,0	26,1	25,7	27,8	21,1	17,2
16	18,8	20,3	21,1	22,8	23,1	22,8	24,7	27,8	26,1	26,8	24,6	18,5
17	23,0	20,9	22,8	21,4	21,8	24,7	26,8	30,5	25,8	27,5	22,0	18,4
18	23,0	17,4	23,4	22,5	23,0	22,0	25,7	30,0	27,7	26,6	23,2	19,4
19	20,7	19,8	20,2	25,7	21,8	26,0	24,5	26,2	24,2	23,2	22,5	19,3
20	18,0	19,5	20,2	22,2	22,6	26,9	25,4	25,6	24,9	21,4	20,0	18,8
21	22,7	19,0	19,5	22,8	20,9	24,0	26,0	26,0	28,4	19,8	22,7	17,8
22	20,0	19,6	22,9	24,3	21,4	26,5	26,6	25,7	27,2	21,0	20,4	19,4
23	17,8	21,4	26,7	21,4	30,0	23,7	26,9	26,6	28,0	22,7	21,0	19,5
24	20,2	21,0	21,7	20,2	22,0	22,5	27,3	25,4	23,4	23,0	23,0	17,8
25	17,6	18,2	27,3	27,4	23,2	23,1	27,7	28,0	22,7	25,2	19,0	17,4
26	18,3	19,2	21,0	21,8	23,6	24,7	26,2	25,2	25,3	23,4	21,9	18,6
27	21,4	22,2	23,2	20,0	24,8	27,8	28,0	25,9	24,9	21,8	20,8	20,4
28	19,7	18,3	19,7	19,8	22,9	25,6	27,2	25,8	24,2	23,6	21,4	21,1
29	19,2		19,6	23,2	20,6	25,6	27,0	24,8	24,8	21,0	21,9	18,8
30	21,8		20,8	23,0	25,5	25,0	26,8	26,6	23,1	25,4	19,5	19,2
31	21,5		20,8		24,9		27,0	26,1		22,4		18,8
Máximas	23,0	23,6	31,0	27,4	30,6	28,2	31,3	30,5	28,4	30,2	25,0	23,4

CUADRO E.—Temperaturas mínimas absolutas diarias, en °C, de Gijón, con observaciones de treinta años.

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0,5	-0,7	1,2	4,8	5,4	9,7	10,7	13,2	11,0	9,2	5,3	1,4
2	0,6	-0,7	0,9	4,7	4,4	8,7	11,0	13,0	11,0	9,0	6,1	1,6
3	-1,0	0,5	1,7	4,3	5,1	9,8	10,2	11,7	9,9	9,2	5,2	0,8
4	1,0	-0,3	0,4	3,3	6,0	9,0	11,2	12,9	13,0	8,6	3,4	2,5
5	0,6	-0,3	1,6	3,7	6,6	8,5	11,8	13,7	12,1	9,0	4,1	1,4
6	-0,2	1,6	3,0	4,9	6,6	9,6	10,3	13,3	9,4	7,0	3,2	1,6
7	0,4	1,6	0,8	6,9	5,8	9,0	9,8	12,2	11,8	6,8	1,8	1,8
8	0,8	0,4	0,6	3,2	5,9	8,0	11,2	11,9	11,4	8,5	1,5	2,3
9	-1,0	-5,2	0,7	3,6	3,6	9,2	12,2	12,8	10,3	8,0	5,6	2,3
10	-0,8	-0,8	2,2	3,8	2,5	8,8	12,4	12,4	11,1	8,8	5,3	1,6
11	-1,0	-2,2	1,3	3,6	6,3	10,2	11,8	11,6	11,1	9,0	4,0	3,6
12	0,4	-0,2	2,0	3,2	4,5	9,9	13,0	13,9	10,8	7,1	6,0	2,8
13	-0,8	-0,2	2,6	2,0	5,5	10,8	13,0	12,7	10,2	7,8	2,6	1,8
14	1,5	0,2	2,6	3,8	8,0	8,0	10,1	13,0	10,4	8,0	4,1	1,6
15	1,3	0,0	2,6	4,5	7,0	9,9	13,0	12,3	10,0	7,4	4,1	1,2
16	0,0	-0,2	3,3	4,6	7,0	10,1	12,9	12,6	8,2	8,8	3,2	0,2
17	-3,4	2,2	4,4	4,0	5,8	11,0	12,2	12,6	9,0	8,3	3,7	2,2
18	-1,5	1,0	3,1	5,0	6,3	8,5	12,3	13,5	10,0	8,4	2,8	1,4
19	-0,4	-0,3	2,3	3,8	6,9	10,6	10,6	13,8	10,4	8,0	2,9	0,2
20	-0,4	0,3	5,0	4,0	6,8	11,7	13,0	12,3	9,5	7,6	3,0	1,6
21	-1,2	-0,8	2,8	5,4	8,0	11,4	11,6	11,3	12,2	7,8	4,8	-0,9
22	0,4	-2,8	3,6	4,4	7,1	10,2	13,0	11,4	11,6	5,8	3,2	-1,2
23	-0,8	-0,8	4,7	3,5	8,2	10,8	12,3	11,6	10,6	7,0	2,0	-1,0
24	0,0	-0,8	3,8	5,9	8,2	11,2	12,8	12,2	7,2	7,3	2,2	-0,2
25	0,8	1,1	4,2	4,2	7,0	11,6	11,8	13,2	8,3	6,4	1,9	-0,1
26	0,2	1,4	3,1	4,6	7,3	11,5	13,0	11,7	6,2	5,5	1,2	-0,2
27	-0,1	0,4	3,0	5,5	7,0	11,0	13,9	11,0	7,9	5,0	0,4	0,3
28	0,7	-0,2	3,6	5,0	7,6	9,8	13,8	12,5	8,6	4,8	2,2	-0,5
29	1,0		4,6	4,8	7,8	11,4	12,1	11,5	7,0	3,8	1,4	0,8
30	2,0		4,3	5,0	9,4	11,7	13,5	12,2	8,8	5,2	1,2	1,2
31	0,0		3,9		9,6		12,0	12,5		5,2		2,3
Mínimas	-3,4	-5,2	0,4	2,0	2,5	8,0	9,8	11,0	6,2	3,8	0,4	-1,2

I N D I C E

	Páginas
PRÓLOGO-RESUMEN	3
1.—Preámbulo	5
2.—Datos empleados	6
3.—Ajuste de un desarrollo en serie de Fourier a las temperaturas medias mensuales	7
4.—Cálculo de las constantes del desarrollo para las temperaturas medias mensuales de Gijón	8
5.—Corrección para que el ajuste se aplique a las temperaturas medias diarias.	11
6.—Comparación de una muestra de temperaturas medias diarias estimadas según el desarrollo, y las observadas correspondientes	13
7.—Límites de confianza de las temperaturas medias estimadas por el desarrollo	15
8.—Contraste de la bondad del ajuste realizado	20
9.—Aplicaciones prácticas	22
APÉNDICE: Cuadros de temperaturas diarias medias, medias de las máximas, medias de las mínimas, máximas absolutas y mínimas absolutas, de Gijón, con observaciones de treinta años	25

GRÁFICAS VIRGEN DE LORETO

M24(4
GIJ
M
A