GRADOS - DIA. AVANCE DE ESTUDIO

por Francisco Javier Mantero Sáenz
Diego Jover Fernández de Bobadilla

1. Introducción

Considerando de gran interés la información meteorológica de aplicación a la edificación y a la climatización en general, la Sección de Meteorología Ambiental del Instituto Nacional de Meteorología ha abordado la realización de una serie de estudios en este campo, dentro del marco del Programa de Investigación "Condiciones de Diseño", que se lleva a cabo actualmente entre el Instituto Nacional de Meteorología y la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración.

En el presente trabajo se presenta una muestra resumen de algunos resultados relativos a grados-día a escala nacional, esperando completarlo a escala regional en breve plazo. Aquí se incluyen los valores medios anuales de grados-día sobre una temperatura base de 15 °C, correspondientes a 104 Observatorios principales y estaciones termométricas, la mayoría de éstas pertenecientes a la Cuenca del Tajo. Asimismo se incluye el número anual medio de días en que la temperatura media diaria fue inferior a 15 °C. También figura una prueba de correlación entre el número anual de grados-día y la altitud de la localidad correspondiente, así como una clasificación climática nacional basada en estos datos, siguiendo el criterio italiano.

2. Datos

Se han utilizado los valores de la temperatura media diaria, de un período de 10 años (en general 1967-1976), correspondientes a 104 Observatorios y estaciones termométricas, repartidos de la siguiente forma:

Cuenca 1: Norte	12
Cuenca 2: Duero	14
Cuenca 3: Tajo	25
Cuenca 4: Guadiana	3
Cuenca 5: Guadalquivir	9
Cuenca 6: Sur	3
Cuenca 7: Segura	2
Cuenca 8: Levante	6
Cuenca 9: Ebro	13
Cuenca 0: Pirineo Oriental	7
Extrapeninsular	10

La temperatura media diaria ha sido el promedio de las temperaturas máxima y mínima del día.

* Sección de Meteorología Ambiental del Instituto Nacional de Meteorología.

3. Resultados

En el cuadro 1 figuran los datos correspondientes a los Observatorios muestreados. Estos datos son los siguientes:

A = Altitud s.n.m.
N = Número medio de días al año con temperatura media inferior a 15 °C.
GD = Número medio de grados-día anual.

Las altitudes varían desde 1 m para San Javier, hasta los 2.507 m de Sierra Nevada que, junto con Izaña (Tenerife), con 2.367 m, son las únicas que rebasan los 2.000 m. Por debajo de los 100 m de altitud hay 30 estaciones.

CUADRO 1

	A	N	GD
Fuenterrabia	24	210	1.073
Igueldo	258	227	1.263
Sondica	45	216	1.070
Santander "C"	15	228	981
Gijón	29	206	862
Oviedo	260	258	1.462
Monteventoso	216	244	1.118
La Coruña "C"	26	220	862
Santiago "A"	316	266	1.540
Pontevedra	19	181	695
Vigo "A"	250	243	1.288
Ponferrada	541	232	1.643
Soria "O"	1.063	265	2.192
La Vid de Aranda	832	241	1.900
Burgos "O"	929	259	2.024
Villafría	887	279	2.305
Palencia "O"	739	240	1.808
Valladolid "O"	693	245	1.921
Avila "O"	1.131	263	2.237
Navacerrada	1.860	318	3.574
Segovia "O"	1.002	242	1.931
Crespos	924	248	1.988
Villanubla	843	258	2.069
Zamora "O"	649	235	1.701
Virgen del Camino	920	262	2.090
Salamanca "O"	797	253	2.032
Peñalén	1.366	245	2.077
Orea "Dehesa V"	1.497	300	3.000
Alustante	1.404	285	2.698
Molina de Aragón	1.068	272	2.330
Villanueva Alcorón	1.271	261	2.460
Vega del Codorno	1.345	292	3.071
Rascafría "El Paular"	1.159	267	2.254
Barajas	595	216	1.450
Atienza	1.250	230	1.935
Guadalajara "I"	685	216	1.449
Madrid "Retiro"	667	211	1.341
C. Vientos	690	216	1.472
Getafe	623	211	1.399
Maranchón	1.254	275	2.639
Ciruelos	1.269	225	1.927
Toledo	540	202	1.251
Guadarrama "Jarosa"	1.060	257	2.196
Malpica del Tajo	398	180	1.088
Almaraz y Sacedón	260	169	1.028
Pantano Rosarito	300	182	1.060
Talayuela "La Barquilla"	300	189	1.107
Cáceres	459	192	991
La Alberca	1.048	239	1.933
Coria "La Pulgosa"	270	160	875
Alcantarilla	232	210	1.506
Ciudad Real "I"	628	218	1.511
Talavera La Real "B.A."	190	182	863

	A	N	GD
Huelva	26	130	349
Jaén	578	175	810
Córdoba "A"	110	183	869
Sierra Nevada	2.507	336	4.280
Granada "A"	664	201	1.178
Sevilla "S. Pablo"	20	156	580
Morón de la F. "B.A."	70	171	720
S. Fernando	20	126	315
Cádiz	10	126	292
Tarifa	20	113	206
Málaga "I"	8	159	475
Almería	18	138	319
S. Javier "A"	1	165	617
Murcia "Universidad"	63	174	703
Alicante "C.J."	81	153	517
Jerez "B.A."	163	163	580
Cuenca	1.001	236	1.825
Albacete "Los Llanos"	680	224	1.674
Teruel "La Salle"	915	245	1.892
Valencia	15	172	741
Castellón	27	153	524
Reinosa	850	310	2.366
Vitoria "A"	550	257	1.823
Logroño "Agoncillo"	345	234	1.507
Candanchú	1.600	335	3.736
Pamplona "O"	449	235	1.603
Calamocha "A"	884	260	2.173
Daroca "O"	778	235	1.799
Zaragoza "A"	240	209	1.337
La Molina	1.711	340	3.666
Seo de Urgel	691	238	1.936
Lérida "O"	221	194	1.269
Monflorite	436	217	1.511
Tortosa "O"	14	157	609
Vandellós	10	160	535
Reus "B.A."	117	183	836
Barcelona "S.M."	12	206	977
S. Lorenzo de Munt	1.095	259	2.011
Montseny "T.H."	1.712	330	3.290
Gerona	70	199	1.123
Figueras	39	191	979
Ibiza	12	154	468
Las Palmas	25	3	1
Melilla	260	120	229
Ceuta	200	185	604
Izaña	2.367	292	2.321
Los Rodeos	641	180	419
Pollensa	70	164	583
Guía	190	11	9
Palma de Mallorca	28	191	844
Mahón	55	188	668

A = Altutid.
N = N.º de días con temperatura < 15 °C.
GD = Grados-día anuales, base 15 °C.

En el gráfico 1 se han representado los valores medios anuales de grados-día en función de la altitud de la estación, prescindiendo de las estaciones cuya altitud es inferior a 100 m, dado que los valores de grados-día son función de la situación geográfica de la estación más que de su altitud. Tampoco se han incluido en este gráfico los valores correspondientes a las estaciones extrapeninsulares.

A simple vista, se desprende del gráfico que hay una relación lineal entre el número anual de grados-día y la altitud. Cuantificando esta relación, se llega a los cuatro casos siguientes:

1. Teniendo en cuenta los datos de las 104 estaciones:
   $GD = 1{,}41\ A + 647{,}24$
   Coeficiente de correlación = 0,903.

2. Prescindiendo de las estaciones extrapeninsulares:
   $GD = 1{,}48\ A + 672{,}49$
   Coeficiente de correlación = 0,942

3. Prescindiendo, además, de las estaciones cuya altitud es inferior a los 100 metros:
   $GD = 1{,}42\ A + 729{,}18$
   Coeficiente de correlación = 0,923

4. Prescindiendo, además, de los datos de 7 estaciones cuyos valores pueden considerarse anómalos debido a su situación, emplazamiento o defectos de observación (Jaén, Atienza, Ciruelos, Peñalén, Vega del Codorno, Candanchú y La Molina):
   $GD = 1{,}38\ A + 772{,}51$
   Coeficiente de correlación = 0,946

Esta última relación es la que aparece representada en el gráfico 1 y es la que se considera más fiable a efectos de su aplicación práctica para el cálculo aproximado de número anual de grados-día en localidades por encima de los 100 metros de altitud en las que no se disponga de datos meteorológicos.

Para una mayor precisión sería imprescindible hacer este mismo estudio por separado para zonas climáticamente homogéneas, para lo cual no se ha dispuesto del número de estaciones, aunque se sigue trabajando en el tema y se espera contar en breve con un número total de estaciones próximo a 500.

Se ha realizado también un estudio de correlación entre el número anual de grados-día y el índice de continentalidad de cada estación con vistas a una posible corrección, pero no se ha encontrado relación alguna.

En cuanto a una corrección a la ecuación por efecto de la latitud del lugar, se encuentra una cierta relación entre la latitud y la diferencia entre los valores de grados-día observados y los calculados mediante la ecuación 4, aunque la distribución de puntos sugiere igualmente esta relación debiera estudiarse para zonas climáticamente homogéneas.

En el gráfico 2 se ha representado la clasificación climática de la Península, siguiendo el criterio italiano, que define 6 zonas climáticas en función de los grados-día:

Zona A	$GD \leqslant 600$
Zona B	$600 < GD \leqslant 900$
Zona C	$900 < GD \leqslant 1400$
Zona D	$1400 < GD \leqslant 2100$
Zona E	$2100 < GD \leqslant 3000$
Zona F	$3000 < GD$

En nuestra clasificación, la zona A se ha dividido en dos subzonas: A_1 y A_2, siendo:

Zona A_1	$GD \leqslant 300$
Zona A_2	$300 < GD \leqslant 600$

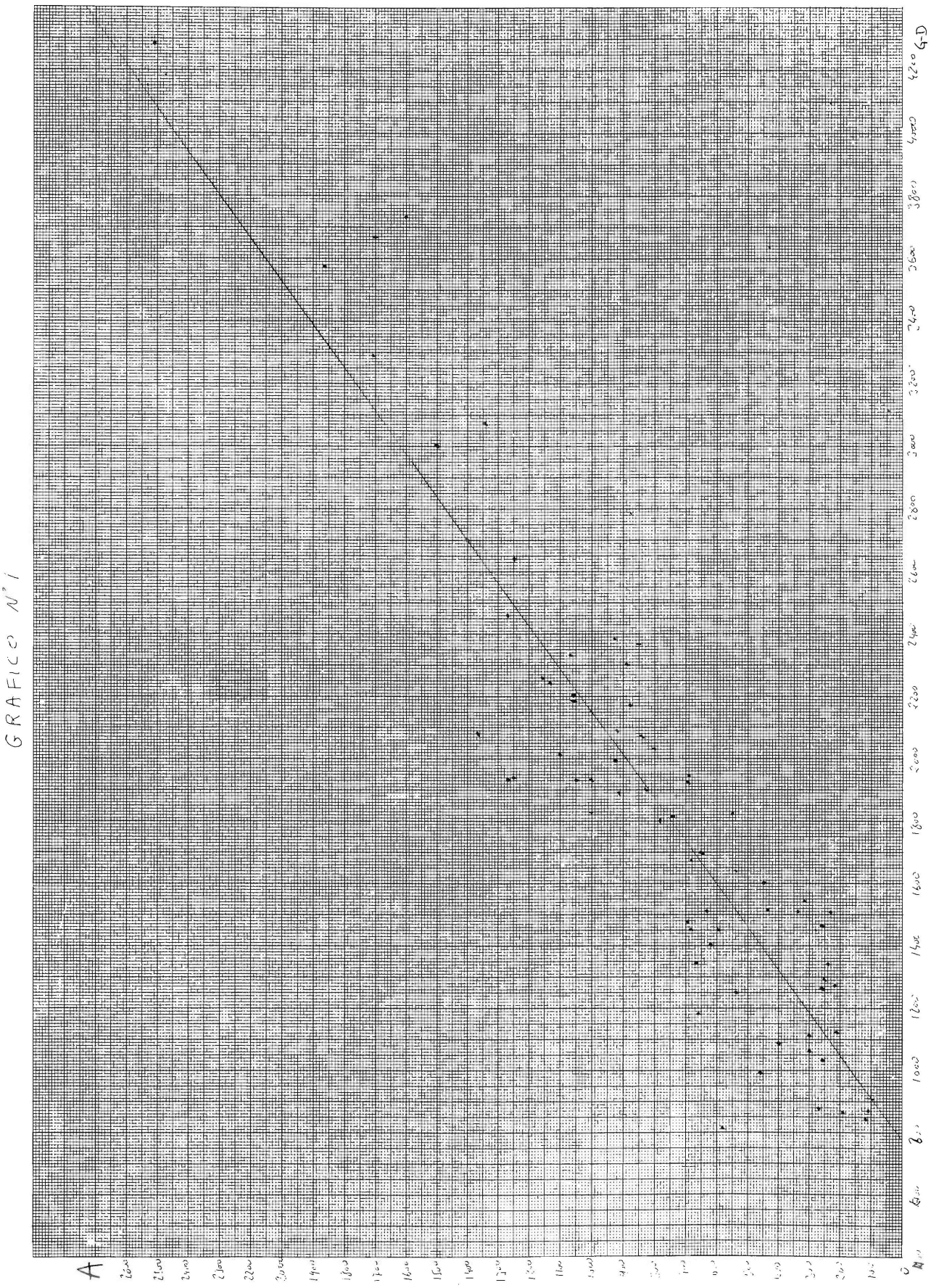
GRAFICO Nº 1
A
GD
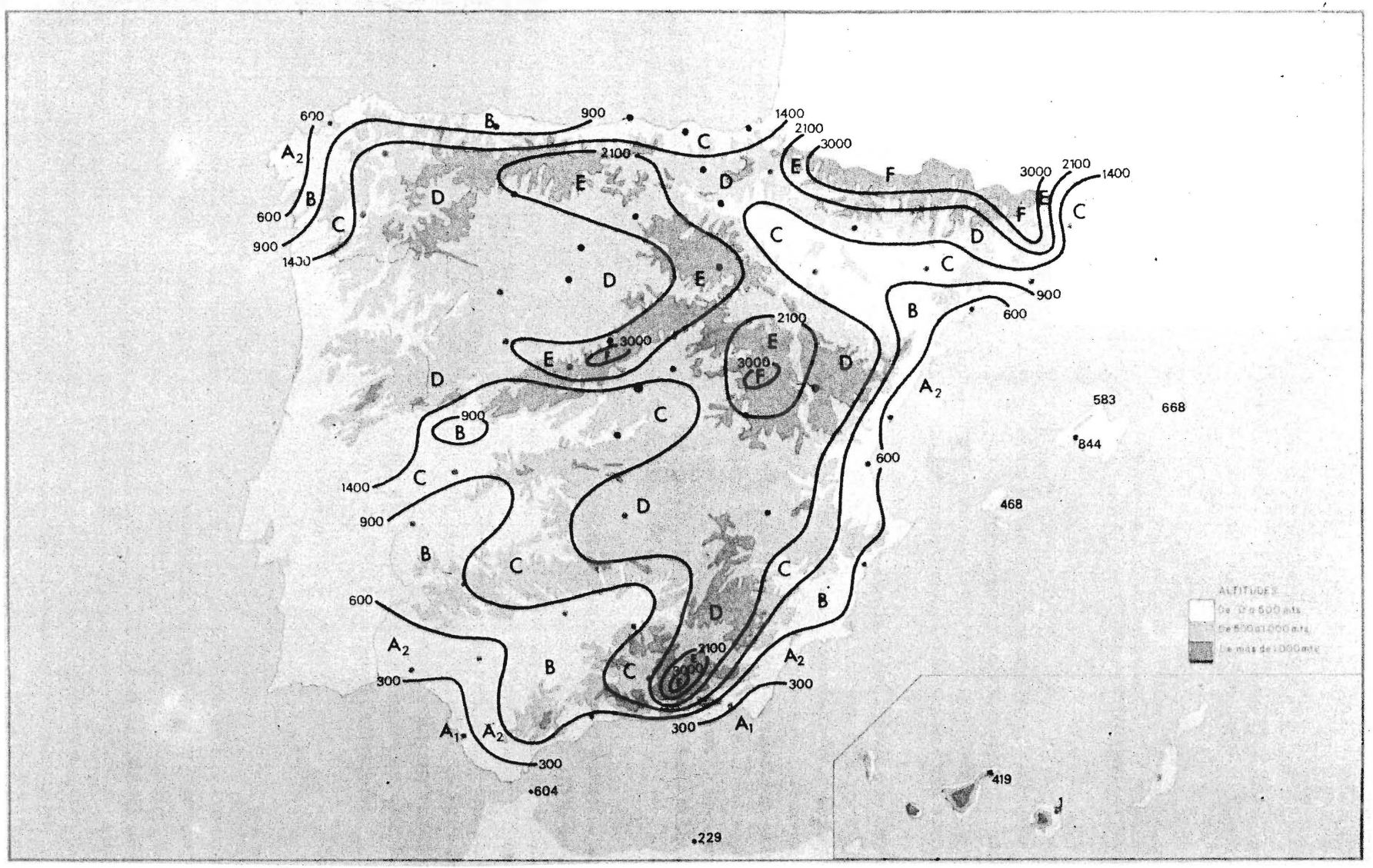
GRAFICO Nº2. CLASIFICACION CLIMATICA SEGUN GRADOS-DIA