

LA VARIABILIDAD ESPACIO - TEMPORAL DEL RÉGIMEN TÉRMICO EN ESPAÑA COMO FUNDAMENTO PARA EVALUAR LOS EFECTOS POTENCIALES DEL ESTADO DEL TIEMPO SOBRE LA SALUD HUMANA

David MARTÍN ESTÉVEZ¹, Luís Bartolomé LECHA ESTELA²

¹Laboratorio de Climatología, Instituto Interniversitario de Geografía, Universidad de Alicante

²CESAM, Villa Clara, Cuba

dme5@alu.ua.es, lecha@cesam.vcl.cu

RESUMEN

La temperatura del aire resulta un elemento meteorológico determinante en los estudios para evaluar los efectos del estado del tiempo sobre la salud de los seres vivos, incluyendo al hombre. Las variaciones espacio-temporales de este elemento condicionan respuestas específicas del sistema termorregulador y, en consecuencia, por encima o por debajo de ciertos límites fisiológicos individuales, los cambios bruscos de la temperatura del aire pueden producir efectos meteorotrópicos significativos entre la población más susceptible. Se utiliza un método de trabajo fundamentado en las variaciones espacio-temporales del complejo temperatura máxima-mínima diaria del aire. Este procedimiento ha sido adaptado a las condiciones españolas y se han procesado más de 100 puntos de observación con datos públicos de la AEMET estandarizados y representativos para el período 1981-2010. Se demuestra que las variaciones bruscas y anómalas del régimen térmico constituyen un significativo factor de riesgo para la salud humana.

Palabras clave: Variabilidad del régimen térmico, Regionalización bioclimática, Factor de riesgo para la salud humana.

ABSTRACT

The air temperature is a decisive meteorological element in the studies to evaluate the effects of weather changes on the health of the living organisms, including man. The time and space variations of this element produce specific physiological responses of the thermal regulation system and, in consequence, above or below certain individual physiological threshold, the abrupt changes of the air temperature may produce significant meteor-tropic effects among the most sensitive population. A work method based upon the objective classification of the time and space variations of the daily extreme air temperatures was used. This procedure has been implemented to the Spanish conditions with the aim the AEMET public climate data from more than 100 climate stations. The whole information was completed and standardized for the period 1981-2010. It was demonstrated that the abrupt and anomalous variations of the thermal regime constitute a significant risk factor for the human health.

Key words: Variability in thermal regime, Bioclimatic regionalization, Variability in thermal regime, Risk factor for human health.

1. INTRODUCCIÓN

La temperatura del aire es un elemento fundamental que influye de numerosas formas en la salud humana. Las relaciones entre temperatura y salud han sido ampliamente estudiadas (Kunst *et al*, 1993; Pan *et al*, 1995; Semenza, 1996; Hajat *et al*, 2002; García y Alberdi, 2005). El régimen térmico local se comporta de forma diferenciada en función de las características geográficas de un territorio. Es por ello que existen diferencias en cuanto a la temperatura percibida según donde nos encontremos. Dentro de un mismo clima encontramos variedades destacables y, por lo tanto, la percepción de la temperatura será diferente. En el territorio español podemos distinguir, dentro del clima mediterráneo, hasta seis variedades, además del clima oceánico y el de canarias (Martín Vide y Olcina Cantos, 2001). Las temperaturas son por tanto sentidas de forma diferente en todos esos territorios, con lo que las personas que en ellos viven están, en buena medida, adaptadas a las mismas. De ahí que los cambios en este meteoro puedan afectar de forma diferente a las personas en territorios distintos. También es preciso destacar que la temperatura es uno de los meteoros más importantes y con una repercusión más notable en los cambios fisiológicos del ser humano. Estudios recientes indican tendencias en el aumento de las temperaturas y establecen importantes consecuencias, entre otras, para la salud humana (IPCC, 2007).

Los principales estadísticos que definen el régimen térmico de un lugar son, por lo general, su valor medio, la desviación típica y los extremos que llega a alcanzar la variable. Pero la media es un índice climático que esconde los rasgos principales de la variabilidad del clima, por cuanto considera con valores iguales zonas con gran variabilidad y otras con menor variabilidad estacional. Así, la media anual de una localidad con verano muy cálido (35°C) e invierno muy frío (5°C) pudiera ser 20°C, y en otra localidad, con un régimen térmico más estable, por ejemplo, cuya oscilación anual esté entre 15°C y 25°C también se tendría una media semejante de 20°C. Sin embargo los climas de ambos lugares son muy diferentes.

El objeto de este trabajo es analizar el comportamiento del régimen térmico con fines aplicados, en este caso, para tratar de establecer patrones bioclimáticos de adaptación del sistema termorregulador del hombre en diferentes entornos de la geografía española. Para ello, hemos adaptado a España el método aplicado en Cuba por (Lecha y Florido, 1989), basado en el análisis diferencial de las temperaturas máximas y mínimas diarias. Este método aplicado en Cuba estableció un criterio complejo de clasificación de los estados del tiempo diarios basado en la estructura del régimen térmico local y otros elementos climáticos adicionales. Esos trabajos han demostrado su validez, especialmente, en el desarrollo de investigaciones biogeográficas, por cuanto facilita identificar los patrones de adaptación del sistema termorregulador de la población local, según la época del año y las condiciones físico-geográficas de la zona, no considerando, por supuesto, otros factores propios de cada individuo como son el sexo, la edad, el estado general de salud, etc. O sea, valorando solo el régimen térmico en su permanente interacción con las condiciones geográficas locales y según suceden las variaciones naturales del clima local.

2. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Metodología

Las condiciones del clima tropical, cálido y húmedo de Cuba difieren del régimen térmico dominante en España, principalmente, porque las temperaturas extremas en España tienen una variabilidad espacio-temporal mucho mayor que en Cuba. La adaptación de este método de análisis diferencial a España ha requerido de algunas modificaciones; pero conservando la esencia de sus fundamentos metodológicos. Así, para España, se utilizará una tabla de doble entrada ampliada con 49 intervalos de interconexión, en la cual, se han asignado letras a cada intervalo de las temperaturas mínimas, y números a cada intervalo de las máximas, para poder identificarlos. Cada intervalo de interconexión está compuesto por el cruce de temperatura máxima y temperatura mínima agrupadas cada cinco grados Celsius según tabla 1.

Mínimas	Temperaturas máximas diarias						
	<= 10.0	<=15.0	<=20.0	<=25.0	<=30.0	<=35.0	>35.0
>20.0	A1	A2	A3	A4 (45)	A5 (50)	A6 (55)	A7 (60)
<=20.0	B1	B2	B3 (35)	B4 (40)	B5 (45)	B6 (50)	B7 (55)
<=15.0	C1	C2 (25)	C3 (30)	C4 (35)	C5 (40)	C6 (45)	C7 (50)
<=10.0	D1 (15)	D2 (20)	D3 (25)	D4 (30)	D5 (35)	D6 (40)	D7 (45)
<=5.0	E1 (10)	E2 (15)	E3 (20)	E4 (25)	E5 (30)	E6	E7
<=0.0	F1 (5)	F2 (10)	F3 (15)	F4 (20)	F5	F6	F7
<= -5	G1 (0)	G2 (5)	G3 (10)	G4	G5	G6	G7

TABLA 1: Análisis diferencial del complejo temperatura máxima-mínima en España.

Al objeto de representación cartográfica se han asignado cualidades numéricas (entendidas como unidades) a cada intervalo de la tabla de clasificación, lo que se hizo calculando la suma del valor medio correspondiente a cada intervalo de las temperaturas máximas y mínimas. Por ejemplo, para parametrizar el intervalo “B6” se calculó el valor medio del intervalo correspondiente a las temperaturas máximas, o sea:

$$30.1 + 35.0 = 65.1/2 = 32.5$$

Y se procede de igual forma con el intervalo correspondiente de las temperaturas mínimas:

$$15.1 + 20.0 = 35.1/2 = 17.5$$

Siendo la suma resultante $32.5 + 17.5 = 50.0$, por lo que el intervalo “B6” es igual a 50 unidades; y así se procede, de forma análoga, con todos los intervalos. Se asigna una escala de colores. Los tonos oscuros representan calor, diferentes grises son templados, mientras los blancos representan frío. Después de aplicar estas condiciones, la nueva tabla adaptada a las condiciones de España toma la forma indicada en la Tabla 1 y se aplica con ayuda de la leyenda correspondiente (Tabla 2).

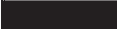

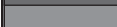
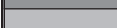
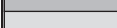
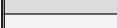



Color	Denominación	Intervalos incluidos	Valor asignado (unidades)
	Sofocante	A7	>55
	Muy cálido	A5, A6, B6, B7, C7	46 a 55
	Cálido	A4, B4, B5, C5, C6, D6, D7	36 a 45
	Templado	B3, C3, C4, D4, D5, E5	26 a 35
	Fresco	C2, D2, D3, E3, E4, F4	16 a 25
	Frío	D1, E1, E2, F2, F3, G3	6 a 15
	Muy frío	F1, G1, G2	<= 5
	Especial	E6, E7, F5, F6, F7, G4, G5, G6, G7	No se evalúan
	Imposible	A1, A2, A3, B1, B2, C1	No se evalúan

TABLA 2: Leyenda para el procesamiento de los datos.

Los intervalos incluidos en la denominación de “especial” no se consideran como parte del análisis de la estructura del régimen térmico. Su ocurrencia es muy poco frecuente, y ellos indican la ocurrencia de una oscilación térmica extrema en el ritmo diario de la temperatura del aire, lo cual resulta de mayor interés como un aspecto extremo de esta variable. Y los intervalos “imposibles” no se observan porque en ellos las mínimas son superiores a las máximas, y de ocurrir reflejan errores en los datos originales que deben ser revisados y corregidos si ello sucede.

2.2. Datos

Los datos de temperaturas corresponden a las diferentes estaciones que la AEMET tiene distribuidas a lo largo de territorio español. Como el interés era conocer las diferencias existentes en los distintos entornos geográficos del territorio español, se ha mantenido una estación por provincia, y en algunos casos dos. En este último supuesto se incluyó la estación urbana y la situada en el aeropuerto de la ciudad. Aunque a la hora de representar los resultados, se ha seleccionado una estación por provincia. Teniendo en cuenta las diferencias de temperaturas existentes entre los centros urbanos y las existentes en un entorno más rural (aeropuertos), se decidió a la hora de representar los resultados, seleccionar la urbana, ya que las temperaturas suelen ser más elevadas y la mayoría de la población de la zona reside en esos entornos. Por lo tanto, hay un mayor número de población adaptada a esa realidad.

La estación seleccionada, ubicada en un lugar concreto de la capital de provincia, evidentemente, no es representativa en la mayoría de los casos del régimen térmico del resto de la misma. El seleccionar esa estación como representativa de la provincia, debe ser entendido como una forma de trabajo al objeto de comparar las realidades representadas por las diferentes estaciones en las provincias de nuestro territorio. A partir de ahí, se podrá hacer una selección de estaciones representativas de entornos territoriales diferenciados.

Una vez conocidos los matices de las diferentes realidades provinciales representadas por esas estaciones, será necesario abordar una escala de trabajo mayor. Con ello, se estará en disposición de datar mayores matices dentro de la propia provincia. Será entonces cuando se irán conociendo las diferentes realidades de cada territorio, teniendo entonces una buena base para establecer una clasificación climática detallada en función del régimen térmico.

Para el análisis diferencial del complejo temperatura máxima – mínima del aire en España se utilizaron, como se ha comentado, datos diarios públicos de estas variables ubicados en el sitio Web de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) localizado en la dirección de Internet: <http://www.aemet.es/es/servidor-datos/acceso-datos>

Los datos fueron sometidos a un riguroso control de calidad, según los procedimientos básicos establecidos en la Guía de Prácticas Climatológicas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 1998) y también aplicando los métodos propuestos por Drozdov (1957), con el fin de detectar posibles errores, por ejemplo: mínimas mayores que las máximas en el mismo día, y muy especialmente, para rellenar las faltas temporales de información y estandarizar los datos a un período común.

Para rellenar los datos faltantes se calcularon los coeficientes de correlación lineal de las temperaturas máximas y mínimas entre grupos de estaciones vecinas, seleccionando previamente entre 3 y 4 años de datos comunes sin faltas de información (aproximadamente 1500 casos), lo que aseguró la confiabilidad de las estimaciones (Fig.1). Cada localidad con faltas de información se rellenó a partir de la ecuación de regresión lineal con la estación vecina que mejor correlación tenía, aunque, en algunos casos, fue necesario utilizar la segunda o tercera estación vecina con mejor correlación, para evitar rellenar una serie de datos a partir de datos, que a su vez, ya habían sido rellenados. No obstante, en todos los casos, la representatividad estadística de los cálculos fue muy elevada, como se demuestra más adelante.

En los casos de las series que tenían rupturas o cambios en el emplazamiento de la estación, se aplicó el Análisis de Rachas (Freund, J.E., 1972) para identificar la presencia de saltos o discontinuidades en los registros que pudieran afectar su representatividad. Las series que no presentaron problemas de representatividad y pertenecían a estaciones reubicadas o cercanas fueron unidas en una sola, como sucedió con las estaciones de Gijón (1208 y 1208H), Ávila (2444 y 2444-C), Santander (1110 y 1111), Ceuta (5000-A y 5000-C), Guadalajara (3168-A y 3168-C), Huelva (4605 y 4642-E), Jaén (5270 y 5270-B), Lleida (9771 y 9771-C), Ourense (1690-A y 1690-B) y Toledo (3259 y 3260-B).

En los casos de Pontevedra (1484 y 1484-C), Segovia (2465 y 2465-A) y Calamocha (9381 y 9381-I) se encontró una notable diferencia de altitud entre los emplazamientos antiguos y más recientes, por lo que sólo se utiliza su información en el período de trabajo más reciente (1981-2010).

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Durante el control de calidad efectuado a los datos originales, se detectaron dos estaciones (Tarifa y el Observatorio de Palencia) con unos 80 días dispersos en que los valores de las temperaturas mínimas superaban al valor de la máxima para el mismo día. En ambos casos, la inspección directa de los datos y su comparación con estaciones vecinas indicó que se trataba de errores de la temperatura máxima, por lo que los valores correspondientes fueron eliminados y se trató a esos días como faltas de información.

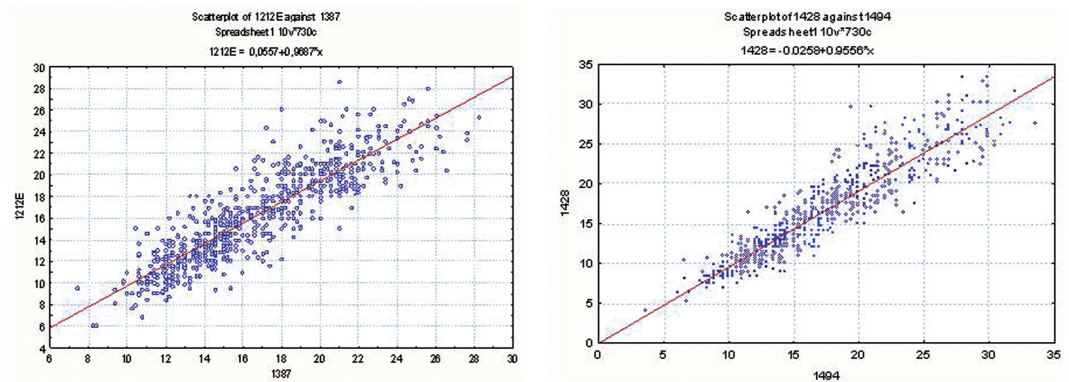


FIG. 1: Diagramas de dispersión y ecuaciones de regresión lineal para rellenar los datos faltantes de la estación 1212E vs la 1387 y de la estación 1428 vs la 1494.

En el período de trabajo de 1981 a 2010 se encontraron faltas de información en las series de temperatura máxima del aire de 54 estaciones y en las series de temperaturas mínimas de 65 estaciones, las cuales se rellenaron mediante ecuaciones de regresión lineal referidas a localidades vecinas que disponían del dato en las fechas faltantes. Las correlaciones lineales calculadas fueron estadísticamente significativas y mostraron un coeficiente $R^2 > 0.89$ en todos los casos. La Fig. 1 presenta a manera de ejemplo dos de los diagramas de dispersión y las ecuaciones de regresión calculadas durante este trabajo preliminar.

Las correcciones y ajustes en las series nos han permitido establecer la estructura general del complejo máxima-mínima para las provincias representadas por las estaciones seleccionadas. El análisis diferencial del complejo temperatura máxima-mínima arrojó resultados muy valiosos y que permiten establecer el comportamiento local y por regiones de la estructura general del régimen

térmico en España. Para ello, se calculó la frecuencia de casos en cada intervalo de interconexión, por estaciones, y se presenta el ejemplo de Alicante (8025) en la Tabla 3, correspondiente a los 10957 casos que hacen referencia a todos los días de esos treinta años.

T. Mínimas	Temperaturas Máximas						
	<= 10.0	10.1-15.0	15.1-20.0	20.1-25.0	25.1-30.0	30.1-35.0	> 35.0
>20.0				1	625	1029	43
15.1 - 20.0			14	385	1789	430	7
10.1 - 15.0		20	571	1663	514	9	0
5.1 - 10.0	5	319	1795	773	28	2	0
- 5.0	20	247	614	28	0	0	0
-4.9 - 0.0	6	18	2	0	0	0	0
<= -5.0	0	0	0	0	0	0	0

TABLA 3: Estructura general del complejo máxima-mínima para Alicante.

Paralelamente se han tenido en cuenta las frecuencias de días con determinadas condiciones extremas de la temperatura del aire, tal y como muestra la Tabla 4, donde se reflejan los casos con temperaturas extremas por encima o por debajo de ciertos umbrales, así como los días con gran amplitud térmica, por ejemplo: una diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas mayor a 25°C.

Indicador	Lanzarote (C0290)	Ciudad Real (4121)	Santander (1110)	Granada (5530E)	Pontevedra (1484)	Alicante (8025)	Soria (2030)
Max > 35	96	990	8	1058	36	50	59
Max > 30	610	2594	53	2867	455	1520	971
Max > 25	5068	4067	516	4458	1764	4476	2469
Min <= 5	0	3340	609	3947	1383	935	5704
Min <= 0	0	1061	16	1462	60	26	2513
Min <= -5	0	63	0	137	0	0	445
Osc. > 25	0	32	0	643	3	2	182

TABLA 4: Valores extremos en el período de referencia en diferentes estaciones de España.

Ordenamos en sentido descendente en temperatura la estructura general del complejo máxima-mínima de todas las estaciones analizadas, según la categoría, tipo y subtipo predominantes en cada una, con preferencia para las letras y después los números. Es decir, la categoría B (mínima más cálida) se coloca delante de la C, D y restantes, pero después de la A. El número 6 (máxima más cálida) se coloca delante del 5 y el 4, pero después del 7; y así sucesivamente. Las estaciones de España ya ordenadas se incluyen en la Tabla 5.

Códigos	Lugares	Categorías	Valor	Tipos	Subtipos		
5402	Córdoba	B7	55	B7-D3	B7-D7-B6		
9771	Lleida	B6	50	B6-C5	B6-C5-D3		
7228	Murcia (Alcantarila)			B6-D4	B6-D4-D3		
3259	Toledo Lorenzana			B6-D3	B6-D3-E2		
5514	Granada			B6-E2	B6-E2-C5		
3175	Madrid (Torrejón)				B6-E2-C3		
8175	Albacete (Los Llanos)				B6-E2-D3		
8178-D	Albacete						
4121	Ciudad Real						
3200	Madrid (Getafe)						
3196	Madrid (4 Vientos)						
5530-E	Granada			C6	45	C6-E3	C6-E3-E2
3168-C	Guadalajara			C6-E2	C6-E2-F2		
8414	Valencia (aeropuerto)	B5	45	B5-D3	B5-D3-C4		
C139-E	La Palma	B4	40	B4-A5	B4-A5-A4		
C929-I	El Hierro				B4-A5-B5		
C449-C	Santa Cruz de Tenerife						
C249-I	Fuerteventura			B4-B5	B4-B5-A5		
C649-I	Las Palmas de Gran Canaria						
C429-I	Tenerife Sur						
C029-O	Lanzarote						
8096	Cuenca	C5	40	C5-E2	C5-E2-B6		
2401	Palencia	C5-E2-E1					
1014	San Sebastián	C4	35	C4-D3	C4-D3-B4		
1082	Bilbao				C4-D3-D2		
1249-I	Oviedo			D2	C4-D2-D3		
1109	Santander (aeropuerto)						
7178-I	Murcia				D4	30	B6
5973	Cádiz	C3	30	C3-B4	C3-B4-A5		
6000-A	Melilla				C3-B4-B5		
5000-A	Ceuta				C3-B4-B3		
6001	Tarifa				C3-B4-D2		
1208	Gijón				C3-C4	C3-C4-B4	
C447-A	Tenerife Norte			C3-D3	C3-D3-A5		
B228	P. de Mallorca (aeropuerto)			C3-D2	C3-D2-B4		
1110-1111	Santander (centro)				C3-D2-C4		
1387	La Coruña				C3-D2-D3		
1387-E	La Coruña (aeropuerto)			D3	25	D3-A5	D3-A5-B5
B893	Menoria	D3-B6	D3-B6-B7				
7031	San Javier		D3-B6-C4				
4452	Badajoz						
9434	Zaragoza						
5960	Jerez de la Frontera						
5783	Sevilla		D3-B6-D4				
5796	Morón de la Frontera	D3-B6-D2					
3469	Cáceres	D3-B5	D3-B5-C4				
8025	Alicante						
8500-A	Castellón de la Plana						
0016-A	Reus						
5910	Rota						
6155-A	Málaga	0076	Barcelona				

Códigos	Lugares	Categorías	Valor	Tipos	Subtipos
8019	Alicante (aeropuerto)	D3	25	D3-C4	D3-C4-B5
9981-A	Tortosa				
8416	Valencia				
4605	Huelva				
6325-O	Almería			D3-C3	D3-C3-B5
B954	Eivissa				
5270	Jaén			D3-D2	D3-D2-C4
B278	P. de Mallorca (aeropuerto)			D3-E3	D3-E3B5
367	Girona				D3E3-C4
1690-B	Ourense			D3-E2	D3-E2-C4
9170	Logroño				
3195	Madrid				
C430-E	Izaña				
0200-E	Barcelona (Fabra)			D2	20
1549	Ponferrada	D2-C5	D2-C5-E2		
1495	Vigo	D2-C4	D2-B5-C4		
1484	Pontevedra		D2-C5-E2		
1428	Santiago de Compostela	D2-C3	D2-C4-C3		
1024-E	San Sebastián (Igueldo)		D2-C3-B4		
1212-E	Asturias		D2-C3-D3		
9262	Pamplona	D2-E1	D2-E1-C4		
1505	Lugo	D2-E2	D2-E2-D3		
3129	Madrid (aeropuerto)	E2-B6	E2-B6-D3		
8368-U	Teruel	E2-C6	E2-C6-C5		
9390	Daroca	E2-C5	E2-C5-C4		
2614	Zamora		E2-C5-D3		
2867	Salamanca		E2-C5-F1		
2422	Valladolid		E2-C5-F1		
9898	Huesca	E2-D3	E2-D3-B6		
9263-D	Pamplona	E2-D2	E2-D2-C4		
2465-A	Segovia	E2-F1	E2-F1-C5		
9091-O	Vitoria Gasteiz	E1	E1-E2	E1-E2-D3	
3191-E	Comenar Viejo			E1-E2-D3	
3013	Molina de Aragón	F1	5	F1-D5	F1-D5-E2
2444	Ávila			F1-E2	F1-E2-C5
2539	Valladolid (Villanubla)				
2030	Soria				
2661	León				
9381	Calamocha			F1-E1	F1-E1-E1
2331	Burgos				
2462	Puerto de Navacerrada				

TABLA 5: Estaciones ordenadas de las localidades de España según las principales categorías, tipos y subtipos del complejo máxima-mínima.

En la tabla anterior, los valores en color rojo (gris claro), indican intervalos con frecuencias ligeramente inferiores al 10%, pero que fue necesario incluir para dar continuidad al ordenamiento de las estaciones porque hay algunas con muy alta variabilidad del régimen térmico y no se observan tres intervalos predominantes con frecuencias superiores al 10%.

En general, la denominación dada a las categorías, es consistente con la distribución estadística de las mismas en toda la península ibérica. Como se observa en la Fig. 2, el histograma de las categorías encontradas, muestra el predominio de los días frescos, con valores balanceados y menores para el resto de las categorías. La categoría de los días sofocantes no predomina en ninguna localidad.

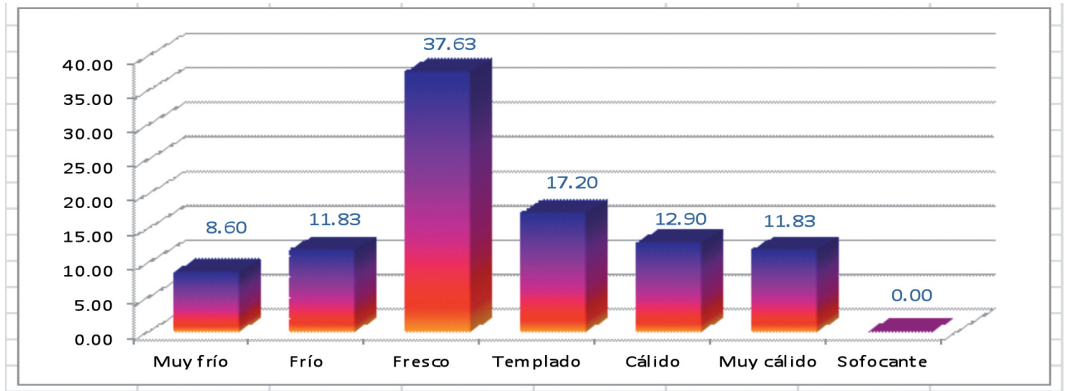


FIG. 2: Histograma de las categorías predominantes en el régimen térmico de España.

4. DISCUSIÓN

La variación espacial de las temperaturas en el territorio español es consecuencia de la confluencia de diferentes factores. Su posicionamiento latitudinal a escala planetaria, localización occidental y periférica en el continente europeo, condiciones físicas contrastadas en el territorio y a ello sumado la actividad antrópica. Estos aspectos posibilitan diferenciar distintas realidades. Por lo tanto, y en consecuencia, cada espacio territorial diferenciado de la geografía española debería tener un umbral biometeorológico concreto para las poblaciones que en él viven. Con lo que las personas que viven en diferentes entornos están, de antemano, adaptados a unas temperaturas concretas y viven la realidad de su espacio como algo normal. Es por ello que, los cambios habituales derivados de la evolución normal de su entorno climático que se producen en el complejo térmico, su sistema termorregulador los asume habitualmente adaptándose, aunque, en determinadas ocasiones, no lo consigue.

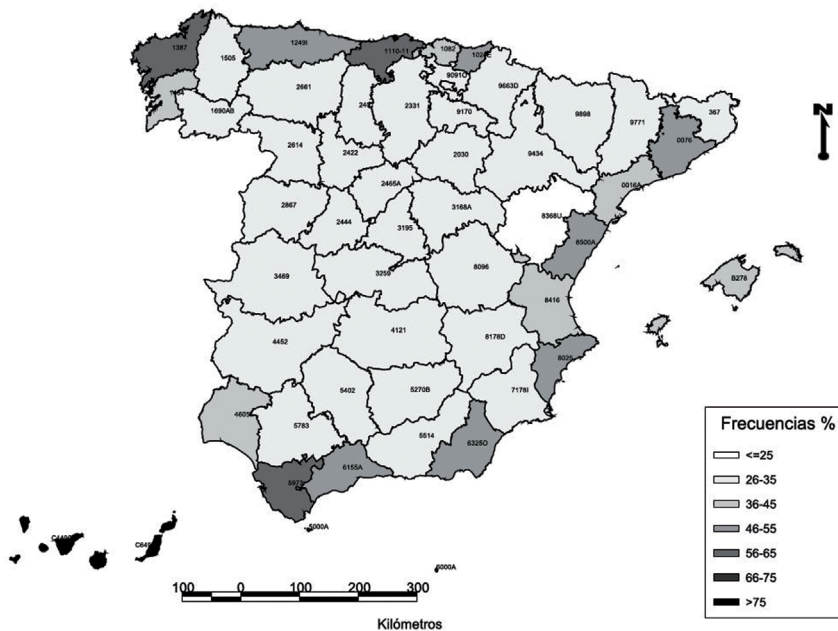


FIG. 3: Variabilidad espacial del régimen térmico en España.

Parece lógico que, las personas que viven en entornos climáticos distintos, ante cambios de diferente entorno, puedan presentar más dificultades en el proceso natural de adaptación. Si a ello le sumamos el desgaste físico por edad o por enfermedad, estos cambios de entorno territorial pueden presentar consecuencias negativas para la salud. Aunque, de la misma manera, ese cambio de espacio territorial puede, al contrario, presentar en personas con patologías previas y concretas, importantes beneficios en su salud.

El régimen térmico de España muestra una elevada variabilidad espacial. En la Fig. 3, se muestran diferencias notables entre el interior peninsular y los entornos sometidos a influencia marítima. Se destaca el contraste entre las estaciones más cálidas y con régimen térmico menos variable, como es el caso de las Islas Canarias, comparado con la extraordinaria variabilidad del régimen térmico típicamente continental de las estaciones ubicadas en la meseta central peninsular. Este aspecto destaca claramente cuando se suman las frecuencias de los 3 primeros intervalos de interconexión predominantes en cada lugar. Hay estaciones donde dicha suma excede el 75%, caso de las Islas Canarias, mientras que en otras, apenas alcanza el 25%, como Teruel.

5. CONCLUSIONES

El proceso de control de calidad realizado a los datos originales nos ha permitido disponer de datos homogéneos y representativos para 94 localidades de España para el período de 30 años más reciente (1981-2010). Éste puede utilizarse como representativo del estado actual de adaptación termo-fisiológica de la población local.

El método de análisis diferencial del complejo temperatura máxima – mínima del aire ha dado resultados muy satisfactorios al aplicarse a las 93 series climatológicas de España, permitiendo conocer su estructura general y las categorías, tipos y subtipos que tipifican a cada una de las regiones del país. Se identifican en el territorio español un total de 14 categorías del régimen térmico, dadas por el intervalo de interconexión predominante en cada lugar; 42 tipos identificados por el binomio que forman el primero y segundo intervalos de interconexión predominantes; y 58 subtipos que se forman por la combinación de los primeros tres intervalos de interconexión predominantes.

Análisis previos realizados con las diferentes series de referencia ponen de manifiesto que la estructura del régimen térmico de España ha variado notablemente a lo largo de los últimos decenios, con una sostenida tendencia general al calentamiento desde 1971 hasta la fecha. Ello ha sido más evidente en algunos territorios que en otros, más significativo por el día en algunas localidades, mientras que en otros lugares, el calentamiento nocturno ha sido más notable, por lo que no se define una norma general al respecto. Este comportamiento parece estar en estrecha relación con las características del desarrollo socioeconómico de cada región, las condiciones ambientales y generales del hábitat urbano y su expansión, unido a las influencias provenientes de las variaciones del clima global.

La estructura general del régimen térmico ha sido definida sobre la base de los 3 primeros intervalos predominantes del complejo temperatura máxima - mínima en cada estación. La frecuencia anual, representada por dichos intervalos, varía considerablemente de un lugar a otro, indicando la existencia de zonas con una variabilidad del régimen térmico muy pequeña (frecuencias superiores al 75%), como sucede en las Islas Canarias y Ceuta. Por otro lado, en las zonas más continentales, interiores de la meseta central, la variabilidad de la estructura del régimen térmico es muy grande y los primeros 3 intervalos predominantes apenas abarcan la cuarta parte de los días del año.

Se ha analizado la estructura del régimen térmico anual para el último período de treinta años 1981-2010 por considerarse el más adecuado y al que la población se encuentra adaptada. Ahora bien, los estudios previos que se han realizado con series más largas, coinciden con las tendencias que muestran los últimos trabajos del IPCC en cuanto al aumento de las temperaturas en el territorio español en los decenios venideros. Por ello, se cuenta con la posibilidad de establecer criterios para

presentar umbrales biometeorológicos a partir de la variabilidad del régimen térmico en diferentes entornos de la geografía nacional. Ello servirá de indicador a la hora de establecer relaciones causa-efecto entre los cambios atmosféricos y sus impactos en la salud.

REFERENCIAS

- Drozdov, O.A. (1957). *Métodos para el procesamiento de los datos meteorológicos* [en ruso]. Ed. Hidrometeorológica, Leningrado; 235 pp.
- Freund, J.E. (1972). *Estadística elemental moderna*. Ed. Inst. Cubano del Libro, La Habana; 466 pp.
- García, J.C. y Alberdi, J.C. (2005). Mortalidad en la ciudad de Madrid durante la ola de calor del verano de 2003. *GeoFocus*, 5, pp. 35-43.
- Hajat, S. et al. (2002). Impact of hot temperatures on death in London: a time series approach. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 56, pp. 367-372.
- IPCC, 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
- Kunts, R.S., Looman, C.W.N. y Mackenbach, J.P. (1993). Outdoor air temperature and mortality in the Netherlands: a time-series analysis. *American Journal of Epidemiology*, 137, pp. 331-341.
- Lecha, L. y A. Florido (1989). *Principales características climáticas del régimen térmico del archipiélago cubano*. Ed. Academia, La Habana; 56 pp.
- Lugo, D. (2008). Programa en lenguaje C# para el análisis diferencial del complejo temperatura máxima – mínima. Centro de Estudios y Servicios Ambientales de Villa Clara, Santa Clara, Cuba.
- Organización Meteorológica Mundial (1998). *Guía de prácticas climatológicas*. Cap. V; 43:65.
- Martin Vide, J. y Olcina Cantos, J. (2001): *Climas y tiempos de España*. Alianza Editorial, pp. 258, Madrid.
- Pan, W-H.; Li, L-A. y Tsai, M-J. (1995). Temperature extremes and mortality from coronary hear disease and cerebral infarction en elderly Chinese. *Lancet*, 345, pp. 353-355.
- Semenza, J.C. (1996). Deaths in the Chicago Heat Wave. *The New England Journal of Medicine*, 335 (24), pp. 1848-1849.

