

TENDENCIA DE LA TEMPERATURA EN LOS MESES DE JULIO Y AGOSTO EN LA COMUNIDAD VALENCIANA EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS: CAMBIOS EN LA FRECUENCIA DE DÍAS CALUROSOS

J. Javier MIRÓ y María José ESTRELA
Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM)

RESUMEN

Dentro de la temática del cambio climático, la temperatura en los meses estivales tiene un especial interés por las consecuencias económicas, sociales y ambientales que se derivarían de un ascenso, como se ha visto en el extraordinario verano del 2003. Diversos estudios recientes han puesto de manifiesto la tendencia al aumento de la calidez estival. Sin embargo, para el caso concreto de la Comunidad Valenciana en el presente estudio se dilucida que, dentro de una tendencia de base al ascenso térmico, la mayor responsabilidad del cambio recae en una mayor frecuencia de días con características térmicas tropicales de calor persistente, que no por una tendencia a batir récords al alza de temperaturas máximas absolutas.

Palabras clave: Cambio climático, temperaturas estivales, tendencias, temperaturas medias, temperaturas extremas, persistencia del calor.

ABSTRACT

Within the subject of the climatic change, summer temperatures are of special interest because of the economic, social and environmental consequences that can be derived from their hypothetical increase. A number of recent studies have shown a trend to the increase of summer heating. In this work we analyse the temperature of the hottest summer months since 1958 to nowadays, with the objective to characterise the evolution of temperature and to find if there is a trend towards a higher frequency of hottest days. The first results show that there is a higher frequency of days with tropical characteristics and persistent heat; on the contrary, we did not find a trend to exceed records of absolute maximum temperatures.

Key words: *Climatic Change, temperature, trends, maximun absolute temperature.*

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre cambio climático en la cuenca mediterránea predicen un aumento de la temperatura y una reducción de la precipitación estival con el consiguiente aumento de la evapotranspiración potencial, del déficit hídrico y del riesgo de incendios forestales (BROTAK y REIFSNYDER, 1976; HOUGHTON *et al.*, 1996; PIÑOL *et al.*, 1998). De hecho, en la discusión del cambio climático, las temperaturas estivales son un parámetro de interés y preocupación por cuanto un hipotético aumento de las situaciones de calor intenso y/o olas de calor persistentes pudiera afectar a ámbitos como la salud pública, el gasto energético, la fauna, flora y biodiversidad natural, o simplemente el confort climático (MILLER, 1982; KALKSTEIN y VALIMONT, 1987). Son ya muchos los trabajos que han detectado aumentos tanto de la mortalidad total como de la achacable a algunas enfermedades relacionadas con temperaturas máximas extremas (KALKSTEIN y DAVIS, 1989; RASO, 1999). Este tema ha cobrado especial relieve tras el verano de 2003, en el que en muchas áreas de la Península Ibérica se batieron récords históricos de temperatura máxima, o en todo caso se alcanzó una persistencia de masas de aire muy cálidas

sobre la Península bastante inusitada (RODRÍGUEZ BALLESTEROS, 2004; RODRÍGUEZ PUEBLA *et al.*, 2004).

La Comunidad Valenciana, al igual que otras áreas del Mediterráneo peninsular, no alcanzaron máximos históricos en el verano del 2003 (RODRÍGUEZ BALLESTEROS, 2004). La mayor parte del Oeste y Norte peninsular, y muchos puntos del interior de la Península sí registraron récords históricos. Sin embargo toda la Península registró temperaturas medias excepcionalmente altas, y persistencia del calor. Algunos trabajos (RODRÍGUEZ PUEBLA *et al.*, 2004) señalan una tendencia clara a una mayor frecuencia de olas de calor en toda la Península así como al aumento de base de la temperatura de verano.

Estos estudios parecen indicar que en la fachada mediterránea central y Sur no se batieron nuevos récords, sino que simplemente se produce una mayor persistencia de situaciones con picos de calor que antes ya se producían. Pero esa mayor persistencia permite una mayor expansión ocasional de estas masas hacia regiones más septentrionales, donde son más raras, provocando por otro lado los nuevos récords históricos en esas regiones.

El objetivo de este trabajo es analizar la temperatura de los meses más cálidos del año (julio y agosto) en la Comunidad Valenciana desde mediados del siglo XX hasta la actualidad, con el fin de caracterizar si existe alguna tendencia a una mayor frecuencia de días muy cálidos, o un aumento de los picos máximos de temperatura (máximas absolutas), además de cambios en las temperaturas medias diarias en sí.

2. METODOLOGÍA

Se ha trabajado con la red de estaciones analógicas del INM existentes para la Comunidad Valenciana y zonas aledañas en una franja de 20-30 km alrededor de la misma, por el interés en conseguir series lo suficientemente largas, buscando de entre todas, aquellas de calidad, homogeneidad interna y escaso efecto urbano. Se ha trabajado con el período 1958-2003, dado que en 1958 coincide la incorporación de una serie de estaciones que, además de llegar sus registros hasta la actualidad, ofrecen ya una mínima cobertura espacial de todos los ámbitos fundamentales de la Comunidad, y que no se tenía por ejemplo en 1950 con series fiables y largas hasta hoy. Se ha trabajado con 8 estaciones que cumplen los requisitos de continuidad temporal y espacial (superior al 97% de todo el periodo temporal), aceptable homogeneidad y calidad interna de la serie, así como ubicación alejada de efectos acusados de isla de calor de grandes núcleos urbanos (Fig. 1). De Norte a Sur son las estaciones de Tortosa (observatorio del Ebro), Atzeneta, Utiel, Requena, Sueca, Ontinyent (Colegio), Alacant (Ciudad Jardín) y Orihuela (CHS).

La serie seleccionada nos ha permitido realizar un análisis de tendencias distinguiendo o agrupando grandes ámbitos de forma equilibrada. Por un lado el ámbito litoral-prelitoral con cuatro estaciones representativas de Norte a Sur: Tortosa, Sueca, Alacant (Ciudad Jardín) y Orihuela (CHS). Y en segundo lugar un ámbito interior con cuatro estaciones que de Norte a Sur son: Atzeneta, Utiel, Requena y Ontinyent (Colegio). Hemos trabajado con los resultados promedio de cada grupo de estaciones.

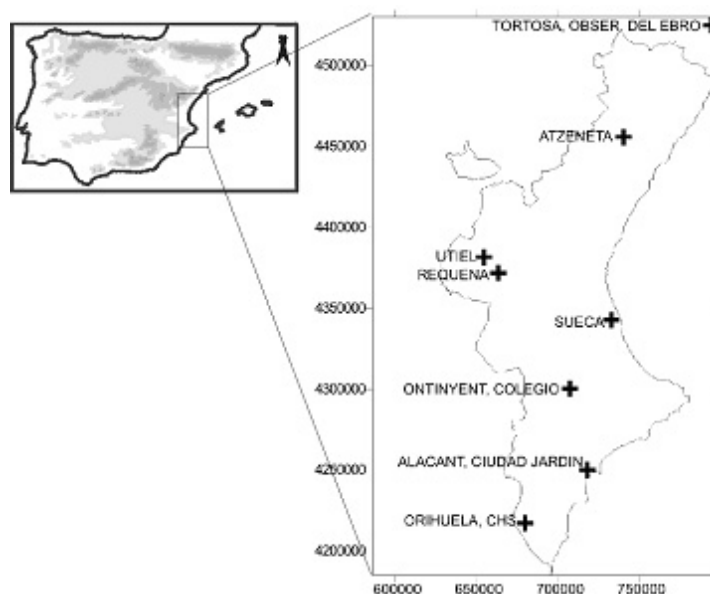


Fig.1. Localización de las estaciones utilizadas en el análisis de la tendencia de temperatura

3. ANÁLISIS DE TENDENCIA DE LAS MEDIAS, MÁXIMAS Y MÍNIMAS

En los estudios de evolución térmica a menudo se recurre simplemente a la temperatura media y su evolución para evaluar tendencias al cambio. Sin embargo la media por si sola no refleja otras tendencias al cambio que pueden esconderse en otros parámetros térmicos, y que precisamente pueden estar señalando con mayor claridad los cambios.

Hemos optado pues por analizar por separado, en primer lugar la media de las máximas frente a la media de las mínimas. En ambos casos se observa un comportamiento distinto, observándose que las mínimas tienden a un aumento térmico más importante que las propias medias diarias, aumento que no se observa o es bastante más débil en las máximas, con lo que estas últimas contribuyen a moderar el cambio detectado en las medias. Ello nos ha llevado a incluir también en el análisis los registros térmicos extremos dentro de las máximas y mínimas, para intentar caracterizar más factores en que pueda residir la tendencia al cambio, como son la máxima y mínima absolutas del mes, y la máxima más baja y mínima más alta del mes.

Para el mes de julio para el ámbito litoral y prelitoral se aprecia una tendencia muy moderada (Fig. 2) al ascenso de la temperatura media, entorno a 0,5 - 0,6°C en todo el periodo, mientras que sorprendentemente las máximas no ascienden. Por el contrario las mínimas arrojan un ascenso importante de alrededor de 1,5°C.

Para el ámbito interior durante el mes de julio (Fig. 3) la tendencia de la temperatura media es similar o incluso algo mayor (alrededor de 1°C de ascenso), que en el caso litoral. Sin embargo, en este caso, el comportamiento de las máximas frente a las mínimas converge más en la tendencia al ascenso, con menores diferencias que en el litoral en el comportamiento de ambas. Además el ascenso de las mínimas es ligeramente menos acusado que en el litoral, ayudando a ese comportamiento más uniforme en la tendencia de las máximas y mínimas, y mayor convergencia de ambas con las medias.

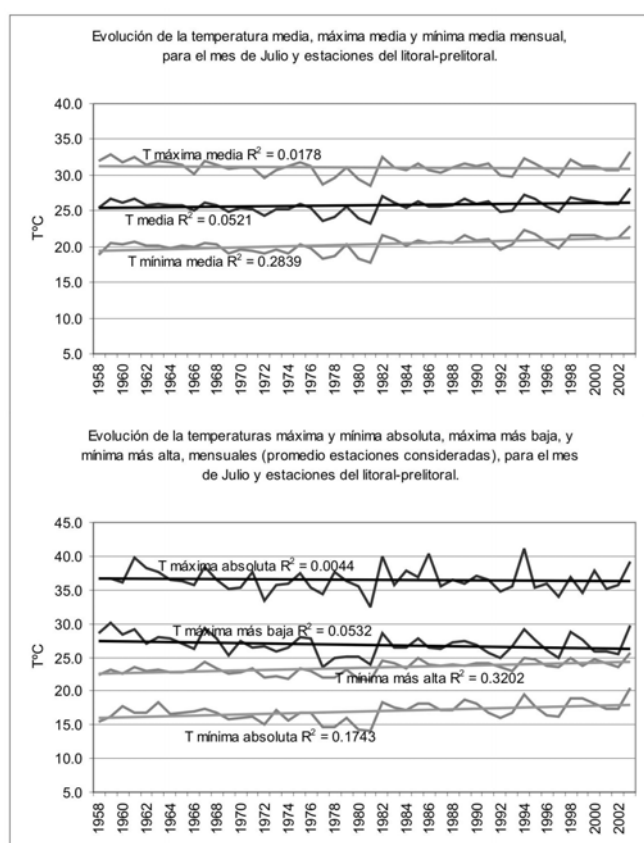


Fig. 2. Temperaturas medias y extremas.
Julio, litoral-prelitoral

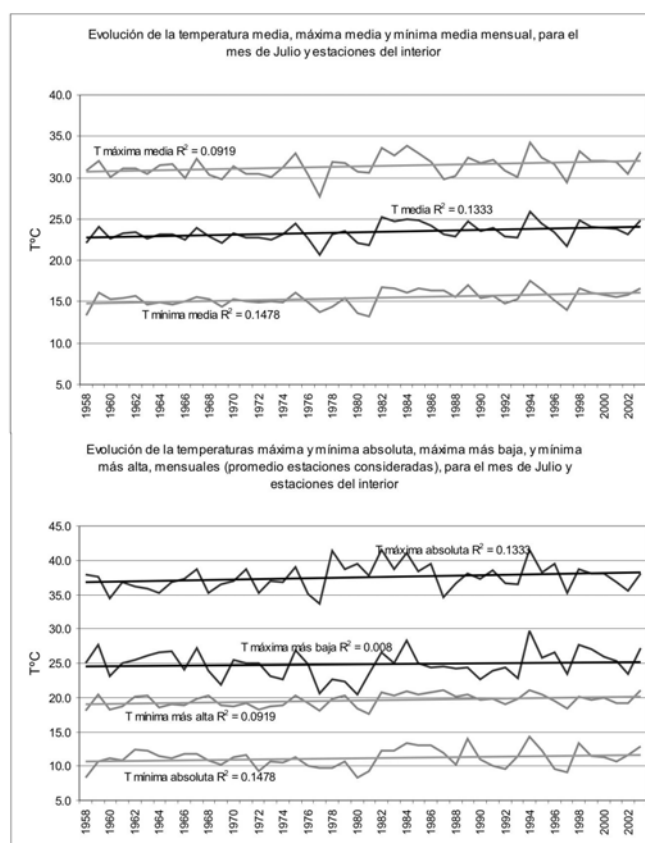


Fig. 3. Temperaturas medias y extremas.
Julio, interior

Por otro lado, aunque las máximas tienden en general a un ascenso que no se produce en el litoral, si se observa una tendencia similar a divergir las líneas de tendencia de las máximas absolutas y las máximas más bajas en ambos casos. Es decir, en el litoral las máximas más bajas llegan a tender a un descenso frente al mantenimiento de las absolutas, mientras que en el interior suben menos que las absolutas.

En cuanto a las mínimas extremas del interior en julio, al contrario que en el litoral, las que tienden a un mayor ascenso son las mínimas absolutas, si bien tanto las mínimas absolutas como las mínimas más altas tienden a un ascenso bastante menor que en el litoral, y no se observa una estructura en la gráfica de máximos o mínimos crecientes, como sí se observa en el litoral a partir de 1980.

Para el mes de agosto la tendencia al alza de la temperatura es considerablemente mayor que en julio, en el litoral de alrededor de 1,5°C en la evolución de la misma media mensual (Fig. 4). Sin embargo, como en julio, se mantiene el comportamiento diferente de las máximas y las mínimas. Las máximas medias no tienen tendencia clara, aunque agosto del 2003 es el que registra con mucha diferencia una mayor temperatura. Sin embargo el ascenso de las mínimas medias se vuelve en este caso muy acusado apreciándose en la línea de regresión un ascenso de entre 2,5 y 3°C. Es un ejemplo de que la mera consideración de la media mensual no nos alcanza a revelar la verdadera magnitud del cambio, y lo que se intuye es una clara tendencia a perdurar las horas de

calor bochornoso fuera de las horas centrales del día, aunque las máximas no registren valores superiores, pero con una tropicalización del comportamiento térmico en el intradía. Para el caso de los valores extremos, las máximas absolutas sí tienden a un ascenso, pero moderado, y no viéndose en la gráfica una estructura de máximos crecientes, sino bastantes oscilaciones, lo que ofrece dudas sobre la validez de la línea de tendencia. Queda como dato a añadir que agosto de 2003, aunque no registró la máxima absoluta más alta, si registró el récord de mínima más alta. De hecho tanto las mínimas absolutas como las mínimas más altas tienden a una subida importante.

En el ámbito interior para el mes de agosto (Fig. 5), encontramos un comportamiento similar a julio en cuanto a la relación entre las diferentes líneas de tendencia de los distintos parámetros térmicos. O sea, tenemos un comportamiento que tiende a una mayor convergencia en la evolución de las máximas, mínimas y medias. Sin embargo, también en este caso el ascenso térmico detectado es más importante que en el mes de julio, alcanzando alrededor de 1,7°C de subida la temperatura media, que también llega a superar a la subida de la media del ámbito litoral-prelitoral.

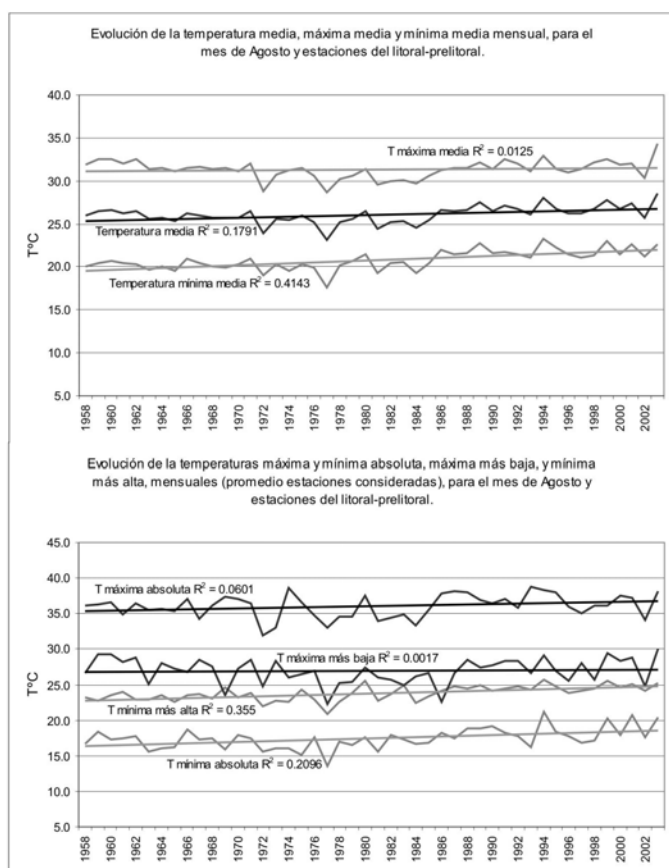


Fig. 4. Temperaturas medias y extremas.
Agosto, litoral-prelitoral

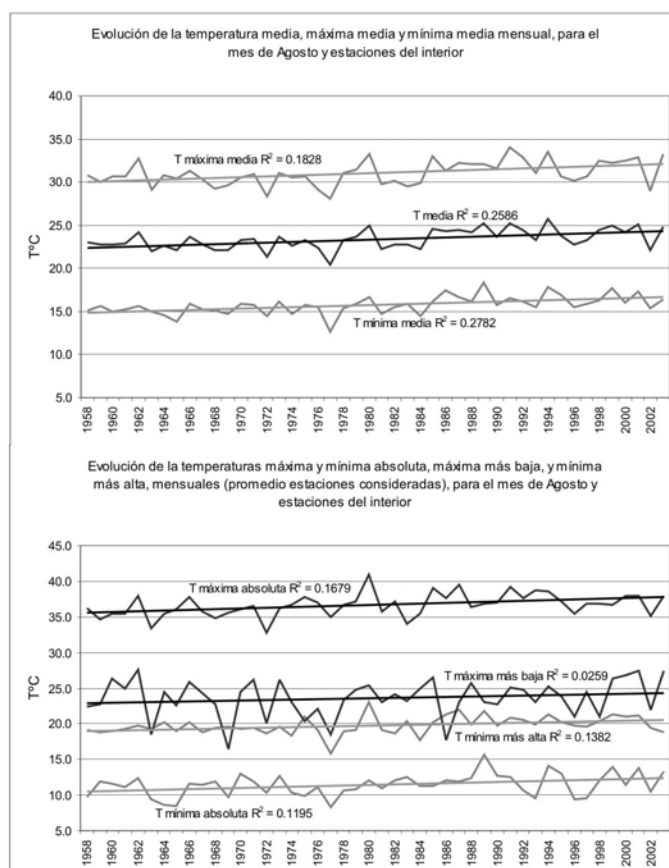


Fig. 5. Temperaturas medias y extremas.
Agosto, interior

En resumen, del análisis de las gráficas anteriores podemos destacar una serie de primeras conclusiones:

1. Existe una clara tendencia general a un ascenso moderado de la temperatura en julio que se vuelve más acusado en agosto.
2. Este ascenso se observa principalmente en las temperaturas mínimas.
3. Se aprecia un comportamiento distinto del litoral con respecto al interior. Mientras que en el litoral no se produce ascenso de las temperaturas máximas, ni tendencia clara a acrecentarse los máximos absolutos de calor, en el interior el comportamiento y tendencia de las máximas y mínimas converge más, pero aún así la tendencia en las máximas es más discutible y variable a la luz de las estructuras y oscilaciones observadas en las gráficas.
4. Las mayores tasas de cambio se observan desde la década de los ochenta hasta hoy, no observándose apenas en las décadas anteriores, e incluso con un leve descenso en algún caso. Es por ello que si sólo hubiésemos considerado el periodo desde finales de los setenta la tendencia al ascenso sería mucho más acusada (sin embargo, el peso de los ciclos de oscilación natural del clima podría ser excesivo).

4. ANÁLISIS DE LA FRECUENCIA DE DÍAS DE CALOR PERSISTENTE

A partir de los resultados anteriores surge la idea de que la tasa de cambio no se debe tanto al aumento de situaciones de calor extremo (como efecto Föhn en el litoral) o a un ascenso general de la temperatura de base de las distintas masas de aire globales que pueden afectar al ámbito de estudio, como a un mayor predominio, más homogéneo y persistente en verano, de las masas de aire tropicales (continentales procedentes del Norte de África o bien marítimas). Son masas de aire que siempre han predominado en el ámbito de estudio en verano, pero con pequeñas interrupciones que pueda ocasionar el paso de un frente atlántico o la expansión muy ocasional de alguna vaguada o embolsamiento de aire más fresco hasta la Península. En realidad serían estas pequeñas interrupciones las que hipotéticamente tenderían a disminuir, perpetuándose las masas de aire tropicales en verano, a lo que se sumaría la tasa de cambio térmico más global que pueda haberse registrado.

Por tanto, el mayor cambio térmico sería en realidad por un mayor predominio intradiario de las horas de calor, y un mayor número de días en que el calor es persistente durante el día, llegando a las horas nocturnas, aunque no registren máximas especialmente elevadas. De hecho, los días bajo predominio de masas tropicales, estables y homogéneas, vienen caracterizados por la formación de brisas que pueden atenuar el pico máximo de calor (excepto situaciones de potente expansión de aire tropical continental sahariano). Pero por el contrario temperaturas relativamente altas se pueden mantener durante la mayor parte del día, con lo que el balance final sobre el confort ambiental, gasto energético, el balance hídrico y el hábitat natural, es más negativo, aunque la máxima no supere los 35°C, que en una situación con una máxima muy elevada en las horas centrales del día que se sigue de un rápido refrescamiento con la caída de la tarde.

Nuestro interés se ha centrado en analizar si tiende a aumentar la frecuencia y predominio de esos días de calor persistente en el intradía. A falta de registros horarios se ha considerado conveniente caracterizar como “día de calor persistente” a aquel en el que coincide una temperatura máxima no inferior a 30°C con una temperatura mínima no inferior a 20°C. Con ello nos aseguramos en incluir todos aquellos días en que valores térmicos relativamente elevados persistieron durante todo el día, aún cuando no registren una máxima especialmente elevada.

La figura 6 muestra la evolución y línea de tendencia del número de “días de calor persistente” para el mes de julio (litoral e interior). En esta gráfica se aprecia realmente la verdadera magnitud del cambio térmico para el período analizado dado que el ascenso es muy acusado y preocupante, tanto en el litoral como en el interior.

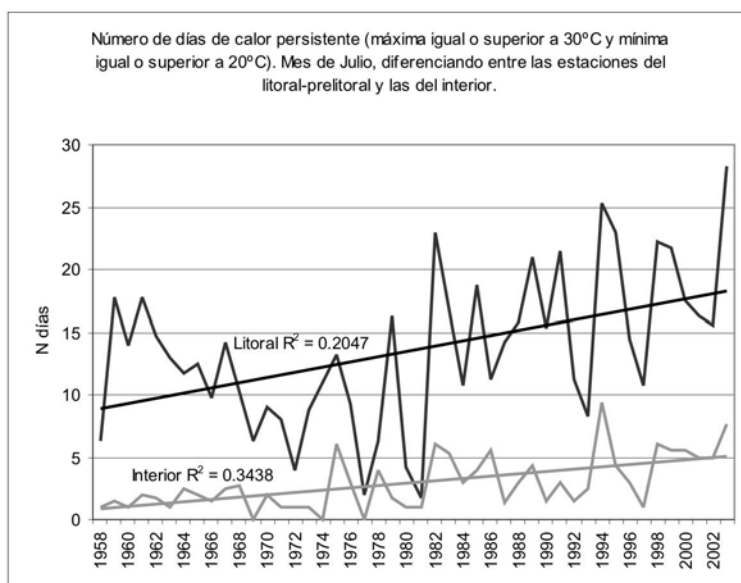


Fig. 6. Frecuencia de “días de calor persistente” en el mes de julio

En el caso del litoral, la cantidad de días prácticamente se duplica. Además, destaca claramente el último año, el 2003, muy por encima de todos los años de la serie. Para el interior, aunque partimos de un número de días muy bajo por razones obvias, el ascenso en términos relativos aún es más acusado, llegándose a cuadruplicar.

Si observamos los resultados para el mes de agosto (Fig. 7), los resultados aún son más reveladores, con un ascenso todavía más acusado del número de días para el ámbito litoral, que pasa de ocupar algo menos de un tercio del total de días del mes a más de dos tercios. En agosto del 2003 incluso todos los días del mes cumplieron la condición. En el caso del ámbito interior el ascenso se repite de forma similar a julio, cuadruplicándose más o menos el número de días, por lo que se revela el papel del mayor recalentamiento del Mar Mediterráneo en agosto para el ámbito litoral.

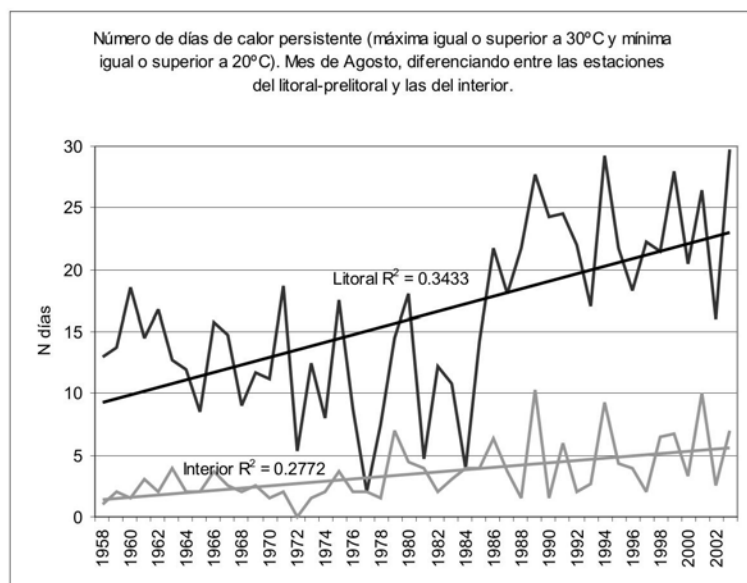


Fig. 7. Frecuencia de “días de calor persistente” en el mes de agosto

Se advierte además alguna diferencia en las gráficas del ámbito litoral con respecto al interior en ambos meses. Así en el litoral observamos como la gran subida en el número de días de calor persistente se produce a partir de la década de los ochenta, mientras que con anterioridad incluso se intuye una leve tendencia al descenso, lo que se observa tanto en julio como en agosto. Por el contrario en el ámbito interior en ambos meses se observa una tendencia a máximos crecientes desde el mismo inicio del periodo hasta el final. Así pues, posiblemente desde el principio haya estado jugando algún factor más en el interior, como podría ser la deforestación, mientras que el litoral se ha ido moviendo de forma más acorde a las ondas cíclicas del clima. Esto también se apreciaba algo en las gráficas de valores medios.

Estos resultados vienen a corroborar que la importancia del cambio es mayor de lo que la mera consideración de las medias indica.

5. CONCLUSIONES

1. En las cuatro últimas décadas se ha detectado un ascenso moderado de las temperaturas estivales de alrededor de 1°C en conjunto.
2. Ese ascenso es en conjunto más importante en agosto (1,5°C), que en julio, lo que ha hecho que el mes más cálido del año pase de ser julio a ser agosto, no sólo en el área litoral (donde ya lo era) sino incluso también en el interior.
3. Ese ascenso presenta características distintas en el litoral frente al interior. Así en el litoral se experimenta un ascenso de las mínimas notable, que no se experimenta en las máximas, mientras que en el interior se ve una tendencia más convergente en ambas. Además los valores absolutos máximos no ascienden en el litoral, al menos en julio, cuando incluso descienden, aunque sí asciende el número de máximas muy elevadas en agosto. Por el contrario en el interior se produce un aumento general de la frecuencia de días con máximas muy elevadas de forma similar tanto en julio como en agosto, pero sin embargo tampoco se tienden a batir nuevos máximos absolutos, pero sí a ser más frecuentes los máximos elevados. También la

oscilación térmica diaria desciende en el litoral al no converger la tendencia de las mínimas con la de las máximas.

4. La tendencia a aumentar la persistencia del calor es más acusada de lo que reflejan las temperaturas medias y extremas. Ya que aunque no se tienden a batir máximos absolutos de temperatura máxima, si tienden a persistir temperaturas bastante elevadas durante más tiempo dentro del día y en el total de días del verano. Es el resultado de valorar la frecuencia de días con máxima no inferior a 30°C y mínima no inferior a 20°C. Ese aumento es más acusado en agosto, en el que el número de días que cumplen esa condición de promedio se triplica, pero también es importante en julio en que el promedio se duplica. Es pues un dato muy significativo al revelar un impacto mayor sobre el medio natural y humano de lo que la mera consideración de medias refleja.
5. Todas las anteriores conclusiones parecen señalar hacia un ambiente estival de mayor calidez, no tanto porque alcancen invasiones de aire cálido de temperatura cada vez más elevada, sino porque las mismas masas de aire tropical marítimo y continental que antes ya eran predominantes en verano, se hacen aún más persistentes. Y por supuesto la mayor persistencia de esas masas causa un aumento considerable de días en que se produce un escaso refrescamiento nocturno en el litoral y temperaturas elevadas en el interior, causando ese aumento de “días de calor persistente”. El funcionamiento de las brisas típico con esas masas de aire tropicales estables y homogéneas, amortigua sin embargo las máximas muy elevadas en el litoral y prelitoral, con una menor entrada de “ponentadas” en pleno verano, que son las causantes de los picos más altos de temperatura en el litoral y zonas bajas del prelitoral. Por otro lado esta idea parece afirmar las conclusiones de otros autores para el ámbito general de la Península (RODRÍGUEZ BALLESTEROS, 2004; RODRÍGUEZ PUEBLA *et al.*, 2004).

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología, contrato número REN2001-1086/HID. La Fundación CEAM está financiada por la Generalitat Valenciana y BANCAIXA.

7. REFERENCIAS

- AUSTIN MILLER, A. (1982). *Climatología*. Ediciones Omega, Barcelona, 379 pp.
- BROTAK, E.A. and REIFSNYDER, W.E. (1976). Synoptic study of the meteorological conditions associated with extreme wildland fire behaviour. En: *Proc. Fourth National Conf. on Fire and Forest Meteorology*. St Louis. MO, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 239 pp.
- HOUGHTON, J.T. *et al.* (Eds.) (1996). *Climate Change 1995. The Second Assessment Report of the IPCC*. Cambridge University Press. Cambridge.
- KALKSTEIN, L.S. and VALIMONT, K.M. (1987). “An evaluation of summer discomfort in the United States using a relative climatological index”. *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 67, pp. 842-848.
- KALKSTEIN, L.S. and DAVIS, R.E. (1989). “Weather and human mortality: an evaluation of demographic and interregional responses in the United States”. *Ann. Assoc. Am. Geograph.*, 79(1), pp. 44-64.
- PIÑOL, J.; TERRADAS, J. and LLORET, F. (1998). “Climatic warning hazard and wildfire occurrence in coastal eastern Spain”. *Clim Change*, 38, pp. 345-357.

- RASO NADAL, J.M. (1999). Temperaturas extremas y mortalidad en Barcelona. En: *I Congreso de la Asociación Española de Climatología*, Barcelona, pp. 459-468.
- RODRÍGUEZ BALLESTEROS, C. (2004). Carácter extremo del verano de 2003 en España peninsular e Islas Baleares. En: *XXVIII Jornadas Científicas, La Meteorología y el Clima Atlántico*, AME, Badajoz.
- RODRÍGUEZ PUEBLA, C.; FRÍAS M.D. y ENCINAS, A.H. (2004). Relaciones entre los extremos de temperatura máxima y patrones de circulación en el Atlántico Norte. En: *XXVIII Jornadas Científicas, La Meteorología y el Clima Atlántico*, AME, Badajoz.