

## ANÁLISIS DE LAS SINGULARIDADES TÉRMICAS EN BARCELONA

Lidia GÓMEZ NAVARRO  
*Departamento de Geografía Física y A.G.R.  
Universidad de Barcelona*

**RESUMEN:** Este trabajo presenta el régimen anual térmico de Barcelona: se estudian 50 años completos de temperaturas, se halla el ritmo medio anual, mediante medias móviles, y se caracterizan las anomalías como singularidades térmicas.

**ABSTRACT:** This work presents the annual thermal rate of Barcelona: 50 full years of temperatures are studied, we then work out the annual mean rate and the changes recorded are called singularities.

### CONCEPTO DE SINGULARIDAD.

Se entiende por singularidad térmica la irregularidad que a lo largo del año se presenta en fechas concretas, y que supone retrocesos o avances de temperatura en el ritmo anual de aumento o descenso térmico respectivamente. Aunque el ritmo térmico medio anual de un período de varias décadas tiende a ser regular, se detectan ciertas anomalías que coinciden en los mismos días y bajo configuraciones isobáricas semejantes. La diferencia entre anomalía y singularidad térmica radica en la dimensión temporal de cada término: una anomalía supone un cambio en el régimen térmico anual, que dura varios días, en un año cualquiera; pero si repetidamente esa anomalía se registra casi cada año durante un período de estudio amplio, como en nuestro caso, deja de tener carácter ocasional para ser persistente, y tomar el carácter de singularidad térmica en el ritmo térmico medio anual.

Para definir con más precisión las singularidades térmicas y localizar estas anomalías en el calendario anual de Barcelona, se han estudiado 50 años completos de temperaturas registradas en el observatorio de primer orden de El Prat del Llobregat (Barcelona aeropuerto) durante el período 1944-93, ambos incluidos: dado el volumen de datos que se maneja para calcular el ritmo medio anual de las temperaturas máximas, mínimas y medias de este observatorio,

consideramos que las anomalías térmicas que se detecten en tablas y gráficos elaborados son singularidades del ritmo térmico anual.

### **METODOLOGÍA Y CÁLCULOS.**

La matriz generada a partir de la toma de datos termométricos diarios (temperaturas máximas, mínimas, y cálculo de las medias) del período 1944-93, procedentes del I.N.M., constituye la base numérica de este trabajo.

El formato de la matriz y los cálculos realizados han sido elaborados de forma que para cada fecha del año se obtenga una temperatura media máxima, mínima y media fruto del promedio de los 50 años de datos diarios recogidos.

Los cálculos son fundamentalmente medias, que permiten hallar la temperatura promedio de los 50 años para cada fecha, y además, calcular medias móviles de 5 en 5, para observar el ritmo térmico medio anual. Se acude a este método porque las temperaturas-promedio diarias ofrecen dientes de sierra en el ritmo anual, fruto del azar, que es necesario suavizar. Las medias móviles de 5 en 5 ponen de manifiesto las verdaderas singularidades térmicas que se intuyen en los datos medios diarios; si se realizan de 3 en 3, no se suavizan suficiente los dientes de sierra, y prevalece el régimen de anomalías sobre el de singularidades; las medias móviles de 7 en 7 ocultan pequeñas variaciones del régimen térmico, que sin embargo muestran las medias de 5 en 5. Este módulo de cálculo discrimina entre las alternativas térmicas de días sucesivos y las verdaderas singularidades, descensos o aumentos de temperatura, que no responden al ritmo medio anual.

Se han creado los gráficos correspondientes al ritmo medio de las temperaturas máximas, mínimas y medias diarias, y la tendencia térmica media anual, para cada caso, a través de las medias móviles. Los gráficos y las tablas de promedios diarios anuales son las referencias fundamentales del estudio.

### **RESULTADOS GRÁFICOS.**

La expresión gráfica de los datos recogidos se concreta en la representación de los ritmos anuales de las temperaturas promedio máximas, mínimas y medias de 1944-93, para cada fecha del año. También se representa en cada caso la media móvil, para mostrar el ritmo medio anual.

Tomando como base principal el gráfico de las t.medias, apoyado en los gráficos de máximas y mínimas, es interesante observar que:

- la media móvil de las t.medias más alta, 23.7°C, se registra a finales de julio (día 27) y la más baja, 8.1°C, a comienzos de enero (día 4). Los días más cálido y frío del año medio de las t.máximas y mínimas respectivamente, también a partir de las medias móviles, son 25-27 de julio, con 28.1°C, y 5 de enero, 3.5°C. (la temperatura absoluta más cálida registrada durante el período de estudio corresponde al 9 de agosto de 1957, alcanzándose 34.5°C, y la más fría al 27 de diciembre de 1962, que registró -8.0°C) - el ritmo anual de la temperatura es disimétrica a lo largo del año, pero simétrica de mayo a octubre, tanto el ascenso como el descenso térmico. Es a partir de mayo cuando las t.medias superan el umbral de 15°C (t.máximas>20°C; t.mínimas>10°C).

- las temperaturas ascienden de forma progresiva de enero a finales de julio, entre 0.1 y 0.3°C/día de forma sostenida, a pesar de los retrocesos a esta tendencia que se producen en febrero, y descienden a partir de agosto hasta finales de diciembre, de modo brusco, especialmente en octubre y noviembre.

- de enero a la primera decena de mayo, en promedio, la temperatura aumenta 6.6°C (8.4°C-15.0°C), aproximadamente lo mismo que disminuye entre noviembre y diciembre (15°C-8.5°C). Nótese que aunque ambos cambios poseen parecida magnitud, el descenso térmico otoñal se produce en 2 meses, a razón de 3.25°C/mes de promedio; el ascenso térmico primaveral se realiza en 4 meses, a razón de 1,65°C/mes, con numerosos titubeos y retrocesos singulares de las temperaturas ante las "olas de frío" de febrero, y marzo.

- la t.media más alta se registra a finales de julio, 23.7°C, y la menor, 7.9°C a inicios de enero: la amplitud térmica es de 15.8°C, que repartidos en los 7 meses de incremento térmico, supone un aumento medio de 1.97°C/mes, a la vez que propicia un descenso térmico de 3.06°C/mes, en promedio.

- estas razones medias de aumento y descenso de las temperaturas coinciden con las que se registran si se calcula a partir de los datos medios diarios de las t.máximas y mínimas. El incremento medio mensual de las t.máximas, usando los criterios anteriores, es de 2.28°C/mes, y el descenso térmico de 3.14°C/mes; las t.mínimas, por su parte, aumentan en promedio 2.3°C/mes, y descienden a razón de 3.08°C/mes.

- las amplitudes térmicas mayores se registran en los meses de octubre y noviembre, con valores que oscilan entre 4.0°C y 5.3°C; en el caso de las

t.máximas, la mayor amplitud en los meses de ascenso térmico es  $3.8^{\circ}\text{C}$ , en mayo y junio, y en los de descenso, de  $4.3^{\circ}\text{C}$  en octubre y  $4.9^{\circ}\text{C}$  en noviembre. Las mayores amplitudes en t.mínimas, se registran en mayo,  $4.6^{\circ}\text{C}$  y octubre,  $5.3^{\circ}\text{C}$ .

- en medias móviles de las t.medias, los meses que se caracterizan por un ascenso o descenso térmico más acusado son, en el primer caso, mayo y junio, durante los cuales la temperatura media aumenta  $4.0^{\circ}\text{C}$  y  $3.7^{\circ}\text{C}$  respectivamente; en el segundo, octubre, cuando la temperatura sufre un descenso de  $4.4^{\circ}\text{C}$  y  $3.9^{\circ}\text{C}$  en noviembre. Nótese, pues, la asimetría térmica anual, y la magnitud del descenso térmico frente al ascenso. - en los meses de enero y febrero, la temperatura oscila, pero no aumenta en conjunto más que  $0.8^{\circ}\text{C}$  y  $0.9^{\circ}\text{C}$  respectivamente. Son los menores ascensos de temperatura anuales, incluso por delante de marzo y julio ( $1.8^{\circ}\text{C}$  en ambos casos).

### SINGULARIDADES: LISTA Y COMENTARIOS.

Se trata de localizar, a partir de los datos y gráficos, donde se representa la media móvil, si hay variaciones de temperatura entre días consecutivos y de signo contrario al ritmo medio anual. Así, definimos *singularidad térmica* como una variación de temperatura, entre al menos 4 días consecutivos, que iguala o supera el umbral de  $0.2^{\circ}\text{C}$ , y de signo opuesto al ritmo térmico anual.

En nuestro caso, se intentan reconocer las singularidades a través de los cálculos de las medias móviles, de 5 en 5, puesto que suavizan el régimen diario lo suficiente como para mostrar el incremento y descenso de temperatura de forma sostenida, y apreciar de forma clara cuáles son los retrocesos y avances de las temperaturas que modifican el ritmo medio anual, y que consideramos, en primera instancia, anomalías. Pero si, como en este caso, aparecen repetidamente en las mismas fechas, en promedios de 50 años, adquieren la categoría de singularidades térmicas.

A lo largo de los 366 valores del año promedio, 1944-93, se han reconocido varias singularidades, de carácter distinto, que es necesario individualizar.

**A.- Enero-finales de julio:** las temperaturas poseen ritmo ascendente, y por lo tanto, las singularidades se manifiestan como acusados descensos de las temperaturas, en al menos 4 días consecutivos, de  $0.2^{\circ}\text{C}$  o más décimas de grado.

1) Finales de enero y comienzos de febrero. Se inicia esta singularidad con el descenso de las t.máximas entre los días 26-29, de  $0.2^{\circ}\text{C}$ . El mismo día 29 las t.mínimas comienzan a descender hasta el día 3 de febrero, 6 días, un total de

0.6°C. Ambos descensos se manifiestan también en las t.medias, que bajan 0.2°C entre el 27-1 de febrero (6 días).

2) Entre la primera y segunda decena de febrero. Se trata de la singularidad más profunda que se ha podido observar, y de mayor duración. Las t.máximas sufren, desde el día 7 al 16, un descenso muy pronunciado, de 0.8°C, mientras que los valores de las t.mínimas disminuyen a partir del día 11 y hasta el 15, 5 días, y de forma acusada, 0.5°C. Ambas temperaturas provocan un marcado descenso de las t.medias, de 0.6°C, durante 9 días, del 8 al 16 de febrero.

3) Finales de marzo. También se observa en estas fechas un descenso generalizado de las temperaturas máximas, mínimas, y medias, en las mismas fechas. Las t.máximas inician su descenso de 0.3°C el 26 hasta el día 31; por su parte, las t.mínimas descienden durante 7 días, 26 de marzo-1 de abril, 0.2°C. El reflejo de ambos descensos es la t.media, que disminuye su valor en 0.3°C entre los días 26 y 31 de marzo, 6 en total.

Aunque éstas son las tres singularidades de mayor entidad de los 7 primeros meses en el conjunto del año térmico medio, durante los cuales el ritmo es de aumento de la temperatura, existen algunas otras anomalías de menor entidad, y que sólo se reflejan en las t.máximas o mínimas, no en las t.medias.

a) 9-12 de enero, en las t.máximas se aprecia un descenso de 0.2°C, pero sin reflejo en las t.mínimas, ni en las t.medias.

b) 3-5 de marzo, disminuye la t.mínima 0.2°C, mientras las t.máximas y t.medias mantienen sus valores estables.

**B. Singularidades detectadas desde finales de julio a inicios de enero:** nos situamos a partir del máximo térmico anual, 27 de julio, en la rama descendente de la curva que representa el ritmo medio anual de las temperaturas. Las singularidades se manifiestan como débiles aumentos térmicos, mientras el ritmo medio anual marca temperaturas en descenso hasta el día 4 de enero, el más frío en promedio del año.

Si utilizamos la definición anterior en sentido estricto, no detectamos ninguna singularidad, aunque sí anomalías: el gráfico demuestra que a final de año existen irregularidades térmicas. En este caso se manifiestan como ascensos de las temperaturas máximas de, al menos, 0.1°C, durante 3 o más días, y con reflejo en las t.medias, aunque no siempre en las t.mínimas, que pueden permanecer estables durante ese período.

4) días centrales del mes de agosto, 16-18, durante los cuales las t.máximas, mínimas y medias aumentan 0.1°C sobre los valores de los días anteriores, y

posteriores.

5) mediados de diciembre, 13-15. Durante estos 3 días la t.máxima asciende  $0.2^{\circ}\text{C}$  ( $13.9^{\circ}\text{C}$ - $14.1^{\circ}\text{C}$ ), las mínimas permanecen estables, y las t.medias también ascienden  $0.2^{\circ}\text{C}$ .

Igual que ocurría en el apartado anterior, hay que mencionar aquellas anomalías que suponen aumentos de la temperatura máxima, o mínima, de 3 o más días, sin reflejo en las t.medias, como las que seguidamente se apuntan:

c) 3-5 de agosto, las t.máximas aumentan  $0.1^{\circ}\text{C}$

d) 1-3, 9-10, 16-18 de diciembre: las t.mínimas aumentan  $0.1^{\circ}\text{C}$

e) 29-31 de diciembre, fechas en las que la t.máxima aumenta  $0.1^{\circ}\text{C}$ .

### SINGULARIDADES Y EPISODIOS EXTREMOS.

Tras exponer cuáles son las singularidades térmicas que se han detectado en el régimen térmico medio del observatorio de El Prat de Llobregat, muy próximo a Barcelona, es necesario argumentar posibles causas de las mismas, y su relación con episodios extremos. Una vez más diferenciamos entre las singularidades detectadas en los 7 primeros meses, de ascenso de las temperaturas (A) y los 5 siguientes de descenso (B). En el primer caso, las singularidades se muestran como acusados descensos de las temperaturas, a finales de enero, mediados de febrero y últimos de marzo. Es en esta época del año, precisamente, cuando se producen irrupciones de aire frío procedente del continente europeo, que conocemos con el nombre de "olas de frío", y que provocan acusados descensos de temperatura, e incluso los valores mínimos extremos, bajo situaciones sinópticas de advección del NW, N, NE: recordemos como episodio extremo, la "ola de frío" de enero de 1985, que duró 16 días, y tuvo dos pulsaciones diferentes en las que se registraron t.mínimas por debajo de  $-6^{\circ}\text{C}$  durante 3 días, siendo la t.mínima absoluta de este periodo,  $-7.2^{\circ}\text{C}$ . Las fechas más frías de enero se localizan durante los primeros y últimos 5 días del mes, coincidiendo con las singularidades "a)" y "1". La probabilidad de que en estas fechas aparezca al menos 1 día con temperaturas inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$  es de 1 cada 10 años, para varios días consecutivos.

Otra situación semejante a ésta se produjo el mes de febrero de 1956, desde el día 2 hasta el 23, entre los cuales se cuentan hasta 17 jornadas de temperaturas inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ , repartidas en tres pulsaciones de 4, 3 y 9 días respectivamente. El día más frío de esta secuencia, 11 de febrero, se registraron  $-6.6^{\circ}\text{C}$ . Esta "ola de frío", la más acusada de las que se han registrado en 50 años durante este mes, ilustra la singularidad "2", especialmente la pulsación intermedia: durante los

días comprendidos entre 11-15 se observa la recurrencia de fechas frías en distintos años, así como también entre 20 y 22 del mes de febrero.

En el mes de marzo, también se logran individualizar días consecutivos cuyas temperaturas mínimas no superan los 0°C: suelen ser los primeros días del mes (2-5), coincidiendo con la singularidad "b)", que se manifiesta con un descenso de -0.2°C.

El episodio más extremo del que existe registro instrumental en estos 50 años corresponde a diciembre de 1962, durante el cual se tomó la temperatura mínima más baja de todo el período de estudio, -8°C, a pesar su escasa duración, 5 días de temperaturas inferiores a 0°C.

Las singularidades detectadas durante el descenso de la temperatura, de agosto a diciembre, (B), se manifiestan como aumentos de la misma, como en el caso de la singularidad de agosto ("4"): se produce un ascenso marcado de la temperatura, que coincide con la alta probabilidad de que en esos días se superen los 30°C (1 de cada 7 años, para el día 18). De todos modos, las temperaturas más altas se esperan a finales de julio y comienzos de agosto (20 de julio-5 de agosto): durante estas jornadas la probabilidad de que se supere el umbral de los 30° aumenta a 1 de cada 5 años (31 de julio, y 3 de agosto), y coincide con la singularidad "c)".

Las irregularidades térmicas detectadas a mediados de diciembre se sitúan en un período en que las temperaturas descienden de forma lenta y sostenida, e incluso mantienen durante varios días el mismo valor, y se manifiestan con un leve incremento de las t.máximas que repercute en las t.medias. Sin embargo, se aprecian incrementos de las t.mínimas, que coinciden con períodos en los que la probabilidad de día frío es escasa (7-10 de diciembre): en estas fechas, ningún año de los estudiados registra temperaturas inferiores a 0°C (singularidad d).

#### CONCLUSIONES.

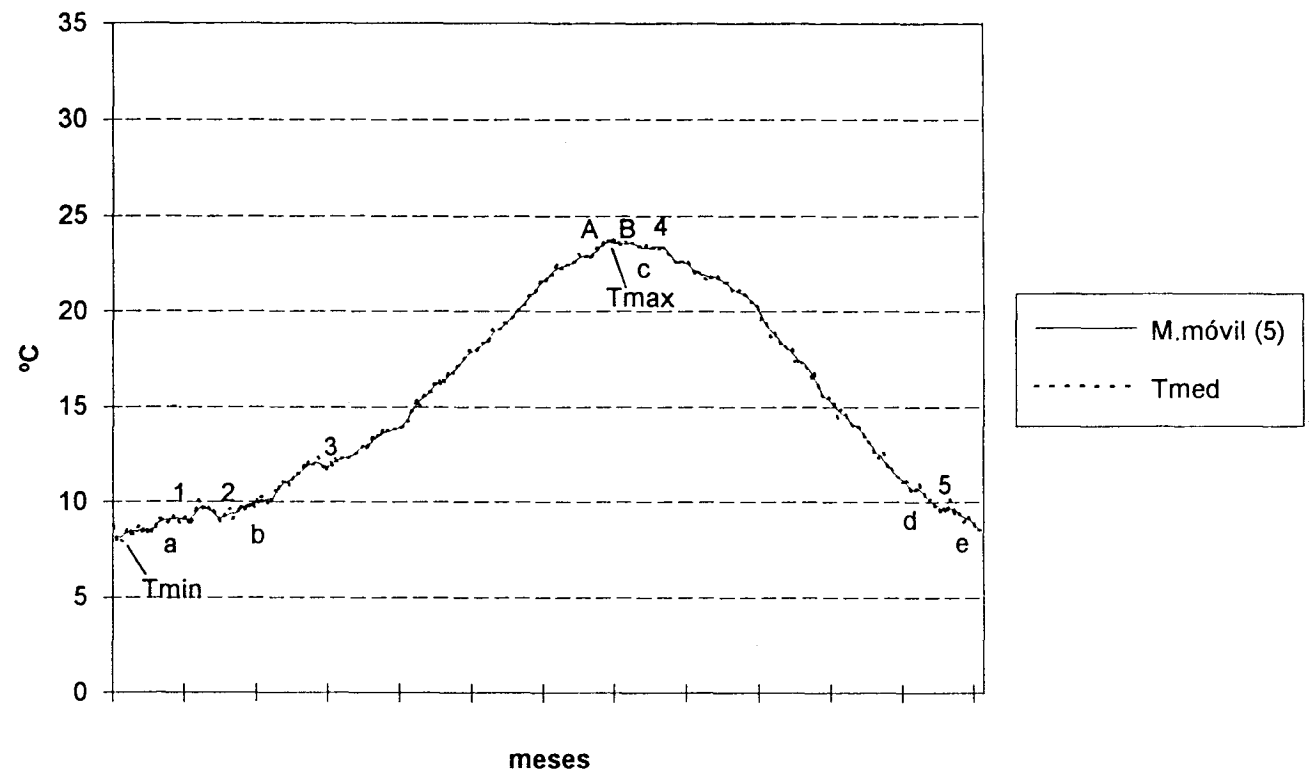
En este epígrafe se pretende realizar una síntesis de las ideas que a lo largo del artículo se han ido desarrollando, resumidas en varios puntos, a saber:

. La base numérico-estadística del estudio son los registros térmicos diarios, máximos y mínimos, durante 50 años, 1944-93 de El Prat de Llobregat.

. Se calculan medias por fechas, para crear el año medio de t.máximas, mínimas y medias, y medias móviles, de 5 en 5, para observar el ritmo térmico medio.

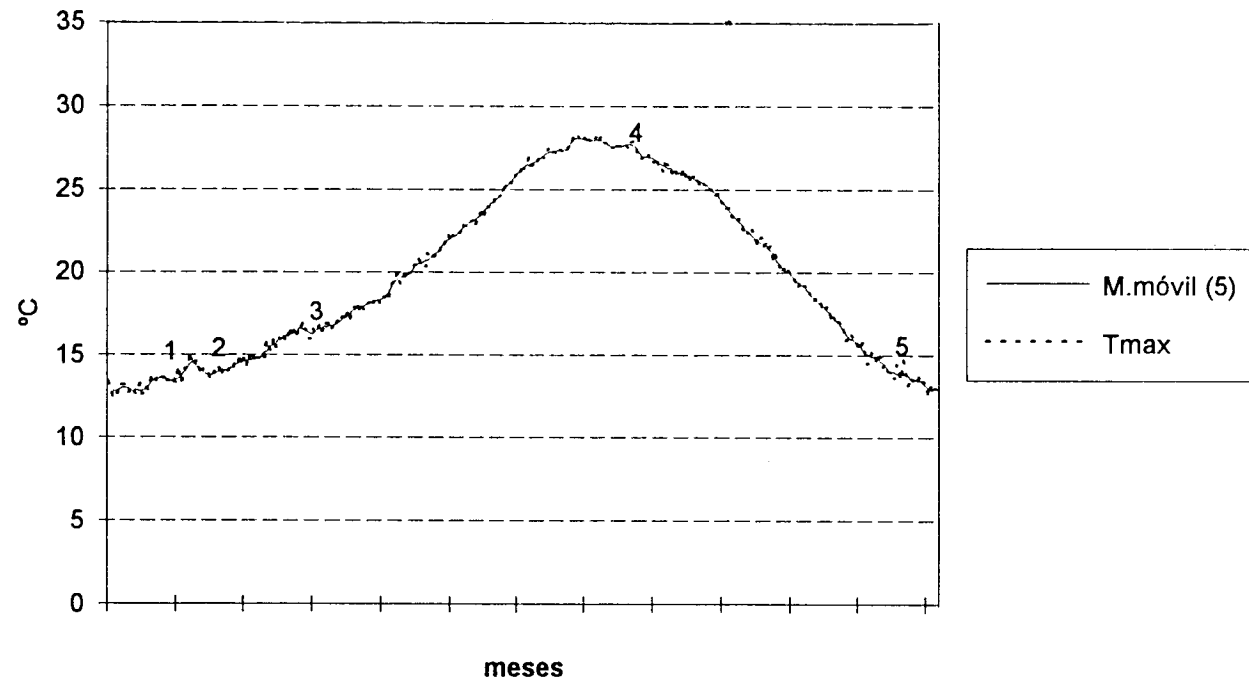
. Se confirma la asimetría térmica anual, y la simetría entre los meses de mayo y octubre.

T.MEDIAS , El Prat (1944-93)

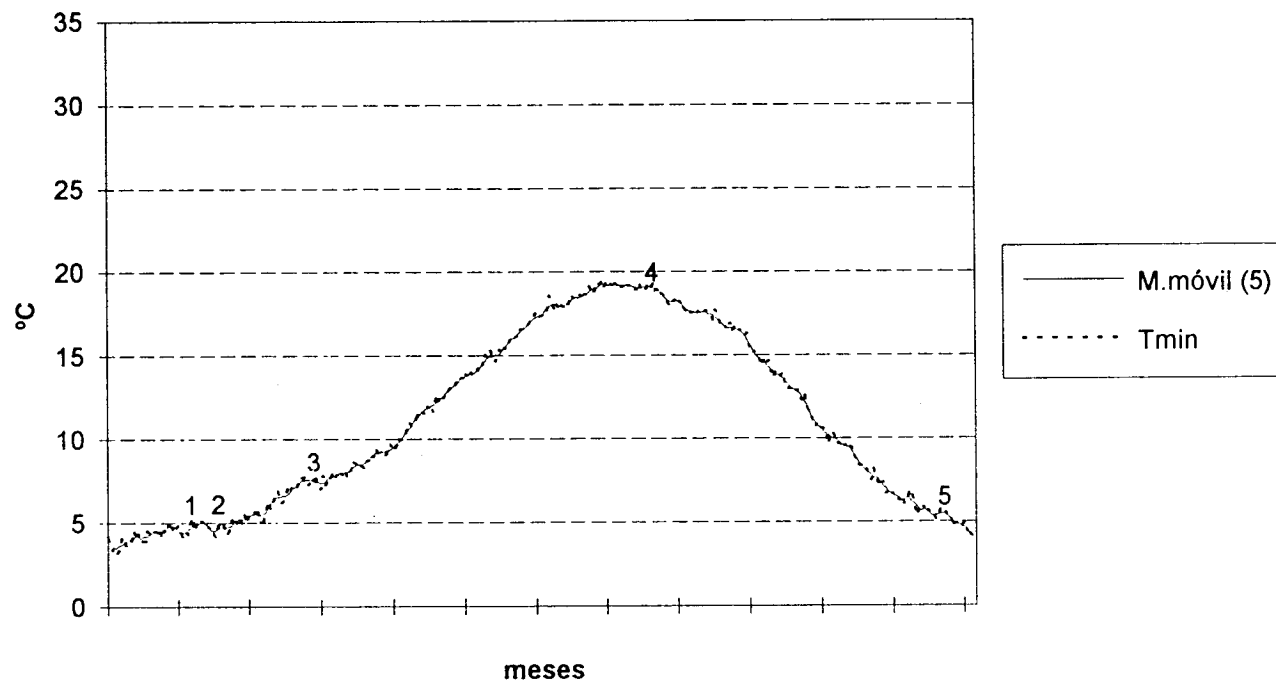




T.MÁXIMAS , El Prat (1944-93)



## T.MÍNIMAS , El Prat (1944-93)



. Las anomalías que se aprecian en el ritmo térmico anual medio de las medias móviles las consideramos singularidades.

. Se define singularidad como descenso o ascenso de las temperaturas en, al menos, 3 días sucesivos, por encima de un umbral concreto, y que suponen una ruptura del ritmo térmico anual, por ser de signo contrario, y se localizan en el calendario.

. Hay coincidencia entre la probabilidad alta de días fríos, calculados por fechas, las olas de frío registradas y las singularidades de enero, febrero y marzo.

. Se observan bien los retrocesos térmicos, pero no los aumentos de temperatura de noviembre y diciembre.

. Como labor pendiente queda la confección de calendarios térmicos por fechas, y el estudio pormenorizado por décadas de las singularidades.

#### REFERENCIAS.

CLAVERO PARICIO, P. L. et al. (1981) "Las advecciones frías y las temperaturas mínimas de diciembre de 1980" en *Notes de Geografía Física*, núm. 4. Dep. Geografía Física y A.G.R. Univ. Barcelona.

CLAVERO PARICIO, P. L. et al. (1981) "Los episodios fríos de diciembre de 1980 en las montañas catalanas" en *Notes de Geografía Física*, núm. 5. Dep. Geografía Física y A.G.R. Univ. Barcelona.

MARTÍN VIDE, J. (1991) *Fundamentos de climatología analítica*. Col. Espacios y Sociedades, núm. 5. Ed. Síntesis, Madrid.

ALCOFORADO, M<sup>a</sup>. J. (1992) *O clima da regio de Lisboa. Contrastes e ritmos térmicos*. Memórias do centro de Estudos Geograficos, núm. 15. Lisboa

#### AGRADECIMIENTOS.

Deseo expresar mi gratitud al Dr. Martín Vide, por su apoyo teórico y al Prof. Rubio, por el informático, tan importantes en el desarrollo del trabajo.