

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ANOMALÍAS DE TEMPERATURA MÍNIMA PARA CADA UNO DE LOS TIPOS DE TIEMPO INVERNALES EN CATALUNYA

Carina SERRA DE LARROCHA, Gonçal FERNÁNDEZ MILLS
y Xavier LANA PONS

Dpt .de Física i Enginyeria Nuclear. ETSEIB. Universitat Politècnica de Catalunya

RESUMEN

Partiendo de una clasificación de tipos de tiempo invernales para Catalunya que incluye 14 grupos diferentes, se ha hecho un estudio relacionado con la distribución espacial de anomalías de temperatura mínima característica de cada uno de esos grupos. Se aprovechan los resultados obtenidos para identificar aquellas situaciones que pueden ir acompañadas de heladas generalizadas o, por el contrario, aquellas en las que las temperaturas mínimas están claramente por encima de los valores medios.

Palabras clave: Catalunya, tipos de tiempo, anomalías de temperatura mínima

ABSTRACT

An objective classification of Catalonian synoptic winter weather types including 14 different clusters is the starting point of a study related to the spatial distribution of minimum temperature anomalies characterizing each one of these groups. The obtained results are used in the identification of the situations leading to widely extended frost risk or, by contrast, to those associated with minimum temperatures which are clearly above mean values.

Key words: Catalonia, weather types, minimum temperature anomalies.

1. INTRODUCCIÓN

Son muchos los trabajos que han enfocado su atención al estudio de la temperatura mínima desde diversos puntos de vista. Tal es el caso de GUSTAVSSON (1999) que estudia la influencia del viento, en condiciones de cielos despejados, en la temperatura superficial nocturna en las carreteras suecas. Otros como LANA y BURGUEÑO (1996) han dirigido sus esfuerzos a desarrollar climatologías de valores extremos de temperatura mínima en invierno para la zona que es objeto de consideración en este artículo. Sin embargo, establecer una relación entre tipo de tiempo y anomalía de temperatura mínima constituye un campo relativamente nuevo que hemos decidido explotar en el presente artículo.

El estudio que vamos a presentar a continuación tiene un especial interés en diversos campos y especialmente en el ámbito agrometeorológico. Aunque la actividad agrícola se vea extraordinariamente reducida en invierno en la mayor parte del territorio catalán, es cierto que en las zonas costeras se practica el cultivo de invernadero que puede verse afectado seriamente por heladas no habituales en estas zonas. Resulta pues crítico identificar los tipos de tiempo y las situaciones sinópticas asociadas a ellos que conducen a heladas en la mismísima costa. Igualmente, la persistencia de advecciones cálidas puede conllevar un deshielo anticipado en las regiones de alta montaña y una crecida prematura de los ríos pirenaicos, lo que debe tenerse en cuenta en la regulación de los caudales y a la hora de tomar decisiones que atañan a las reservas hídricas de los pantanos. En consecuencia, será también importante saber qué tipos de tiempo son los que llevan aparejadas situaciones con anomalías positivas generalizadas. Este trabajo intenta ser una modesta contribución al conocimiento de cómo se comportan las temperaturas mínimas para cada tipo de tiempo invernal en Catalunya. Para ello se parte de los resultados de una clasificación previa de tipos de tiempo establecida con anterioridad y que pasaremos a describir brevemente a continuación.

2. LOS TIPOS DE TIEMPO INVERNALES EN CATALUNYA

La obtención de tipos de tiempo para Catalunya se ha tratado ya en anteriores trabajos. En SERRA (1995) aquéllos se obtuvieron a partir de los registros correspondientes a una sola estación (Aeropuerto de Barcelona). No obstante, la clasificación de la cual hemos partido en este trabajo es la que se presenta en SERRA *et al.* (1999). En ella se consideraron los registros meteorológicos invernales (diciembre, enero y febrero) del periodo 1976-1980 correspondientes a 4 estaciones sinópticas de la geografía catalana y se obtuvieron 14 tipos de tiempo cuyas características principales se resumen en la tabla I. Asimismo, y en la misma tabla se describen las situaciones sinópticas más comunes que van asociadas a aquéllos. Estas averiguaciones han sido posibles gracias a la consulta de los mapas diarios del *European Meteorology Bulletin* (loc. cit.). También se refleja en ella la frecuencia de aparición de cada tipo de tiempo.

Merece la pena destacar que el 48.5 % de los casos corresponden a situaciones anticiclónicas (grupos 1, 3 y 7). En los tipos 11 y 12 las presiones que se registran son elevadas pero no se puede hablar de comportamiento típicamente anticiclónico puesto que la precipitación aparece en todo el país. Los grupos relacionados con los sectores fríos depresionarios incluyen el 22.3 % de los días de la base de datos, mientras que aquellos que se asocian con circulación de Levante en superficie sólo se presentan con una frecuencia modesta del 3.6 %. A pesar de ello, la importancia de estos últimos radica en los registros de precipitación que los acompañan, que son francamente significativos en todas las zonas y especialmente en la costa y el prelitoral. Si aceptamos que la precipitación significativa se da en los tipos 6, 8, 10, 11 y 12 llegaremos a la conclusión de que aquel fenómeno se presenta con una frecuencia del 14.2 % en invierno.

GRUPO	FREC (%)	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	SITUACIÓN SINÓPTICA ASOCIADA
1	14.3	AP, estratificación estable fuerte, vientos locales o calmas, inversiones térmicas. Nieblas persistentes en las depresiones interiores.	Anticiclón superficial estático. Loma profunda a 500 hPa.
2	16.7	BP, días nubosos y cálidos. Débiles precipitaciones en las vertientes occidentales de la Sierra Prelitoral	Paso de frente cálido. Advección atlántica cálida y húmeda.
3	18.8	AP, días despejados. Estratificación moderadamente estable	Anticiclón móvil con desplazamiento hacia latitudes septentrionales.
4	6.5	BP, vientos del N débiles. Tendencia barométrica ascendente. Bajas temperaturas, nubosidad escasa y ambiente seco.	Sector frío depresionario que alcanza Catalunya después del paso de un frente frío.
5	3.6	BP, vientos fuertes del NW. Temperaturas más cálidas que en los grupos 4 y 8.	Circulación ciclónica del NW posterior al paso de un frente frío.
6	0.6	BP, circulación fuerte del NE. Precipitación intensa en la Sierra Prelitoral y más débil en la costa.	Advección cálida y húmeda de origen mediterráneo. Intensificación de la precipitación por ascenso orográfico.
7	15.5	AP, nubosidad abundante. Circulación débil del E con penetración considerable hacia el interior.	Desplazamiento hacia el N del Anticiclón de Azores. Vientos superficiales del E en toda la costa mediterránea.
8	10.7	BP, temperaturas bajas. Nubosidad elevada y probabilidad de precipitación mayor que en el grupo 4.	Sector frío depresionario.
9	4.8	BP, temperaturas ligeramente bajas en niveles bajos en el N y valores térmicos muy fríos en la cima de las montañas.	Advección fría afectando a la mitad N de la región. Masa Nordatlántica seca.
10	1.2	BP, precipitación significativa y vientos superficiales de levante en todo el país.	Advección cálida y húmeda de origen mediterráneo. Baja mediterránea centrada en el mar balear o en el SE de la Península.
11	1.5	AP, mayor actividad pluviométrica en el S. Vientos de levante en superficie.	Circulación del E relacionada con un anticiclón continental y con el sector N de una depresión mediterránea localizada en el SE de la Península.
12	0.3	AP, vientos del NE en el N y del W en el S. Precipitación intensa en todo el territorio. Contraste térmico extremo entre el N y el S	Perturbación ciclónica pequeña con el sector cálido en el N.
13	1.5	BP, cielos despejados. Masa de aire seco.	Situación de transición. Circulación del NW.
14	4.2	BP, calmas o vientos débiles.	Situación depresionaria centrada con aire frío en superficie.

Tabla I. Características principales y situación sinóptica asociada para cada tipo de tiempo. AP= altas presiones, BP= bajas presiones. FREC= frecuencia de aparición.

3. ANOMALÍAS DE TEMPERATURA MÍNIMA

Las distribuciones espaciales de las anomalías de temperatura mínima se obtienen a partir de los datos diarios de la red de estaciones representada en la figura 1.

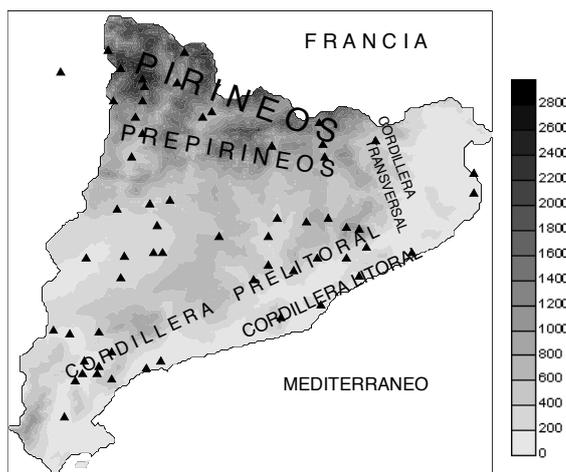


Figura 1. Orografía de Cataluña y red de estaciones utilizada.

La anomalía de temperatura mínima se calcula para cada estación y día de la base de datos (meses de diciembre, enero y febrero del periodo 1976-1980) a partir de la diferencia entre el valor diario y la media de todos los días del periodo analizado. Posteriormente, para cada tipo de tiempo y estación, se calcula una anomalía media promediando las anomalías que registró dicha estación en los días pertenecientes al tipo de tiempo. Ello permite después representar e interpretar el comportamiento espacial de las anomalías para cada uno de los grupos significativos de la clasificación de tipos de tiempo lo que conduce finalmente a extraer conclusiones interesantes en relación con la predicción de heladas generalizadas, con el estudio de las variaciones verticales y horizontales de temperatura mínima, etc...

Resultados

Los tipos 6, 10, 11, 12 y 13 no se han considerado en el estudio por tener un número reducido de días. La baja frecuencia con que se presentan hace poco interesante su consideración.

Tipo 1.-

El comportamiento espacial de las anomalías aparece en la figura 2. Estas son considerablemente negativas en las cotas bajas de las depresiones interiores y en los lugares próximos a la costa y claramente positivas en las cimas montañosas de la cordillera Prelitoral (Montserrat) y del Pirineo (existe un máximo destacable en el Pirineo Occidental). El papel de las inversiones térmicas es, en este caso, preponderante, con heladas importantes en las zonas deprimidas del interior de Catalunya y con valores térmicos próximos a los 0°C en muchos puntos de la propia costa. El aspecto moteado de la figura sugiere que las anomalías van a depender mucho de las características locales del

terreno. Dado que la estructura del relieve catalán es complicada, no debe extrañar que aparezcan constantemente zonas de máximo y mínimo en poco espacio de terreno. Es destacable observar que, en este tipo de tiempo, los fuertes gradientes de anomalía son una constante en las zonas montañosas y que en ningún otro tipo aparecen variaciones verticales tan marcadas. Las situaciones sinópticas relacionadas con este tipo de tiempo muestran casi siempre la presencia de un potente y

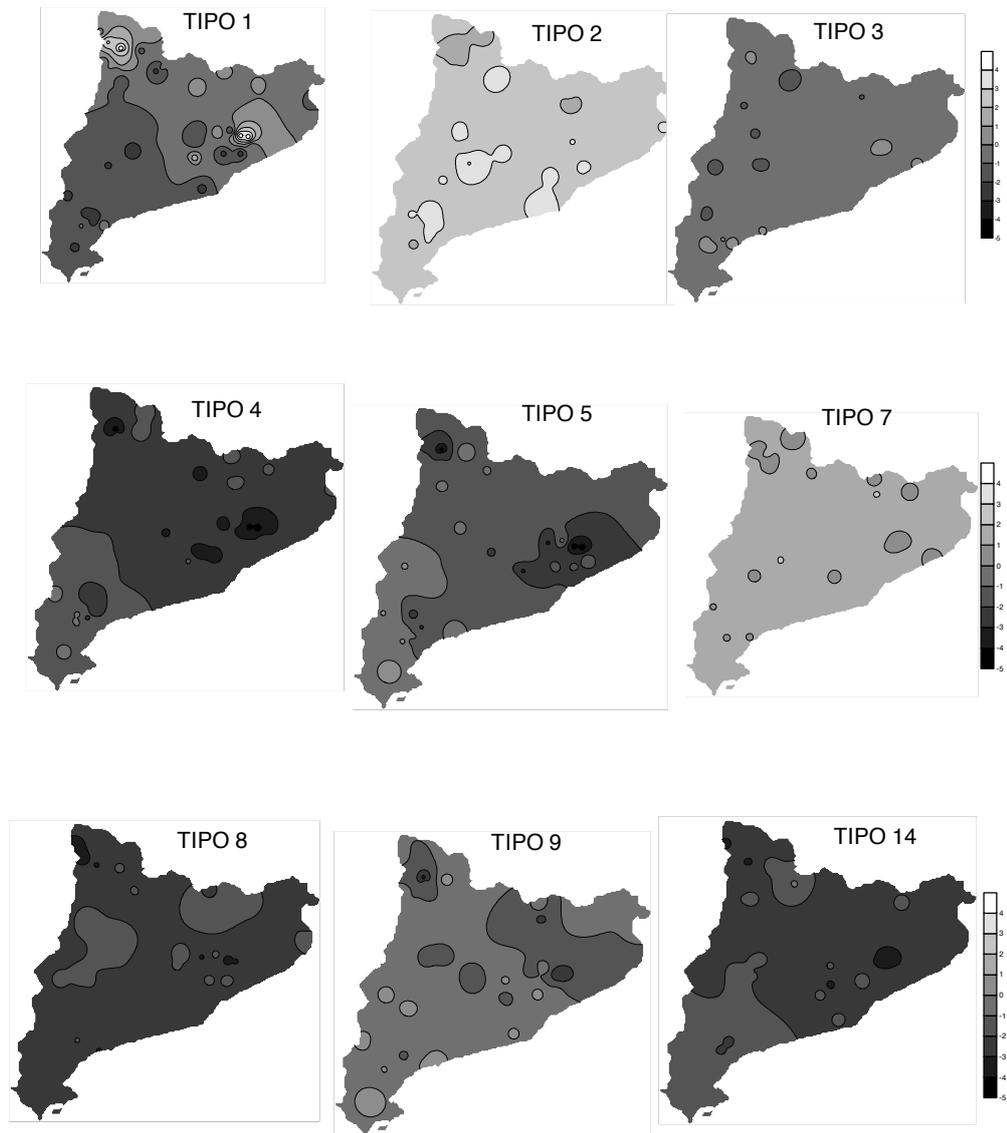


Figura 2. Distribución espacial de anomalías de temperatura mínima para cada tipo de tiempo.

estático anticiclón que puede perdurar varios días e incluso semanas. Como consecuencia de ello, las inversiones de tierra nocturnas y las de subsidencia muestran una intensidad que explicaría la existencia de anomalías positivas importantes en las montañas. Asimismo, las situaciones anticiclónicas producen estancamiento en niveles bajos y poco intercambio horizontal de masas de aire, lo que contribuye a que cada depresión orográfica (por pequeña que sea) desarrolle su propio comportamiento al margen de lo que suceda en territorios colindantes.

Tipo 2.-

Una primera inspección de la figura correspondiente muestra la existencia de anomalías positivas en todo el país lo que concuerda bien con las características del tipo de tiempo descritas en el apartado anterior y que están relacionadas con la presencia de un sector cálido depresionario sobre nuestro territorio. Siendo la nubosidad abundante en todo el país, se explicaría la reducción significativa del enfriamiento radiativo nocturno que tiene un peso decisivo en la evolución de la temperatura de las depresiones interiores. Por ello, las anomalías más positivas se registran en estas zonas en las que, en situaciones del tipo 1 (con noche serena) los enfriamientos radiativos son muy importantes. Las anomalías menos positivas aparecen en zonas altas del NW y del Prepirineo Oriental donde el enfriamiento radiativo nocturno, que es el que se ha visto reducido en esta ocasión, no tiene un peso tan decisivo en la evolución nocturna de la temperatura. La figura 4 muestra un aspecto más uniforme, de lo que se desprende que el comportamiento de la temperatura nocturna depende mucho menos de los rasgos locales del relieve. Ello sin duda se debe a que, con estas situaciones, el intercambio horizontal de masas de aire es mucho más significativo, lo que contribuye a una mayor homogeneidad en la distribución de anomalías.

Tipo 3.-

La situación sinóptica es anticiclónica aunque el sistema de altas presiones que afecta ahora a la Península es menos potente que en el tipo 1. Se trata generalmente de un anticiclón atlántico móvil que suele desplazarse hacia latitudes superiores a la nuestra. La estratificación que aparece entonces es menos estable y la magnitud de las inversiones es menor que en el grupo 1. Las heladas nocturnas son posibles en las depresiones prelitorales y del interior así como en las montañas. Como en el grupo 1, las anomalías positivas se localizan en zonas altas aunque ahora aquellas tienen un valor absoluto menor, lo que confirma lo anteriormente comentado. La magnitud de los enfriamientos no es excepcional en ninguna parte y la continentalidad juega también un papel importante en la distribución espacial de anomalías aunque los contrastes horizontales sean ahora menos relevantes que en el tipo 1.

Tipo 4.-

Anomalías negativas en casi todo el territorio excepto en zonas donde el viento del N o del NW va acompañado de un cierto efecto Föhn y donde el mismo viento atenúa el enfriamiento al activar procesos de mezcla turbulenta de capas de aire. Ello sucede en las zonas más expuestas del valle del Ebro y en determinadas zonas del Pirineo que están protegidas por la orografía. En los puntos más altos de las montañas (Montseny, Estanygento) las anomalías son muy bajas lo que muestra que la entrada de aire frío se manifiesta con especial virulencia en las capas medias de la troposfera. Este comportamiento es típico cuando una masa de aire ártica llega hasta Catalunya. También es posible entonces que la nubosidad que se estanca en las montañas de alguna zona del NW del país produzca cielos cubiertos y nevadas en esas zonas, lo que siempre atenuará un poco la magnitud del enfriamiento.

Tipo 5.-

Las distribuciones espaciales de anomalías en los grupos 4 y 5 son bastante parecidas con anomalías muy negativas en niveles altos y en el NW. Esto es consistente con el hecho de que los tipos 4 y 5 tienen características similares. Las anomalías positivas aparecen nuevamente en el valle del Ebro, que se ve afectado por fuertes vientos del NW (mayores que en el grupo 4). En general la fuerza del viento es mayor en el Sur de Catalunya por lo que el enfriamiento queda ahora más atenuado en esta zona.

Tipo 7.-

Está relacionado con anomalías positivas en todo el territorio y con una distribución de dichas anomalías muy homogénea en la que las variaciones horizontales son poco relevantes. Como ya se comentó, la situación sinóptica más típica de este caso suele mostrar un anticiclón en el N de Europa que afecta a Catalunya en su borde S provocando una advección superficial débil del Este sobre las costas catalanas. La nubosidad es entonces alta en todo el país lo que reduce considerablemente el enfriamiento nocturno por radiación. La influencia de las características topográficas locales en la evolución de la temperatura nocturna queda bastante enmascarada por el intercambio horizontal de masas de aire provocado por los efectos de los vientos mediterráneos templados y húmedos.

Tipo 8.-

Desde el punto de vista sinóptico la situación es parecida a la que se da en los grupos 4 y 5. Deben hacerse sin embargo algunas matizaciones; en primer lugar parece claro que los vientos en el Sur de Catalunya son mucho más débiles, lo que contribuye a que el enfriamiento en esta zona sea sin duda mayor. Hay que destacar que las anomalías positivas o menos negativas que se detectaban en el Ebro y comarcas vecinas, no aparecen ahora. Por otra parte, este tipo sinóptico de tiempo va acompañado de nubosidad abundante en todo el país lo que le distingue claramente de los grupos 4 y 5. A pesar de ello las temperaturas mínimas registradas son bajas en todas partes lo que sugiere la entrada de aire muy frío y por lo tanto la posibilidad de nevadas en cotas bajas. Las anomalías menos negativas se registran en zonas deprimidas del interior o en puntos septentrionales algo resguardados en los que el enfriamiento por radiación tiene una contribución decisiva la mayoría de las veces al enfriamiento total. Como con esta situación el enfriamiento radiativo está bastante inhibido por la nubosidad, las áreas en las que este término es tan importante serán las que registren las anomalías menos negativas.

Tipo 9.-

Situación del N o NW con advección fría y seca. Se registran entonces temperaturas más bajas en áreas del cuadrante NE del país y en las zonas altas. Algunas regiones batidas por el viento del NW en el sur de Catalunya y en la Depresión Central muestran anomalías positivas. Asimismo, las temperaturas mínimas están próximas a los valores medios o incluso los superan en las zonas bajas de la mayor parte del país. Este comportamiento es típico en aquellas situaciones en que ha empezado a penetrar aire frío en las capas medias de la troposfera sin que esto mismo se haya producido todavía junto al suelo.

Tipo 14.-

El campo de anomalías es bastante uniforme, con temperaturas mínimas inferiores a los valores medios en casi todo el territorio. La existencia de aire frío en altura viene confirmada por los valores negativos del Montseny y de las montañas pirenaicas del NW. El comportamiento térmico nocturno

es bastante parecido al del grupo 4 aunque existen algunas diferencias de matiz. Por ejemplo, en las regiones del Valle del Ebro las temperaturas mínimas registradas son más frías que en el grupo 4 lo que sin duda puede ser debido a la menor fuerza del viento.

4. CONCLUSIONES

Una inspección detallada de los mapas de anomalía muestra que los tipos de tiempo 4, 8 y 14 están asociados con una alta probabilidad de heladas generalizadas. Las temperaturas mínimas negativas son posibles en todas partes, incluso en la costa. Estas situaciones son potencialmente peligrosas para la agricultura mediterránea. La configuración sinóptica relacionada con estos tipos corresponde a sectores fríos depresionarios acompañados de masas de aire árticas o árticas continentales.

La distribución espacial de las anomalías de temperatura mínima asociada con el grupo 1 es particularmente interesante y está relacionada con las inversiones de temperatura características de las situaciones en las que Catalunya se ve afectada por un potente anticiclón continental. Las heladas son posibles en las depresiones interiores y menos probables pero no imposibles en la costa.

Los grupos 2 y 7 hacen aparecer anomalías positivas en todo el territorio. Las heladas son poco probables incluso en las montañas. En el tipo 2, Catalunya se ve afectada por una masa de aire atlántica cálida y húmeda, lo que da lugar a noches cubiertas o casi cubiertas. Ello trae consigo una clara disminución de las pérdidas de calor por radiación. En el tipo 7 el NE de la Península está sometido a una advección del E que aporta masas de aire de origen mediterráneo templadas y húmedas dando lugar a alta nubosidad e incluso a precipitaciones significativas en muchas áreas.

El resto de tipos de tiempo están relacionados con situaciones intermedias que no implican riesgo de heladas en zonas no habitualmente afectadas por dicho fenómeno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

European Meteorology Bulletin, Deutscher Wetterdienst, D 6050 Offenbach am Main.

GUSTAVSSON, T. (1999): "A study of air and road-surface temperature-variations during clear windy nights", *J. Appl. Meteor.* **37**, iss 6, pp 559-571.

LANA, X. y BURGUEÑO, A., (1996): "Extreme Winter Minimum Temperatures in Catalonia (Northeast Spain). Expected Values and Their Spatial-Distribution", *Int. J. of Climatol.*, **16**, iss 12, pp 1365-1378 (WE-179)

SERRA, C., (1995): *Análisis en componentes principales y algoritmos de clasificación automática: aplicación al estudio del comportamiento de la precipitación en Catalunya y a la obtención local de tipos de tiempo*. Facultad de Física, Universidad de Barcelona, Tesis doctoral inédita, 448 pp.

SERRA, C., *et al.* (1999) "Winter Synoptic Weather Types in Catalonia (NE Spain) and their linkage with minimum temperature anomalies", *Int. J. Climatol.* (in press).

