

# LA IRRUPCIÓN DE AIRE ÁRTICO EN DICIEMBRE DE 1990 SOBRE ESPAÑA PENINSULAR Y BALEARES

*José Miguel Abad González*  
Universidad de Murcia

## RESUMEN

Durante el invierno, la Península Ibérica se ve afectada por irrupciones de aire polar o ártico que ocasionan descensos acusados de las temperaturas. Así ha sucedido en diciembre de 1990, con fuertes heladas en la meseta de Castilla, debido a la canalización hacia el solar ibérico de vientos árticos, por un potente anticiclón situado sobre las Islas Británicas, y que eran atraídos por bajas presiones sobre el Mediterráneo Occidental. En este trabajo se utiliza la cartografía sinóptica de superficie, topografías isobáricas de niveles altos y fotografías de nubosidad del satélite meteorológico europeo «Meteosat».

**Palabras clave:** Aire ártico. Ola de frío. Península Ibérica.

## SUMMARY

### **The arctic air irruptions in december 1990 over Spanish Peninsula and Baleares**

During the winter, the Iberian Peninsula was affected for polar or arctic air irruptions which occasionally caused a sudden fall in temperatures.

This happened in december 1990, with strong frosts in the Castilla area, due to arctic winds to this area as a consequence of a strong anticyclone situation over British Isles and which were brought by low pressures over the Western Mediterranean.

In this work is used the synoptic superficial maps, topographics of high levels and cloudiness photographs of meteorological european Meteosat satellite.

**Key words:** Arctic air. Cold wave. Iberian Peninsula.

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los rasgos singulares de la climatología del invierno ibérico, es la posibilidad de períodos fríos anormalmente intensos. Las temperaturas mínimas en España, numero-

Los observatorios las registran con la llegada de masas de aire septentrionales, lo que se conoce con el nombre de heladas de advección, u olas de frío. Este tipo de invasiones excepcionales, de fríos rigurosos, no se producen todos los años, sino ocasionalmente.

Otros, las anotan por el enfriamiento por irradiación de la superficie del suelo, denominándose heladas de irradiación que acontecen con frecuencia.

Los mecanismos fundamentales de los fríos intensos anormales, en España, son tres:

— *Invasiones de aire polar-continental*, con vientos del primer cuadrante. Los centros de acción en relación a nuestro espacio sinóptico, muestran el dispositivo isobárico siguiente: un anticiclón situado en el área de la Península Escandinava o sobre el Mar de Noruega y simultáneamente una depresión que se sitúa en el Mediterráneo Occidental (Mar de Baleares, golfo de Génova o golfo de León). Entre ambos centros de acción, se canaliza un flujo de aire polar continental del Nordeste.

— *Invasiones de aire polar marítimo*. con vientos del cuarto cuadrante, en tomo de un potente anticiclón atlántico y una zona de bajas presiones sobre Europa Occidental. Estas irrupciones de aire polar marítimo repercuten en un descenso térmico que no es, generalmente, lo suficientemente intenso para que dé lugar a una ola de frío riguroso. Las grandes olas de frío que tienen este mecanismo suceden cuando la masa de aire polar, que procede de las altas latitudes árticas, tiene un notable espesor y un rápido traslado hacia latitudes meridionales.

Tanto éste como el anterior mecanismo ven incrementada la potencia de la invasión conforme aumenta el gradiente de presión entre los dos centros rectores.

— *Enfriamiento por irradiación de la superficie del suelo*. Estos períodos fríos originados por la irradiación del suelo, requieren la presencia de condiciones anticiclónicas o de pantano barométrico, con viento en calma, cielo despejado, inversión de temperatura junto al suelo y mantenerse esta situación durante varios días.

El dispositivo isobárico de superficie puede presentar las siguientes modalidades: a) un anticiclón euroasiático del cual una apófisis se extiende englobando España. b) un anticiclón europeo que abarca España y cuyo centro, en ocasiones, se sitúa sobre la propia Península Ibérica. c) un anticiclón atlántico, centrado al Oeste de Portugal, entre Azores y Galicia, del cual una dorsal se extiende hacia el espacio ibérico.

Los períodos de frío de irradiación más intensos suelen presentarse a continuación de una invasión de aire polar continental, cuando después de ella se establece un período de calmas (FONT TULLOT, 1983).

Los fríos de irradiación son los más asiduos y los ocasionados por invasiones de aire polar marítimo, los menos frecuentes.

Enero es el mes en el que los períodos fríos son más frecuentes. Le siguen febrero y diciembre. Aunque con menor incidencia, también se presentan en marzo y abril, e incluso a finales de primavera como ha ocurrido recientemente en mayo de 1991 con nevadas en el Cantábrico, Alto Ebro, Aragón, Cataluña, Ávila, Segovia y Sistema Ibérico. Registrándose temperaturas mínimas de  $-2^{\circ}\text{C}$  en Burgos,  $-5^{\circ}\text{C}$  en Valladolid,  $-3^{\circ}\text{C}$  en León,  $-2^{\circ}\text{C}$  en Salamanca,  $-3^{\circ}\text{C}$  en Calamocha,  $-3^{\circ}\text{C}$  en Segovia,  $-4^{\circ}\text{C}$  en Ávila,  $-8^{\circ}\text{C}$  en Navacerrada,  $-1^{\circ}\text{C}$  en Madrid,  $-2^{\circ}\text{C}$  en Guadalajara y en Andalucía, Granada  $0^{\circ}\text{C}$ .

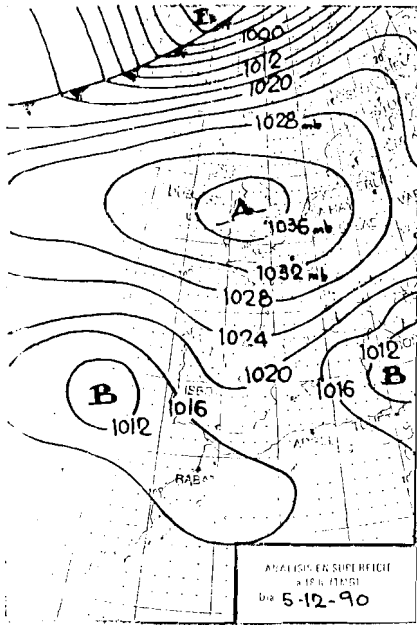


FIGURA 1. Mapa de superficie del 5 de diciembre de 1990, a las 18 h. (TMG). Se aprecia la entrada polar de vientos del Nordeste sobre la Península Ibérica, canalizados por el flanco oriental del potente anticiclón situado sobre las Islas Británicas.

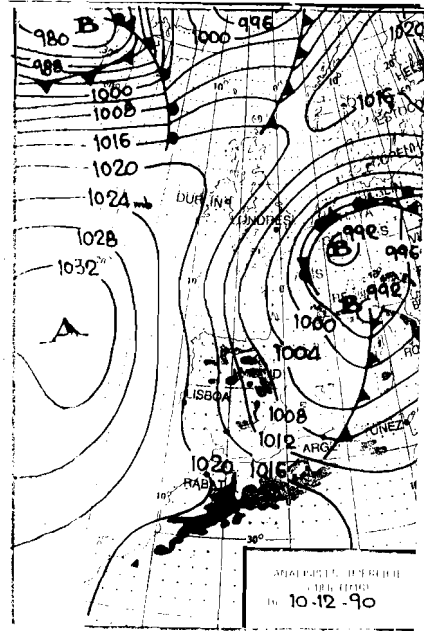


FIGURA 2. Mapa de superficie del 10 de diciembre de 1990, a las 18 h. (TMG). El anticiclón atlántico (alta de Azores, desplazada hacia el Norte) canaliza aire polar hacia el solar ibérico favorecido por situaciones depresionarias sobre centroeuropa. Registrándose abundantes chubascos de lluvia y nieve en la mitad Norte peninsular.

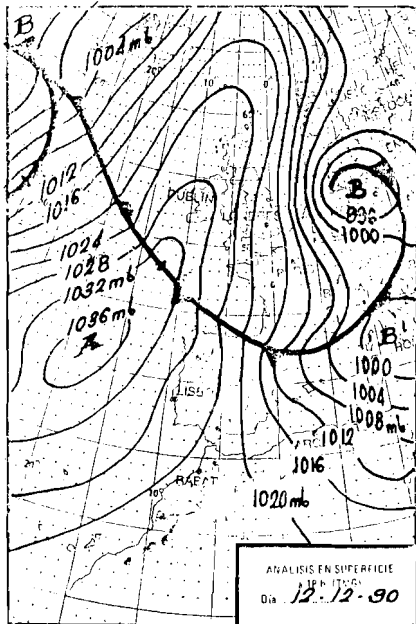


FIGURA 3. Mapa de superficie del 12 de diciembre de 1990, a las 18 h. (TMG). El anticiclón atlántico aparece con configuración linguiforme. Su eje principal está orientado en el sentido de los meridianos terrestres. Extendiéndose desde las Islas Canarias, sobre Azores, las Islas Británicas, hasta Islandia. Estableciéndose un fuerte flujo polar sobre toda la Europa Occidental. La Península Ibérica es barrida por masas polares cada vez más frías; las mínimas son muy bajas, especialmente en la meseta.

Los períodos fríos originados por el enfriamiento del suelo por irradiación tienen una oscilación diurna de temperatura mucho mayor, por lo que son los bajos valores de las temperaturas mínimas los que mejor los señalan.

En los debidos a invasiones de aire polar, la oscilación diurna es mucho menor, siendo en los valores de las temperaturas máximas o medias diurnas donde se hacen más patentes. Además estos fríos se dejan sentir tanto en las regiones continentales como en las marítimas, mientras que los de irradiación quedan prácticamente limitados a las tierras del interior peninsular.

## 2. LA IRRUPCIÓN DE AIRE ÁRTICO

El frío intenso que afectó a la Península Ibérica en los primeros días del mes de diciembre de 1990 fue debido a una irrupción de aire polar continental.

El día 1 de diciembre, en el mapa sinóptico de superficie nos encontramos un anticiclón localizado sobre las Islas Británicas, con 1.035 mb en su centro, canalizando una corriente polar por su flanco oriental que barre la Península Ibérica con componente Nordeste, y que es atraída por una baja de 1.005 mb sobre el Mediterráneo Occidental, entre Cerdeña y Sicilia. En el océano Atlántico a la latitud de Azores existe un importante centro de acción ciclónico de 995 mb.

En altura tenemos una circulación de bloqueo en omega.

Ávila registra  $-7^{\circ}\text{C}$  de temperatura mínima, Calamocha  $-8^{\circ}\text{C}$ , Lérida  $-4^{\circ}\text{C}$  y Cuenca  $-5^{\circ}\text{C}$ .

El día 2 hay una entrada de vientos del Nordeste en la España mediterránea y Pirineos. El anticiclón británico se traslada hacia el Canal de la Mancha y la borrasca mediterránea se desplaza hacia el centro de dicho mar. Persistiendo sobre Azores el importante centro de acción ciclónico.

En altura se define una circulación meridiana propiciada por el anticiclón de bloqueo.

Las temperaturas mínimas más importantes anotadas son: Lugo  $-3^{\circ}\text{C}$ , Burgos  $-6^{\circ}\text{C}$ , Soria  $-5^{\circ}\text{C}$ , Vitoria  $-5^{\circ}\text{C}$ , Molina de Aragón  $-8^{\circ}\text{C}$ , Daroca  $-5^{\circ}\text{C}$ , Calamocha  $-8^{\circ}\text{C}$  y Lérida  $-5^{\circ}\text{C}$ .

El 3 de diciembre continúa la entrada del Nordeste sobre el tercio Norte peninsular. Con un desplazamiento del anticiclón británico hacia el Oeste hasta situarse sobre el océano Atlántico.

Hay un pequeño traslado hacia la Península de la borrasca de Azores, apareciendo también bajas presiones sobre el golfo de León.

En ahora se produce una expansión longitudinal anticiclónica que provoca una circulación en rombo, de las líneas de flujo de la corriente en chorro.

Ese día, Lugo registra una mínima de  $-2^{\circ}\text{C}$ , Zamora  $-4^{\circ}\text{C}$ , Soria  $-6^{\circ}\text{C}$ , Logroño y Pamplona  $-5^{\circ}\text{C}$ , Molina de Aragón  $-8^{\circ}\text{C}$ , Calamocha  $-9^{\circ}\text{C}$ , Lérida  $-4^{\circ}\text{C}$  y Guadalajara  $-4^{\circ}\text{C}$ .

El día 4, el anticiclón, centrado sobre Irlanda comienza a canalizar hacia la Península por su flanco oriental un flujo de aire ártico. La borrasca atlántica afectando a las costas portuguesas sigue su traslado hacia el solar ibérico lentamente.

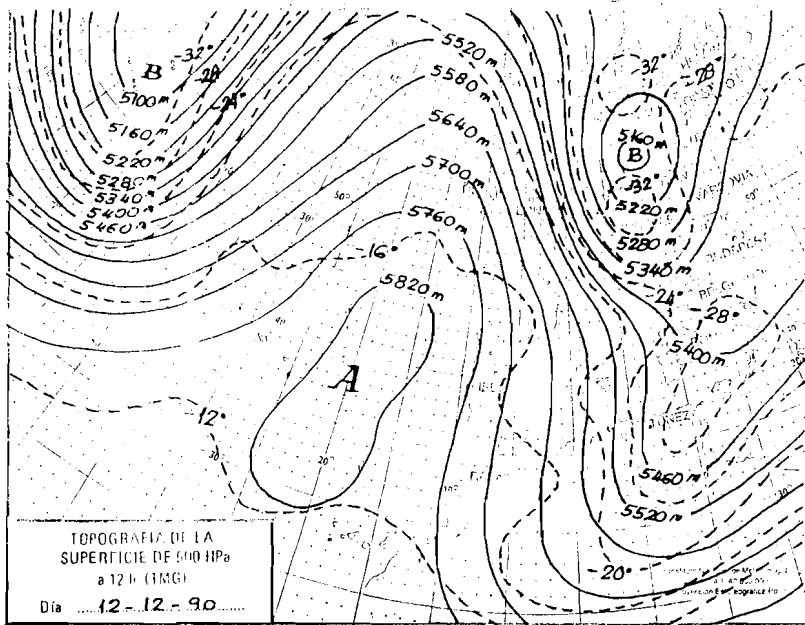


FIGURA 4. Mapa a la topografía de 500 mb del 12 de diciembre 1990, a las 12 h. (TMG). La circulación muy meandrante de la corriente en chorro canaliza hacia la Península Ibérica aire ártico.

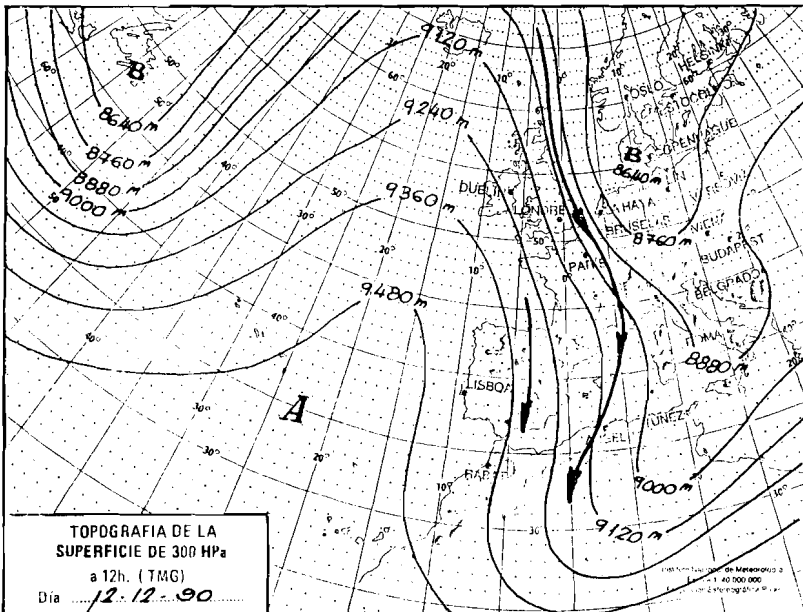


FIGURA 5. Situación atmosférica a la topografía de 300 mb del día 12 de diciembre de 1990, a las 12 h. (TMG). Con fuerte flujo de aire ártico sobre España. Un ramal secundario de la «corriente en chorro» atraviesa la Península Ibérica, sobre la vertical de la meseta de Castilla.

En altura prosigue la circulación en rombo de las líneas de flujo. Orense anota  $-2^{\circ}\text{C}$  de temperatura mínima, Soria  $-6^{\circ}\text{C}$ , Molina de Aragón  $-8^{\circ}\text{C}$ , Daroca  $-5^{\circ}\text{C}$ , Calamocha  $-9^{\circ}\text{C}$ , Lérida  $-5^{\circ}\text{C}$ , Gerona  $-4^{\circ}\text{C}$ , Palma de Mallorca  $0^{\circ}\text{C}$ , Guadalajara  $4^{\circ}\text{C}$  de temperatura máxima.

El 5 de diciembre, continúa en la Península la entrada de aire ártico, continentalizado sobre centroeuroa.

En altura se restablece la situación en omega.

Lugo  $-3^{\circ}\text{C}$  de mínima, Soria  $-5^{\circ}\text{C}$ , Pamplona  $-5^{\circ}\text{C}$ , Calamocha  $-9^{\circ}\text{C}$ , la gran mayona de los observatorios de la submeseta Norte y de Aragón registran mínimas en tomo a  $4^{\circ}\text{C}$ .

El 6 de diciembre prosigue la entrada de vientos continentales emitidos por el anticiclón desplazado hacia centroeuroa. Sobre el estrecho de Gibraltar se sitúa una baja relativa.

En altura la situación continúa estacionaria.

$-5^{\circ}\text{C}$  de temperatura mínima en Lugo,  $-3^{\circ}\text{C}$  en Orense,  $-3^{\circ}\text{C}$  en San Sebastián,  $-6^{\circ}\text{C}$  en Vitoria,  $4^{\circ}\text{C}$  en Valladolid, León y Salamanca,  $-6^{\circ}\text{C}$  en Logroño y Calamocha.

El 7 de diciembre, en superficie sobre la meseta castellana se individualiza un alta consecuencia de procesos de irradiación térmica.

En altura aparece centrado un anticiclón sobre el tercio Norte peninsular.

Zaragoza y Calamocha  $-5^{\circ}\text{C}$  de mínima, Vitoria y Gerona  $4^{\circ}\text{C}$ .

El día 8, las bajas presiones de Islandia han sido sustituidas por un anticiclón muy potente (1.040 mb). La disposición de su flanco oriental en el sentido de los meridianos terrestres hace que se defina aire ártico marítimo hacia latitudes subtropicales.

En las capas altas la dorsal atlántica se define con mayor nitidez. La vaguada de aire frío gana latitud desplazándose hacia el espacio ibérico.

Burgos y León  $-4^{\circ}\text{C}$  de mínima, Soria  $-5^{\circ}\text{C}$ , Navacerrada  $-9^{\circ}\text{C}$ .

Se producen precipitaciones en todo el territorio peninsular, excepto en Murcia y Extremadura, más intensas en la comisa Cantábrica y Andalucía, siendo de nieve por encima de los 800-1.000 m de altitud.

El 9 de diciembre, prosigue sobre la Península Ibérica el flujo del Norte, definido por el anticiclón atlántico y atraído por bajas presiones (990 mb) sobre el golfo de Génova.

En altura continúa el descenso en latitud de la vaguada de aire frío. Se anotan  $-8^{\circ}\text{C}$  de temperatura máxima en Navacerrada. Las mínimas negativas alcanzan el Sur de España, Córdoba  $-1^{\circ}\text{C}$ , Granada  $-3^{\circ}\text{C}$ .

Se producen precipitaciones en forma de nieve en la mitad Norte peninsular.

El 10 de diciembre, en superficie prosigue el anticiclón atlántico (alta de Azores, desplazada hacia el Norte) canalizando aire polar hacia el solar ibérico favorecido por situaciones depresionarias sobre centroeuroa.

En altura se observan estos dos centros de acción con gran nitidez.  $-6^{\circ}\text{C}$  de máxima en Navacerrada. Hay abundantes chubascos de lluvia y nieve en la mitad Norte peninsular.

El día 11, en superficie, continúa la entrada de aire ártico entre el anticiclón atlántico y bajas sobre el Mediterráneo, produciéndose un descenso térmico muy acusado.

En altura encontramos una circulación del chorro muy meandrizante que llega a la Península Ibérica con componente Norte.

Se producen precipitaciones en forma de nieve en el Cantábrico, Alto Ebro y submeseta Norte.

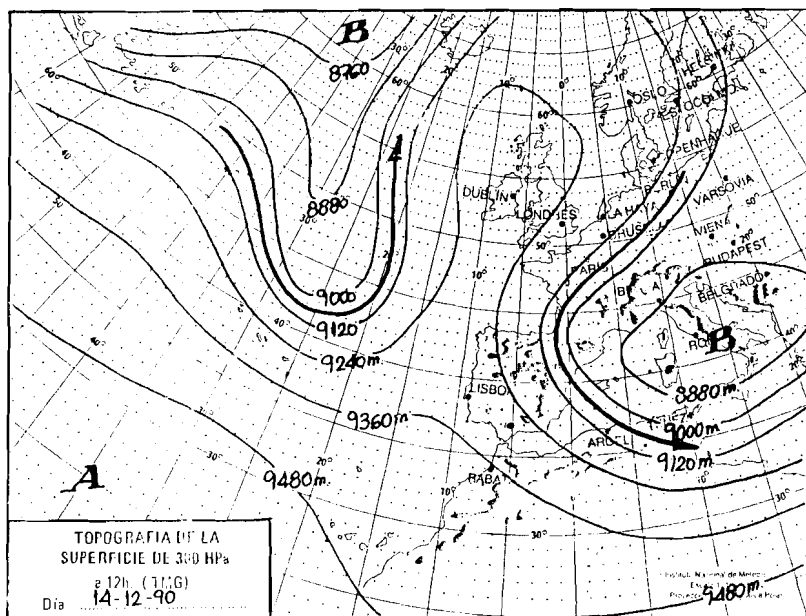


FIGURA 6. Mapa a la topografía de 300 mb del día 14 de diciembre de 1990, a las 12 h. (TMG). Circulación de bloqueo en omega de la comente en chorro, sobre la fachada occidental de Europa. El eje de la dorsal situada a lo largo del meridiano 10.º W posibilita la colada de descarga polar hacia el Mediterráneo Occidental y España peninsular. Las temperaturas sobre las tierras continentales del interior de España continúan manteniéndose muy bajas.

Los días 12 y 13 de diciembre, el anticiclón atlántico aparece con configuración aplastada en el sentido de los meridianos terrestres. Extendiéndose desde las Islas Canarias, sobre Azores, las Islas Británicas, hasta Islandia. Simultáneamente las bajas aparecen emplazadas en sentido meridiano entre el Mar de Barents, Ártico y Mediterráneo Occidental. Estableciéndose un fuerte flujo polar sobre toda la Europa Occidental, intensificándose la entrada de aire frío.

En altura la circulación muy meandrizante del chorro canaliza hacia la Península Ibérica aire ártico, con componente Norte.

El día 12, Granada  $-2^{\circ}\text{C}$  de mínima, Córdoba  $-1^{\circ}\text{C}$ .

El día 14 de diciembre, el desplazamiento hacia Europa Occidental del anticiclón atlántico canaliza sobre el espacio ibérico un fuerte flujo del Nordeste de aire polar continental.

Favorecido por el fortalecimiento en altura de la depresión mediterránea.

Lugo registra  $4^{\circ}\text{C}$  de temperatura mínima, León  $-7^{\circ}\text{C}$ , Burgos  $-9^{\circ}\text{C}$ . Valladolid  $-8^{\circ}\text{C}$ , Salamanca  $-6^{\circ}\text{C}$ , Ávila  $-9^{\circ}\text{C}$ , Calamocha  $-9^{\circ}\text{C}$ , Lérida  $-5^{\circ}\text{C}$ , Madrid  $-6^{\circ}\text{C}$ , Albacete  $-8^{\circ}\text{C}$ , Murcia  $-3^{\circ}\text{C}$ , Palma de Mallorca  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Se producen heladas en ambas mesetas y puntos de los litorales del Cantábrico,

Cataluña, Baleares y Murcia. Registrándose de madrugada nieblas o neblinas en Vitoria, Castilla-León y Madrid.

El 15 de diciembre, continúa el flujo del Nordeste. El anticiclón europeo se extiende hacia la Península y las altas presiones predominan sobre España.

En altura el anticiclón de bloqueo cuyo eje está orientado a lo largo del meridiano de Greenwich y la depresión mediterránea desplazada hacia la Península Balcánica, continúan definiendo la entrada de aire polar hacia España.

La mayoría de los observatorios de la meseta anotan temperaturas mínimas por debajo de  $-5^{\circ}\text{C}$  ya que a la advección de aire frío se le unen fenómenos de irradiación debidos a las altas presiones predominantes.

Lugo  $-5^{\circ}\text{C}$  de temperatura mínima, Madrid, Burgos y Zamora  $-6^{\circ}\text{C}$ , Salamanca y Albacete  $-7^{\circ}\text{C}$ , Valladolid, Guadalajara, Molina de Aragón y Teruel  $-8^{\circ}\text{C}$ , Calamocha  $-9^{\circ}\text{C}$ , Lérida  $-5^{\circ}\text{C}$ , Murcia  $-2^{\circ}\text{C}$ , y Granada  $-6^{\circ}\text{C}$ .

El día 16, la situación del Nordeste aparece ya debilitada tanto en altura como en superficie.

Al día siguiente, las bajas presiones situadas en el golfo de Cádiz posibilitan la llegada de aire tropical dando por finalizado el período frío. Restableciéndose en altura a partir del día 18 la circulación de Poniente, con vientos del Oeste intensos sobre el Atlántico y Península Ibérica. Produciéndose una subida de las temperaturas en todo el territorio peninsular.

### 3. CONCLUSIONES

La primera quincena del mes de diciembre de 1990 ha visto disminuir ligeramente las temperaturas medias a consecuencia de los fríos registrados en el territorio español a causa de una irrupción de aire ártico que posteriormente evolucionó a aire polar continental.

El causante de todo esto fue un anticiclón atlántico situado sobre las Islas Británicas y una baja localizada en el Mediterráneo Occidental, que potenciaba el ataque frío. Aunque la potencia de esta invasión ha sido débil sobre el solar ibérico en cuanto a su intensidad, en comparación con las grandes olas de frío registradas en febrero de 1956, diciembre de 1970-enero de 1971 y febrero de 1983. En ellas los termómetros descendieron ostensiblemente en algunos observatorios hasta niveles de fríos muy intensos:  $-24^{\circ}\text{C}$  en Calamocha de Teruel,  $-15^{\circ}\text{C}$  en Molina de Aragón,  $-17^{\circ}\text{C}$  en Vitoria,  $-15^{\circ}\text{C}$  en Segovia,  $-14^{\circ}\text{C}$  en Valladolid,  $-22^{\circ}\text{C}$  en Burgos,  $-24^{\circ}\text{C}$  en Albacete,  $-19^{\circ}\text{C}$  en Daroca,  $-18^{\circ}\text{C}$  en Cuenca,  $-13^{\circ}\text{C}$  en Granada y  $-5^{\circ}\text{C}$  en Sevilla.

Llegándose a alcanzar sobre la vertical de la meseta del Duero  $-36^{\circ}\text{C}$  a la topografía absoluta de 500 mb (altitud media de 5.500 m). Siendo del orden de  $-50^{\circ}\text{C}$  a la topografía de 300 mb (9.000 m) sobre la vertical de la Península Ibérica.

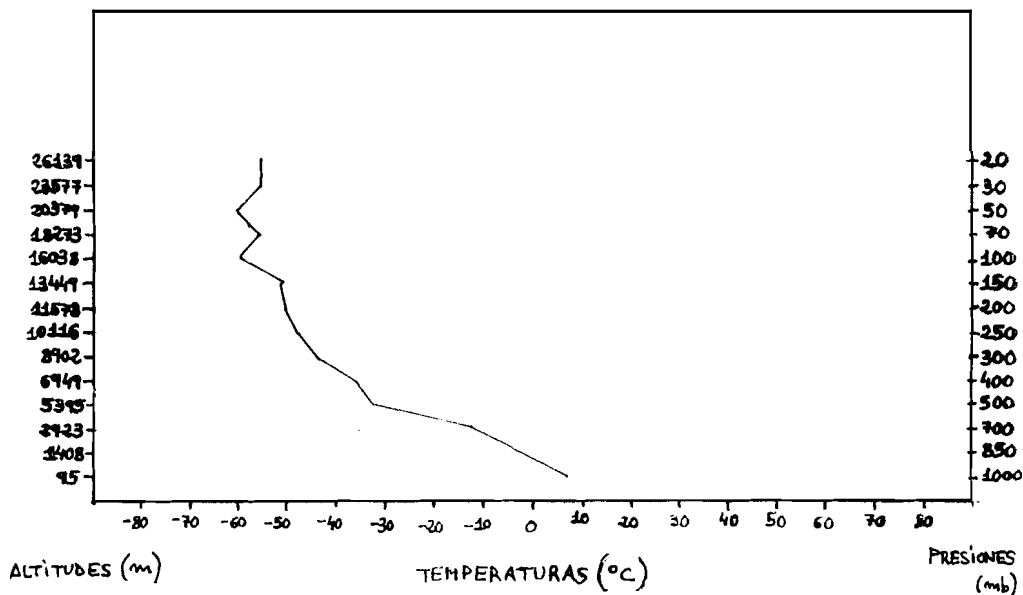
En cambio fue muy persistente y mantuvo temperaturas mínimas por debajo del punto de congelación durante 16 días consecutivos en las tierras llanas del viejo núcleo paleozoico de la meseta de Castilla.

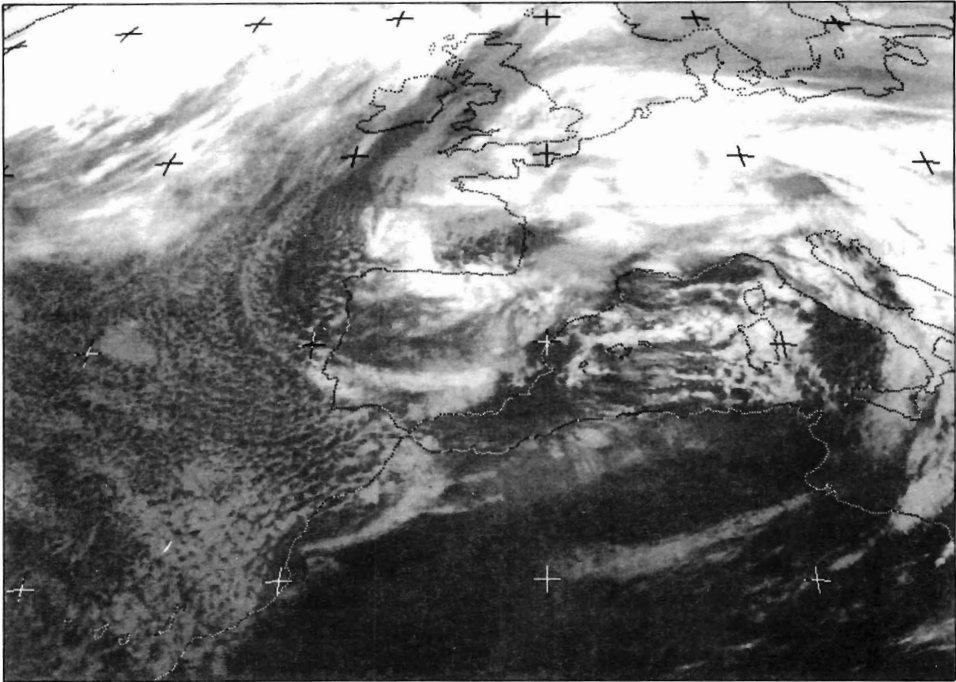


FIGURA 7. Estructura vertical de la atmósfera el día 10 de diciembre de 1990, a las 00 Z. Estación: Murcia (Guadalupe).

NIVELES STANDARD

P	Z	T	U	TD	DD	FF
1.000,0	95	6,8	36	-7,2	200	2,9
850,0	1.408	-2,8	46	-12,8	308	19,2
700,0	2.923	-12,1	17	-32,3	324	18,3
500,0	5.395	-32,4	9	-55,0	323	17,3
400,0	6.949	-36,9	2	-70,0	305	34,2
300,0	8.902	-44,5	1	-80,0	286	48,1
250,0	10.116	-48,5	2	-78,4	285	56,0
200,0	11.578	-50,8	2	-80,1	281	51,4
150,0	13.449	-51,9	1	-85,1	275	43,5
100,0	16.038	-60,1	1	-90,9	276	30,2
70,0	18.273	-56,6	1	-88,4	257	17,7
50,0	20.379	-60,5	1	-91,2	257	29,3
30,0	23.577	-56,6	1	-88,4	245	25,5
20,0	26.139	-56,5	1	-88,4	261	47,5





La imagen infrarroja del satélite meteorológico METEOSAT, de las 12 h. (T.M.G.), se manifiesta la irrupción de aire ártico marítimo hacia la Península Ibérica. Dos sistemas frontales fríos atraviesan España de Norte a Sur, con heladas numerosas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBERO, V. (1968): «Las heladas en la zona naranjera de Levante», S.M.N. Serie A (Memorias), 46, Madrid.
- BIEL LUCEA, A. (1962): «Heladas», S.M.N. *Boletín Mensual Climatológico*, septiembre, pp. 3-7.
- CAÑADA TORRECILLA, R. (1987): «Las heladas en Extremadura», *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, tomo CXXIII, pp. 47-67.
- CAPEL MOLINA, J. J. (1972): «Evolución y desarrollo de la ola de frío del 21 de diciembre de 1970 al 3 de enero de 1971, sobre la Península Ibérica», *Rev. Cuadernos Geográficos*, n.º 2, Univ. de Granada, pp. 69-83.
- (1976): «Un siglo de observaciones térmicas en Sevilla: 1871-1970», *Rev. Cuadernos Geográficos*, n.º 5 y 6, Univ. de Granada, pp. 177-196.
- (1981): *Los climas de España*, Ed. Oikos-tau, Vilassar de Mar (Barcelona), 429 pp.
- (1983): «La ola de frío de febrero de 1983 en España», *Rev. Paralelo 37º*, n.º 7, Colegio universitario de Almería, pp. 103-120.
- DUE ROJO, A. (1951): «La oscilación térmica en Granada», *Rev. Urania*, n.º 228, Tarragona, pp. 206-215.

- (1951): «El régimen de heladas en el observatorio de Cartuja», *Rev. de Geofísica*, X, pp. 292-302.
- FONT TULLOT, I. (1983): *Climatología de España y Portugal*, Inst. Nac. de Meteorología, Madrid, 296 pp.
- FRANKEL, M. H. (1942): «Maximun and minimun temperature and humidity data for selected stations in Europe and Africa», U. S. Weather Bureau, S. R. 154. Washington.
- GARCÍA DE PEDRAZA, L. (1960): «Olas de frío», *Rev. Tempero*. Zaragoza, pp. 26-31.
- LAUTENSACH, H. (1962): «Características y ritmo anual de la temperatura de la Península Ibérica. Una contribución a la Geografía regional», *Rev. Estudios Geográficos*, C.S.I.C., Madrid, pp. 259-292.
- LÓPEZ GÓMEZ, A. (1956): «Las heladas de febrero de 1956 en Valencia», *Rev. Estudios Geográficos*, C.S.I.C., Madrid, pp. 673-696.
- (1975): «Inversión de temperatura entre Madrid y la sierra de Guadarrama con advección cálida superior», *Rev. Estudios Geográficos*, C.S.I.C., Madrid, pp. 567-604.
- LORENTE, J. M. (1961): «Un siglo de observaciones de temperatura media anual en España», S.M.N., Calendario Meteorofenológico, Madrid, pp. 133-138.
- (1968): «Variaciones de la temperatura media anual en España», S.M.N., Calendario Meteorofenológico, Madrid, pp. 183-194.
- REED, W. W. (1932): *Temperatures in Europe*, Washington.
- VERA MUÑOZ, M. I. y SANTOS DELTELL, M. J. (1986): «Ola de frío de enero de 1985», *Rev. Investigaciones Geográficas*, n.º 4, Univ. de Alicante, pp. 193-209.