

OLAS DE AIRE FRÍO Y TEMPORALES DE NIEVE EN CASTELLÓN

Fernando Ginés Llorens

Resumen

En el presente trabajo, basándose en fuentes documentales históricas y en los registros meteorológicos disponibles desde del siglo XIX, se analiza la evolución de las olas de frío y los temporales de nieve en la ciudad de Castellón desde finales de la Edad Media hasta principios del siglo XXI. El estudio nos muestra que los episodios fríos fueron en el pasado de mucha mayor intensidad y duración que los actuales, apreciándose una disminución gradual desde el siglo XIX, al finalizar la Pequeña Edad de Hielo (PEH). En los episodios más extremos de la PEH, el río Ebro se helaba a su paso por Tortosa y en la ciudad de Castellón se pudieron registrar temperaturas mínimas inferiores a los -10°C, situaciones que ahora nos parecen inimaginables. Por el contrario, el final de esta fase fría no trajo consigo una disminución de la frecuencia e intensidad de las nevadas en la capital de la Plana. Hasta los años cincuenta del siglo pasado las nevadas significativas, con espesores superiores a los 5-10 cm, presentaban un periodo de retorno de unos veinticinco años, frecuencia similar a la de los siglos precedentes. Sin embargo, a partir de dicha década, la nieve ya no ha vuelto a cuajar en las calles de la ciudad. El incremento que han experimentado las temperaturas desde el final de la PEH, y que se ha acelerado a partir de los años setenta, explicaría la reducción de la frecuencia e intensidad de las olas de frío, así como la práctica desaparición de las nevadas no tan solo en Castellón, sino en la mayor parte de las zonas costeras del Mediterráneo español.

1. Introducción

El clima de la zona costera castellonense, típicamente mediterráneo, se caracteriza por la suavidad de las temperaturas durante el invierno. En enero, el mes más frío del año en todas las comarcas, la temperatura media en la ciudad de Castellón es ligeramente superior a los 10°C. La benignidad de las temperaturas invernales conlleva a que las heladas no sean muy frecuentes en la costa, sin embargo, tampoco pueden considerarse extraordinarias, registrándose casi todos los años temperaturas por debajo de los cero grados. Las heladas están asociadas a invasiones de aire frío polar y, muy excepcionalmente, pueden llegar a ser destacables, con temperaturas inferiores a -5°C en la costa.

Si las heladas son poco frecuentes, las nevadas en las poblaciones costeras son meros fenómenos anecdóticos. Los valores más significativos se registran en el interior montañoso por encima de los 700 m, pudiendo observarse este meteoro, en promedio, más de cinco veces al año en las zonas más elevadas (Pérez Cueva, 1995).

Hay un convencimiento generalizado, especialmente entre la gente mayor, de que actualmente no hace tanto frío como lo hacía en el pasado. Sin embargo, cada vez que se produce una situación meteorológica significativa, como la última ola de frío continental ocurrida en febrero de 2012, los medios de comunicación la califican de histórica. Esta contradicción nos plantea las siguientes cuestiones: ¿Los episodios de frío severo se dieron con mayor frecuencia e intensidad en el pasado, se dan actualmente o mantienen su periodicidad? ¿Las advecciones de aire polar más destacables del presente siglo,

acaecidas los años 2001, 2005 y 2012, son tan extraordinarias como remarcaron los medios de comunicación?

Respecto a las nevadas, aunque en la actualidad apenas se presentan en la zona costera mediterránea, puede que en el pasado fueran más abundantes y frecuentes. En efecto, tenemos testimonios y noticias que, tanto en las ciudades de Castellón como en la de Valencia, se registraron fuertes temporales de nieve que llegaron a acumular hasta medio metro de nieve en sus calles. Este hecho nos plantea también las siguientes cuestiones: ¿Las nevadas registradas en el pasado fueron fenómenos extraordinarios?, es decir, ¿la aparición de este meteoro era tan poco frecuente como lo es en la actualidad? o, por el contrario, ¿las nevadas eran más probables y abundantes en tiempos pasados?

Para intentar responder a las cuestiones arriba planteadas, en el presente trabajo se han recopilado los episodios de frío y nieve más intensos que ha padecido Castellón desde finales de la Edad Media. Posteriormente, y ayudándonos de los registros termométricos, disponibles desde el siglo XIX, se han analizado y comparado las situaciones más extremas.



Nevadas de otra época: Castellón, calle Gobernador Bermúdez de Castro tras la nevada de enero de 1946.

2. Olas de aire frío

En un sentido amplio, una ola de frío es cualquier situación atmosférica que produce una disminución apreciable de la temperatura del aire en relación con la media de la época y que está provocada por la invasión de una masa de aire frío. Sin embargo, normalmente por ola de frío se entiende una situación atmosférica que en invierno produce fuertes descensos térmicos, suele durar más de un día y geográficamente afecta a miles de kilómetros cuadrados.

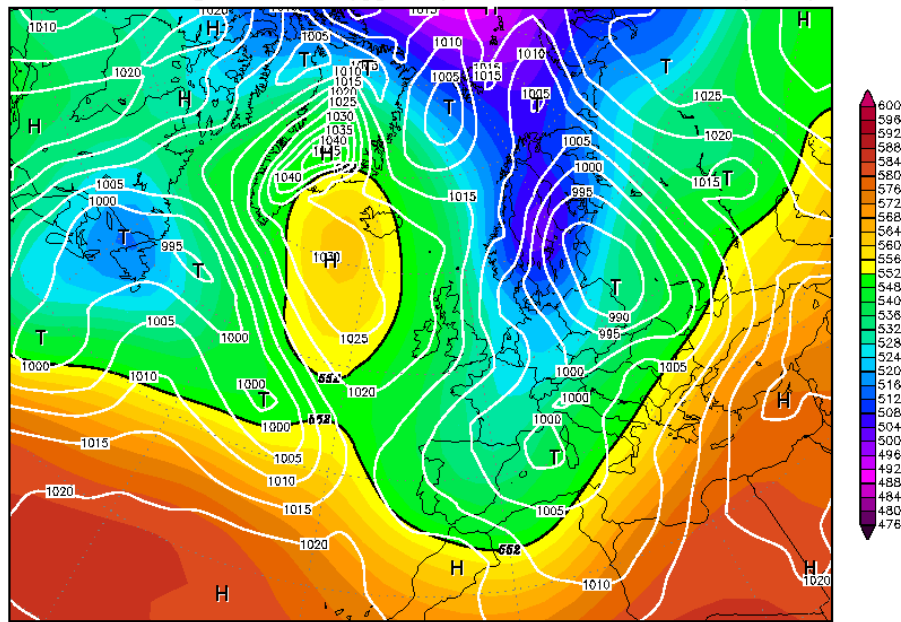
Las situaciones que desencadenan las olas de frío en el este peninsular y, por tanto, en la provincia de Castellón se pueden resumir en tres tipos (Font Tullot, 2000):

- 1) Irrupciones de aire polar marítimo, procedentes del norte o noroeste, llegan vía el Mar Cantábrico o los Pirineos, pero con origen en el Ártico o Groenlandia. Son secas en nuestra zona y no vienen acompañadas de precipitaciones de nieve, o éstas son exiguas (figuras 1 y 2).
- 2) Irrupciones de aire polar continental de procedencia nordeste, que llegan desde el sur de Francia y norte de Italia, pero con origen en el norte de Escandinavia, Centroeuropa, Europa oriental o, en casos extremos, desde Siberia. Son las potencialmente más intensas dependiendo de su origen. Además, pueden ser húmedas o secas en función de si tienen recorrido o no sobre el Mediterráneo:
 - A. *Subtipo seco*: entran por el Golfo de León o Pirineos, con poco o ningún recorrido sobre el Mediterráneo, y no producen nevadas o éstas son muy exiguas, si bien son las potencialmente más frías (figuras 3 y 4).
 - B. *Subtipo húmedo*, existe un recorrido sobre el Mediterráneo desde el norte de Italia, con vientos del nordeste, y pueden llegar a producir nevadas destacables (figuras 5 y 6).
- 3) Situaciones anticiclónicas o de pantano barométrico. Son situaciones causadas por una fuerte irradiación nocturna, que pueden estar favorecidas por la existencia de un manto de nieve y/o de una inversión térmica en la que una masa de aire frío, llegada los días anteriores, queda retenida en las capas más bajas. Las temperaturas mínimas pueden ser extremadamente frías, pero no de forma generalizada, sino en áreas concretas afectadas por los fenómenos de inversión térmica, especialmente, en los fondos de valles y planicies del interior, aunque también en zonas llanas y ribereñas al prelitoral (figuras 7 y 8).

Cabe señalar que las entradas del norte (aire polar marítimo), aunque puedan causar temperaturas relativamente bajas, no son responsables de situaciones especialmente frías, a no ser que el estancamiento posterior de un anticiclón cree las mencionadas inversiones térmicas del tipo 3. Por otro lado, muchas situaciones, sobre todo las más intensas, comienzan siendo de un tipo y evolucionan hacia otro. Ocurre así a menudo con las de tipo 2, que comienzan como tipo 1, y que acaban volcándose en sentido retrógrado al nordeste. Así mismo, las de tipo 3 pueden ser causadas, a posteriori, por una previa entrada del tipo 1 o 2.

31DEC1970 00Z

500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)

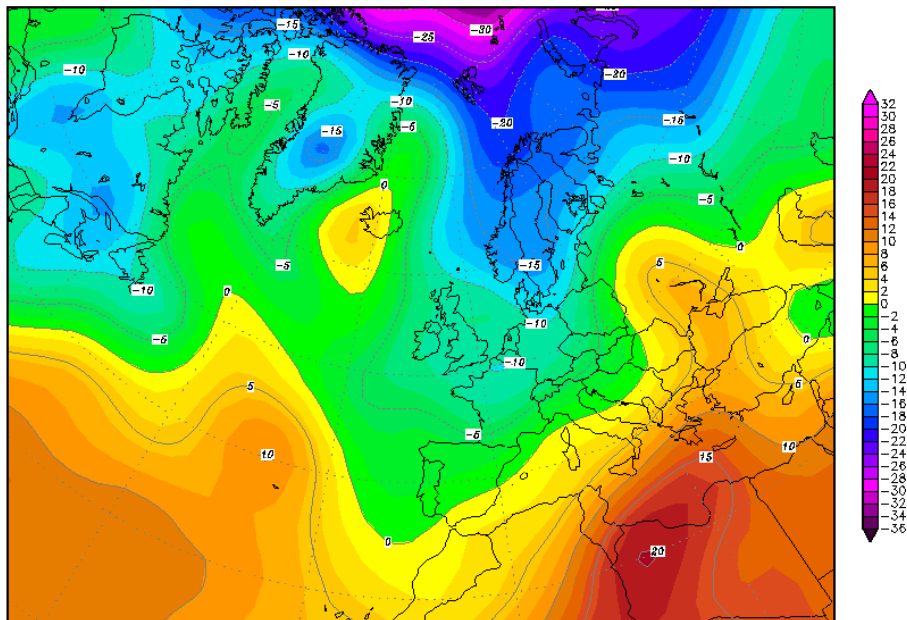


Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Figura 1. Presión superficial y altura geopotencial a 500 hPa (aproximadamente 5.500 m) el 31 de diciembre de 1970. Irrupción del norte del tipo 1. Fuente: Wetterzentrale.

31DEC1970 00Z

850 hPa Temperatur (Grad C)

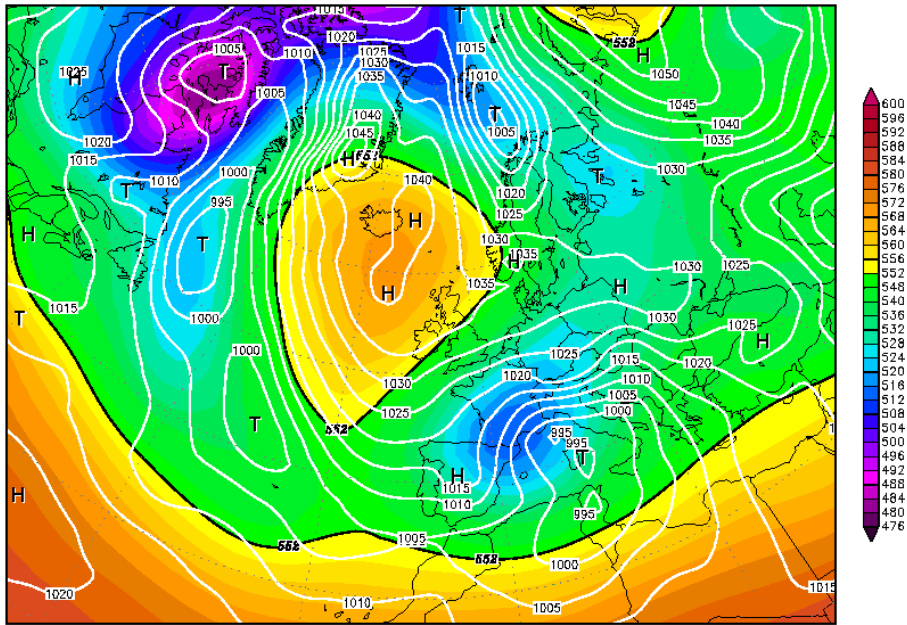


Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Figura 2. Temperatura a 850 hPa (aproximadamente 1.500 m) el 31 de diciembre de 1970. Fuente: Wetterzentrale.

11FEB1956 00Z

500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)

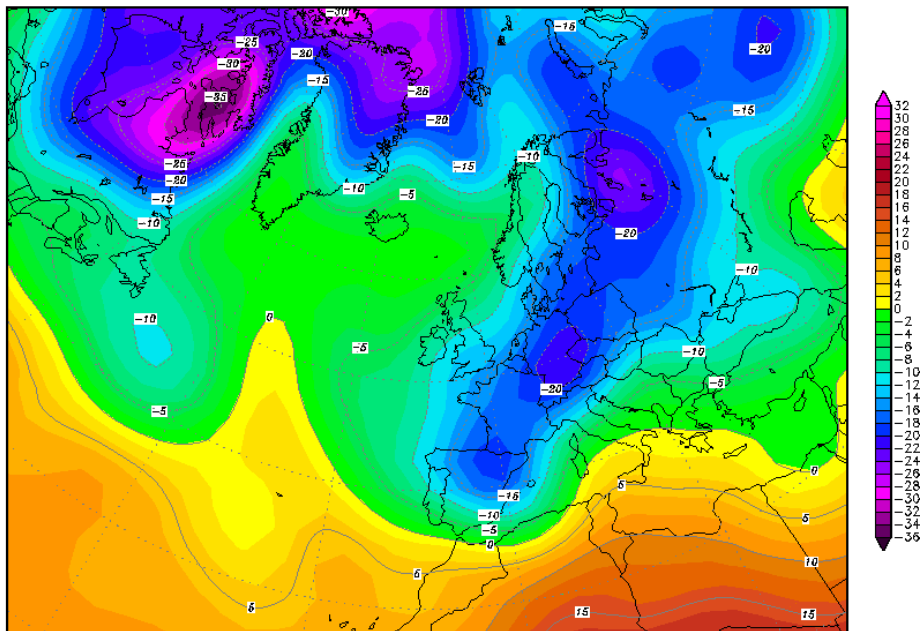


Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Figura 3. Presión superficial y altura geopotencial a 500 hPa el 11 de febrero de 1956. Irrupción del noreste tipo 2, subtipo seco. Fuente: Wetterzentrale.

11FEB1956 00Z

850 hPa Temperatur (Grad C)

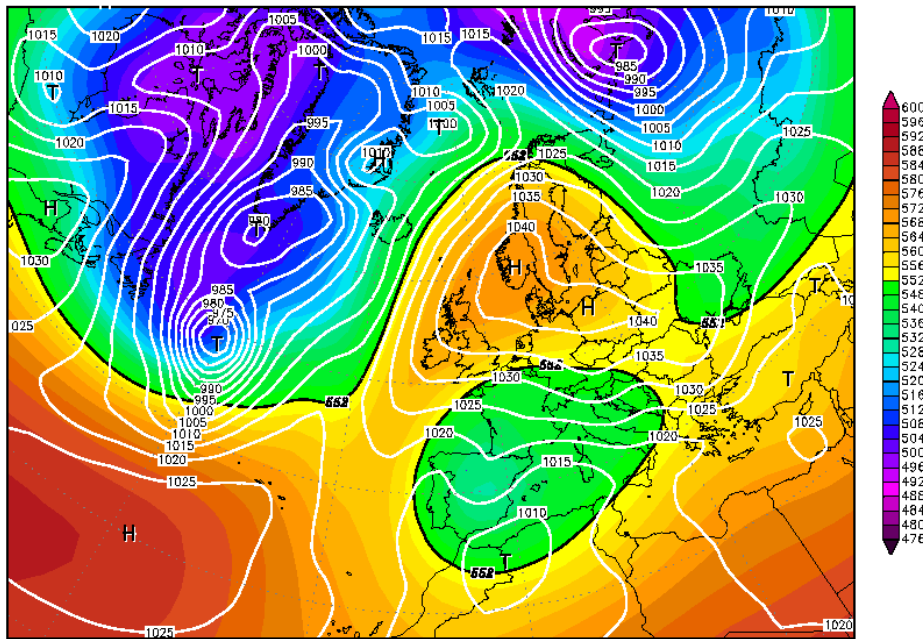


Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Figura 4. Temperatura a 850 hPa el 11 de febrero de 1956. Fuente: Wetterzentrale.

17JAN1946 00Z

500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)

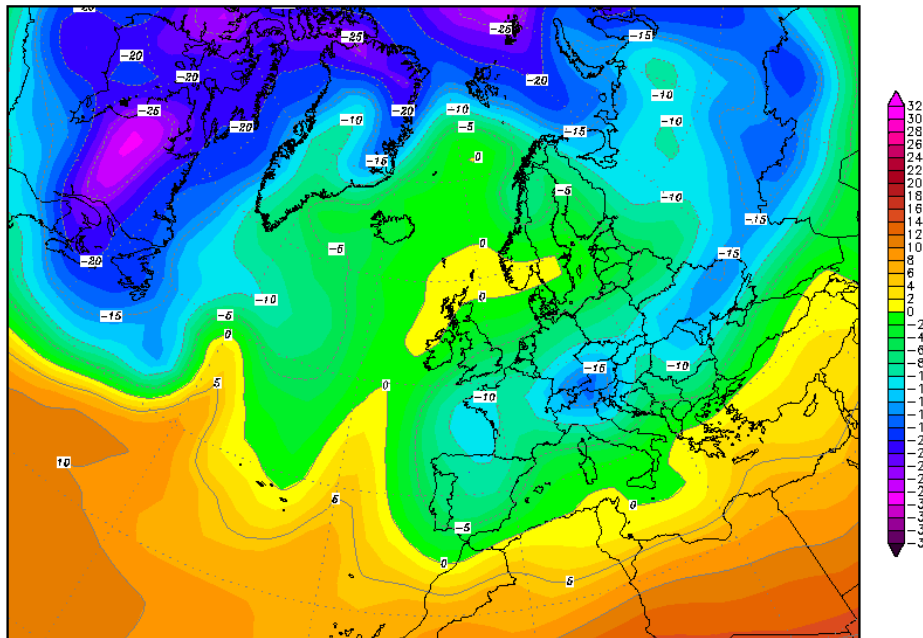


Daten: 20th Century Reanalysis der NOAA
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Figura 5. Presión superficial y altura geopotencial a 500 hPa el 17 de enero de 1946. Irrupción del noreste tipo 2, subtipo húmedo. Fuente: Wetterzentrale.

17JAN1946 00Z

850 hPa Temperatur (Grad C)

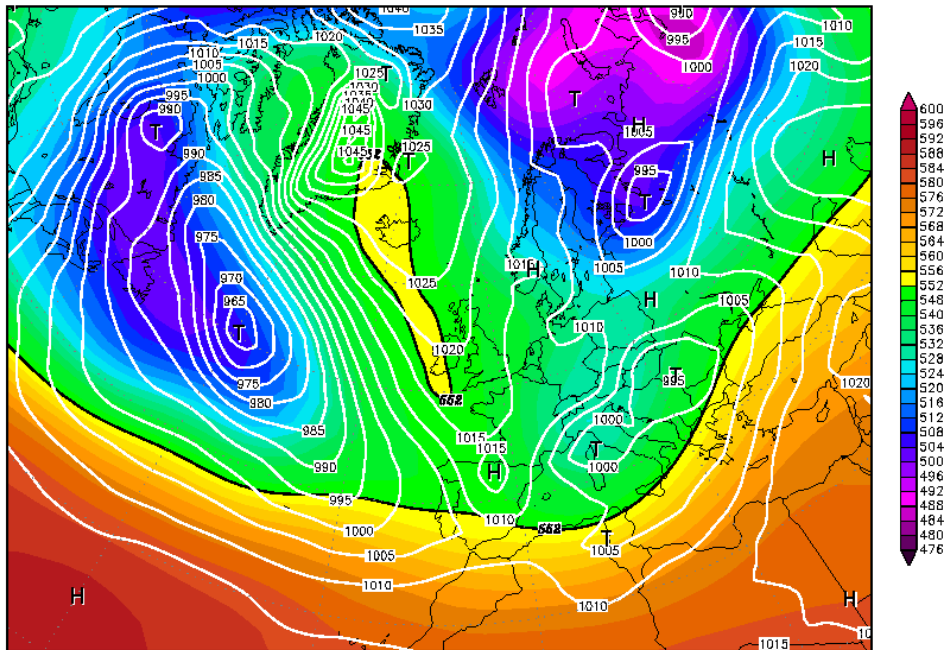


Daten: 20th Century Reanalysis der NOAA
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Figura 6. Temperatura a 850 hPa el 17 de enero de 1946. Fuente: Wetterzentrale.

17DEC1963 00Z

500 hPa Geopotential (gpm) und Bodendruck (hPa)

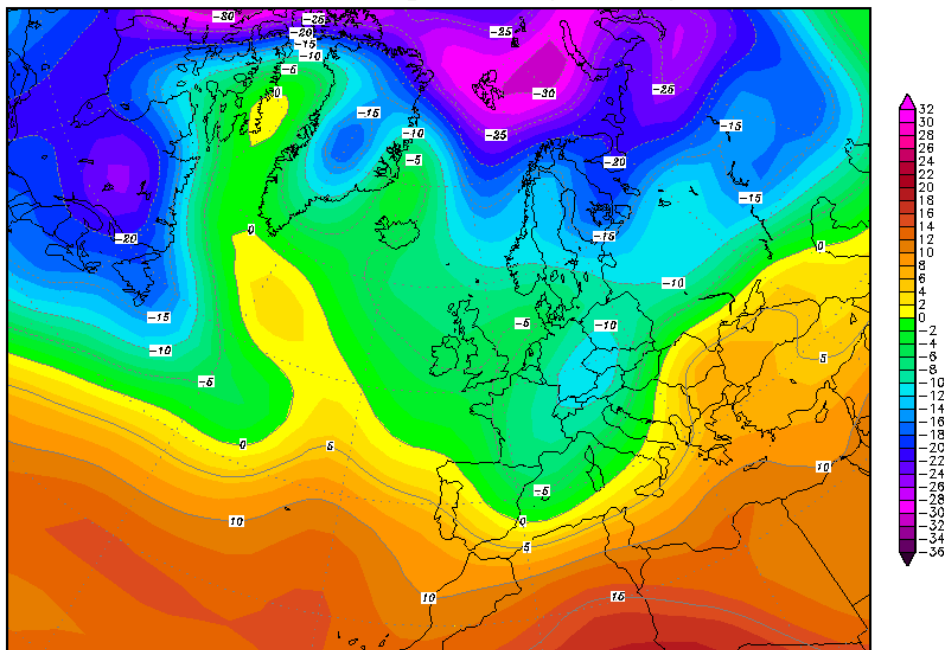


Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Figura 7. Presión superficial y altura geopotencial a 500 hPa el 17 de diciembre de 1963. Ola de frío por radiación del tipo 3. Fuente: Wetterzentrale.

17DEC1963 00Z

850 hPa Temperatur (Grad C)



Daten: Reanalysis des NCEP
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Figura 8. Temperaturas a 850 hPa el 17 de diciembre de 1963. Fuente: Wetterzentrale.

3. Nevadas

La nieve se puede definir como la precipitación de cristales de hielo, en su mayoría ramificados que, al caer, se agrupan en forma de copos.

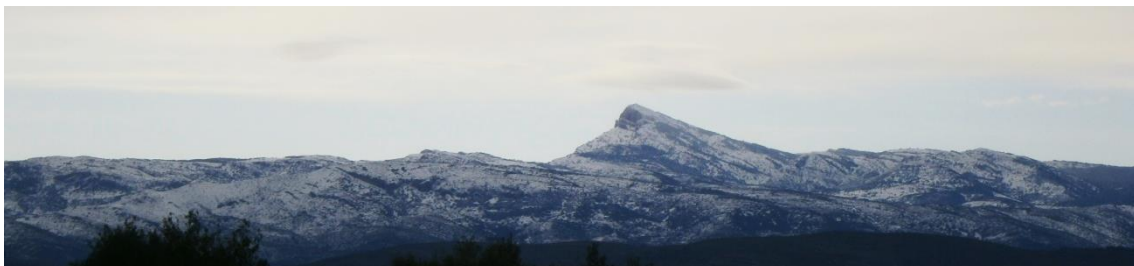
La primera condición para que una precipitación sea sólida es que la temperatura ambiental esté cercana a los ceros grados. Las nevadas más intensas se producen con temperaturas entre los 0 y 3°C, pero en situaciones de tormenta y baja humedad ambiental, de forma excepcional, los registros pueden estar próximos a los 10°C.

Además de la temperatura ambiental, hay otros factores que determinan la aparición o no de este meteoro y que éste cuaje:

- La temperatura en los diferentes niveles de la troposfera. A igualdad de temperatura superficial, habrá más probabilidad de que nieve cuanto más bajas sean las temperaturas en las capas medias y altas de la troposfera.
- la humedad del aire y la intensidad del viento. Cuanto más baja sea la humedad ambiental o menos intenso sea viento, más probabilidad habrá de que aparezca este meteoro y que cuaje a cotas más bajas.
- La intensidad de la nevada y la temperatura del suelo. Cuanto más intensa sea la nevada o más fría esté la superficie del suelo, más probabilidad habrá de que cuaje la nieve.

En la zona montañosa del interior de la provincia de Castellón las nevadas más importantes las suelen producir los temporales de levante. Estas situaciones se caracterizan por la existencia de un embolsamiento de aire frío en las capas altas o medias de la troposfera y un área de presión superficial, asentada en el mar de Alborán o el norte de África, que favorece la entrada de aire húmedo del Mediterráneo. En general, se registran nevadas en alturas superiores a los 700 metros cuando la temperatura a 850 hPa (unos 1.500 m de altura) está por debajo de los 0°C y a 500 hPa (unos 5.500 m de altura) de los -25°C. Estas situaciones son relativamente frecuentes en invierno y la primera parte de la primavera, una o dos veces al año (5 veces en alturas superiores a los 1.000 m), y pueden provocar complicaciones en las poblaciones del interior castellonense.

Las nevadas en la zona costera son mucho más esporádicas que en el interior ya que, además de la advección húmeda, requieren de un embolsamiento de aire frío mucho más potente, con temperaturas inferiores a -5°C y -30°C, a 850 hPa y 500 hPa, respectivamente. Como hemos comentado anteriormente, los episodios del nordeste del tipo 2 húmedo, como el ocurrido el 16-17 enero de 1946 (figuras 5 y 6), son los más propicios.



El macizo del Penyagolosa tras la nevada de finales de febrero de 2013. En localidades como Castellfort se acumularon 68 cm de nieve, alcanzándose el metro en algunas zonas del interior castellonense.

4. Fuentes de información

Disponemos de muy poca información sobre los extremos climáticos y, más concretamente, sobre las olas de frío y nevadas que sufrió la provincia de Castellón durante los siglos XV-XVIII. Juan A. Balbás en su libro *La Provincia de Castellón* (Balbás Cruz, 1981) nos aporta algunas noticias sobre aquellos años, aunque son insuficientes. Por tanto, para ampliar nuestro conocimiento sobre el clima de Castellón en tiempos pasados, ha sido necesario recurrir a la documentación histórica de otras ciudades y lugares próximos. Respecto a los episodios fríos, disponemos de bastante información sobre las heladas que padeció el Ebro a su paso por Tortosa, muy cerca de su desembocadura (Font Tullot, 1988) (Puente, 2007). Este fenómeno nos puede ayudar a estimar las temperaturas mínimas extremas que se registraron en aquellos tiempos. En efecto, como nos comenta Font Tullot, para que el río Ebro se congele en Tortosa deben registrarse temperaturas mínimas del orden de -10° a -15° C cerca de la costa mediterránea y, lo que es más importante, que el frío se prolongue durante días en los que las máximas no superen los cero grados. Respecto a las nevadas, al ser Valencia una urbe de mayor entidad que Castellón, disponemos de un mayor número de noticias (Font Tullot, 1988). Esta información nos permite estimar la frecuencia con la que se presentaba este meteoro en las costas valencianas y, en consecuencia, en la capital de la Plana.

Del siglo XIX, el cronista Juan A. Balbás nos proporciona bastante más información sobre los inviernos más rigurosos y, especialmente, sobre el periodo 1880-1891. Sin embargo, las noticias procedentes de Valencia y del río Ebro siguen siendo relevantes. Además, a partir de 1858 comienzan a realizarse mediciones meteorológicas en la Comunidad Valenciana, primero en Alicante y Valencia y, posteriormente, en Castellón, lo que nos permite disponer de registros de temperatura y precipitación¹.

Las fuentes de información sobre los extremos climáticos padecidos durante los siglos XX y XXI son mucho más numerosas y básicamente han sido las siguientes:

- . Los resúmenes anuales de las observaciones meteorológicas emitidos por el antiguo Servicio Meteorológico Nacional.
- . Las hemerotecas de los diarios locales y nacionales (El Mediterráneo, El Levante, La Vanguardia, El ABC, etc.).
- . Los datos meteorológicos de la Agencia Estatal de Meteorología, AEMET, correspondientes a las observaciones de las principales estaciones nacionales desde la primera mitad del siglo XX.

¹ La ubicación del observatorio oficial de Castellón ha cambiado tres veces desde que se realizan mediciones. A principios de la década de los ochenta del siglo XIX se instaló el primer observatorio, en el Instituto Provincial de Segunda Enseñanza, sito en el antiguo convento de las Monjas Clarisas en la actual Plaza Santa Clara. Después de unos 10 años de funcionamiento se paralizaron las observaciones, las cuales volvieron a retomarse en 1911. En el nuevo instituto de la Av. Del Rey Don Jaime, continuaron las medidas a partir de 1921 y hasta finales de 1975. En enero de 1976 comenzaron las mediciones en el observatorio de Almassora, donde todavía continúan.

- Los libros de Inocencio Font Tullot (Font Tullot, 1988 y 2000) y de Vicente Aupí (Aupí, 2005).
- Los mapas de reanálisis del NCEP (1948-actual) y NOAA-CIRES (1871-1947) de Wetterzentrale².
- Las series de datos que proporciona en su Web el Earth Research Laboratory (NOAA)³.

5. Situaciones históricas

Siglos XV-XVIII

Desde finales de la Edad Media hasta mitad del siglo XIX⁴, el clima del planeta experimentó un largo enfriamiento que los especialistas en la materia denominan la Pequeña Edad de Hielo (PEH). Font Tullot (1988) califica este cambio climático como uno de los más notables de los últimos 2.500 años de vida del periodo Subatlántico. Previamente a este episodio, entre los siglos VIII y XIV-XV, se había disfrutado de un episodio de temperaturas suaves denominado Optimo Climático Medieval.

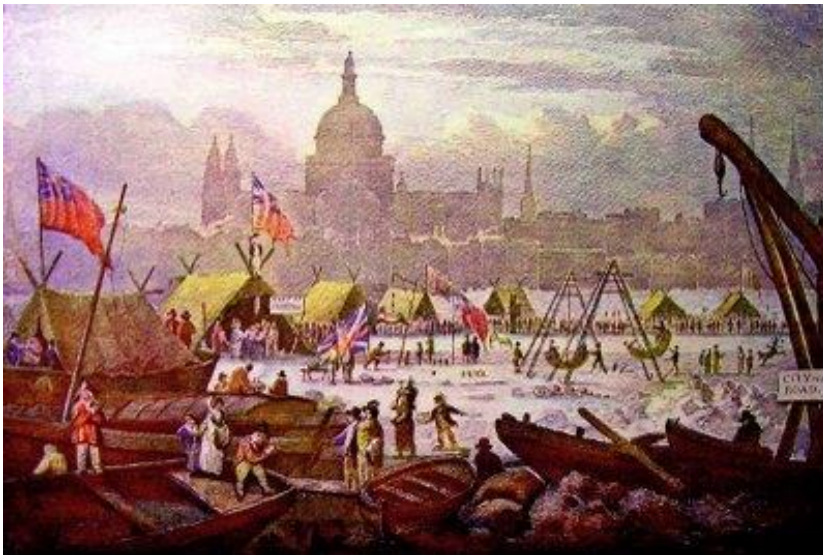


Figura 9. Feria en Londres sobre el río Támesis helado.

La PEH fue una época en la que los londinenses podían patinar y hacer ferias sobre el río Támesis (figura 9), en la que río Ebro se helaba en su desembocadura, y en la que los glaciares de los Alpes y Escandinavia crecieron de forma apreciable. En el interior de la

² <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaur.html>

³ <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/timeseries/daily/>

⁴ No hay acuerdo unánime sobre la duración de la PEH. Mientras que Font Tullot (1988) prefiere limitar esta fase fría a los siglos XVI y XVII, otros autores consideran que comenzó en el siglo XV y acabó a mediados del siglo XIX o, incluso, a finales del mismo. Una de las razones de estas discrepancias se halla en que su duración e intensidad no fue igual en todo el planeta.

provincia de Castellón durante dicho periodo se construyeron las denominadas neveras, edificaciones relacionadas con el almacenamiento y comercialización del hielo y la nieve (Quereda Sala, 2001). Sin embargo, no todos los años que duró este periodo fueron uniformemente fríos, ya que a decenios muy fríos les siguieron otros de recuperación térmica. En general, el clima se hizo más extremo, durante largos periodos de tiempo la circulación atmosférica del oeste se debilitó lo que permitió la entrada de masas de aire muy frío y seco de origen continental que producían un descenso acusado y constante de las temperaturas durante semanas o incluso meses.

A continuación, basándonos en la información recopilada, se describen las situaciones más rigurosas padecidas durante aquellos años:

Diciembre 1442. Primera helada del Ebro de la que se tiene noticia, como consecuencia de una intensa ola de frío del NE. Grandes témpanos de hielo arrastrados por la corriente hicieron que el puente de barcas en Tortosa quedase arrasado. Según los datos de que se disponen el río se habría helado completamente la víspera de Santa Lucía. Además, Balbás nos relata que el vino se congeló en las bodegas.

Enero 1447. Se heló el río Ebro entre el 1 y el 11 de enero. Tuvo que ser una de las más intensas heladas que haya padecido el río, ya que, según Bayerri Bertomeu, “se formó una capa de hielo tan recia, que por frente de la iglesia de Santiago, el bajo pueblo se divertía pasando a pie desde una a otra orilla “.

Año 1503. Se hiela el Ebro una vez más, y según relata Fontana Tarrats, en su libro *Historia del Clima de Cataluña*, se cruzaba el río andando sobre el hielo.

Diciembre 1506. El 12 de diciembre se hiela el río Ebro y parece ser que fue de tal intensidad que, de acuerdo con Bayerri Bertomeu, “se dio el caso de atravesarse el río montado un hombre sobre una mula, sin que cediera el gélido pavimento”. Algunas fuentes sitúan esta helada en el mes de enero.

Enero 1543. El 18 de enero cae un palmo de nieve en la ciudad de Valencia.

Invierno 1572-1573. El Ebro se hiela en medio de uno de los inviernos más fríos del siglo XVI. El río comenzó a helarse el día 20 de diciembre de 1572 permaneciendo helado hasta la segunda decena del mes de enero, siendo una de las heladas más duraderas e intensas de las que se tiene constancia. Según Font Tullot todo el país estuvo azotado por sucesivas oleadas de frío continental de una crudeza inusitada, siendo afectada especialmente la vertiente mediterránea. En Cataluña, los cronistas de la época nos relatan que el frío mató a muchos animales y heló el vino y los huevos. Hacia finales del año 1572, el día 29, se produjo una intensa nevada en Alicante.

Invierno 1580-1581. Durante este invierno hubo, según Francisco Martorell, una nueva helada del Ebro. En su obra de 1626, menciona varias heladas del río, como las de 1506, 1573 y 1590.

Enero 1590. El Ebro vuelve a helarse a su paso por Tortosa. Fontana Tarrats indica que las nevadas y el frío llegaron a rincones insospechados de la Península.

Febrero 1592. El día 23 hubo una gran nevada en la ciudad de Valencia.

Diciembre 1594. El día 22 se registró una intensa nevada en Valencia.

Febrero 1600. El día 3 nevó en Valencia.

Febrero 1603. El día 4 nevó en Valencia.

Invierno 1623-1624. Fue un invierno especialmente crudo. Como consecuencia de los fríos continentales, el día 30 de diciembre el Ebro se heló a la altura de Tortosa, lo que provocó la destrucción del puente de barcas que lo cruzaba. A finales de enero de 1624 se recrudeció la situación, una entrada de frío siberiano hizo que se helase el Turia el día 30 y que cayese una copiosa nevada el día 31 sobre la ciudad de Valencia. Las nevadas continuaron durante el mes de febrero por todo el arco mediterráneo, desde Cataluña hasta Alicante y Murcia. El día 1 de febrero se registró una nevada general en Cataluña y el interior de Castellón, produciéndose incluso muertes por hipotermia. En los días posteriores el hambre se extendió al no poder llegar suministros por encontrarse los caminos intransitables.

Primavera 1643. El día 29 abril, según narra mosén Vicente Torralba en sus memorias, se acumuló un palmo de nieve en la ciudad de Valencia. El mismo cronista nos relata que el día 8 de mayo volvió a nevar.

Enero 1648-1649. Parece que hubo una nueva helada del Ebro que se habría producido en enero de 1649, no se dispone sin embargo de fechas exactas.

Enero 1656. Intensa nevada en el interior de la provincia de Castellón. En Castellfort la nevada duró cinco días y acumuló cinco palmos de espesor.

Enero 1684. Se registra la primera nevada documentada de Castellón.

Enero de 1694. El día 11, en uno de los inviernos más crudos del siglo XVII, se volvió a helar el Ebro. El espesor del hielo en Tortosa alcanzó los tres metros según Bayerra Bertomeu, por lo que parece tratarse de la mayor de todas las heladas documentadas. Esta situación se mantuvo al menos durante tres días seguidos, bajando témpanos de hielo por el río durante los quince días siguientes. Los fríos duraron hasta bien entrada la primavera.

Invierno 1708-1709. Invierno muy severo, de características similares a las de los más crudos de la PEH y especialmente durante el mes de enero cuando llegó a helarse el río Ebro en Tortosa. Según el relato de Balbás fue un invierno terrible, “las raíces se helaron en el interior de la tierra. Los árboles más corpulentos estallaban con un ruido súbito e impetuoso como el de un formidable cañonazo o un gran trueno. El hambre fue espantosa...”

Invierno 1712-1713. Invierno muy frío y, en general, extremadamente seco debido al constante bloqueo de la circulación zonal, lo que habría permitido la entrada de vientos muy fríos de origen siberiano, siendo lo más destacado la helada del río Ebro a su paso por Tortosa, aunque según las crónicas no habría sido tan intensa como las de años anteriores.

Inviernos de 1739-40 y 1754-55. El primero se dejó sentir especialmente en la Europa continental con una severidad pocas veces repetida. Así, Balbás en su libro nos describe que en Londres se repiten “lo de las fiestas sobre el Támesis”. En los dos casos y según

las crónicas de Enrique Bayerri, el Ebro no llegó a helarse completamente, aunque los hielos rondaron su cauce durante varios días.

Enero 1766. Se produce una nueva helada del Ebro, debiendo ser un invierno muy severo en toda la Península. El historiador Enrique Bayerri nos relata que “en el año 1765 fueron muy grandes y furiosos los fríos que en todas partes se padecieron; se heló el río Ebro y prosiguieron los fríos y hielos hasta el marzo del año siguiente, de 1766; quedó el tema como el año de los fríos y hielos”. Durante aquel invierno se produjeron constantes entradas de aire frío polar continental que mantuvo un régimen de heladas permanente sobre toda la Península.

Enero 1784. Fue un invierno muy frío, especialmente durante el mes de enero. Las heladas fueron tan extensas y persistentes que produjeron una nueva helada del río Ebro hacia finales de este mes, sin embargo, no parece que su intensidad fuese comparable a las heladas anteriores.

Invierno 1788-1789. Seguramente uno de los inviernos más crudos de todo el siglo XVIII; se registró una intensa ola de frío del NE en el mes de diciembre de 1788 que mantuvo helado el río Ebro durante dos semanas a su paso por Tortosa, siendo una de las heladas más intensas que se recuerdan, comparable a las de 1624 y 1694. Según Balbás fue un “invierno horriblemente frío. Las heladas duraron dos meses (diciembre y enero). Se helaron todos los ríos” ... “Los pobres sucumbían ateridos de frío y de hambre.” Continuando con las descripciones de Balbás el día 25 de diciembre hubo un “espantoso huracán y gran frío. El viento derribó en Castellón varias casas y parte del convento de San Francisco. Se heló la acequia mayor y una gran balsa que había en la plaza del Ravalet, encima de la cual iban carros cargados sin romper el hielo.”

Diciembre de 1796. El día 28 Balbás nos informa de que se registra “una extraordinaria nevada en Castellón y en todo el Maestrazgo. Grandes fríos.”

Siglo XIX

El siglo XIX se caracterizó por una sucesión de fases frías y cálidas bien marcadas (Font Tullot, 1988). La recuperación térmica que, al igual que en el resto de Europa, se inició en la Península hacia finales del siglo XVIII, se mantuvo hasta el final de la tercera década del siglo. El año 1829 marcó el cambio hacia una nueva fase, en la que se alternaron las olas de frío polar invernales y las olas de calor estivales. A partir de los años cincuenta comenzó una fase más benigna que duró hasta principios de los años ochenta. La explosión del Krakatoa, sucedida en 1883, fue probablemente la responsable del nuevo enfriamiento ocurrido a partir de esas fechas y que, en sus máximos, devolvió el clima a un escenario típico de la PEH. El invierno de 1894-1895 marcó un punto de inflexión en esta fase fría con una recuperación clara de las temperaturas que fue más apreciable durante el siglo siguiente.

Como puede observarse en la figura 10, las medidas de temperatura, que comenzaron a realizarse en el Instituto Provincial de Castellón a partir de 1880, registraron la última fase fría del siglo XIX. Los mínimos absolutos anuales no fueron extraordinariamente bajos hasta finales de 1883 pero, a partir de dicho año y con la excepción de 1886, se midieron valores próximos o inferiores a $-3,0^{\circ}\text{C}$, destacando los $-10,4^{\circ}\text{C}$ medidos en enero de 1891.

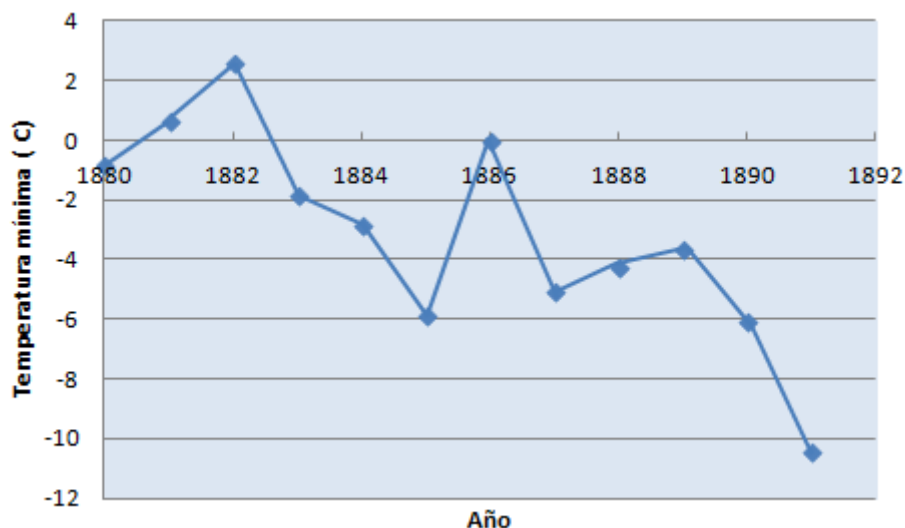


Figura 10. Temperaturas mínimas registradas en el Instituto Provincial de Castellón. Fuente: Balbás.

Las situaciones más destacables del siglo XIX fueron las siguientes:

Enero 1810. Balbás nos documenta una nevada ocurrida el día 22. “Gran nevada. En Castellón estuvo nevando desde las 8 de la noche hasta las dos del siguiente día”.

Diciembre 1822. El mismo cronista relata otra nevada ocurrida el día 19 pero no nos indica si se registró en la capital. “Gran nevada en toda la provincia. En el alto Maestrazgo fue horrorosa”.

Invierno 1829-1830. Durante este invierno se observaron algunos de los elementos típicos de los inviernos más fríos de la PEH, entre otros, la congelación del río Ebro. La entrada de aire frío siberiano comenzó a mediados del mes de diciembre de 1829 para intensificarse a partir del día de Navidad, arreciando el frío de tal manera que el Ebro amaneció helado el día 31 de diciembre, manteniéndose así al menos durante una semana. El frío, extremo en todo el país, fue especialmente intenso en el arco mediterráneo. En Tarragona las temperaturas descendieron hasta -7°C , helándose las orillas del mar. En Barcelona nevó el día de Navidad y volvió a hacerlo con intensidad el día 1 de febrero de 1830, cuando se inició una nueva ola de frío continental. En Valencia se heló la albufera, mientras que, en Castellón, Balbás nos comenta que la acequia mayor se heló, hecho que no volvió a suceder hasta 1891.

Enero 1842. El día 5, según nos relata Balbás se produce una “formidable nevada en Castellón y todos los pueblos del llano”. También nevó en Valencia.

Febrero 1860. Se produce la entrada de una gran ola de frío con importantes nevadas en el Cantábrico. El temporal se extendió a otras partes del país, registrándose una nevada muy intensa el día 23 de febrero en Orihuela y su comarca. También nevó en Valencia, pero no tenemos constancia de que lo hiciera en Castellón.

Invierno 1870-1871. Durante este invierno se produce una de históricas olas de frío del siglo XIX, siendo uno de los inviernos más fríos del siglo. La península Ibérica se vio invadida por masas de aire continental, muy frías, durante buena parte de los meses de diciembre y enero, registrándose algunas de las temperaturas más bajas en los antiguos

observatorios de institutos y universidades. Según nos ilustra Enrique Bayerri, la nevada caída el 28 de diciembre dejó sobre Tortosa una capa de 20 cm de espesor. Al día siguiente, el día 29, en Valencia se registró una nevada, así como en Alicante, pero no hay constancia de que lo hiciera en la ciudad de Castellón.

Diciembre de 1883. Balbás nos documenta los días 7 y 8, una “gran nevada en toda la provincia. En Castellón empezó a nevar a las once de la noche, apareciendo al día siguiente un palmo de nieve en las calles y tejados, causando gran sorpresa y regocijo, en especial a la gente joven, pues no había nevado desde el año 1842”.

Enero de 1885. Se produjo un temporal de frío y nieve que, conjuntamente con la posterior ola de frío siberiano del invierno de 1890-91, supuso la entrada de aire frío más intensa y general que padeció la Península durante el último cuarto del siglo XIX. El día 14 nevó en la mayor parte del país, alcanzado este fenómeno las costas mediterráneas. Al día siguiente se mantuvieron las nevadas siendo más intensas en el norte y algo más moderadas en el este y el sur. El ambiente se tornó progresivamente más frío, sobre todo a partir del día 15, lo que causó la congelación total de muchos ríos de la meseta norte y de otras regiones peninsulares. Siguió nevando los días 17, 18 y 19 en muchos puntos de España. Posteriormente, el temporal dio muestras de agotamiento y, a partir del inicio de la tercera decena de enero, comenzó una recuperación rápida de las temperaturas acompañada por el cambio de los vientos a componente oeste.



Figura 11. Nevada en Valencia durante el enero de 1885. Fotografía de Antonio García Peris.

El episodio se inició el día 12 con una advección de aire polar marítimo que derivó, rápidamente, a una de aire polar continental, primero, del subtipo seco y, posteriormente, del subtipo húmedo. Los días 14 y 15 nevó en la capital de la Plana. Este último día también nevó en Valencia, donde se acumuló un espesor de 12 cm y la mínima fue de -7°C . Al día siguiente, el 16 enero, se registraron $-5,8^{\circ}\text{C}$ en Castellón. El día 17, las nevadas retornaron a ambas capitales, acumulándose en las calles de Valencia un espesor de 25 cm, con una mínima de -6°C . La intensidad del temporal y de los fríos fue de tal

magnitud que no es de extrañar que la nieve se conservara en las calles de la capital del Turia durante siete días, como así nos relatan los cronistas de la época.

Invierno 1890-1891. Este invierno merece ser recordado por lo extremadamente frío y seco que fue, en general, en todo el país. Un régimen prácticamente constante de vientos del noreste, desde mediados de octubre de 1890 hasta la primavera de 1891, provocó la llegada casi continua de masas de aire muy frío y seco a la península Ibérica, con un tiempo gélido y precipitaciones escasas salvo en algunas zonas del norte, como las costas cantábricas. Esta sucesión de olas de frío continental dejó mínimas absolutas aún no superadas, como la del Observatorio Astronómico de Madrid con $-12,5^{\circ}\text{C}$, el 29 de noviembre de 1890. A mitad de enero, el frío llegó a ser tan intenso que se produjo la última helada del río Ebro a su paso por Tortosa. Enrique Bayerri nos relata en su obra que “el 18 de enero de 1891 aparecieron heladas las aguas del río Ebro, a casi todo lo largo del frente de Tortosa, con una temperatura de $9,5^{\circ}\text{C}$ grados bajo cero, una de las mayores, si no la mayor, de que se tiene aquí noticia”. Esta última helada duró un par de días, pero parece ser que no fue tan potente como las de los siglos anteriores ni por su duración ni por su intensidad, ya que el hielo no tuvo el espesor ni la firmeza de otras veces. Evidentemente no sólo se heló el Ebro sino todos los ríos de la meseta, tal como había sucedido en el invierno 1884-1885.



Figura 12. Foto del río Ebro helado a su paso por Tortosa en enero de 1891. Fotografía de Bonaventura Masdú.

Las heladas de este invierno, ocurridas desde finales de noviembre de 1890 hasta finales de enero de 1891, fueron consecuencia de una serie de entradas de aire frío continental seco que apenas aportaron precipitaciones a la vertiente mediterránea. En Castellón, según nos relata Balbás, “el 29 de noviembre de 1890 el termómetro ya bajó a $-5,4^{\circ}\text{C}$, durando muchos días el frío. El año 1890 acabó con frío y nieves y el 1891 empezó con una ligera lluvia que se convirtió en un fuerte nevasco hacia el día de Reyes, apareciendo completamente nevadas todas las montañas”. Continuando con el relato de Balbás “el 18 de enero la mínima registrada en Castellón fue de $-10,4^{\circ}\text{C}$. Todo el día se mantuvo bajo cero. Se heló parte de la cosecha de la naranja, así como también los algarrobos y las

verduras. Aparecieron heladas todas las acequias de la huerta y la acequia mayor, el río Mijares y el Ebro, observándose además en el grao un hecho rarísimo que causó la admiración de todos los que lo presenciaron: las olas del mar, al llegar a la playa quedaban congeladas, formándose una inmensa faja de hielo a orillas del Mediterráneo. La temperatura siguió muy baja los días sucesivos. En Morella el termómetro llegó a -20°C según nos lo han asegurado personas dignas de crédito”. En el observatorio de la Universidad de Valencia el día 18 se registraron -8.0°C , mínima absoluta registrada en la capital desde el inicio de las mediciones en 1869. Balbás acaba el relato de este invierno comentando que “cerramos estos apuntes en la segunda quincena de febrero con un cielo siempre sereno ...; pero bajando aún todas las noches el termómetro a 2 y 3 bajo cero”.

Siglo XX

El siglo XX se caracterizó por un aumento apreciable de las temperaturas y de la variabilidad climática, sobre todo a partir de su segunda mitad. Se estima que la temperatura ambiental del planeta subió, en promedio, unos $0,8^{\circ}\text{C}$, de $13,6^{\circ}\text{C}$ a $14,4^{\circ}\text{C}$. Sin embargo, la tendencia a lo largo del siglo no fue uniforme, ni en el tiempo ni en el espacio. La integración de los registros de temperatura de más de trescientas estaciones en todo el hemisferio norte ha permitido establecer tres fases en la secuencia climática del pasado siglo (Quereda Sala, 2001). En la primera mitad, hasta casi finales de los años cuarenta, se produjo un intenso calentamiento de unos $0,4-0,7^{\circ}\text{C}$. A este calentamiento siguió un ligero enfriamiento o palier que acabó a mitad de los años setenta. Durante la última fase, hasta finales de siglo, se produjo un nuevo calentamiento que en algunos observatorios del Mediterráneo occidental superó los $0,7^{\circ}\text{C}$.

Los episodios fríos y las nevadas más destacables fueron los siguientes:

Febrero de 1902 y 1907. Durante los febreros de 1902 y 1907 se produjeron sendas entradas de aire polar continental seco. No disponemos de registros meteorológicos de la ciudad de Castellón, pero sí del observatorio de la universidad de Valencia, pudiéndose destacar los $-2,7^{\circ}\text{C}$ y $-2,0^{\circ}\text{C}$

medidos en febrero de 1902 y 1907, respectivamente.

Enero de 1914. De este mes destacaron, no tanto las temperaturas mínimas registradas en toda España, en cualquier caso muy bajas, sino, especialmente, las temperaturas medias que, junto con las registradas en 1945, resultan ser las más bajas del siglo XX para un mes de enero en la Península. El frío comenzó a principios de año y no remitió hasta finales de mes, manteniéndose un régimen general de heladas y bajas temperaturas.

Durante este mes se produjeron dos advecciones de aire polar continental, casi seguidas, del tipo 2 seco, con algunas derivaciones al subtipo húmedo. La primera pulsación comenzó el 31 de diciembre de 1913 y se prolongó hasta la víspera de Reyes. El día 2 se registró una ligera nevada en la capital del Turia que llegó a cuajar, midiéndose una temperatura mínima de -2°C . A partir de 13 de enero, una segunda invasión de aire siberiano produjo un recrudecimiento del frío y nevadas generalizadas que alcanzaron de

nuevo las costas mediterráneas. A finales de este episodio, el día 22, nevó en la ciudad de Alicante, fenómeno que no se veía desde 1887. No se tiene constancia de que nevara en Castellón durante esas fechas. El observatorio de la universidad de Valencia registró una mínima mensual de $-3,8^{\circ}\text{C}$ mientras que en la ciudad de Castellón las mínimas no fueron tan rigurosas y no bajaron de $-0,5^{\circ}\text{C}$. De los registros de la provincia de Castellón, destacan los -14°C registrados en Sant Joan del Penyagolosa (Vistabella).

Invierno 1917-1918. La ola de frío registrada durante este invierno es una de las de mayor rigor de toda la pasada centuria. Se produjeron nevadas intensas y muy generalizadas y, en muchos puntos del interior peninsular, las temperaturas bajaron de -20°C , congelándose la mayor parte de los ríos castellanos. Especialmente intensos fueron los fríos del día de Nochevieja y Año Nuevo, días en los que se registraron la mayoría de las mínimas absolutas de este temporal de frío.

El episodio comenzó como una advección de aire polar del tipo 2 seco que evolucionó, a finales de diciembre, a una situación del tipo 2 húmedo. El 29 de diciembre se registró en la universidad de Valencia una mínima de $-2,0^{\circ}\text{C}$, e idéntica temperatura se midió en la ciudad de Castellón el 31 de diciembre. En Valencia, el día 30 de diciembre, se registró una nevada que acumuló una capa de 4 cm. En la capital de la Plana también nevó, pero desconocemos el espesor que se acumuló.

Diciembre 1920. Durante este mes se registró una corta pero intensa ola de frío que fue originada por una advección polar continental del tipo húmedo, posiblemente reforzada, a posteriori, por una situación del tipo 3. Aunque se desconoce si nevó en la ciudad de Castellón, sí que lo hizo en numerosas zonas de la vertiente mediterránea. El día 19 se registró en la capital una mínima de $-5,0^{\circ}\text{C}$, lo que supone la efeméride para un mes de diciembre, y al día siguiente se midieron $-4,6^{\circ}\text{C}$. Destacan también los -3°C registrados en la capital del Turia el día 19.

Año 1926. A finales de 1925 y principios de 1926 se registraron heladas que, de acuerdo con Font Tullot, fueron de radiación. En Castellón no fueron de gran intensidad, ya que las temperaturas mínimas apenas bajaron de los 0°C . De ese año, lo más reseñable fue el episodio de diciembre de 1926, la denominada neva grossa, que fue seguramente la mayor nevada ocurrida en el levante español en los últimos doscientos años, y que se registró, entre la Nochebuena y el día 27, en amplias zonas de Alicante y Murcia.

El episodio se inició el día 23 con una irrupción de aire polar continental del tipo seco que derivó rápidamente a una del tipo húmedo los días 25-27, con la formación de una depresión muy fría sobre el sudeste peninsular que provocó un fuerte temporal de levante acompañado de lluvias de elevada intensidad horaria, especialmente, en el sur de la Comunidad. Destacan, sobre todo, los 210 cm de nieve acumulados en el Santuario de la Virgen de los Lirios en la Font Roja, aunque en algunas zonas de la sierra de Aitana, bien expuestas a los vientos de levante, pudo ser netamente superior. En otros puntos del litoral valenciano y del archipiélago balear fue más destacable la intensidad de la lluvia y la violencia del viento, aunque también nevó de forma abundante en poblaciones del interior

castellonense, destacando los 50 cm de espesor de nieve registrados en el municipio de Benassal. Como datos de temperatura extremos se pueden mencionar los -7°C de Alcoy y -1°C en Valencia; desafortunadamente, no se dispone de registros meteorológicos de la ciudad de Castellón para esas fechas.

Febrero 1932. A partir de la segunda semana de este mes, se sufrió una ola de frío de aire polar marítimo, que destacó, más que por las temperaturas mínimas registradas, $-0,2^{\circ}\text{C}$ en la ciudad de Castellón el día 16, por su persistencia, ya que finalizó a comienzos del mes siguiente.

Enero y diciembre 1933. A finales de enero se produjo una ola de frío continental del tipo 2 húmedo con nevadas que alcanzaron las costas mediterráneas. El día 24 nevó ligeramente en las ciudades de Valencia y Castellón. Las mínimas no fueron excepcionalmente bajas, siendo la mínima mensual en la capital de la Plana de $-0,4^{\circ}\text{C}$ el día 26.

A mediados de diciembre de este mismo año, se produjo una nueva advección de aire polar continental, reproduciéndose las nevadas de principios de año. En Castellón nevó, pero no tenemos constancia de que llegara a cuajar.

Enero 1935. Durante la segunda mitad de enero se produjo una de las olas de aire frío más intensas de la década. Este episodio estuvo originado por dos advecciones consecutivas; la primera pulsación, menos intensa, de aire polar marítimo, y la segunda, mucho más intensa, de aire polar continental, destacando en la ciudad de Castellón los $-3,2^{\circ}\text{C}$ registrados los días 30 y 31.

Años 1938, 1939, 1940 y 1942. Durante el final de la guerra y los primeros años de la postguerra se vivieron inviernos especialmente fríos. Los datos de aquellos años, debido a las circunstancias, son muy limitados, destacando $-2,0^{\circ}\text{C}$ el 5/01/1938 y el 15/02/1938, $-2,3^{\circ}\text{C}$ el 27/12/1938, $-2,1^{\circ}\text{C}$ el 17/02/1939, $-2,0$ el 24/01/1940 y 26/12/1940, y $-2,0^{\circ}\text{C}$ el 13/01/1942.

Febrero 1944. A partir de la segunda quincena del mes se produjo una advección de aire frío que fue oscilando entre polar marítima y continental, tanto del subtipo 1 como del 2, y que produjo intensas nevadas en el norte peninsular.

En la ciudad de Castellón, las temperaturas no fueron especialmente bajas, destacando los $-0,2^{\circ}\text{C}$ registrados el día 21. A partir del día 23, la advección fue húmeda y, aunque no tenemos constancia de que nevara en la capital, el día 24 se registró una ligera precipitación de 1,6 mm, por lo que, con una mínima de $0,3^{\circ}\text{C}$, es muy posible que en la capital de La Plana se observara la caída de copos o aguanieve.

Enero 1945. Como se comentó anteriormente, fue uno de los meses más gélidos del pasado siglo. La constante entrada de frentes fríos de origen polar con largo recorrido marítimo y, por consiguiente, cargados de humedad, provocaron precipitaciones constantes y abundantes en gran parte de la península Ibérica durante la práctica totalidad del mes. A partir del día 8 se registraron nevadas en las dos mesetas, en la cuenca alta y media del Ebro y en Cataluña. El temporal se intensificó los días 13, 14 y 15, y las nevadas

llegaron al levante español y Andalucía. La ola de frío afectó de forma especialmente intensa a la capital de España, midiéndose $-10,1^{\circ}\text{C}$ en el observatorio del Retiro el día 16.

Durante la ola de frío se sucedieron las situaciones del tipo 1 y 2 seco y húmedo. Los días 13 y 14 nevó en las tres capitales valencianas, registrándose en Castellón una mínima absoluta de $-1,6^{\circ}\text{C}$.

Enero y diciembre 1946. A mediados de enero, se produjo una irrupción de aire polar con temperaturas muy bajas en toda la Península y nevadas en el Mediterráneo.



Figura 13. Casino Antiguo de Castellón, 17 de enero de 1946. Fuente: archivo del Casino.

El episodio comenzó el día 16 como una advección de aire polar del tipo 2 seco que derivó, rápidamente, al subtipo húmedo, provocando en Valencia y, especialmente, en la zona costera castellanense nevadas muy intensas. El día 16 precipitaron en Valencia 5,8 mm en forma sólida, unos 5 cm de espesor de nieve, mientras que, entre los días 16 y 17, se registró en la capital de La Plana la mayor nevada del pasado siglo, acumulándose espesores de 25 cm, que en algunas zonas alcanzaron el medio metro. Las temperaturas más bajas se registraron con posterioridad al temporal de nieve debido a una transición al tipo 3, en la que la gran cantidad de nieve acumulada favoreció la irradiación nocturna. El día 17 el termómetro bajó en Valencia hasta los $-6,5^{\circ}\text{C}$ mientras que al día siguiente se registraron en Castellón $-5,4^{\circ}\text{C}$.

La segunda ola de frío, a finales de año, fue de origen continental y afectó con mayor intensidad a Valencia. El día 17 de diciembre se registró en esta capital una temperatura de $-1,4^{\circ}\text{C}$ mientras que en Castellón no bajó de los cero grados. El día 18, precipitaron en Valencia 15,8 mm en forma de nieve y lluvia y otros 11,1 mm el día 21. No se tiene

constancia de que nevaba en la ciudad de Castellón, pero es posible que cayera aguanieve en el centro urbano o sus alrededores el día 18, cuando el observatorio de la capital registró una precipitación de 5,0mm.

Febrero 1954. A principios de este mes una masa de aire frío de origen polar continental se canalizó hacia la Península generando un descenso acusado de las temperaturas y nevadas generalizadas en casi todo el territorio peninsular y Baleares. Las nevadas fueron especialmente intensas en la Cornisa Cantábrica, pero, las más reseñables, debido a su excepcionalidad, fueron las que se registraron, los días 3 y 4, en amplias zonas del sur y este peninsular.



Figura 14. Plaza Fadrell, 2de febrero de 1954. Fotografía de José Prades.

El episodio comenzó el día 1 de febrero con una invasión de aire polar continental del tipo 2 seco que, rápidamente, derivó a una situación del tipo 2 húmedo. Las mínimas en la capital de la Plana estuvieron durante 6 días por debajo de los cero grados, destacando el día 2 de febrero con $-3,2^{\circ}\text{C}$. Durante este mes se registró la temperatura mínima más baja de la que se tiene constancia en la provincia de Castellón, -22°C en Castellfort. El día 4, la advección de aire húmedo del Mediterráneo favoreció la aparición de nevadas en cotas muy bajas. En Castellón, fue la última vez que este meteoro cubrió sus calles de forma apreciable, con una precipitación de 11,6 mm y una mínima de -1°C . En algunas zonas del área metropolitana de Valencia, la nieve también llegó a cuajar.

Febrero 1956. Durante la práctica totalidad del mes España sufrió la invasión de aire frío polar continental de procedencia siberiana más larga e intensa del siglo XX. Un potente anticiclón situado entre el archipiélago británico e Islandia, conjuntamente con una borrasca en el golfo de Génova, canalizaron aire polar extraordinariamente frío que afectó, especialmente, al este de la Península. Nevó copiosamente en el tercio norte, pero

poco en el centro, este y sur. A partir del día 19 una masa atlántica húmeda penetró por el suroeste y, al colisionar con la masa fría que se encontraba todavía sobre la Península, provocó intensas nevadas en lugares tan variados como la sierra madrileña, el norte de Cáceres y el interior castellonense (50 mm en Morella la Vella). En numerosos observatorios de la Península las temperaturas medias fueron de 4 a 5 grados más bajas de lo habitual por lo que este mes es considerado el mes más gélido del siglo pasado. El día 2, en el Estany de Gento (Lleida) se midió la temperatura mínima absoluta más baja de España desde que hay registros, -32°C ⁵.

La invasión de aire polar continental se desarrolló en tres oleadas. La primera inició su penetración en la península entre los días 1 y 2 de febrero, con una irrupción de aire muy marcada del tipo 2 seco que duró unos cinco días. La segunda comenzó entre los días 8 y 9 de febrero y también se debió a una irrupción polar del tipo 2 seco, duró unos seis días y fue la más intensa. La tercera, menos intensa y precisa que las anteriores, se desarrolló entre los días 17 y 22 del citado mes.

En la mayoría de los observatorios del litoral de la Comunidad Valenciana los valores mínimos fueron inferiores a -5°C , y tan sólo en la zona costera de la mitad sur de la provincia de Alicante la mínima del día 12 osciló entre -4°C y -5°C . En los observatorios de las tres capitales⁶ las mínimas registradas supusieron las efemérides, con -7.3°C en Castellón y -7.2°C en Valencia, el día 11, y -4.6°C en Alicante, el día 12. Durante aquellos días, en el interior de Castellón se registraron -19°C en Sant Joan de Penyagolosa, -17°C en Castellfort, -15°C en Morella y -8°C en Benicarló.

La invasión de 1956 no solo destaca por los récords mencionados sino por la extraordinaria circunstancia de que en muchas poblaciones valencianas durante ese mes heló más de 15 o 20 días, lo que resultó catastrófico para la agricultura. El aire seco y glacial y los cielos despejados se aliaron para favorecer heladas que no se han vuelto a repetir. El meteoro protagonista de aquellos días fueron las llamadas heladas negras que arrasaron miles de hectáreas de cítricos. Estas heladas también afectaron a árboles más resistentes como algarrobos, olivos e, incluso, a las frondosas del interior montañoso.

Enero 1960. Durante la segunda decena de este mes se produjo una invasión de aire frío polar. La nieve se presentó tanto a las costas cantábricas como en las mediterráneas.

El día 11 de enero gran parte de la Comunidad Valenciana quedó cubierta por un manto blanco que llegó en muchos puntos hasta la orilla del mar. Las nevadas fueron causadas por una advección de aire continental del tipo 2 húmedo. En la ciudad de Valencia, con

⁵ Con posterioridad a la redacción de este trabajo, se han registrado en España temperaturas más bajas durante el mes de enero de 2021, destacando los $-34,1^{\circ}\text{C}$ registrados en el Clot de LLança, el día 6 de enero, y los $-35,8^{\circ}\text{C}$, medios al día siguiente en Vega de Liordes. Sin desmerecer estos récords, pensamos que el mayor número y distribución de los puntos de observación, notablemente superior al de los años cincuenta del siglo pasado, han podido ayudar a conseguirlos.

⁶ Recordemos que la puesta en funcionamiento de estos tres observatorios fue posterior a la gran ola de aire frío siberiano de 1891.

una precipitación de 28,8 mm y una mínima de cero grados, se acumuló un espesor de nieve de unos 10 cm. Esta fue la última vez que se pudo observar este meteoro, de forma apreciable, en la capital de Turia. En Castellón, por el contrario, la mayor parte de los 13,8 mm, registrados durante ese mismo día, precipitaron en forma líquida; a primera hora de la tarde, con una temperatura de $-3,1^{\circ}\text{C}$, se vieron caer copos durante un par de horas, formándose una finísima capa helada sobre las calles y aceras que la lluvia deshizo posteriormente.



Figura 15. Valencia nevada en enero de 1960. Fuente: Las Provincias.

Diciembre 1962. A finales de este mes se produjo una entrada de aire polar continental, que originó nevadas excepcionales en Barcelona los días de Nochebuena y Navidad, llegando en muchas zonas a superarse ampliamente el medio metro de espesor.

Las nevadas de Cataluña fueron causadas por una invasión continental del tipo 2 húmedo. En la Comunidad Valenciana la invasión resultó ser del subtipo seco, lo que impidió la aparición de precipitaciones. En la ciudad de Castellón las temperaturas fueron muy bajas los días 25, $-2,7^{\circ}\text{C}$, y 26, $-2,0^{\circ}\text{C}$, pero sin precipitaciones. Otras mínimas destacables, registradas el día 25, fueron, $-7,0^{\circ}\text{C}$, en Onda y $-10,0^{\circ}\text{C}$ en Sant Mateu. Al día siguiente, el día 26, en Borriana se registraron $-3,0^{\circ}\text{C}$.

Diciembre 1963. Durante este mes un temporal de nieve afectó a buena parte de la Península. Aunque no puede considerarse una invasión polar típica, como la de febrero de 1956, el día 17 la temperatura en Calamocha bajó hasta los -30°C , un registro récord para una estación de la red española si consideramos que el observatorio de Estany Gento es de alta montaña.

Los fríos más intensos fueron consecuencia de una situación del tipo 3, en la que fue determinante la fuerte irradiación que siguió a las nevadas. En la ciudad de Castellón las temperaturas no fueron excepcionalmente bajas, aunque el día 17 se registró una mínima destacable de $-1,3^{\circ}\text{C}$. En el interior de la provincia las temperaturas fueron mucho más rigurosas, destacando los $-17,0^{\circ}\text{C}$ de Vistabella.

Invierno 1970-1971. Durante ese invierno, desde aproximadamente el día de Nochebuena hasta el 5 de enero, se padeció una de las invasiones de aire polar más intensas del siglo XX. El temporal destacó tanto por las intensas nevadas registradas como por el frío padecido, especialmente en el interior de la Península. En algunos lugares de las dos mesetas y de Aragón se registraron temperaturas mínimas récord, como fue el caso de Monreal del Campo (Teruel) con $-28,0^{\circ}\text{C}$ y Ávila con $-27,6^{\circ}\text{C}$.

La invasión se desarrolló en dos oleadas sucesivas de aire frío. La primera advección fue continental del tipo 2 subtipo seco, se inició el día 24 de diciembre y finalizó el día 26 con una entrada de aire mucho más húmedo de procedencia mediterránea que causó lluvias y nevadas generalizadas. La segunda ola de frío, más intensa, comenzó el día 31 como una situación del tipo 1, derivando posteriormente a una del tipo 2 subtipo seco. Las heladas fueron severas, incluso a nivel del mar, en toda la Comunidad Valenciana, destacando las mínimas registradas en Castellón el día de Navidad y el 3 de enero, con $-1,4^{\circ}\text{C}$ y $-1,8^{\circ}\text{C}$, respectivamente. En muchas zonas de las provincias de Castellón y Valencia las temperaturas fueron mucho más rigurosas, destacando las siguientes: el 24 de diciembre en Atzeneta $-8,0^{\circ}\text{C}$; el 1 de enero en Vistabella y Betxi, $-15,0^{\circ}\text{C}$ y $-3,0^{\circ}\text{C}$, respectivamente; finalmente, el 3 de enero -19°C y $-5,0^{\circ}\text{C}$, en Utiel y La Vall d'Uixó, respectivamente. Durante los días que se produjo la oleada tipo 2 subtipo húmeda, del 26 al 29 de diciembre, no nevó en las capitales de la Comunidad Valenciana, pero sí lo hizo en las sierras próximas a la costa, como en los montes Picayo y Garbí o en el Desierto de las Palmas, los cuales quedaron cubiertos de una apreciable capa de nieve que se mantuvo durante varios días.



Figura 16. Autobús en la sierra de Aitana en enero de 1980.

Enero 1980. Durante los días 12 y 13 de enero se vivió una situación similar a *la neva grossa* de Nochebuena de 1926, con nevadas que superaron, en algunas poblaciones de Alicante, como Alcoy, el medio metro. Nuevamente, una irrupción en altura de aire muy frío de aire polar continental y una advección intensa de aire húmedo en superficie favoreció estas extraordinarias nevadas.

A pesar de la intensa entrada de frío en la capas medias y altas de la atmosfera, las temperaturas superficiales en la zona costera no fueron tan bajas como en anteriores irrupciones de aire polar continental del subtipo húmedo, por lo que la nieve no cuajó en la capital de La Plana, pero si lo hizo en zonas muy próximas a la costa. En el observatorio oficial, la noche del día 13 se registró una mínima de 1°C y, los casi 40 mm precipitados, dejaron en el Desierto de las Palmas un manto de nieve de más de un palmo en alturas superiores a los 200-300 m de altura.

Enero de 1981. Este mes se produjo una invasión del tipo 2 húmeda, aunque no fue especialmente intensa. En la capital de La Plana, el día 10 las temperaturas mínimas bajaron hasta 1,8°C y durante la noche del 10 al 11 nevó a escasos kilómetros del núcleo urbano. En el Desierto de las Palmas se acumuló un espesor de unos 10 cm en sus cotas más altas.

Febrero 1983. Durante este mes se produjo una invasión de aire frío que provocó importantes nevadas en las costas del Cantábrico, en Galicia y en el levante peninsular. Las temperaturas también fueron muy bajas, aunque no se batió ningún récord.

La ola de frío se inició el día 6 con una invasión de aire marítimo ártico que fue derivando a una de aire polar continental seco el día 8 y que dio lugar a un fuerte descenso térmico. Los días 10 y 11 de este mes, las mínimas registradas en la ciudad de Castellón fueron de -2,0°C y -2,2°C. Posteriormente, el día 12, la advección polar pasó a ser del subtipo húmedo, lo que provocó importantes nevadas, siendo, posiblemente, la última vez que ha nevado de forma generalizada y a cota cero en la Comunidad Valenciana, desde Orihuela hasta Benicarló. Ese día se observó la caída de copos tanto en el núcleo urbano de Castellón como en el de Valencia, pero la exigua precipitación registrada impidió que la nieve cuajara. En el Desierto de las Palmas, se acumularon espesores de un par de centímetros de nieve.

Las temperaturas más bajas se registraron el día 14, al virar los vientos a componente norte tras el avance de una depresión desde Alborán, con heladas que llegaron hasta la misma costa. En Castellón se registró una mínima de -1,6°C, en Morella de -14,0°C y en Valencia de -3,0°C. La noche del día 14 al 15, se produjo una nueva irrupción de aire húmedo que estuvo acompañada de lluvias, registrándose en la capital de la Plana 12 mm. En todas las montañas de alrededor de la capital, por encima de los 100-200 m, la nieve cuajó y en el Desierto de las Palmas, los aproximadamente 25 mm precipitados en forma sólida dejaron una capa de nieve de un palmo de espesor.

Enero 1985. Sin lugar a dudas fue la última gran *siberiana* del siglo XX y, posiblemente, con la de febrero de 1956 y la del invierno de 1971-72, una de las tres más potentes del

siglo pasado. La irrupción comenzó a principios de mes con grandes nevadas en las costas cantábricas, que llegaron los días 5 y 6 a las costas mediterráneas. Tras las nevadas, el tiempo se serenó y las temperaturas bajaron de forma muy apreciable, helando en prácticamente toda España. La irrupción de aire polar continental duró unas dos semanas, siendo las temperaturas especialmente bajas en las dos mesetas, todo el norte, incluida Cataluña, y el levante español. Algunas estaciones del mediterráneo español registraron sus mínimas absolutas históricas, destacando los $-13,0^{\circ}\text{C}$ de Girona, los $-7,5^{\circ}\text{C}$ de Murcia y los $-6,0^{\circ}\text{C}$ de Tarragona.

La invasión de aire frío se inició como una situación de tipo 1 que derivó, posteriormente, a una del tipo 2 seca. La madrugada del día de Reyes comenzó a llover en Castellón y continuó todo el día, recogiendo unos 12mm. La cota de nieve, que se situó inicialmente en unos 500 m, fue bajando progresivamente hasta alcanzar prácticamente la cota cero, observándose la caída de copos incluso en la misma capital de la Plana. En las cotas más elevadas del Desierto de las Palmas se acumularon unos 10 cm de nieve. Tras el paso del frente frío, comenzó la irrupción de aire polar continental muy frío y seco, que se desarrolló en dos pulsaciones, con una bajada brusca de las temperaturas. Los días siguientes fueron muy fríos, alcanzándose una mínima de $-4,0^{\circ}\text{C}$, el 9 de enero, y de $-4,4^{\circ}\text{C}$, el día 16. Las temperaturas en el interior castellanense también fueron extremadamente bajas, destacando los -15°C de Morella y los $-12,0^{\circ}\text{C}$ de Vilafranca.

Desgraciadamente, las heladas negras, al igual que ocurrió en febrero de 1956, fueron las grandes protagonistas de este episodio frío, arrasando parte de los cultivos de regadío de todo el litoral Mediterráneo, especialmente los cítricos. La comarca más afectada fue La Plana castellanense.

Abril 1986, febrero 1987 y enero 1992. Durante estas fechas se produjeron nevadas en las sierras costeras próximas a la ciudad de Castellón.

En abril de 1986, los aproximadamente 6-8 mm registrados entre los días 11 y 12, fueron en forma sólida en el Desierto de las Palmas, cuajando la nieve por encima de los 400 m, con un espesor que en las cotas más altas llegó a alcanzar los 5 cm; pero, sin lugar a dudas, lo más extraordinario del fenómeno fueron las fechas en las que se produjo.

Menos de un año después, el 18 de febrero de 1987, se produjo otra nevada en las montañas próximas a la capital. La temperatura mínima registrada ese día en el observatorio de Almassora fue de $2,4^{\circ}\text{C}$ y los 6-10 mm precipitados dejaron una capa de nieve de unos 10 cm por encima de los 400 m. Los copos se dejaron ver en localidades tan próximas a Castellón como Borriol y Benicàssim.

El 23 de enero 1992, nevó en numerosos puntos de la Comunidad Valenciana. En la capital de la Plana la temperatura mínima fue de $1,4^{\circ}\text{C}$ y precipitaron unos 9 mm, la mayor parte en forma de aguanieve. En las montañas del Desierto se acumularon, por encima de los 100-200 m, espesores de unos 10 cm.

Invierno 1996-1997. Desde finales de 1996 hasta casi la mitad del mes de enero se produjo una invasión de aire frío polar siberiano en todo el centro y oeste de Europa con temperaturas extremadamente bajas. Aunque en la península Ibérica las temperaturas no fueron tan rigurosas, en buena parte del territorio se registraron nevadas importantes por encima de los 500 m entre el 29 de diciembre y el 3 de enero.

Los días 5 y 6 de enero, un embolsamiento de aire frío cruzó la Península, este hecho unido a la entrada de aire muy húmedo del Mediterráneo favoreció la reaparición de las nevadas en la provincia de Castellón, por encima de los 250 m. En poblaciones muy próximas a la capital de la Plana, como la Poble Tornos, la nieve cuajó, pero lo más destacable fue la nevada que se registró en el Desierto de las Palmas, donde se pudo acumular, desde principios de año, un espesor de medio metro en sus cotas más altas.

Siglo XXI

El comienzo del siglo XXI se ha caracterizado por una estabilización de las temperaturas medias. En efecto, tras la apreciable subida térmica registrada durante buena parte del siglo pasado, y contradiciendo las proyecciones más alarmistas sobre la rapidez y aceleración del calentamiento, durante la primera década del presente siglo la temperatura media global apenas ha experimentado cambios. Los registros del observatorio de Castellón/Almassora así lo atestiguan, como puede comprobarse en la figura 17. Así pues, aunque desde el año 2000 las temperaturas medias se han mantenido en sus niveles máximos históricos, alrededor de los 18,0°C, no se ha observado un incremento apreciable⁷ de las mismas.

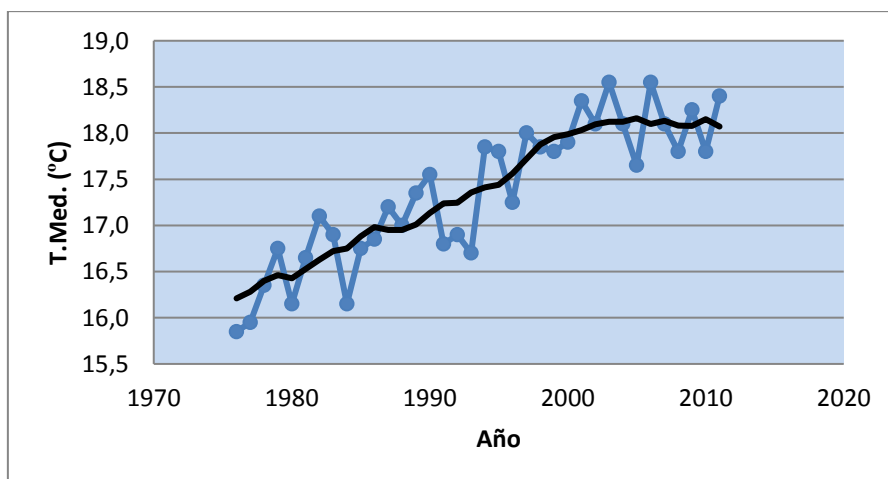


Figura 17. Evolución de las temperaturas medias registradas en el observatorio de Castellón desde 1976, en negro la media móvil de nueve años.

⁷ La estabilidad mencionada tan solo ha durado los primeros los tres lustros del siglo XXI, hasta el año 2014. Con posterioridad a la redacción del presente trabajo, las temperaturas medias han vuelto a experimentar un acusado calentamiento de unos 0,4°C hasta alcanzar los 18,56°C en 2020. Entre las causas que explican el estancamiento de principios de siglo se apunta al enfriamiento de las aguas del Pacífico tropical asociado al fenómeno oceánico cíclico de La Niña/El Niño. En efecto, es probable que La Niña aplacara el calentamiento y tan pronto como volvió El Niño, entre los años 2014-2016, se reanudó la escalada. Recuperado de: https://elpais.com/sociedad/2013/08/28/actualidad/1377706782_236308.html

Los episodios fríos y las nevadas más destacables que se han producido desde inicios del presente siglo han sido los siguientes:

Diciembre 2001. Durante los días 15 al 18 y del 22 al 23 se produjeron dos oleadas sucesivas de aire polar continental siberiano, no muy intensas, que afectaron a toda la Península y Baleares, pero con especial incidencia a la vertiente mediterránea y a las dos mesetas. La invasión de aire frío, muy seca en Castilla y el Cantábrico, llegó más húmeda al este peninsular y, especialmente, a Cataluña, donde las nevadas fueron intensas y llegaron al nivel del mar. Tras las nevadas, el asentamiento del anticiclón, el día 24, estabilizó el tiempo y favoreció descensos térmicos muy acusados por la intensa irradiación y la inversión térmica (situación del tipo 3). Los observatorios más propicios para estas situaciones, como son los situados en el triángulo geográfico formado por Teruel, Calamocha y Molina de Aragón, registraron mínimas por debajo de los $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, siendo remarcables los $-25,2^{\circ}\text{C}$ registrados en Torremocha del Jiloca.

En la provincia de Castellón, destacaron, no tanto las mínimas como las nevadas registradas a nivel del mar. El 15 de diciembre, la nieve cuajó en las playas de Torreblanca y Peñíscola, fenómeno que no había sucedido desde hacía muchos años. Aunque no de forma tan espectacular, la imagen se repitió en muchos puntos de la costa valenciana, donde se vio nevar junto al mar, pero sin que lograrse cuajar. En Vila-real y la capital de La Plana, donde la precipitación fue de 2,1 mm y la mínima de $1,6^{\circ}\text{C}$, se observó la caída de copos. En el Desierto de las Palmas, por encima de los 100 m, se acumuló un manto de nieve de unos 5 cm. La nieve también llegó a cuajar en el área metropolitana de Valencia, en poblaciones como Burjassot y Paterna. El día 23 de diciembre volvió a nevar de forma moderada en el Desierto de las Palmas por encima de los 400 m. Las temperaturas registradas en la capital, más altas que el día 15, impidieron que nevara en cotas bajas por lo que la precipitación, a pesar de ser más significativa, casi 20 mm, fue toda en forma líquida.

Enero, febrero y marzo de 2005. El invierno de 2005 se caracterizó por una sucesión de invasiones de aire frío continental con mínimas récord en algunas zonas del sureste español y Andalucía. El primer episodio, ocurrido a finales de enero, fue del tipo 2 subtipo seco, aunque previamente llegó a tener algo de recorrido marítimo, con algunas nevadas locales. A finales de febrero y principios de marzo se produjo una nueva irrupción de aire frío del tipo 2 húmedo, aunque el sector más frío afectó principalmente al norte de la península Ibérica.

Durante la primera invasión, cuyo máximo se produjo el día 27 de enero, las temperaturas bajaron de los -10°C en puntos del interior de las tres provincias valencianas, y las heladas llegaron a ser severas en áreas cercanas al litoral. La ciudad de Castellón también sufrió estas frías temperaturas, registrándose $-2,0^{\circ}\text{C}$ en el observatorio oficial.

En la siguiente invasión de aire frío, que comenzó a finales de febrero, las temperaturas en el interior de la provincia de Castellón volvieron a ser muy rigurosas, destacando Vistabella, el día 1 de marzo, con $-12,0^{\circ}\text{C}$. Esta segunda invasión, menos seca que la anterior, estuvo acompañada por ligeras nevadas. El 28 de febrero la nieve alcanzó el

litoral castellonense y municipios, como Castellón, Almassora y Vila-real, se vieron sorprendidos por la caída de copos de nieve. Sin embargo, las precipitaciones fueron débiles y no llegaron a cuajar. En el observatorio de Almassora la temperatura mínima fue de 1,7°C, pero la sensación de frío se vio intensificada por el viento. Al día siguiente, se produjeron nuevamente precipitaciones, registrándose 2,3 mm en la capital y llegándose a acumular en las cumbres más elevadas del Desierto de las Palmas hasta 10 cm de nieve.

Enero de 2006. A finales de este mes se produjo una invasión de aire polar del tipo 2 húmeda, que provocó nevadas entre los días 27 y 30. Las precipitaciones sólidas comenzaron el día 27 por la tarde en cotas superiores a los 500 m y fueron bajando progresivamente. En la madrugada del día 28, se observó la caída de copos por debajo de los 200 metros en poblaciones del litoral como Castellón, Vila-real, Vinarós o Vilavella, si bien no cuajaron, a pesar de las mínimas registradas, 1,0°C en la capital, debido a la escasa precipitación registrada. En algunas zonas del litoral Valenciano, la precipitación fue algo más apreciable lo que favoreció que la nieve cuajara en lugares tan poco frecuentes como la playa del Perelló, donde hacía muchas décadas que no se veía este fenómeno, o en el Desierto de la Palmas, donde se acumuló un espesor de 5 cm. El día 29 las temperaturas bajaron todavía más, destacando los -0,3°C registrados en Castellón.

Enero 2010. Durante este mes una nueva situación del tipo 2 húmeda provocó nevadas los días 7 y 8 en muchas localidades valencianas cercanas a la costa.



Figura 18. El Desierto de las Palmas nevado el 8 de enero de 2010. En primera línea Benicàssim.

Los copos de nieve se dejaron ver incluso en las capitales de Valencia y Castellón a primeras horas de la mañana del día 8. La nieve cuajo por encima de los 50-100 m en grandes áreas de Castellón y Valencia, llegándose a acumular hasta 40 cm en Morella. La precipitación en la capital de la Plana fue de unos 20 mm y la temperatura mínima registrada de 1,4°C. En el Desierto de las Palmas, los más de 50 mm precipitados durante estas dos jornadas acumularon una capa de 25 cm en las cotas más altas.

Enero 2011. Se produjo una situación del tipo 2 seca intensa, pero de corta duración, que dejó mínimas de -13,6°C grados en Barracas, -12,0°C en Vilafranca, -10°C en Castellfort y -1,8°C en Castellón.

Febrero 2012⁸. Se produjo una ola de frío destacable tanto por su duración, ya que el episodio abarcó prácticamente todo el mes, como por su extensión geográfica. La peor parte se la llevó el centro y este de Europa, con centenares de víctimas y temperaturas mínimas que en algunos casos fueron récords históricos. En su última etapa llegó a afectar a zonas donde no es usual que las masas de aire tan frío se presenten, como son las islas Baleares, las Canarias o el Magreb. En dichas zonas también se puede hablar de registros mínimos históricos y de nevadas atípicas.

La invasión de aire frío fue del tipo continental 2 del subtipo seco y se desarrolló en tres pulsaciones. Desde el punto de vista de las mínimas registradas, no puede ser considerada una invasión muy intensa, posiblemente debido a que el pulso más frío llegó acompañado de vientos muy fuertes que impidieron que las temperaturas descendieran más; esos mismos vientos, sin embargo, proporcionaron sensaciones térmicas de hasta -25,0°C en el interior castellanense. La temperatura mínima absoluta del episodio en la capital de la Plana fue de 0,2°C, mientras que en el interior de la provincia se registraron mínimas de -9,0°C, tanto en Vilafranca como en Morella. Debido a la persistencia de la invasión, la temperatura media del mes fue 2,5°C inferior a su valor normal (promedio del periodo 1971-2000), por lo que hay que remontarse hasta el año 1965 para encontrar un mes de febrero tan frío.

⁸ Con posterioridad a la redacción de este trabajo, las temperaturas en el observatorio oficial de Castellón ya no han vuelto a bajar de los cero grados (periodo 2013-2021), destacando, tan solo por debajo del grado centígrado, la temperatura registrada en enero de 2021 con 0,8°C. No obstante, debemos mencionar los intensos temporales registrados, de forma recurrente, en enero de 2017, 2020 y 2021, que han pulverizado los récords de precipitaciones, en un mes de invierno en la capital, y de nevadas, desde que hay registros, en el interior de Castellón. Durante el primer temporal, en 2017, la capital de La Plana, con más 175 mm en 48 h, registró la mayor precipitación en un mes de enero. Las nevadas en la zona costera fueron escasas, observándose la caída de copos en las cumbres más elevadas del Desierto; en el interior de la Provincia, sin embargo, con precipitaciones sólidas de unos 100 mm, las nevadas fueron extraordinarias, ya que se igualaron o superaron los registros históricos, destacando los 80 cm y 74 cm medidos en Morella y Vilafranca, respectivamente. En el segundo temporal, originado por la borrasca Gloria, en 2020, las precipitaciones también fueron muy cuantiosas, superándose en algunas localidades de la Provincia los 200 mm. En las cumbres del Desierto, por encima de los 600 m, se llegaron a acumular hasta 5 cm y en el interior, con precipitaciones sólidas superiores a los 130 mm, los espesores alcanzaron los 86 cm en localidades como Vilafranca, superando los registrados en 2017. En el último temporal, causado por la borrasca Filomena, las precipitaciones fueron inferiores a las de los dos temporales anteriores, pero las bajas temperaturas permitieron que se acumulara una capa de casi 10 cm de nieve en la cima del Bartolo; en el interior los espesores llegaron a alcanzar los 50 cm en localidades como Morella. De este último temporal, no obstante, cabe destacar la extensión de las nevadas, que cubrieron prácticamente un tercio de la Península, así como las temperaturas registradas con posterioridad. En efecto, tras las fuertes nevadas, la estabilización del tiempo favoreció descensos térmicos muy acusados por la intensa irradiación y la inversión térmica; los observatorios más propicios, situados en el denominado *triángulo del frío*, registraron mínimas por debajo de los -20 °C, rozando en algunos casos los -30°C, por lo que se superaron los registros negativos de diciembre de 2001. En la provincia de Castellón se acercaron a los -20°C, destacando Morella (-18,1°C, Fábrica de Giner) y Forcall (-15,9°C). Nuevamente señalar que, la ausencia de temperaturas negativas desde hace más de 8 años es una clara señal del cambio climático, siendo también muy probable que lo sea el aumento de la frecuencia e intensidad de los temporales invernales.

6. Análisis y comparación de los episodios más destacables

6.1. Episodios ocurridos desde finales de la edad Media hasta finales del siglo XIX

6.1.1 Olas de frío

Como se ha comentado en el apartado 4, hasta el año 1880 no se comienzan a realizar mediciones de temperatura en la ciudad de Castellón. En la ciudad de Valencia, se iniciaron unos veinte años antes, mientras que disponemos de registros de otras ciudades próximas a Castellón, como Tarragona, desde la primera parte del siglo XIX. Sin embargo, como nos señala Font Tullot en su obra (1988:109), durante los primeros años de mediciones las temperaturas mínimas reales pudieron ser inferiores a la que aparecen anotadas en los partes.

A falta de mediciones fiables hasta finales del siglo XIX, es la documentación histórica, y más concretamente la referente a las heladas del Ebro en Tortosa, la que nos puede ofrecer más información acerca de las temperaturas mínimas extremas que se pudieron registrar en la costa mediterránea durante los siglos XV-XIX. Para que el Ebro se hiele en zonas próximas a la costa, y como ya habíamos comentado anteriormente, algunos autores señalan que deben registrarse temperaturas de, al menos, -10°C . Desafortunadamente, desde que hay mediciones fiables, tan solo una vez se ha helado el Ebro a su paso por Tortosa, en enero de 1891. Durante esas fechas, se registró en dicha población una temperatura mínima de $-9,5^{\circ}\text{C}$. Ya en el siglo XX, la temperatura mínima absoluta más baja se midió en febrero de 1956 y fue de $-6,4^{\circ}\text{C}$. En esa ocasión, y aunque nos encontramos ante la ola de frío más potente del siglo pasado, ni tan siquiera se observaron témpanos de hielo flotando en el río. En la tabla 1 se comparan las mínimas registradas en Tortosa y la capital de la Plana en las fechas mencionadas, comprobándose que fueron muy parecidas, aunque siempre algo inferiores en esta última.

Tabla 1. Temperaturas mínimas absolutas registradas en Tortosa y Castellón ($^{\circ}\text{C}$) en los siglos XIX y XX.

Fecha	Tortosa	Castellón
Enero 1891	-9,5	-10,3
Febrero 1956	-6.4	-7,3

De acuerdo con lo indicado, parece válida la afirmación de que son necesarias temperaturas cercanas a los -10°C para que el Ebro se congele cerca de su desembocadura. Sin embargo, además de las temperaturas registradas y de la duración del episodio, hay otros factores que pueden condicionar la congelación de un río, como son la contaminación de sus aguas, las construcciones humanas (puentes y presas), etc. Así pues, en el pasado podrían no ser necesarias temperaturas tan bajas para que el Ebro se congelara y eso explicaría que en 1956 ya no se observara el fenómeno. Como es lógico, es imposible valorar la importancia de estos factores, sin embargo, hay una información que nos aportan las crónicas de la época, mucho menos dependiente de la influencia antropogénica, que corroboraría la mayor intensidad de las olas de frío del siglo XIX: la congelación del agua del mar. En efecto, durante los dos episodios en los que el Ebro se

heló a su paso por Tortosa (inviernos de 1829-1830 y 1890-1891) el agua se congeló en las orillas del mar, tanto en Castellón como en Tarragona. Por el contrario, no hay noticias de que este fenómeno se produjera en las citadas costas durante el episodio de 1956. Así pues, podemos aceptar, sin excesivo riesgo a equivocarnos, que las temperaturas mínimas registradas en la capital de Plana, durante los episodios en los que el río Ebro se heló a su paso por Tortosa, tuvieron que estar próximas a -10°C o ser incluso inferiores.

De acuerdo con lo descrito en el apartado 5, en la tabla 2 se muestran los años en los que el Ebro se heló durante los siglos XV-XIX. Del examen de la tabla, se concluye que fue durante los siglos XVI y XVII cuando se registraron un mayor número de heladas que podríamos calificar de muy intensas, tres en el primero y dos en el segundo, lo que confirmaría que durante aquellos años se alcanzó el momento más álgido de la PEH. En el siglo XV se tiene noticias de tan solo un episodio de frío extremo, lo que nos corroboraría que fue un siglo de transición en el que se pasó de un periodo más cálido (el episodio cálido bajomedieval) a otro más frío. El siglo XVIII también presentó un solo episodio extremo, sin embargo, las numerosas heladas que sufrió el Ebro nos indicarían que no hubo una clara mejora respecto a los dos siglos precedentes. Dicha mejora comenzaría durante el XIX, siglo en el que ya no se registró ninguna helada intensa, aunque las dos heladas observadas nos indicarían que todavía se produjeron altibajos.

Tabla 2. Años en los que se produjeron las heladas del Ebro a su paso por Tortosa y su intensidad.

Siglo	Año	Grado intensidad
<i>XV</i>	1442	Intensa
	1447	Muy intensa
<i>XVI</i>	1503	Muy intensa
	1506	Muy intensa
	1572-73	Muy intensa
	1580-81	Intensa
	1590	Intensa
<i>XVII</i>	1623-24	Muy intensa
	1648-49	Poco intensa
	1694	Muy intensa
<i>XVIII</i>	1708-09	Intensa
	1712-13	Poco intensa
	1739-40	Poco intensa
	1754-55	Poco intensa
	1766	Intensa
	1784	Poco intensa
	1788-89	Muy intensa
	<i>XIX</i>	1829-30
1891		Poco intensa

En resumen, del análisis de la tabla 2 se desprende que durante la PEH temperaturas mínimas próximas a los -10°C , inconcebibles en la actualidad en el litoral Mediterráneo, debieron presentar un periodo de recurrencia de unos 20 años. Así mismo, basándonos en los efectos que causó la ola de frío de enero de 1891, episodio que no fue de los más

severos, es bastante probable que las mínimas durante las irrupciones continentales más importantes de esta fase fría fueran netamente inferiores a los -10°C .

6.1.2 Temporales de nieve

Las nevadas, muy poco habituales en nuestra época, fueron más frecuentes en el pasado como así lo atestiguan las crónicas que nos han llegado sobre la aparición de este meteoro en la ciudad de Castellón y, sobre todo, en la de Valencia.

En la tabla 3 y de acuerdo con lo expuesto en el apartado 5, se resumen las nevadas más significativas de los siglos XV-XIX. Como ya comentamos, la primera noticia sobre una nevada en Castellón data de finales del siglo XVII. A partir de esa fecha, el número de referencias a nevadas importantes en la capital de la Plana y en Valencia es muy parecido (5 frente a 4) aunque no siempre coincidieron las fechas. Este hecho nos induce a pensar que, en tiempos precedentes, y aunque no se disponga de noticias sobre el fenómeno en Castellón, la frecuencia de aparición de este meteoro debió ser muy similar en ambas capitales. Basándonos en lo indicado, del examen de la tabla 3, se desprende que fue durante los siglos XVI y XIX cuando se presentó con mayor frecuencia. Durante aquellas centurias las nevadas significativas, de más de 5-10 cm, debieron tener un periodo de recurrencia de unos veinticinco años. Por el contrario, las nevadas fueron más bien escasas en los siglos XV y XVII. No nos han llegado noticias de que nevara durante el siglo XV, lo cual podría deberse a las características climáticas de la centuria, periodo de transición, pero también a la lejanía de las fechas. En el caso del siglo XVIII, no podemos excusarnos en la lejanía, por lo que resulta más obvia la ausencia de nevadas. La frecuencia con la se congeló el Ebro nos indicaría que, durante este último siglo, fueron frecuentes los inviernos secos y muy fríos en los que hubo una preeminencia de las irrupciones polares continentales del subtipo seco sobre las del subtipo húmedo.

Tabla 3. Años en los que nevó en las ciudades de Valencia y Castellón

Siglo	Año	Ciudad
XV	No hay noticias	
XVI	1543	Valencia
	1592	Valencia
	1594	Valencia
XVII	1600	Valencia
	1603	Valencia
	1624	Valencia
	1643	Valencia
	1684	Castellón
XVIII	1796	Castellón
XIX	1810	Castellón
	1842	Castellón/Valencia
	1860	Valencia
	1870	Valencia
	1883	Castellón
	1885	Castellón/Valencia

6.2. Episodios ocurridos desde finales del siglo XIX hasta la actualidad

6.2.1. Evolución de las temperaturas y los episodios fríos. Series de datos, fuentes y problemas en las mediciones

Previamente al examen de los episodios fríos más intensos, resulta interesante conocer cómo han evolucionado las temperaturas, así como la frecuencia e intensidad de las olas de frío desde finales del siglo XIX hasta la actualidad, lo cual nos será de gran ayuda para el análisis posterior. Para ello es necesario disponer de una adecuada serie térmica. Desafortunadamente, como señala E. Montón (1997), las series climáticas se enfrentan a diversos problemas que afectan a su fiabilidad, siendo cuatro los principales problemas: cambios en la instrumentación, cambios en la localización del observatorio, cambios en el método de medida y cambios en el entorno del observatorio. A estos problemas se deben añadir las lagunas existentes en las series de datos. Las medidas de temperatura efectuadas en Castellón desde finales del siglo XIX no escapan a estos problemas por lo que deben tenerse en cuenta para no obtener conclusiones erróneas.

A principios de la década de los años ochenta comenzaron a realizarse observaciones meteorológicas en la ciudad de Castellón. En 1891 se paralizaron las mediciones durante varias décadas, retomándose a inicios del segundo decenio del siglo XX, siendo el registro prácticamente continuo a partir de aquellos años⁹. La reconstrucción de las temperaturas medias efectuada por Montón (1997) y basada en la serie de datos de Valencia, nos permiten estimar como evolucionaron desde 1870. A partir de todos estos datos, en la figura 19 se ha representado la evolución de las temperaturas medias quinquenales de la capital de la Plana desde 1871 a 2010.

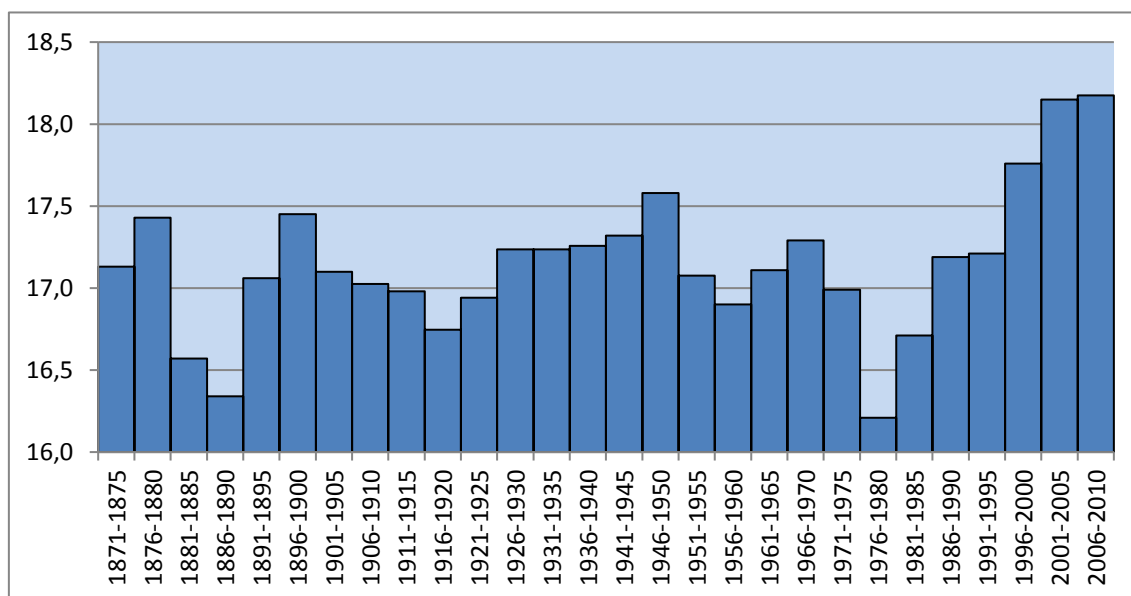


Figura 19. Variación de las temperaturas medias quinquenales en la ciudad de Castellón desde 1871 hasta 2010. Fuentes: AEMET y Montón (1997).

Como puede apreciarse en la figura, hasta mitad de los años setenta del siglo XX, las temperaturas siguieron una evolución similar, aunque no exactamente igual, a la

⁹ Desde 1912 la serie de observaciones es prácticamente continua hasta el traslado del observatorio en 1976. No obstante, existen lagunas de datos, correspondiendo las más importantes al último año de la Guerra Civil y a los primeros de la postguerra.

planetaria. Así, a partir de la segunda mitad del siglo XIX se inició una fase benigna que duró hasta el primer lustro de los años ochenta. A partir de 1883 comenzó una nueva fase fría que, como ya hemos señalado, posiblemente fuera causada por la explosión del Krakatoa, la cual acabó durante el primer lustro de los años noventa con el comienzo de un corto ciclo cálido que apenas duró cinco años y que finalizó con el inicio de la siguiente centuria.

El siglo XX se inauguró con un ciclo frío cuyo mínimo se situó entre los años 1916 y 1918¹⁰. Posteriormente, se produjo un apreciable calentamiento, que acabó a finales de los años cuarenta y al que siguió, más que un palier, un claro enfriamiento. El aumento ocurrido en la primera mitad del siglo, desde los lustros 1901-1905 a 1946-1950, fue en la capital de la Plana de aproximadamente 0,5°C, ligeramente superior al del promedio mundial (0,4°C), mientras que el enfriamiento posterior fue claramente superior. Este enfriamiento, de aproximadamente 0,6°C, retornó las temperaturas medias de Castellón, durante el quinquenio 1971-1975, a valores incluso ligeramente inferiores a los registrados en la primera década del siglo.

Durante el segundo quinquenio de los años setenta, la evolución de las temperaturas fue diferente a la del promedio planetario. En efecto, mientras las temperaturas globales experimentaron un sensible aumento, las castellonenses registraron una fuerte caída, de unos 0,8°C. Las temperaturas no recuperaron los valores del primer lustro de los años setenta hasta la segunda mitad de los años ochenta, de modo que los años 1976, 1977, 1980 y 1985, conjuntamente con el año 1956, se encuentran entre los cinco más fríos de toda la serie. El motivo principal de esta disminución no debe buscarse en causas naturales sino en el cambio de ubicación del observatorio, del centro de la ciudad a sus afueras, a una zona poco urbanizada y rodeada de huertos de naranjos. Así mismo, el incremento que experimentó la temperatura en los lustros siguientes, desde el quinquenio 1976-1980 hasta principios de los años dos mil, de casi 2,0°C, tampoco puede ser explicado completamente por el calentamiento global. Nuevamente, al incremento natural observado a nivel planetario, se le debe sumar el efecto antropogénico, consecuencia de la construcción progresiva de polígonos industriales alrededor del nuevo observatorio.

La representación de la amplitud de las temperaturas anuales mostrada en la figura 20, diferencia entre las medias de las temperaturas máximas y mínimas, nos permite estimar cuando se produjeron los mayores cambios en la infiltración de calor urbano¹¹. Durante las décadas de los años cuarenta, cincuenta y sesenta, con el observatorio ubicado en el centro de la ciudad, la amplitud térmica se situó en unos 9°C. Con el traslado del observatorio, al disminuir el efecto de calor urbano, aumentó la citada amplitud en aproximadamente 1°C. Posteriormente, a partir del quinquenio 1986-1990, la progresiva urbanización provocó que los niveles de infiltración aumentaran paulatinamente, lo que supuso una reducción de la amplitud térmica. Es posible que otros factores, como el cambio de altura del observatorio (de 51 a 20 m), también tuvieran algún efecto sobre las medidas, aunque su influencia, de existir, sería mucho menos importante.

¹⁰ A nivel global, el mínimo se situó unos diez años antes. Algunos autores consideran que pudo estar relacionado con la explosión del Mont Pelé (Comellas, 2007)

¹¹ El efecto isla de calor urbano afecta levemente a las temperaturas máximas mientras que altera de forma apreciable las mínimas. Así pues, el aumento o disminución de la amplitud térmica anual denota una reducción o incremento, respectivamente, del efecto isla de calor urbano.

De acuerdo con lo indicado, la mayor parte del enfriamiento observado tras el cambio de ubicación del observatorio, aproximadamente $0,5^{\circ}\text{C}$ en las temperaturas medias, se puede explicar por la reducción o, incluso, desaparición del denominado efecto isla de calor urbano¹². Posteriormente, como consecuencia de los cambios que se fueron produciendo en el entorno del observatorio, la amplitud se redujo progresivamente hasta situarse nuevamente en unos 9°C en la primera década del siglo XXI. Así pues, los niveles de infiltración de calor urbano en los actuales registros de temperatura del observatorio de Almassora deben estar bastante cercanos a los del antiguo observatorio sito en el centro de Castellón.

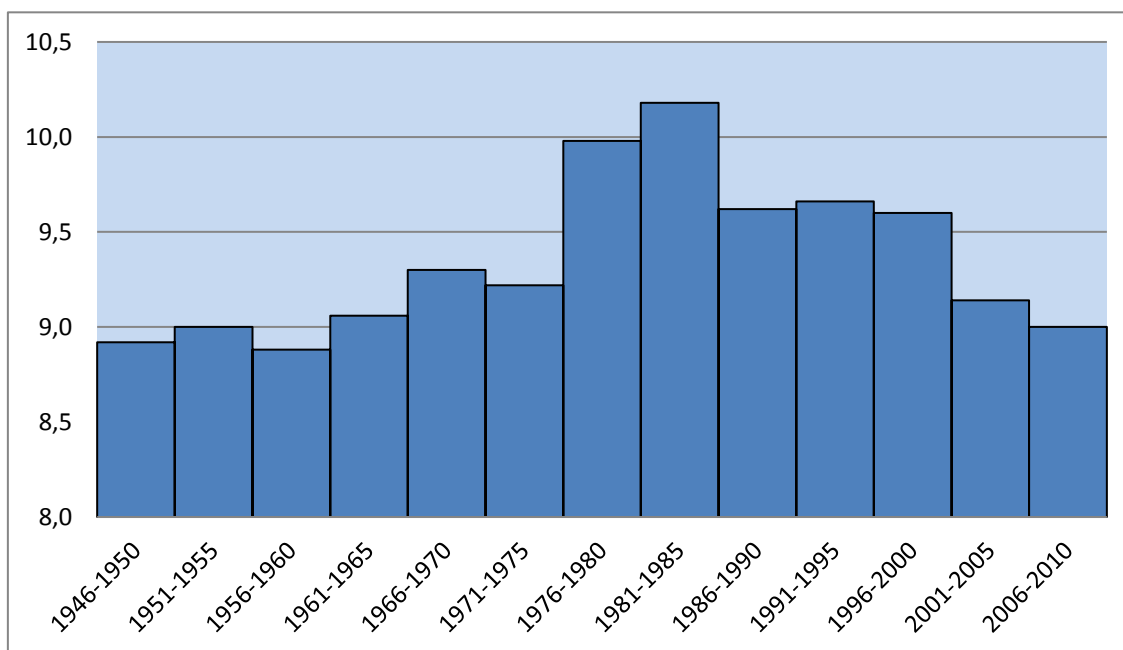


Figura 20. Variación de la amplitud de las temperaturas medias quinquenales desde 1946 a 2010. Fuente: AEMET.

Se puede concluir, por tanto, que, la variación del efecto isla de calor urbano afecta apreciablemente a la serie de datos termométricos de Castellón por lo que, dicho efecto, debe ser tenido en consideración para un correcto análisis comparativo de los datos. De forma aproximada, se puede obtener una serie más homogénea sumando, a las temperaturas promedio quinquenales del observatorio de Almassora, la pérdida de calor infiltrado que originó el cambio de ubicación¹³. Esta pérdida no se mantuvo constante con

¹² Montón Chiva (1997) obtuvo iguales conclusiones reduciendo las temperaturas medias anuales con el observatorio paralelo de Atzeneta. Debemos indicar, no obstante, que este valor, $0,5^{\circ}\text{C}$, podría quedarse corto si lo comparamos con series termométricas de otras capitales mediterráneas, pudiendo haberse acercado a los $0,8^{\circ}\text{C}$ en los primeros años de funcionamiento del observatorio. De ser así, la disminución de las temperaturas observada en el lustro 1976-1980 no se habría realmente dado.

¹³ De este modo, aunque se asume un error sistemático, se intentan eliminar las variaciones en la infiltración de calor urbano debidas al cambio de ubicación del observatorio y de su entorno. Lógicamente tan solo es una aproximación ya que se asume que no hubo cambios en la infiltración hasta que se produjo el traslado, lo cual posiblemente no sea del todo cierto, ya que la ciudad de Castellón incrementó de forma notable su población en cien años. Además, la infiltración tiene que haber sido progresiva y no escalonada por lustros como se propone. Finalmente, se asume que la amplitud de las temperaturas, eliminado el efecto isla de calor urbano, no se ha modificado a lo largo del tiempo, manteniéndose en 10°C , y que tan solo las temperaturas mínimas se ven afectadas por el citado efecto. Existen correcciones mucho más precisas, pero, en cualquier caso, pensamos que el uso de una u otra no debe afectar a las conclusiones obtenidas.

el tiempo, por lo que, considerando de nuevo los valores de la gráfica 20¹⁴, podemos aplicar los siguientes valores correctores en función del lustro:

Quinquenio	Temperaturas medias (°C)	Temperaturas mínimas (°C)
1976-1980	+0,50	+1,0
1981-1985	+0,50	+1,0
1986-1990	+0,25	+0,5
1991-1995	+0,25	+0,5
1996-2000	+0,25	+0,5
2001-2005	+0,00	+0,0
2006-2010	+0,00	+0,0

En la figura 21 se muestran las temperaturas corregidas (suma de la barra azul y roja), pudiéndose comprobar que el calentamiento ocurrido en los últimos decenios ha sido más que apreciable. En efecto, durante más de cien años, entre 1871 y 1995, la temperatura media quinquenal de Castellón estuvo oscilando entre 16,5 y 17,5°C; tan solo en la fase fría de los años ochenta del siglo XIX se bajó de los 16,5°C y a finales de los años cincuenta del siglo pasado se superaron ligeramente los 17,5°C. Sin embargo, en los últimos años no se ha mantenido esta tendencia, rebasándose de forma continuada los 17,5°C desde el lustro 1996-2000.

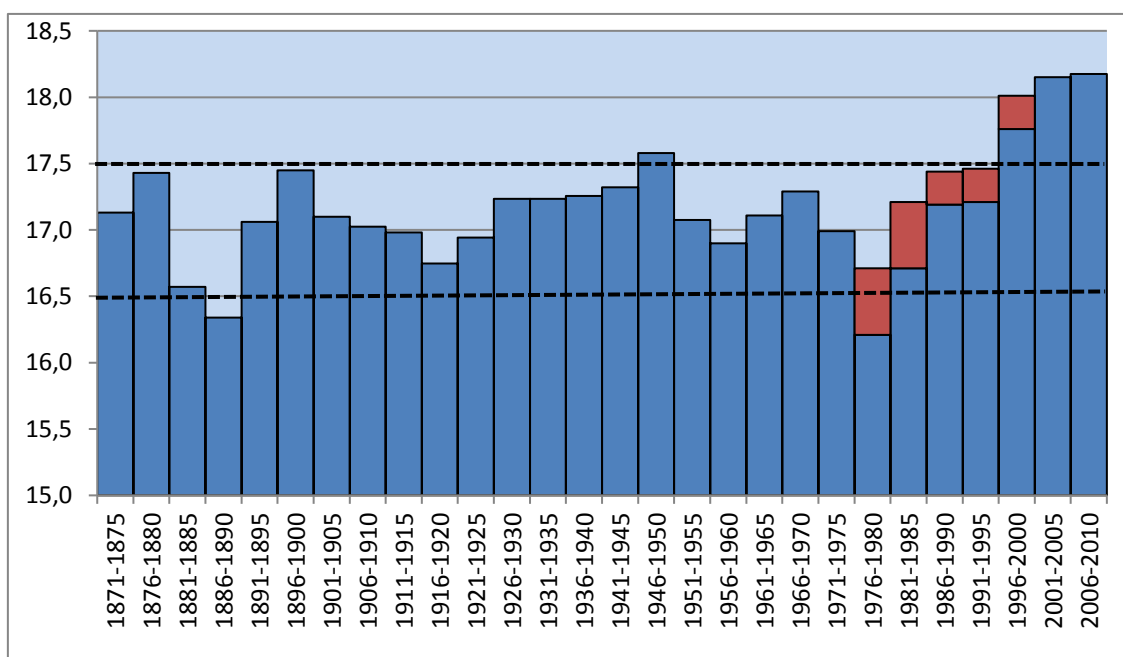


Figura 21. Variación de las temperaturas medias quinquenales en la ciudad de Castellón desde 1871 hasta 2010. En rojo, las correcciones propuestas para eliminar el efecto del calor urbano. Fuentes: AEMET, Montón (1997) y elaboración propia.

Lógicamente, el calentamiento global ha debido afectar a la frecuencia e intensidad de los episodios fríos. Es por tanto interesante conocer en qué grado ha ocurrido. Tres son los

¹⁴ Se ha asumido que, hasta el cambio de ubicación, en 1976, la amplitud se mantuvo estable en 9°C, en los lustros 1976-1980 y 1981-1985 paso a ser de 10°C, en los tres siguientes se redujo a 9,5°C y finalmente, en los dos últimos, 2001-2005 y 2006-2010 volvió a ser de 9°C.

parámetros que nos pueden ayudar a estimar la evolución de estos episodios a lo largo de los siglos XX y XXI:

- Las temperaturas mínimas absolutas anuales.
- Los días al año en los que se igualó o se bajó de una cierta temperatura umbral.
- Las temperaturas medias invernales, estación en la que se registran la mayor parte de estos episodios.

A continuación, se analiza cada uno de ellos. Con el objeto de reducir al máximo el efecto que puedan haber tenido los cambios en la infiltración de calor urbano sobre las medidas y aunque, como ya hemos comentado, la corrección propuesta es tan solo aproximada, se ha considerado oportuno continuar aplicándola.

Si analizamos la evolución del primero de los parámetros, la temperatura mínima absoluta (figura 22), podemos apreciar una alternancia de periodos en los que las mínimas registradas fueron, en promedio, más bajas y otros en los que éstas fueron más elevadas, todo ello dentro de una clara tendencia al aumento de las mismas (línea roja). Puede observarse que los dos mínimos más destacables, ocurrieron desde la segunda mitad de los años treinta a la primera mitad de los cuarenta y desde mitad de los años cincuenta a inicios de los sesenta, respectivamente. Así mismo, se aprecian otros dos mínimos menos acusados durante los años ochenta y dos mil.

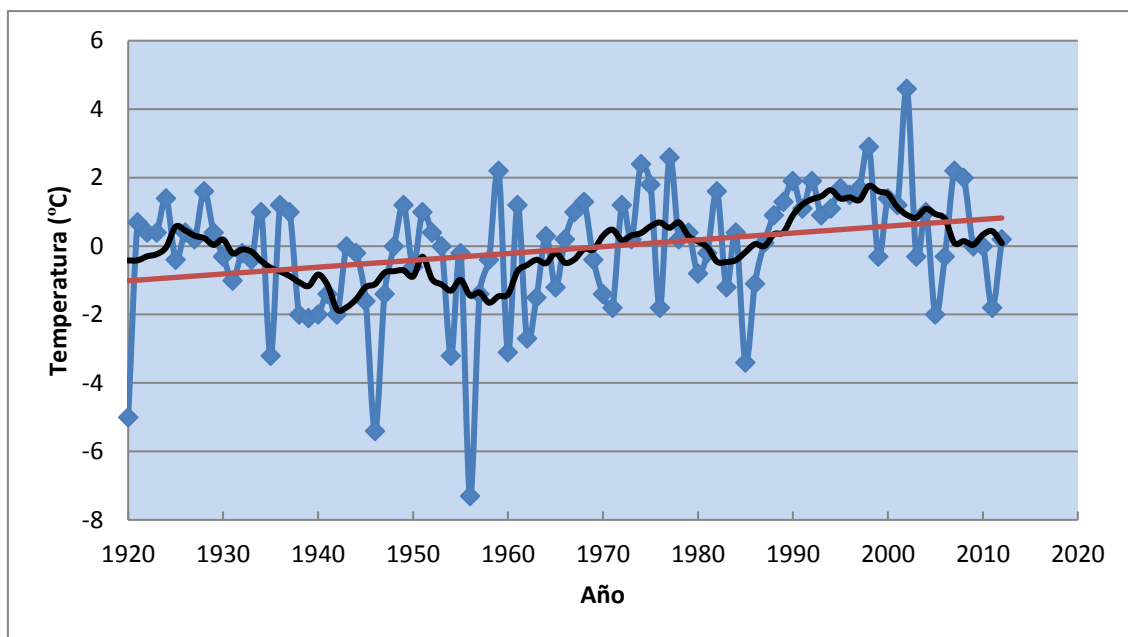


Figura 22. Variación de la mínima absoluta anual; en negro media móvil de nueve años.

El segundo parámetro que nos puede ofrecer información sobre la evolución de los episodios fríos es el número de días al año en los que se igualó o bajó de un determinado umbral de temperatura. Previamente, por tanto, es necesario establecer dicho umbral. Para definir una ola de frío suele utilizarse el percentil 5 de la serie de datos. Así pues, se ha decidido establecer como valor umbral este percentil que, en el caso de la ciudad de Castellón y para el periodo de referencia 1971-2000, se sitúa en aproximadamente 1,4°C. En la figura 23 se muestra la evolución que han experimentado el número de días al año en los que se llegó o bajó de dicha temperatura. Puede comprobarse que, como ocurría con las temperaturas mínimas absolutas, dentro de una tendencia a la reducción del

número de días (línea roja) se observa una alternancia de periodos en los que la frecuencia fue mayor y otros en los que fue menor. Hasta la década de los setenta era habitual, en promedio, que ocurriera algo más de cuatro días al año. En la década de los setenta, la frecuencia se redujo a poco más de dos días al año, valor que se recuperó en los años ochenta hasta alcanzarse un máximo absoluto en la media móvil de seis días/año. Posteriormente, la frecuencia disminuyó drásticamente, siendo durante la década de los noventa cuando se dieron menos días que podamos considerar fríos, con apenas un día/año. Desde comienzos del presente siglo se aprecia un aumento progresivo en el número de días con una temperatura igual o inferior a 1,4°C, volviéndose a alcanzar, por término medio, los cuatro días a finales de la primera década.

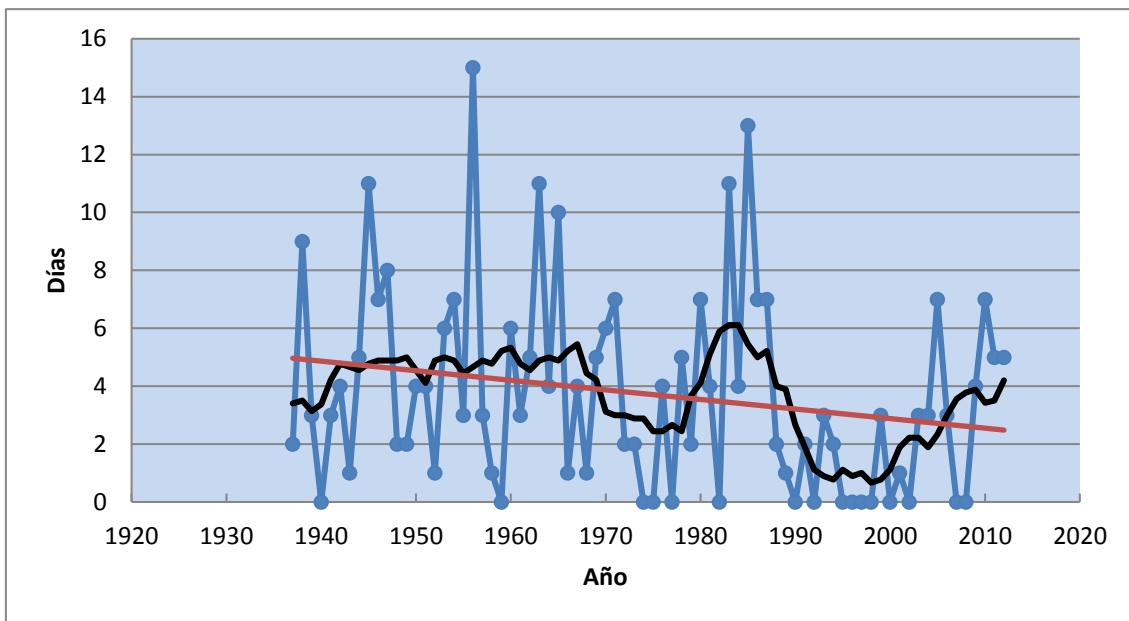


Figura 23. Evolución del número de días al año en los que la temperatura mínima igualó o bajó de 1,4°C; en negro la media móvil de nueve años.

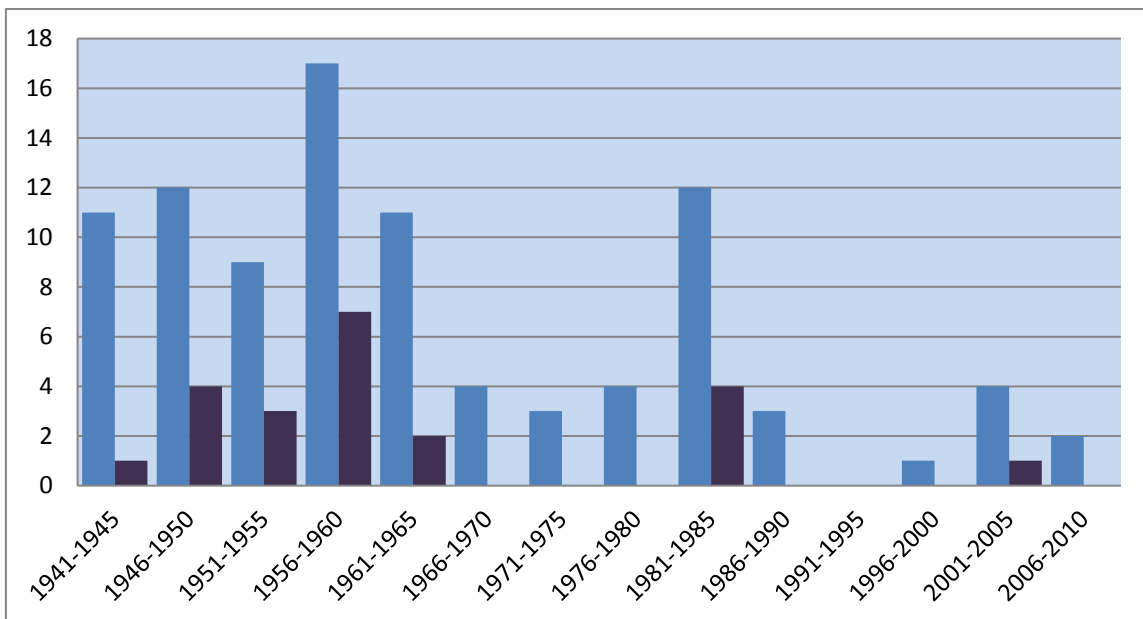


Figura 24. Evolución del número de días al año, por quinquenio, en los que la temperatura mínima igualó o bajó de 0 y -2°, respectivamente.

Si establecemos unos umbrales de temperatura más estrictos, por ejemplo, 0°C y -2°C, valores por debajo del percentil 1% para el período de referencia (figura 24), se observa una secuencia similar a la de la figura 23, aunque con el máximo relativo de los años ochenta menos destacado. Nuevamente fue hasta mitad de los años sesenta y en los años ochenta cuando se registraron un mayor número de días, mientras que en los años setenta y, especialmente, en los noventa es cuando menor fue la frecuencia. Con el comienzo del nuevo siglo se ha producido un incremento en el número de días que podemos calificar de muy fríos, sin embargo, dicha frecuencia no es comparable a la observada en el siglo pasado.

Respecto al tercer parámetro, la temperatura media invernal, como podemos ver en la figura 25, su evolución ha sido diferente, tanto respecto a la de los dos parámetros anteriores como a la de las medias anuales, especialmente, a partir de la segunda mitad de los años sesenta. En efecto, las observaciones nos muestran que desde el lustro 1966-1970 apenas se ha producido un incremento en las temperaturas medias invernales, tendencia que se mantiene incluso cuando se tienen en cuenta las variaciones ocurridas en la infiltración de calor urbano. Así, mientras las temperaturas anuales del quinquenio 2006-2010 fueron las más elevadas desde que hay registros, las medias invernales en dicho quinquenio estuvieron por debajo del promedio registrado en los últimos cuarenta y cinco años (1966-2010). Indicar que la evolución de las temperaturas máximas y mínimas medias no ha sido paralela ya que, mientras las primeras no han mostrado una clara tendencia al aumento desde los años cuarenta del pasado siglo, las segundas sí que lo han hecho, lo cual no puede ser explicado tan solo por el efecto isla de calor urbano.

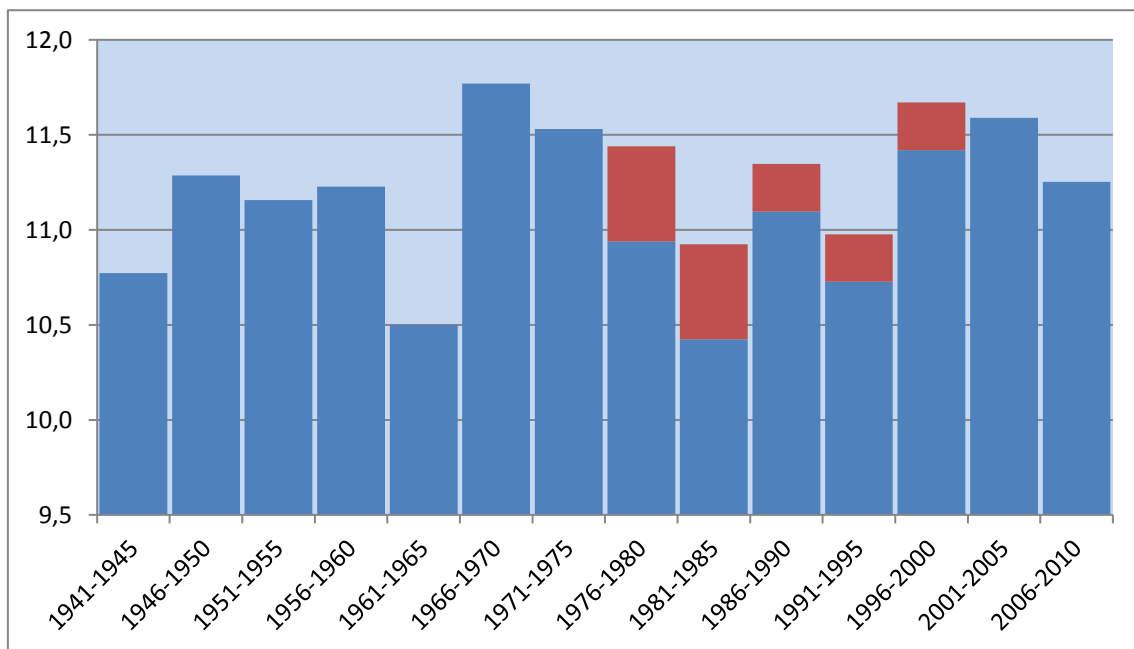


Figura 25. Variación de la temperatura media invernal por quinquenios. En rojo la corrección propuesta para eliminar las variaciones en la infiltración de calor urbano.

En resumen, podemos afirmar que los parámetros temperatura mínima absoluta anual y, especialmente, el número de días al año en los que se iguala o baja de una cierta temperatura umbral, son los que mejor nos ilustran sobre la evolución de los episodios fríos. De acuerdo con dichos parámetros, desde mitad de los años sesenta se observa una

clara reducción en la frecuencia e intensidad de estos episodios, tendencia tan solo rota en la década de los ochenta y, en mucha menor medida, desde comienzos del siglo XXI. La reducción de la frecuencia e intensidad de los episodios fríos ésta sin duda ligada al calentamiento global. Dicho calentamiento, sin embargo, ha afectado en mayor medida a las temperaturas invernales mínimas que a las medias. Así, mientras las temperaturas medias invernales del lustro 2006-2010 fueron similares a las de los quinquenios 1946-1950 y 1951-1955, la evolución de las mínimas absolutas, desde mitad del siglo pasado, ha presentado una clara tendencia al aumento.

6.2.2. Olas de frío

De acuerdo con lo descrito en el apartado 5, en la tabla 4 se muestran, en orden cronológico, las olas de frío más severas que ha sufrido Castellón desde que comenzaron las mediciones de temperatura, indicándose las mínimas registradas en la capital y otras poblaciones de la provincia. Así mismo, se añaden los cinco episodios fríos más destacables del siglo XXI.

Tabla 4. Resumen de los episodios fríos más destacables.

Fecha		T. Min Abs. (°C)	
Año	Mes	Ciudad Castellón	Provincia Castellón
1985	1	-5,8	
1891	1	-10,4	-20 Morella?
1917-1918	12/1	-2,0	
1920	12	-5,0	
1935	1	-3,2	
1945	1	-1,6	
1946	1	-5,4	
1947	1	-1,4	
1954	2	-3,2	-22 Castellfort
1956	2	-7,3	-19 Vistabella
1960	1	-3,1	
1962	12	-2,7	
1963	12	-1,3	-17 Vistabella
1970-1971	12/1	-1,4	-15 Vistabella
1983	2	-2,2	-14 Morella
1985	1	-4,4	-15 Morella
2001	12	1,6	
2005	1	-2,0	-12 Vistabella
2005	2/3	-0,2	
2011	1	-1,8	-13,6 Barracas
2012	2	0,2	-9 Morella

En un examen rápido de la tabla, destacan los episodios frío ocurridos en enero de 1891 y de febrero de 1956, en los que se registraron las temperaturas mínimas absolutas (T.Min.Abs.) más bajas, -10,4 y -7,3°C, respectivamente. Pero ¿cuál es el parámetro o parámetros que nos pueden ayudar a estimar de forma más precisa la intensidad de una ola de frío? La temperatura mínima absoluta es tan solo un valor puntual extremo y, en la intensidad de un episodio frío, hay otros factores que se deben tener en cuenta, como son

su duración y la evolución de las temperaturas a lo largo del mismo. Así pues, algún parámetro que se refiera a un periodo de días, como es la temperatura media del mes (T.Med.), quizá pueda aportarnos más información.

Con el objeto de determinar cuál de ellos resulta más útil (T.Min.Abs. o T.Med.), en la Tabla 5 se incluyen los diez meses, desde 1920, en los que la temperatura mínima absoluta en la capital de la Plana fue más baja. Puede comprobarse que en nueve de estos diez meses se padeció una ola de frío especialmente intensa (en azul claro). Lógicamente, una mínima absoluta extrema casi siempre suele estar relacionada con una ola de frío, aunque este parámetro no sea suficiente por sí solo para determinar la intensidad del fenómeno. Episodios de corta duración, pero con mínimas especialmente bajas, como la padecida en enero de 1946, se sitúan en la tabla por delante de otros que probablemente fueron más intensos debido a su persistencia.

Tabla 5. Meses con la temperatura mínima más baja desde 1920 hasta la actualidad.

Año	Mes	T.Med. (°C)	T.Max.Med. (°C)	T.Min.Med. (°C)	T.Min.Abs. (°C)
1956	2	6,2	10,9	1,4	-7,3
1946	1	8,8	12,8	4,7	-5,4
1920	12	10,8	15,0	6,5	-5,0
1985	1	7,4	12,5	2,3	-4,4
1954	1	9,8	14,9	4,7	-3,2
1935	1	9,5	14,6	4,4	-3,2
1960	1	10,8	15,6	6,0	-3,1
1976	1	8,5	14,7	2,4	-2,8
1962	12	10,2	14,8	5,6	-2,7
1983	2	9,2	14,1	4,3	-2,2

Tabla 6. Meses con la temperatura media más baja desde 1920 hasta la actualidad.

Año	Mes	T.Med. (°C)	T.Max.Med. (°C)	T.Min.Med. (°C)	T.Min.Abs. (°C)
1956	2	6,2	10,9	1,4	-7,3
1985	1	7,4	12,5	2,3	-4,4
1945	1	7,8	12,3	3,2	-1,6
1965	2	8,5	13,7	3,3	-1,2
1976	1	8,5	14,7	2,4	-2,8
1953	1	8,6	13,5	3,6	1,0
1953	2	8,7	13,7	3,7	0,0
1924	2	8,7	12,5	4,9	1,6
1946	1	8,8	12,8	4,7	-5,4
1929	1	8,8	13,8	3,8	0,4

Por otro lado, en la tabla 6 se muestran los diez meses, desde 1920, en los que la temperatura media en la ciudad de Castellón fue más baja. Puede comprobarse que en tan solo tres de estos meses se padeció una ola de frío intensa (en azul claro). Así pues, no siempre que la temperatura media mensual sea baja es consecuencia de una ola de frío severa, tan solo si es especialmente intensa o de muy larga duración, como ocurrió en febrero de 1956 o en enero de 1985, dicho fenómeno queda reflejado en la media. Meses con temperaturas relativamente bajas, pero no excepcionales, puede dar promedios de

temperatura más bajos que otros en los que se ha producido una ola de frío relativamente intensa. Además, cuando este fenómeno se produce a lo largo de dos meses, como ocurrió en el invierno de 1970-1971, la intensidad de la ola de frío, aunque sea destacable, queda diluida entre los registros térmicos de ambos meses.

De acuerdo con lo expuesto, y aunque no haya una correlación unívoca, la mínima absoluta resulta ser un parámetro más adecuado para estimar la intensidad de una ola de frío que la temperatura media mensual. Sin embargo, como ya indicamos, la mínima absoluta representa tan solo un valor puntual dentro de un episodio frío, por tanto, la evolución de la temperatura mínima diaria y/o de la media diaria con el tiempo nos puede aportar mucha más información sobre las características e intensidad del mismo. En las figuras 26 y 27 se muestra la variación diaria de ambos registros en la capital de la Plana durante los episodios más fríos del siglo XX. A simple vista destacan nuevamente las invasiones polares de enero de 1985 (en rosa) y, especialmente, la de febrero de 1956 (en verde).

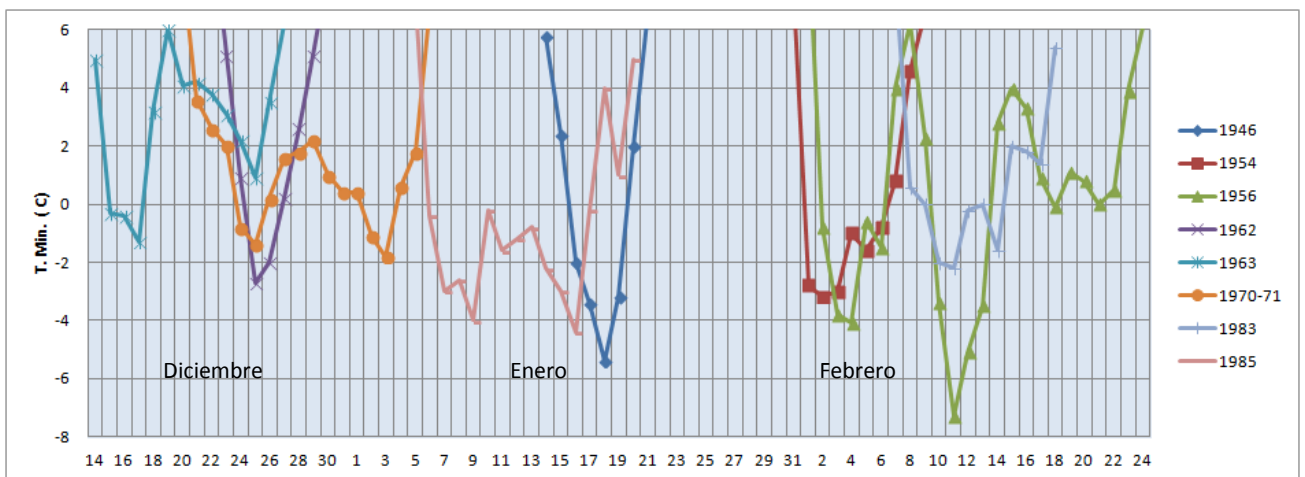


Figura 26. Variación de la temperatura mínima diaria en los episodios más fríos del siglo XX.

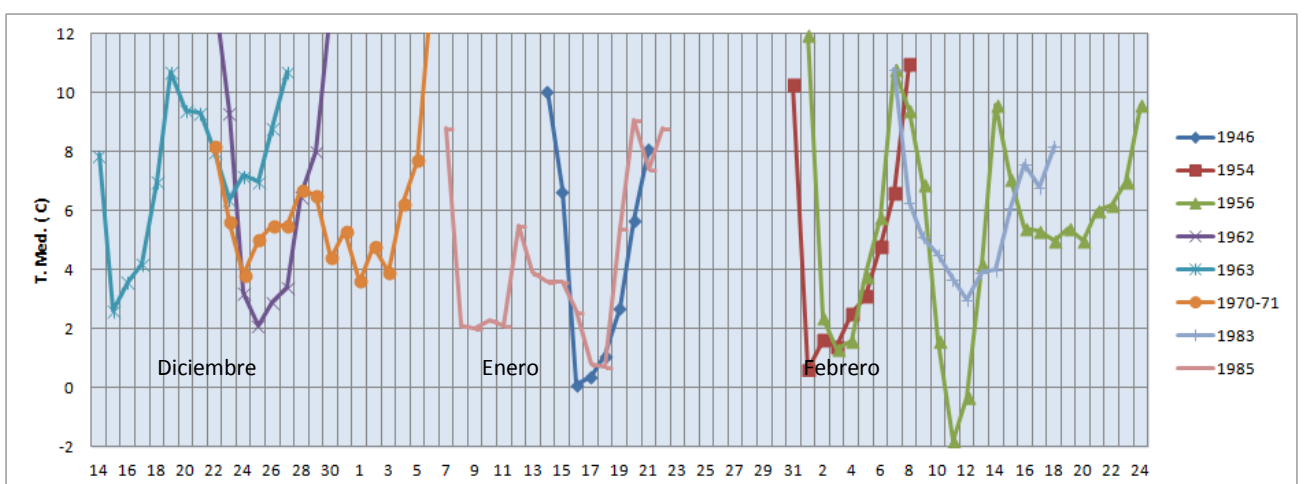


Figura 27. Variación de la temperatura media diaria en los episodios más fríos del siglo XX.

Por otro lado, en las figuras 27 y 28 se han representado las temperaturas medias y mínimas diarias registradas durante las olas de frío más intensas del siglo XXI; se ha añadido el mes de enero de 1985 a efectos comparativos. Del análisis visual de estas

representaciones, se concluye que los episodios acaecidos durante el presente siglo han sido más moderados que los del siglo pasado, al menos si los comparamos con los más severos.

Al comparar la figura 26 con la 27 y la 28 con la 29, se comprueba que la evolución diaria de las temperaturas mínimas y medias es muy parecida. Sin embargo, éstas últimas, al englobar en un mismo dato la máxima y la mínima pueden ofrecernos una imagen más aproximada del frío padecido a lo largo del día. Así mismo, como ya indicamos, las medias se ven menos afectadas que las mínimas por el denominado efecto isla de calor urbano por lo que, si queremos comparar episodios muy alejados en el tiempo, resulta más conveniente emplear los gráficos de temperaturas medias.

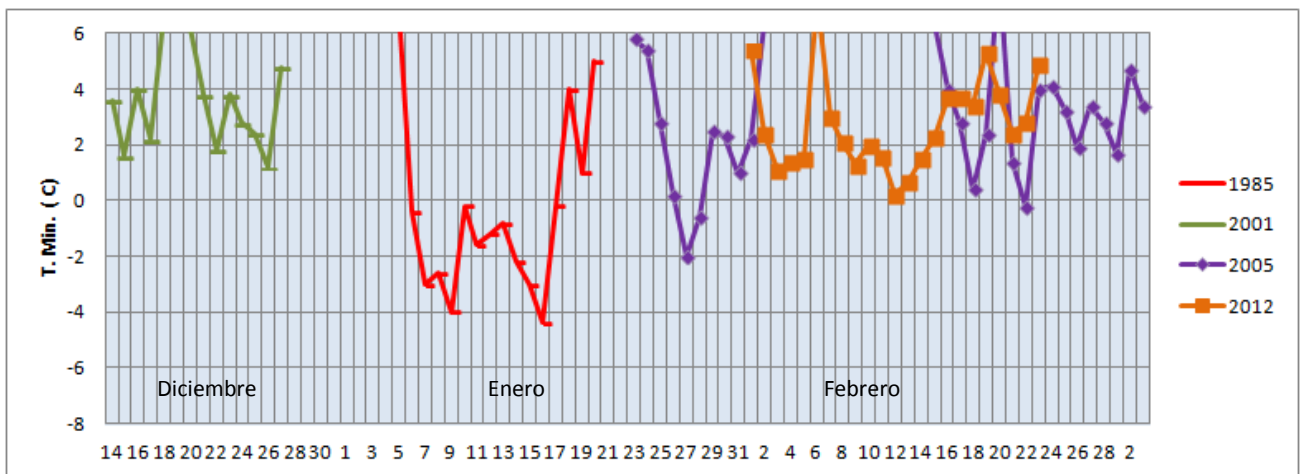


Figura 28. Variación de la temperatura mínima diaria en los episodios más fríos del siglo XXI.

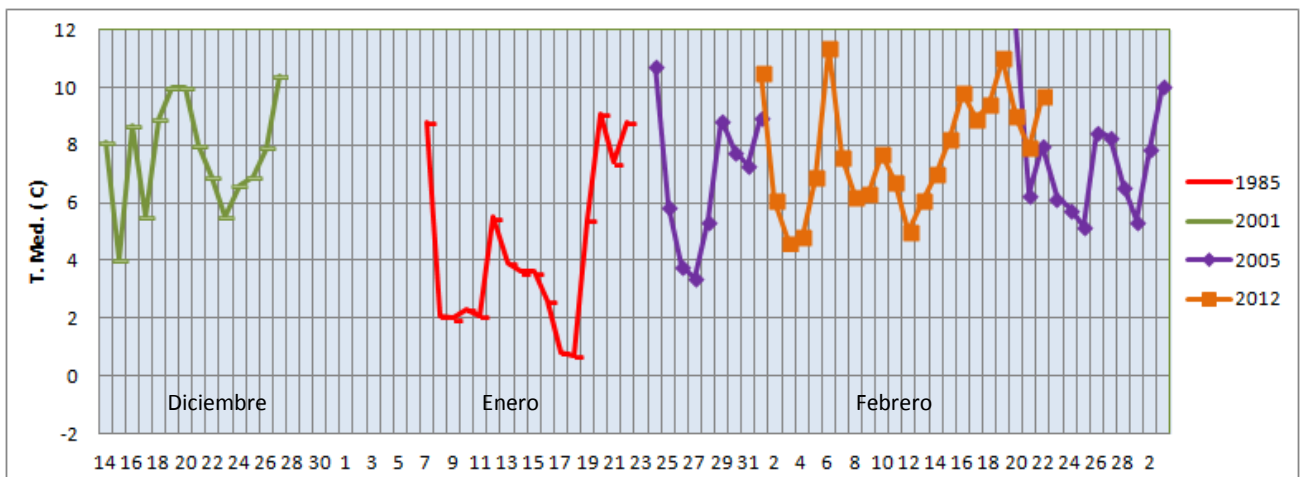


Figura 29. Variación de la temperatura media diaria en los episodios más fríos del siglo XXI.

Al margen del examen visual, para estimar la intensidad de una ola de frío podemos emplear métodos más precisos. La integración de la superficie en la que las temperaturas medias diarias se sitúan por debajo de un determinado valor puede ser uno de ellos; cuanto mayor sea dicha superficie, más severa será la irrupción de aire frío. En la figura 30 se muestra un ejemplo, en el que se ha escogido para el cálculo la invasión polar de enero de 1985. El área coloreada en amarillo, comprendida entre la línea de evolución de las

temperaturas medias y la isoterma de 8°C¹⁵ (en rojo) es de aproximadamente 59 unidades superficiales de un 1°C por día. Utilizando este procedimiento de cálculo, en la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos para los episodios más destacables de los siglos XX y XXI, ordenados de mayor a menor intensidad.

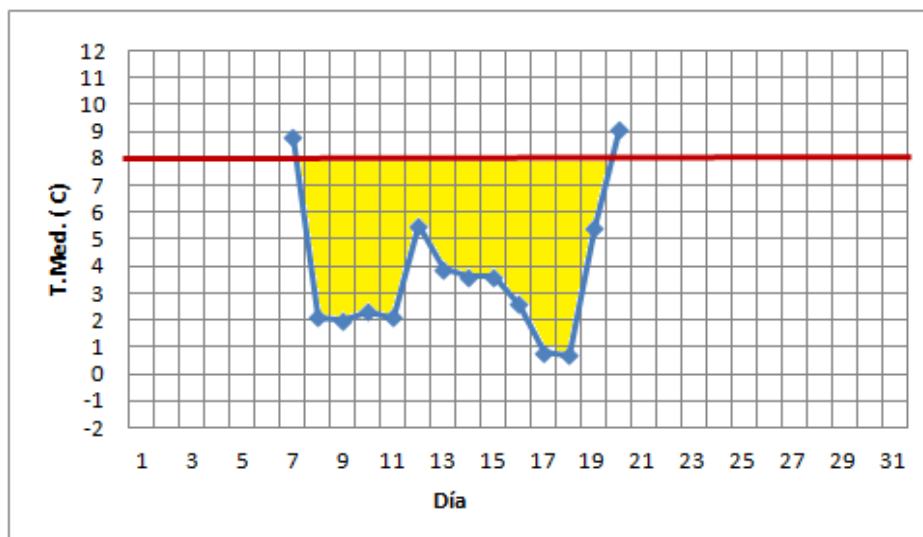


Figura 30. Cálculo de la intensidad de una ola de frío. Ejemplo: enero de 1985.

Tabla 7. Intensidades estimadas para las olas de frío más importantes de los siglos XX y XXI.

Año	Mes	Intensidad	T.Min.Abs. (°C)
1956	2	68,2	-7,3
1985	1	59,4	-4,4
1970-1971	12/1	38,5	-1,8
1954	2	34,1	-3,2
1945	1	33,5	-1,6
1946	1	28,6	-5,4
1983	2	28,6	-2,2
1947	1	24,4	-1,4
1962	12	22,0	-2,7
1935	1	20,2	-3,2
2012	2	19,8	0,2
1963	12	18,7	-1,5
2005	1	12,7	-2,0
2001	12	12,1	1,2
2005	2/3	11,7	-0,2

¹⁵ Se ha preferido escoger la isoterma de 8°C y no el percentil 5, considerando que se produce una ola de frío cuando se registran temperaturas al menos 3 grados por debajo de la habitual y que la temperatura media del trimestre invernal, que comprende los meses de diciembre, enero y febrero es, en Castellón, de aproximadamente 11°C (11'4, 10'4 y 11'4°C, respectivamente, promedios del periodo 1971-2000).

Al examinar la tabla 7, se confirma, como era de esperar, que la ola de aire frío de febrero de 1956 fue la más intensa del siglo pasado. Respecto al episodio de enero de 1891, no disponemos de los registros completos para realizar el cálculo, pero es muy probable que la superara¹⁶.

Por otro lado, debemos destacar las irrupciones de aire polar ocurridas en la década de los ochenta, situándose la del año 1985 en segundo lugar, tras la de 1956, y la de 1983 en el séptimo. Sin embargo, si queremos comparar mejor estos episodios con los ocurridos antes del cambio de ubicación del observatorio y, aunque el efecto de calor urbano afecta en menor medida a las temperaturas medias que a las mínimas, debemos tener en cuenta las variaciones ocurridas en la infiltración de calor urbano ya comentadas. Así pues, si aplicamos las correcciones propuestas en el apartado anterior, restando 0,5°C a las temperaturas medias de los años ochenta, los valores de las irrupciones de 1985 y 1983 serían 53,2 y 23,5, respectivamente, por lo que aún continuarían siendo dos de las olas de frío más potentes del siglo XX.

No quedaría completo el estudio si no se tratara, aunque fuera brevemente, la noción de sensación térmica. Hasta el momento se han comparado las olas de frío teniendo en cuenta tan solo la temperatura, pero este parámetro no siempre es un indicador seguro y fidedigno del frío que sentimos. Existen otros factores climáticos que influyen, como son la velocidad del viento, la radiación y la humedad relativa. El término sensación térmica es utilizado para describir el grado de incomodidad que el ser humano siente, como resultado de la combinación de la temperatura y el viento en invierno. En la tabla 8 se comparan las sensaciones térmicas vividas durante los episodios fríos de 1983, 1985, 2005 y 2012¹⁷. Al examinar los datos, se comprueba que, cuando se tiene en cuenta el factor del viento, las diferencias entre la potente invasión polar de 1985 y el resto disminuyen entre 0,5 y 2,0°C, aumentando la importancia de las mismas y, especialmente, la de febrero de 2012.

¹⁶ Los datos aportados por Balbás nos dan una idea de la magnitud del episodio: día 18 -10,4°C, día 19 -8,4°C, día 20 -4,8°C y día 21 -4,0°C. Por otro lado, el observatorio de Valencia, durante enero de 1891, registró 18 días con temperaturas mínimas iguales o inferiores a 0°C, hecho que no ha vuelto a ocurrir desde entonces, ni tan siquiera en febrero de 1956 cuando se registraron 12 días. Estos datos confirmarían que el episodio de enero de 1891 fue más intenso. Estudios posteriores a la redacción de este trabajo, como el realizado por José A. Núñez Mora, así lo corroborarían. Recuperado de: http://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/detalles/inviernoquecongeloeuropa

¹⁷ Para calcular la sensación térmica, T_{st} , se ha utilizado la fórmula desarrollada recientemente por científicos canadienses y estadounidenses:

$$T_{st} = 13,12 + 0,6215 T_a - 11,37 V^{0,16} + 0,3965 T_a V^{0,16}$$

, donde T_a es la temperatura ambiente en grados centígrados y V la velocidad del viento en Km/h.

Como se desconoce la temperatura que hacía cuando se produjo la racha máxima, se ha elegido la T_{Med} para el cálculo.

Recuperado de: http://ptaff.ca/humidex/?lang=en_CA

Tabla 8. Sensación térmica estimada para los episodios más fríos de finales del siglo XX y siglo XXI.

Fecha	Racha máxima (km/h)	T. Med. (°C)	Sensación (°C)
10/02/1983	31,0	3,7	-1,7
09/01/1985	19,1	0,7	-4,2
27/01/2005	29,2	3,4	-2,0
05/02/2012	79,9	6,9	0,0

6.2.3. Temporales de nieve

Como ya comentamos en el apartado 6.1.2, las nevadas en la costa mediterránea, aunque poco frecuentes, no eran tan extraordinarias en el pasado como lo son en la actualidad. Durante el siglo XIX se produjeron cuatro nevadas significativas, con espesores iguales o superiores a los 5 cm, por lo que su frecuencia de aparición fue, en promedio, de una nevada cada veinticinco años. Su distribución temporal, sin embargo, no fue uniforme, por lo que podían pasar cuarenta años sin que nevara de forma apreciable y producirse, en tan solo una década, dos nevadas importantes. Lógicamente, para las nevadas más ligeras, de las que no nos ha quedado constancia, la frecuencia tuvo que ser todavía mayor.

Durante la primera mitad del siglo pasado, y a pesar del aumento que experimentaron las temperaturas medias, las nevadas se produjeron con similar frecuencia. La situación, sin embargo, cambió radicalmente a partir de los años sesenta. Como ya indicamos, la última vez que la nieve cuajó en las calles de Castellón fue en enero de 1954. Con posterioridad, aunque se ha observado la caída de aguanieve o incluso copos en el mismo centro urbano, este meteoro ya no ha vuelto a cuajar.

La pregunta que inmediatamente nos surge es la siguiente: ¿Por qué ya no nieva con la frecuencia e intensidad de antaño? Para poder responder a esta pregunta previamente debemos analizar los datos atmosféricos registrados durante los episodios en los que nevó en Castellón. De acuerdo con lo descrito en el apartado 3, la cota de nieve (altitud mínima a partir de la cual las precipitaciones son en forma sólida y pueden cuajar) depende de diversos factores, como son las temperaturas a 850 hPa, a 500 hPa y en superficie, la altura geopotencial, el viento y la humedad¹⁸. Así pues, en la tabla 9 se muestran los datos atmosféricos de las cuatro nevadas más importantes ocurridas en la ciudad de Castellón desde finales del siglo XIX; en todas ellas el espesor acumulado fue igual o superior a los 5 cm. Así mismo, también se incluyen los datos de las nevadas *fallidas* ocurridas a partir

¹⁸ Estimar la cota de nieve puede resultar más complejo de lo que parece ya que depende de muchos factores. En la bibliografía se pueden encontrar diversas tablas y fórmulas para calcularla. Una fórmula que tiene en consideración los factores más importantes, y nos puede ayudar a estimarla, es la siguiente:

$$COTA (m) = 100 * T850 + 50 * T500 + 2100 + [H850 - 1350] + [50 * (T1000 - T850) - 500] + [HR^2 / 100]$$

Donde, T850 es la temperatura a 850 hPa, T500 es la temperatura a 500 hPa, T1000 es la temperatura a 1000 hPa (aproximadamente la superficial a nivel de la costa), H850 es la altura geopotencial y HR es la humedad relativa.

de 1960 (en color azul más claro). Las temperaturas a 850 y 500 hPa y el geopotencial a 850 hPa son promedios diarios por lo que no disponemos de los valores concretos en el momento en los que se produjeron las nevadas; a pesar de ello, tanto estos valores como los de la temperatura mínima diaria pueden resultar muy útiles para comprender por qué no ha nevado desde hace más de medio siglo en la capital de la Plana.

Tabla 9. Datos meteorológicos de las nevadas ocurridas desde la segunda mitad del siglo XIX. Fuentes: AEMET, Balbás Cruz, NOAA y Wetterzentrale.

AÑO	MES	DIA	Tmin (°C)	T850 (°C)	T500 (°C)	H850 (m)	LLUVIA (mm)
1883	12	7/8	??	-5,5/-7,0	-34,0/-35,0	1439	??
1885	1	15/16/17	? /-5,8/?	-4,0/-4,5/-4,5	-31,0/-31,5/-33,0	1333/1359/1392	?? /?
1946	1	16/17	-2,0/-3,4	-8,5/-4,4	-31,5/-33,2	1440/1393	3,0/24,6
1954	2	4	-1,0	-6,3	-34,2	1371	11,6
1960	1	11	-3,1	-3,3	-27,0	1327	13,8
1970	12	26/27	0,2/1,6	-1,8/0,8	-27,0/-24,0	1385/1337	6,7/6,6
1980	1	12/13	1,8/1,0	-9,2/-6,5	-31,6	1487/1475	30,2/7,9
1981	1	10/11	1,8/3,0	-1,4/-2,7	-25,8/-31,0	1485/1412	0,4/0,3
1983	2	12	-0,2	-6,8	-33,2	1341	Ip
1983	2	14/15	-1,6/2,0	-5,7/-3,2	-34,9/-34,2	1395/1423	12,1/0,1
1985	6	1	-0,4	-6,2	-25,6	1340	4,8
1992	1	23	1,4	-3,8	-30,4	1448	8,7
1997	1	5/6	1,3/3,6	-0,7/-1,0	-25,3/-29,9	1417/1386	20,2/2,4
2001	12	15	1,6	-6,6	-24,7	1466	2,1
2006	1	27/28	3,4/1,0	-3,3/-2,3	-24,7/-23,6	1404/1383	5,8/Ip
2010	1	8	3,6/1,4	-5,0	-27,2	1316	19,2/0,3

Del análisis de la tabla 9 se desprenden las siguientes conclusiones:

- En todos los episodios en los que la nieve cuajó en las calles de Castellón la temperatura mínima superficial diaria fue inferior a los cero grados centígrados mientras que las temperaturas a 850 hPa y 500 hPa fueron inferiores a -5°C y -32°C ¹⁹, respectivamente.
- En ninguno de los episodios ocurridos desde 1954 se han vuelto a registrar, en los diferentes niveles de la atmósfera (superficial, 850 hPa y 500 hPa) y, lo que es más importante, al mismo tiempo, temperaturas tan bajas en el momento que se producía la precipitación.
- De las nevadas *fallidas*, probablemente hayan sido las ocurridas a principios de la década de los años ochenta del siglo pasado las que han estado más cerca de cuajar. Durante el temporal de enero de 1980 las temperaturas a niveles medios de la troposfera eran muy bajas, lo que favorecía las nevadas a cota cero, sin embargo, a nivel superficial no bajaron del grado centígrado en el observatorio de Almassora, por lo que en el centro de la capital serían todavía más elevadas. La intensa advección de aire muy húmedo del Mediterráneo, un mar relativamente cálido incluso en invierno, posiblemente, impidió que las temperaturas superficiales bajaran lo suficiente. Respecto al primer episodio de febrero de

¹⁹ Pensamos que difícilmente las temperaturas a 850 hPa durante el episodio de 1885 fueran de tan solo $-4,5^{\circ}\text{C}$ cuando a nivel superficial llegaron a bajar de -5°C . Así pues, los datos de Wetterzentrale y NOAA, basados en las observaciones de la época, podrían no ser completamente precisos.

1983, aunque nevó en el centro de la ciudad, la precipitación fue inapreciable, mientras que, en el segundo, la advección húmeda, con precipitaciones apreciables, ocurrió durante la noche de los días 14 al 15, cuando las temperaturas superficiales superaban los dos grados centígrados²⁰.

- Aunque las temperaturas en los diferentes niveles de la troposfera son normalmente determinantes, en algunas ocasiones, con temperaturas a 850 hPa y 500 hPa más elevadas de -5 y -32°C , respectivamente, se han producido nevadas significativas en las costas del levante español. Cabe destacar la nevada ocurrida el 11 de enero de 1960. En dicha fecha, aunque apenas nevó en la ciudad de Castellón, sí que lo hizo, además en abundancia, en el centro metropolitano de Valencia (unos 10 cm). Las temperaturas a 500 hPa y 850 hPa no fueron especialmente bajas (>-30 y $>-5,0^{\circ}\text{C}$, respectivamente), pero si lo fueron en superficie lo que favoreció la nevada a cota prácticamente cero en gran parte de la Comunidad Valenciana²¹.

Si atendemos a lo arriba expuesto, se comprende lo difícil que resulta definir con parámetros cuándo se puede producir una nevada significativa. La nevada en la ciudad de Castellón solo está garantizada si la temperatura a nivel superficial está muy próxima a los ceros grados o, lógicamente, es inferior. Este hecho normalmente sucede, aunque no siempre, con temperaturas a 850 hPa y 500 hPa, iguales o inferiores a -5°C y -32°C , respectivamente. Si la temperatura superficial es superior al grado positivo, aunque se produzca precipitación sólida, ésta raramente cuaja, posiblemente debido a las condiciones atmosféricas que llevan asociadas las situaciones del E o NE y que favorecen la precipitación en la costa castellonense. En efecto, con estas situaciones, la humedad suele ser muy elevada y los vientos, normalmente, moderados o fuertes, factores ambos que, como comentamos, dificultan la nevada.

Desde principios de los años sesenta, cuando se ha producido precipitación, ya no se han dado, en los diferentes niveles de la troposfera, temperaturas tan bajas como las registradas en el siglo XIX y primera parte de XX. En algunas ocasiones, las temperaturas en niveles medios de la troposfera fueron suficientemente bajas, pero no así a nivel superficial. En otras, como en febrero de 1983, la entrada de aire húmedo no fue lo suficientemente marcada para que se registrasen precipitaciones apreciables. No obstante, atendiendo a los registros meteorológicos, y como ya hemos indicado, fue en la primera

²⁰ La mínima absoluta de $-1,6^{\circ}\text{C}$ se registró la madrugada del día 14.

²¹ Con una atmósfera muy fría en capas medias y altas, los ascensos y descensos de aire puede provocar desplomes de temperatura en zonas donde haya precipitaciones y, por tanto, descensos bruscos de la cota de nieve, varios cientos de metros por debajo de la altura esperada, teniendo en cuenta tan sólo las temperaturas en superficie y a 850 hPa. El caso más extremo lo encontraremos si el aire es lo suficientemente frío e inestable en altura como para generar convección profunda y tormentas. En casos, la cota de nieve puede desplomarse más de 500 metros durante los chubascos y dar lugar a nevadas intensas e inesperadas. Recuperado de: <https://www.tiempo.com/noticias/ciencia/como-calcular-la-cota-de-nieve.html>.

parte de la década de los ochenta cuando más cerca estuvo la nieve de volver a cuajar en las calles de la capital.

Con casi toda probabilidad, la reducción de las nevadas en los últimos decenios es consecuencia del calentamiento global. Dicho calentamiento, analizado en el apartado 6.2.1, ha reducido notablemente la frecuencia de aparición de precipitaciones sólidas que además cuajen, no tan solo en la ciudad de Castellón sino en casi todas las capitales de la vertiente mediterránea española. El efecto de isla de calor urbano podría tener alguna relevancia, debido a que, a medida que crece el área urbana, son necesarios episodios cada vez más fríos; sin embargo, el hecho de que tampoco haya cuajado este meteoro en las afueras de la capital de La Plana desde hace décadas²², donde dicho efecto no debe ser significativo, nos induce a pensar que éste no ha sido el factor más determinante.

7. Conclusiones

En el presente trabajo se han descrito los fríos y nevadas más importantes que ha sufrido Castellón desde el siglo XV hasta el presente. De los siglos XV-XVIII apenas existen noticias por lo que se ha tenido que recurrir a las crónicas que nos han llegado de los municipios de Valencia y Tortosa, ambos con un clima muy parecido al de la capital de La Plana y relativamente cercanos a la misma. Posteriormente, y al objeto de responder a las cuestiones planteadas en la introducción, se ha analizado la evolución de los episodios fríos, desde finales del siglo XIX hasta el presente, así como los episodios más destacables del siglo XX y XXI.

Respecto a los episodios fríos se puede concluir lo siguiente:

- Desde que se realizan mediciones de temperatura, en 1880, las invasiones polares siberianas de enero de 1891 y febrero de 1956 han sido, con diferencia, las más severas que ha padecido la ciudad de Castellón. Estos episodios, aunque nos devolvieron a escenarios propios de la PEH, no son comparables a los más rigurosos de esta fase fría, ya que en aquellos no solo las mínimas absolutas rondarían los -10°C , sino que las temperaturas bajo cero debieron mantenerse durante semanas.
- Del siglo XX, además de la invasión de 1956, destacan por su crudeza, aunque menor, las olas de frío de enero de 1985 y la del invierno 1970-1971. Durante las décadas de los años cuarenta y cincuenta es cuando se presentaron con mayor frecuencia estos fenómenos extremos, destacando, además de la ya citada, las de 1946 y 1954.
- A partir de la segunda mitad de los años setenta se experimentó un notable aumento de las temperaturas medias que parece haberse detenido en los últimos años. La práctica desaparición de las heladas entre los años 1987 y 2000

²² Lógicamente, nos referimos a las zonas bajas del término municipal ya que, en las montañas próximas, como el paraje del Desierto de las Palmas, continúa nevando con relativa frecuencia.

presagiaba un cambio en las características de los inviernos, sin embargo, la suavización de esta estación no ha tenido continuidad a comienzos del presente siglo por lo podemos hablar de una vuelta a la normalidad, aunque con temperaturas mínimas menos bajas.

- . En general, las olas de frío registradas durante el siglo XXI no se pueden considerar tan intensas como las del siglo pasado. Entre ellas, cabe reseñar la que abarcó casi todo el mes febrero 2012, ya que podemos incluirla entre las once más potentes desde 1920. El viento reinante en este episodio, que impidió que las mínimas fueran especialmente bajas, fue el causante de que las sensaciones térmicas sí que lo fueran.
- . Con la excepción de los primeros años de funcionamiento del observatorio de Almassora, el calentamiento urbano siempre ha estado infiltrado en las medidas de temperatura. Con el objeto de eliminar el efecto de dicha infiltración en las medidas se ha propuesto una corrección.

Así pues, respondiendo a las cuestiones planteadas en la introducción, podemos afirmar que en el pasado se sufrieron invasiones polares mucho más rigurosas que las actuales. Los episodios de los últimos años no han sido tan extraordinarios como destacaron los medios de comunicación, sin embargo, la reaparición de las heladas en las comarcas costeras castellanense, tras quince años en los que prácticamente desaparecieron, ha supuesto un cambio notorio de tendencia. Este hecho además ha venido acompañado de inviernos con temperaturas medias casi tan bajas como las registradas a mediados del siglo XX.

Por lo que respecta a los temporales de nieve, desde el siglo XVI hasta la primera mitad del XX y si exceptuamos el anómalo siglo XVIII, era esperable que se registraran nevadas significativas, con espesores superiores a los 5-10 cm, aproximadamente, cada veinticinco años. La clara recuperación térmica que se produjo tras la PEH no afectó a la frecuencia de aparición de este meteoro gracias a que la confluencia de una serie de factores (aire muy frío en los diferentes niveles de la troposfera y una entrada de vientos húmedos marítimos) se dio con parecida asiduidad. En los últimos cincuenta años, dicha periodicidad ha disminuido progresivamente, a medida que lo hacía el calentamiento global, por lo que actualmente es muy poco probable que cuaje este meteoro en la capital de La Plana. El efecto de isla de calor urbano podría tener alguna relevancia, aunque no parece ser el factor más determinante en la casi desaparición de las nevadas en el litoral mediterráneo de la península Ibérica.

8. Bibliografía

Aupí, Vicente (2005): *Guía del Clima de España*, Barcelona, Ediciones Omega, S.A.

Balbás Cruz, J.A. (1981): *El libro de la Provincia de Castellón*, Castellón de la Plana, Caja de Ahorros y Monte Piedad de Castellón.

Font Tullot, I. (1988): *Historia del clima en España. Cambios climáticos y sus causas*, Madrid, Instituto Nacional de Meteorología.

- (2000): *Climatología de España y Portugal*, Salamanca, Ediciones Universidad de Salamanca.

Pérez Cueva, A. J. (1995): *Atlas climático de la Comunidad Valenciana*, Valencia, Generalitat Valenciana.

Puente, J.M. (2007): *Cuando el río se helaba. Heladas históricas del Ebro a su paso por Tortosa*, RAM, <http://www.meteored.com/ra>.

Quereda Sala, J., [et. al.] (2001): *Nuestro porvenir climático. ¿Un escenario de aridez?*, Castellón de la Plana, Universitat Jaume I.

- (2009): *El cambio climático en las regiones de Valencia y Murcia: sombra analítica de un auténtico troyano*, Investigaciones Geográficas (Esp.), num. 49, 2009, ps. 109-113, Alicante, Universidad Alicante.

Montón Chiva, E., Quereda Sala, J. (1997). *¿Hacia un cambio climático?: la evolución del clima mediterráneo desde el siglo XIX*. Castellón: Fundación Dávalos-Fletcher.

Pérez Cueva, A.J. (1995): *Atlas climático de la Comunidad Valenciana*. (pp. 50-53), Valencia, Generalitat Valenciana.