

XXXIV Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española (Teruel, 29 febrero – 2 marzo 2016)
ISBN 978-84-617-5240-9

30 AÑOS DE OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS EN EL CORAZÓN DEL POLO DEL FRÍO ESPAÑOL

Vicente Aupi⁽¹⁾

⁽¹⁾Observatorio de Torremocha del Jiloca (Teruel), vicente.aupi@arrakis.es

La provincia de Teruel es bien conocida por sus fríos invernales y la actividad tormentosa estival. Dentro de ella se han alcanzado las temperaturas más bajas de la red meteorológica oficial en zonas habitadas de España, caso de los $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ registrados el 17 de diciembre de 1963 en el Observatorio de Calamocha-Fuentes Claras y los $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ de Monreal del Campo el 4 de enero de 1971. Este punto del altiplano turolense y las cercanas parameras de Molina de Aragón ($-28,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ el 28 de enero de 1952), ya en la vecina provincia de Guadalajara, comparten no sólo la singularidad de ostentar las temperaturas más bajas de la España habitada, sino también una notable recurrencia de episodios con temperaturas inferiores a los $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Durante el siglo XX y lo que llevamos del XXI, en el triángulo geográfico que Calamocha y Molina de Aragón forman con Teruel se han registrado más de un centenar de episodios de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, bien en dichas poblaciones o en otras situadas en el interior de dicho triángulo o sus proximidades, entre ellas Daroca, Burbáguena, Luco de Jiloca, Santa Eulalia del Campo, Piqueras, Alfambra y Torremocha del Jiloca.

En esta última población, el observatorio creado por el autor merced a una iniciativa particular en noviembre de 1985 ha orientado una gran parte de sus actividades a la investigación del clima, tanto mediante el estudio de las largas series de algunos de los puntos antes citados como mediante unas



Figura 1.-Garita cedida por Aemet en 2015.

TORREMOCHA

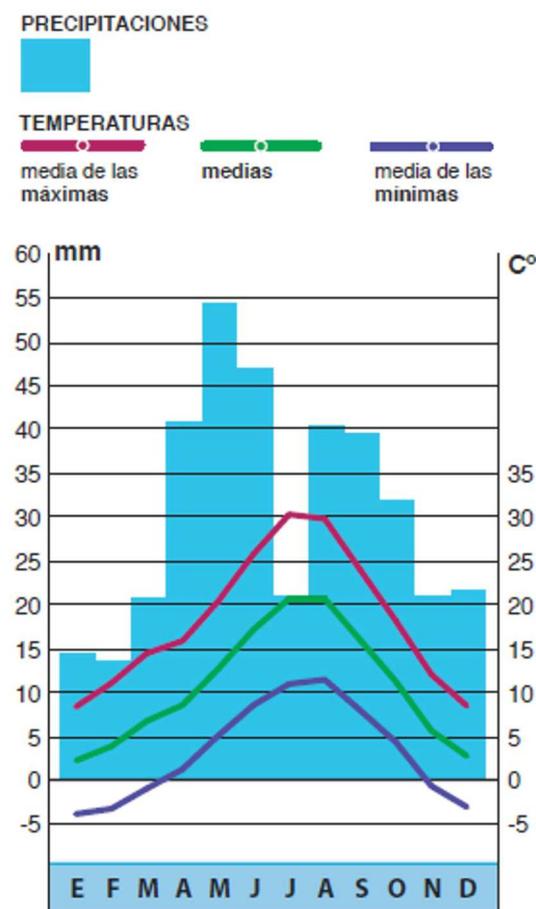


Figura 2.-Climograma de Torremocha del Jiloca.

instalaciones propias, con instrumental analógico del tipo oficial que se utiliza en la red de la Agencia Estatal de Meteorología (Aemet).

De esta forma, el pasado 15 de noviembre de 2015 el Observatorio de Torremocha del Jiloca completó una serie climatológica de 30 años, cuyos registros se han cedido al Banco Nacional de Datos Climatológicos de Aemet.

El observatorio se halla a una altitud de 994

metros en la depresión que cruza el río Jiloca, flanqueada al este por Sierra Palomera y al oeste por los Montes Universales. Es un valle abierto por el norte y el sur, lo que favorece la entrada de masas de aire polar en el trimestre invernal y los flujos de aire cálido del sur que llegan desde África en verano. El jardín meteorológico, para el que Aemet cedió recientemente un nuevo abrigo termométrico (Figura 1), se halla emplazado en una parcela facilitada por el Ayuntamiento de Torremocha, en pleno campo y sin afecciones urbanas. Sus coordenadas son: latitud 40° 35' 36" N, longitud 01° 18' 08" W. Las observaciones meteorológicas se realizan en tiempo universal (UTC).

La singularidad del régimen térmico

Con una temperatura media anual de 10,7 °C y 127 días de helada al año en promedio, el régimen térmico es de tipo continental, con una acusada variabilidad anual, estacional y diaria, siendo muy frecuentes diferencias de más de 20 °C entre las temperaturas máximas y mínimas diarias, especialmente en primavera y verano. En los 30 años de observaciones desde 1985, uno de los rasgos evidentes es la variabilidad, hecho que probablemente no concierne exclusivamente al carácter climático de su enclave, sino también a las tendencias globales del clima en los últimos

decenios.

Los datos extremos de temperatura en la serie climatológica se concretan en una amplitud absoluta de 65 °C entre los 39,8 °C de la temperatura más alta, registrada el 28 de julio de 1988, y los -25,2 °C de la mínima absoluta, alcanzada el 24 de diciembre de 2001. Enero, con una temperatura media de 2,3 °C es el mes más frío, correspondiendo a agosto, con 20,7 °C, el promedio más cálido. En los 30 años de observaciones se han registrado heladas entre el 29 de agosto y el 24 de junio, siendo poco frecuentes los años con menos de 100 días con temperaturas inferiores a los 0 °C. Aunque este dato y la fama de Teruel y su provincia son indicativos de un invierno riguroso, una de las peculiaridades climáticas es el benigno régimen térmico diurno que suele darse en las jornadas típicas de enero y febrero, en las que son muy habituales máximas superiores a los 10 °C tras una madrugada bajo cero.

Los valores de Torremocha, representativos del clima de Teruel, muestran en el régimen térmico diurno invernal un menor rigor en comparación con otras zonas de España situadas a la misma altitud. El contraste que se da en febrero entre los 10,8 °C de la media de las temperaturas máximas y los -3,5 °C del promedio de las mínimas nos habla de una cierta paradoja entre la aparente adversidad de las noches invernales y la templanza de las horas centrales del día.

Por otra parte, la recurrencia de los episodios con

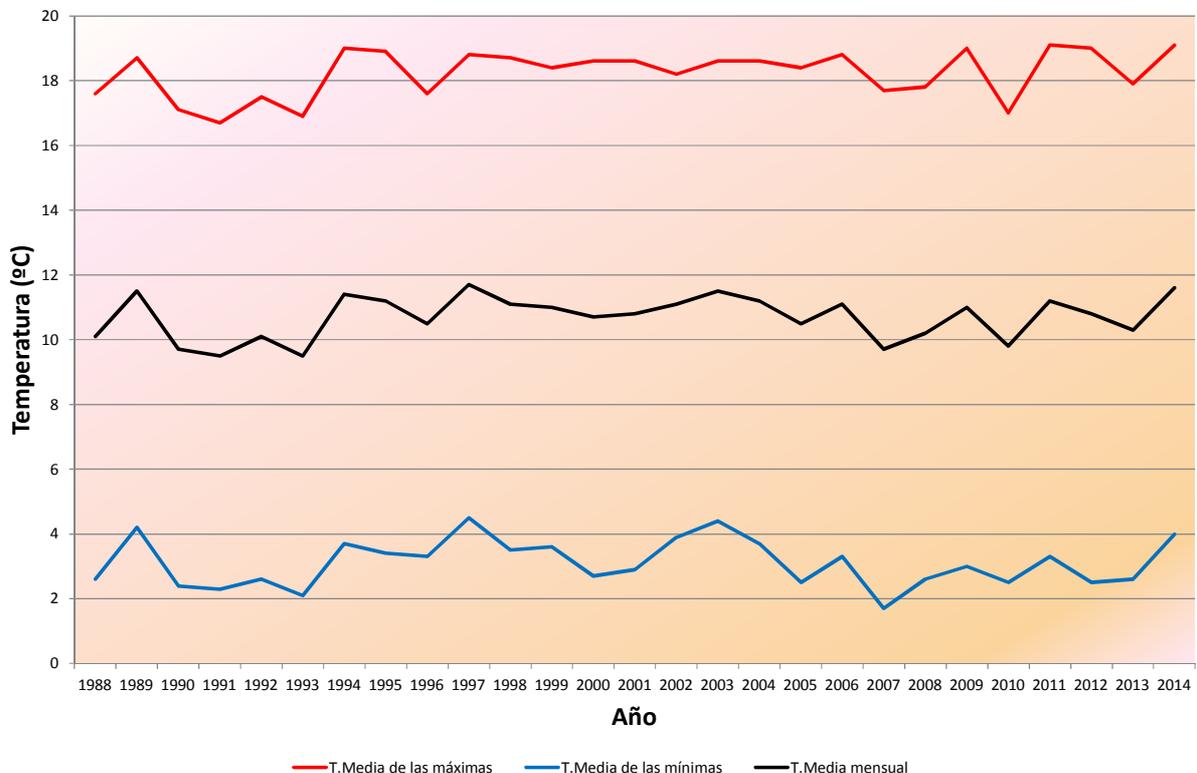


Figura 3.-Promedios de temperatura por años en la serie climatológica de Torremocha del Jiloca.

temperaturas inferiores a los $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y a los $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, que han hecho famosa a esta zona de España, no debe considerarse como un rasgo constante de su clima, sino como episodios que sólo se dan de forma periódica.

En el caso del Observatorio de Torremocha del Jiloca, desde noviembre de 1985 se han producido 28 episodios en los que la temperatura mínima ha alcanzado o caído por debajo de los $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, correspondiendo cinco de ellos a valores de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ o inferiores (Figura 9).

Quizá por su emplazamiento en plena naturaleza, a salvo de alteraciones como las que afectan a las ciudades por sus islas de calor, la serie de Torremocha del Jiloca no muestra de forma tan evidente la tendencia al calentamiento de otros observatorios (Figura 3).

El año más cálido de la serie fue 1997 con una media de $11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cabe recordar que tanto 1997 como 1998 fueron años muy cálidos en muchos observatorios, tanto de España como del resto del mundo, coincidiendo con una de las fases más agudas del fenómeno de El Niño. Después de 1997, los años con la temperatura media más alta en la serie han sido 2014 y 2015 (ambos con $11,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), así como 1989 y 2003, estos dos últimos con una media de $11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Los más fríos fueron 1991 y 1993, que comparten una temperatura media anual de $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Las largas noches de las semanas próximas al solsticio de diciembre constituyen un hecho clave en el régimen térmico invernal. La estación fría marca aquí el mínimo pluviométrico, siendo la estabilidad atmosférica un patrón climático en diciembre y enero. Con una temperatura media de $2,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, diciembre es claramente más frío que febrero. Si bien ambos meses muestran valores muy similares en los promedios de la temperatura mínima, la mayor insolación de febrero se concreta en que este mes presente una media de las temperaturas máximas que supera en más de $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a la de diciembre.

No parece que sea una casualidad que los $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ del récord de frío registrado en el cercano observatorio de Calamocha-Fuentes Claras se registrara un 17 de diciembre, ni que los $-25,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ de la mínima absoluta en Torremocha se observaran un 24 de diciembre. De hecho, ninguno de los episodios en los que se han alcanzado los $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ o temperaturas inferiores en la provincia de Teruel corresponde al mes de febrero. La mayoría se han dado en enero, pero el resto corresponde a diciembre.

Cielo despejado, viento en calma y suelo nevado

Uno de los aspectos que se han estudiado con más detalle en estos 30 años de observaciones es el patrón atmosférico en el que se dan los episodios de frío extremo con registros de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Podemos definir un modelo de situación con los siguientes factores: cielo despejado, viento en calma y suelo totalmente nevado en alguna de las largas noches invernales subsiguientes a una invasión de aire polar sobre España.

La disposición del valle del Jiloca, abierto por el norte a los flujos de origen polar, favorece su entrada y posterior estancamiento si tras la advección inicial se producen condiciones de calma atmosférica, lo que en las madrugadas de diciembre y enero favorece vertiginosos desplomes térmicos por irradiación sobre el suelo nevado. A diferencia de otras zonas a mayor altitud, en las que la advección de aire polar puede convertirse en el principal protagonista de los grandes fríos, en la zona que nos ocupa son la inversión térmica y la pérdida de calor por irradiación sobre el suelo nevado, con cielo despejado y viento en calma, los factores fundamentales.

Diciembre de 2001 fue el último caso que podemos englobar entre los grandes episodios históricos de fríos extraordinarios (Figura 4).

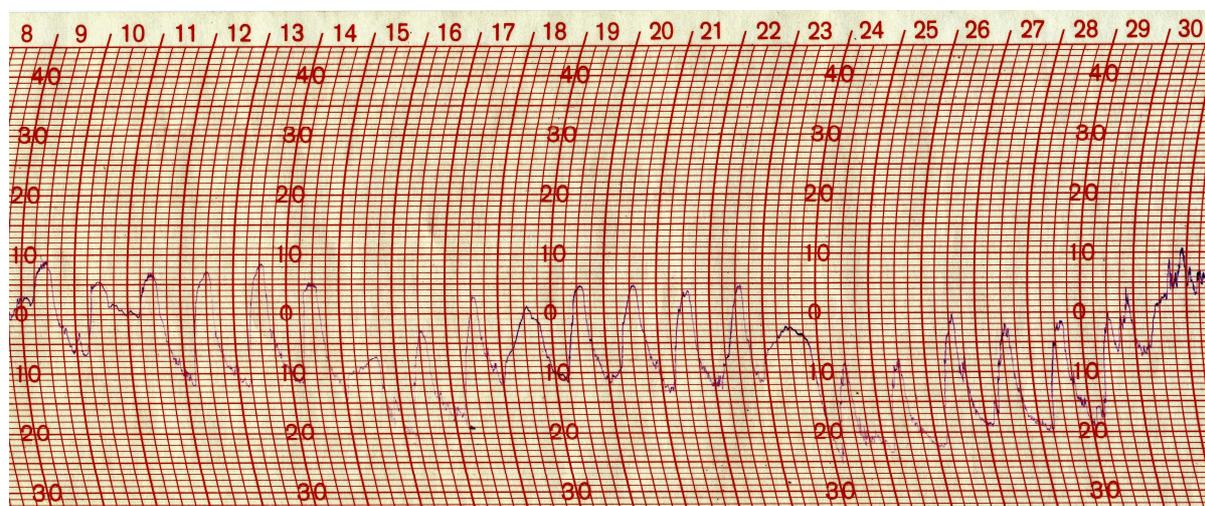


Figura 4.-Curva del termógrafo en el Observatorio de Torremocha entre los días 9 y 30 de diciembre de 2001.

Aunque la situación fue generalizada en buena parte de España, en ningún otro punto se manifestó con la misma intensidad que en el valle del Jiloca y otras zonas cercanas de las provincias de Teruel y Guadalajara. El Observatorio de Torremocha arrojó aquel mes una temperatura media de $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y un promedio de $-12,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en las mínimas. Valores similares se dieron en otras estaciones próximas, como las de Monreal del Campo y Alfambra. Las condiciones fueron muy clarificadoras y coincidentes con las que ya se habían dado en esta zona de España en otros episodios históricos, como los de enero de 1945, enero de 1952, diciembre de 1963 y enero de 1971, por citar sólo algunos. Todos ellos comparten el mismo modelo: advección fría de origen polar con nevadas como germen del proceso y una situación posterior de estancamiento, con calma atmosférica, cielos despejados y suelo totalmente nevado en la que se registran una o varias noches con temperaturas de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ o por debajo de este umbral.

Frente al protagonismo de los fríos invernales, la primavera y el verano se caracterizan por notables contrastes térmicos. En julio y agosto, la amplitud diurna típica ronda los $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y los supera frecuentemente. A grandes rasgos, las máximas se mueven en el entorno de los $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y los valores mínimos nocturnos se acercan a los $10-11\text{ }^{\circ}\text{C}$. La variabilidad antes citada es destacada en primavera, en la que abril y mayo presentan grandes contrastes entre un año y otro, hasta el punto de que muchas veces apenas muestran un comportamiento primaveral.

Régimen pluviométrico asociado a las tormentas

Las primeras heladas suelen presentarse a finales de septiembre coincidiendo con el equinoccio de otoño. A diferencia de abril y mayo, el mes de octubre sí que suele jugar de forma más patente un papel de transición, pero los datos térmicos sugieren que noviembre, con un promedio de las mínimas de $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y episodios nada infrecuentes con registros de $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$, tiene un carácter más invernal que otoñal. Mayo y junio son los meses más lluviosos, mientras que los más secos son enero y febrero, en concordancia con el mínimo pluviométrico invernal antes mencionado (Figura 2).

Si en otros muchos lugares de España julio y agosto suelen ser los meses más secos, los datos del Observatorio de Torremocha avalan que para buena parte de Teruel el verano tiene, gracias a las tormentas, cierto peso en el balance pluviométrico anual.

Los frentes de origen atlántico dejan pocas cantidades de lluvia, mientras que los temporales de levante que llegan desde el Mediterráneo tienen cierto protagonismo, especialmente en otoño. Sin embargo, casi las dos terceras partes de los más de 361 mm anuales de precipitación media se concentran en el denominado semestre estival (de mayo a octubre), siendo la actividad tormentosa el principal motor del régimen de lluvias. La torrencialidad forma parte de la personalidad climática de gran parte de Teruel entre junio y septiembre.

La zona de Jiloca en la que se halla el

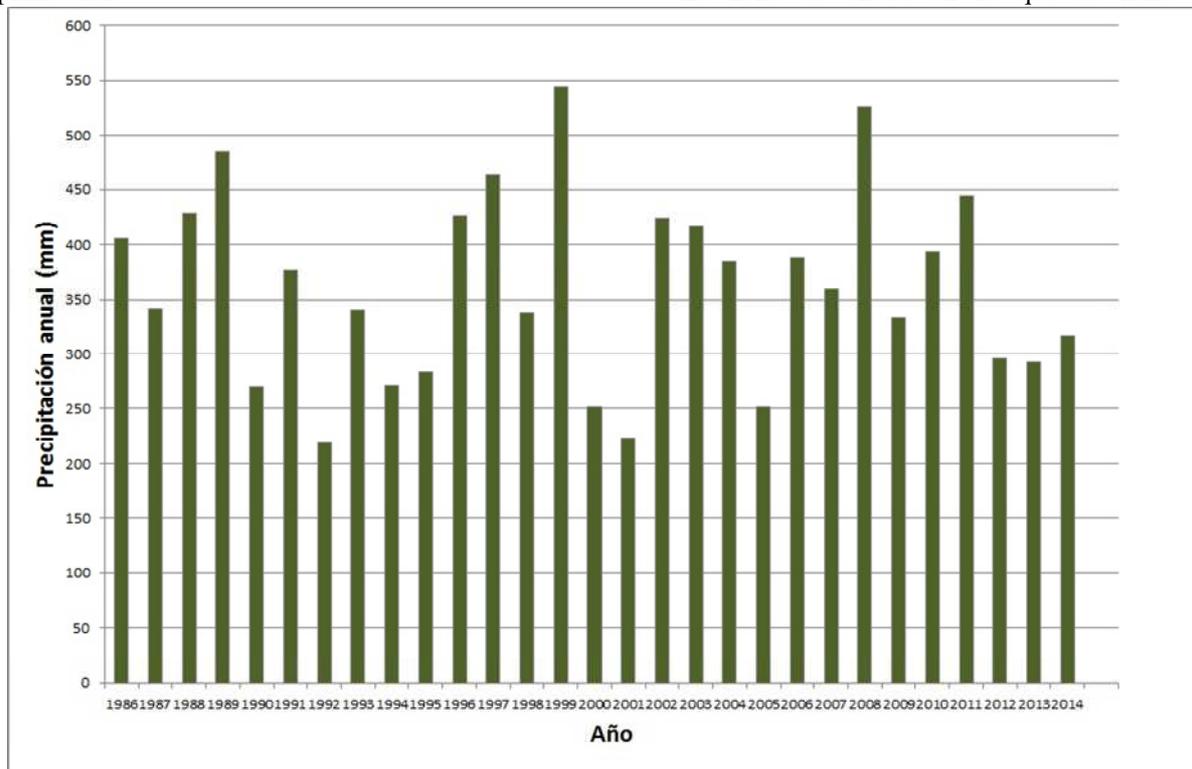


Figura 5.-Precipitación total anual en el Observatorio de Torremocha entre 1986 y 2014.

observatorio no acumula tantos días de tormenta como el Maestrazgo turolense, en el que podemos encontrar algunos de los puntos con mayor actividad convectiva de España. Pese a ello, entre mediados de mayo y finales de septiembre las tormentas se convierten en la que probablemente es la segunda singularidad en orden de importancia del clima de esta zona, tras los fríos invernales. Las tormentas vespertinas son una constante en el trimestre de junio a agosto (verano meteorológico), en el que algunos años se presentan casi a diario.

Mayo, con sus 54,1 mm de media es el mes más lluvioso. La dependencia de las tormentas favorece una evidente variabilidad e irregularidad en el régimen de precipitaciones, de forma que son relativamente frecuentes los meses en los que no cae una sola gota. Tal circunstancia se ha dado una o varias veces a lo largo de la serie en los meses de febrero, marzo, junio, julio, agosto y octubre. El máximo absoluto mensual de precipitación se produjo en mayo de 2011, con un total de 157,2 mm.

En la serie de Torremocha se da un promedio de 17 días de nevada al año, pero se trata de un dato engañoso, ya que, salvo episodios muy concretos, las nieves que caen en esta zona de Teruel son, por regla general, ligeras y efímeras. En enero de 1997, diciembre de 2009 y enero de 2010 los espesores fueron extraordinarios, pero las nevadas habituales en la zona apenas dejan tapices blancos de unos pocos centímetros. El mayor número de días de nieve, en cualquier caso, corresponde a enero, con

una media de cinco, seguido de febrero con cuatro.

El granizo, a su vez, se presenta muchos años con mayor o menor tamaño. No son raras las tormentas en las que el pedrisco alcanza varios centímetros de espesor, como en agosto de 2009. La gente de la zona lo conoce bien, así como los daños que causa en los cultivos en un terreno en el que el clima no ofrece demasiadas opciones a la agricultura.

En los tres decenios de observaciones, 1999 y 2008 aparecen como los años más húmedos, con acúmulos de 544 y 525 mm, respectivamente (Figura 5). En la serie se aprecian claramente un periodo de varios años con escasas precipitaciones en el primer lustro de la década de los 90, así como una menor frecuencia de años secos a partir de 2006.

Episodios notables

En el análisis del régimen térmico ya se ha mencionado antes el hito de los extraordinarios fríos de diciembre de 2001. En el transcurso de los 30 años de la serie de Torremocha del Jiloca se trata, probablemente, del episodio climatológico más notable. Más que de una ola de frío propiamente dicha cabría hablar de un mes excepcional en conjunto, con un carácter similar al que en la historia de España y otros países europeos tuvo febrero de 1956, el más frío del siglo XX.

Si bien desde un enfoque global febrero de 1956

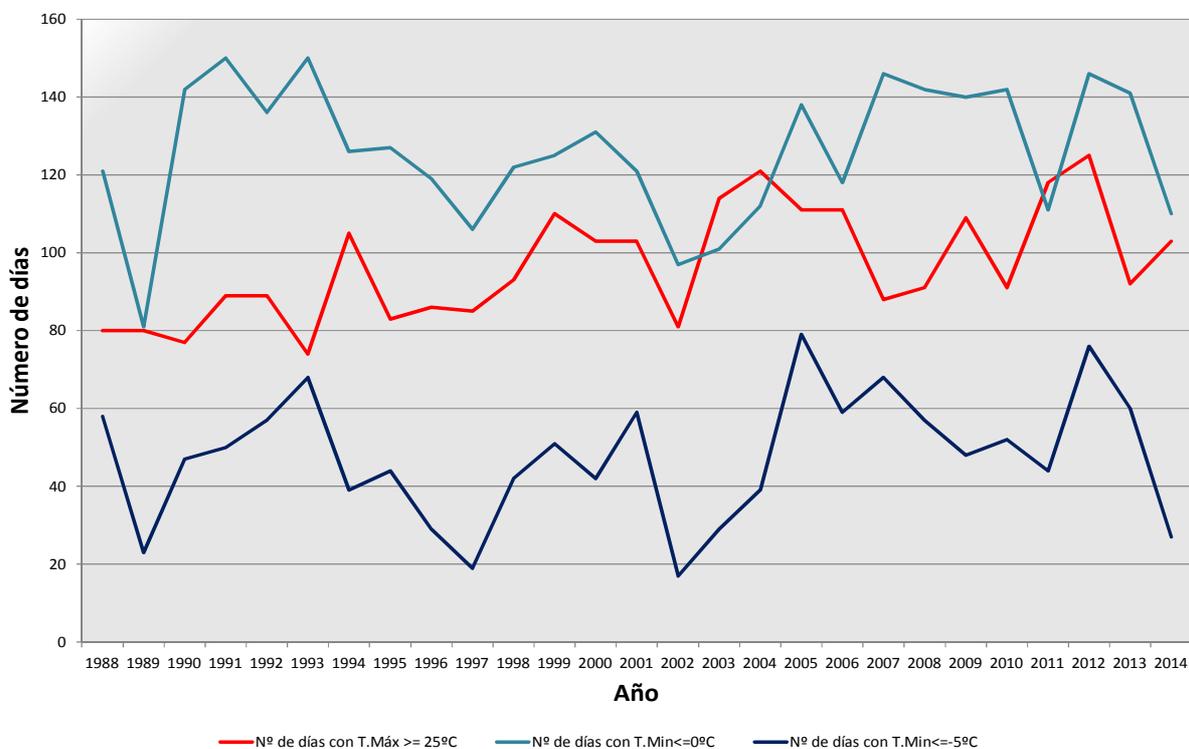


Figura 6.-Superación de determinados umbrales de temperatura máxima y mínima por años entre 1988 y 2014.



Figura 7.-Nevada de enero de 2010.

fue, seguramente, el de mayor impacto para gran parte del continente europeo, desde un punto de vista local diciembre de 2001 fue todavía más notable para la provincia de Teruel, y los datos de Torremocha y otros observatorios acreditan tal excepcionalidad. Es más, el estudio de estos dos meses aporta luz sobre las peculiaridades del clima de la zona que nos ocupa, ya que si bien la temperatura media fue similar en ambos casos, las mínimas absolutas de diciembre de 2001 fueron mucho más bajas que las de febrero de 1956. En este sentido, la cercana población de Monreal del Campo registró en febrero de 1956 una temperatura media de $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y un promedio de las mínimas de $-8,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que en el caso de diciembre de 2001 se observaron $-2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-11,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente. A ello hay que añadir que las mínimas absolutas fueron de $-16,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en febrero de 1956 y de $-22,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en diciembre de 2001.

La clave de estas diferencias reside en que el rasgo fundamental de la excepcionalidad de los fríos de 1956 hay que buscarlo en la intensidad de la advección polar que llegó hasta España, barrida por completo por una masa de aire glacial, mientras que en diciembre de 2001 el factor más importante fue la predisposición territorial y climática del valle del Jiloca a los intensos procesos radiativos que suceden a las invasiones de aire polar cuando se dan las circunstancias antes citadas: cielo despejado, calma y suelo nevado. En el clima de Torremocha del Jiloca, Monreal del Campo y el resto de Teruel la clave de los récords de frío no es la intensidad de las advecciones de origen polar, caso de la de febrero de 1956, ya que en éste y otros ejemplos similares el viento impide o atenúa los espectaculares desplomes de temperatura que se dan en condiciones de calma si, además, el cielo está despejado y se añade el factor del suelo nevado, que multiplica la pérdida de calor por irradiación. Por esta misma razón, se han producido en esta zona de España los recurrentes episodios de temperaturas inferiores a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1945, 1946, 1963, 1971 y 2001 y otros) pese a que en muchos de los casos la frialdad de la masa polar originaria fuese menor que la de febrero de 1956.

En los 30 años de la pequeña historia del



Figura 8.-Cencellada de noviembre de 1985.

Observatorio de Torremocha del Jiloca cabe mencionar otros episodios notables. En lo relativo a las temperaturas es destacable que julio de 1994 siga ostentando el título de mes más cálido de la serie, con una temperatura media de $24,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Julio de 2015, que ha batido récords en muchas zonas de España ha dado una media de $24,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, que se queda a una décima del récord. Ninguno de ambos meses ostenta la máxima absoluta, que es de $39,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se observó el 28 de julio de 1988. Asimismo, debe destacarse que el récord de julio de 1994 contrasta con el papel más discreto que en esta zona tuvieron los calores del famoso verano de 2003, que fue excepcional en otras regiones. El Observatorio de Torremocha dio aquel año una temperatura media de $22,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ en julio y de $22,5$ en agosto.

En el capítulo de las precipitaciones hay que mencionar el pedrisco de más de cuatro centímetros

| FECHA | T °C |
|-------------------------|-------|
| 28 de noviembre de 1985 | -15,2 |
| 31 de diciembre de 1985 | -15,0 |
| 5 de enero de 1997 | -15,8 |
| 7 de enero de 1997 | -20,0 |
| 1 de febrero de 1999 | -16,0 |
| 14 de febrero de 1999 | -15,0 |
| 15 de diciembre de 2001 | -18,4 |
| 16 de diciembre de 2001 | -20,0 |
| 17 de diciembre de 2001 | -19,1 |
| 23 de diciembre de 2001 | -15,0 |
| 24 de diciembre de 2001 | -25,2 |
| 25 de diciembre de 2001 | -23,5 |
| 26 de diciembre de 2001 | -22,8 |
| 27 de diciembre de 2001 | -19,1 |
| 28 de diciembre de 2001 | -19,9 |
| 29 de diciembre de 2001 | -19,2 |
| 28 de enero de 2005 | -16,2 |
| 27 de enero de 2007 | -15,8 |
| 28 de enero de 2007 | -15,1 |
| 17 de noviembre de 2007 | -17,3 |
| 14 de diciembre de 2007 | -15,3 |
| 15 de diciembre de 2007 | -16,4 |
| 16 de diciembre de 2009 | -18,3 |
| 11 de enero de 2010 | -15,6 |
| 12 de enero de 2010 | -15,2 |
| 23 de enero de 2011 | -15,8 |
| 24 de enero de 2011 | -15,0 |
| 25 de enero de 2011 | -15,4 |

Figura 9.-Episodios con mínimas inferiores a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

de espesor que cayó el 9 de agosto de 2009 y las copiosas nevadas de enero de 1997, diciembre de 2009 y enero de 2010 (Figura 7). En este último caso los espesores de la nieve fueron tan generosos que dieron lugar a un fenómeno poco habitual en el valle del Jiloca: la formación de neveros. Pese a que tras el temporal de nieve del 7 y el 8 de enero de 2010 se produjo un cambio de tiempo con un ascenso generalizado de las temperaturas, el acúmulo de nieve fue tal que extensos neveros sobrevivieron hasta finales de febrero, en un fenómeno poco frecuente para el clima de la zona.

Curiosamente, uno de los episodios más notables de la historia del Observatorio de Torremocha se produjo a los pocos días de su puesta en marcha. Se trata de la excepcional cencellada del día 28 de noviembre de 1985 (Figura 8), que dibujó un paisaje polar de excepcional belleza en la gran planicie de esta zona de Teruel, en la que todos los árboles y el resto de la vegetación evocaban a las llanuras siberianas.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Aupí, Vicente. *Guía del clima de España*. Ediciones Omega, 2005.
- Aupí, Vicente. *El Triángulo de Hielo. Estudio climático del Polo del Frío Español*. Editorial Dobleuve Comunicación, 2014.
- Aupí, Vicente. *Rigores y bondades del clima turolense*. Capítulo del libro Comunidad de Teruel, páginas 59-64. Diputación General de Aragón, 2010.
- Aupí, Vicente. *En el corazón del Polo del Frío. El clima de la laguna del Cañizar*. Capítulo del libro Laguna del Cañizar, páginas 18-23. Centro de Estudios del Jiloca, 2012.
- Boletín Mensual Climatológico del Servicio Meteorológico Nacional*. Ministerio del Aire, años 1941-1975.
- Capel Molina, José Jaime. *Los climas de España*. Oikos-Tau, 1981.
- Font Tullot, Inocencio. *Climatología de España y Portugal*. Instituto Nacional de Meteorología (INM), 1985.
- Font Tullot, Inocencio. *Historia del clima de España*. Instituto Nacional de Meteorología (INM), 1988.
- Fontseré, Eduardo. *Elementos de meteorología*. Editorial Gustavo Gili, 1943.
- García de Pedraza, Lorenzo/Giménez de la Cuadra, Lorenzo. *Notas para la historia de la meteorología en España*. Instituto Nacional de Meteorología (INM), 1985.
- Ibáñez Gómez, Miguel. *Topografía médica de Teruel*. Imprenta de la Beneficencia de Teruel, 1895.
- Marcolain Sanjuan, Pedro. *Observaciones meteorológicas de Teruel en 1882*. Teruel, 1883.
- Marcolain Sanjuan, Pedro. *Observaciones meteorológicas de Teruel en 1883*. Teruel, 1884.

- Marcolain Sanjuan, Pedro. *Observaciones meteorológicas de Teruel en 1884*. Teruel, 1885.
- Marcolain Sanjuan, Pedro. *Observaciones meteorológicas de Teruel en 1885*. Teruel, 1886.
- Peña, José Luis/Cuadrat, José María/Sánchez Fabre, Miguel. *El clima de la provincia de Teruel*. Instituto de Estudios Turolenses, 2002.
- Rodríguez Ballesteros, César. *Olas de calor y de frío en España desde 1975*. Aemet-Calendario Meteorológico, 2013.
- Valores normales de precipitación y temperatura de la Red Climatológica (1961-1990)*. Instituto Nacional de Meteorología (INM), 2000.
- Valores normales y estadísticos de observatorios meteorológicos principales (1971-2000)*. Instituto Nacional de Meteorología (INM), 2002.