

Climatología del Balneario de Paracuellos de Jiloca

Title in English: *Climatology of Paracuellos de Jiloca Spa*

Roser Botey Fullat*, Inmaculada Cadenas Cortina, Ana Isabel Ambrona Rodríguez, Yolanda Jiménez Sánchez

Área de Climatología y Aplicaciones Operativas. Agencia Estatal de Meteorología. *mbotey@aemet.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 84, Special Issue (2018) pp. 108-131.

RESUMEN	ABSTRACT
En el presente trabajo se realiza un estudio climático y bioclimático del Balneario ubicado en Paracuellos de Jiloca (Zaragoza). Para llevar a cabo este estudio se han utilizado datos de precipitación, temperatura, humedad relativa y viento, que se han obtenido de las estaciones de AEMET ubicadas en el entorno a Paracuellos de Jiloca, en concreto se han utilizado datos de la estación termo-pluviométrica de Calatayud y de la estación completa de Daroca. Se han obtenido los valores medios mensuales para cada uno de los parámetros climáticos relevantes, así como los valores extremos, la frecuencia de superación de determinados umbrales, las tendencias a largo plazo y los valores de determinados índices climáticos. Para el análisis bioclimático se han utilizado los datos de temperatura y humedad relativa y se han calculado los índices climatológicos de confort y de sensación térmica. También se incluye información fenológica sobre determinadas especies vegetales.	A climatic and bioclimatic study of the spa located in Paracuellos de Jiloca (Zaragoza) village is described in this paper. The climatological analysis has been performed using the data of precipitation, temperature, relative humidity and wind corresponding to the climatological stations of AEMET located near the village of Paracuellos de Jiloca, and in particular, the climatological station of Calatayud and the principal station of Daroca. The monthly mean value and the extreme values have been obtained from the available data, as well as the frequency of climatic parameters exceeding certain thresholds, the long term trends and a set of climatic indices. For the bioclimatic analysis the data of temperature and relative humidity have been used to calculate the climatic comfort indices and the thermal sensation values. Also, it includes phenology information about some vegetables species.
Palabras clave: Clima; Bioclimático; Balneario.	Keywords: Climate; Bioclimatic; Spa.

1. INTRODUCCIÓN

El Balneario de Paracuellos de Jiloca se encuentra situado en la misma localidad, en el valle del río Jiloca, unos 3 km antes de que desemboque en el río Jalón cerca de Calatayud, todo ello al suroeste de la provincia de Zaragoza. Sus coordenadas geográficas son 41º 18' 59" N de latitud y 1º 38' 32" W de longitud (Sistema Geodésico

ETRS89) y a una altitud de unos 560 m sobre el nivel del mar. Para este estudio se ha contado con los datos disponibles en el Banco Nacional de Datos Climatológicos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y se han elegido por ser las más completas y representativas la estación termo-pluviométrica de Calatayud y la estación completa de Daroca. La estación termo-pluviométrica de Calatayud, con nombre “Calatayud Aguas” e indicativo 9394U, que funcionó desde el año 1976 hasta el año 2002, estuvo ubicada a una distancia de 2 km m del balneario, no obstante, al no estar situada en el fondo del valle su altitud respecto del balneario es mayor en unos 40 m. Los datos de dicha estación (1976-2002) se han utilizado para el estudio del comportamiento de temperaturas y precipitaciones ya que resulta representativa del entorno del Balneario. Sus coordenadas fueron: latitud 41º 19’ 52” N, longitud 1º 38’ 43” W y altitud 600 m.

Para el resto de los parámetros climáticos no observados en la estación de “Calatayud Aguas”, como viento y humedad relativa, así como para estudiar series más largas de temperatura, precipitación y meteoros, se ha contado con la ventaja de disponer de los datos de la estación completa de Daroca de indicativo climatológico 9390, que está ubicada en el mismo Daroca en el valle del mismo río Jiloca pero más hacia su cabecera, a unos 29 km del Balneario de Paracuellos de Jiloca. Por estar situada en el mismo valle y aunque su altitud es mayor en unos 119 m, sus características climáticas son suficientemente cercanas al clima del entorno del Balneario, y presenta la ventaja de estar dotada de personal de AEMET y de disponer de una serie larga de datos desde 1966 hasta la actualidad. Dicha estación tiene de coordenadas: latitud 41º 06’ 52” N, longitud 1º 24’ 36” W y 779 m de altitud, y el periodo de datos que se ha utilizado en este estudio es desde 1966 hasta 2016 (51 años).

Para el cálculo de los valores normales se ha utilizado en este trabajo el período de referencia (1981-2010) y la metodología recomendados por la Organización Meteorológica Mundial (1,2), habiéndose procedido al relleno de las lagunas existentes según los métodos operativos establecidos en AEMET (3,4).

2. ESTUDIO TERMOMÉTRICO

2.1 Evolución de las temperaturas a lo largo del año. Variabilidad interanual de las temperaturas medias mensuales

En la figura 1 se muestra la evolución a lo largo del año de los valores medios mensuales de las temperaturas diarias máximas y mínimas, así como los valores más altos y más bajos de los parámetros indicados dentro del período 1976-2002, que

supone un total de 27 años de datos de la estación de “Calatayud Aguas” ubicada en el entorno del balneario de Paracuellos de Jiloca.

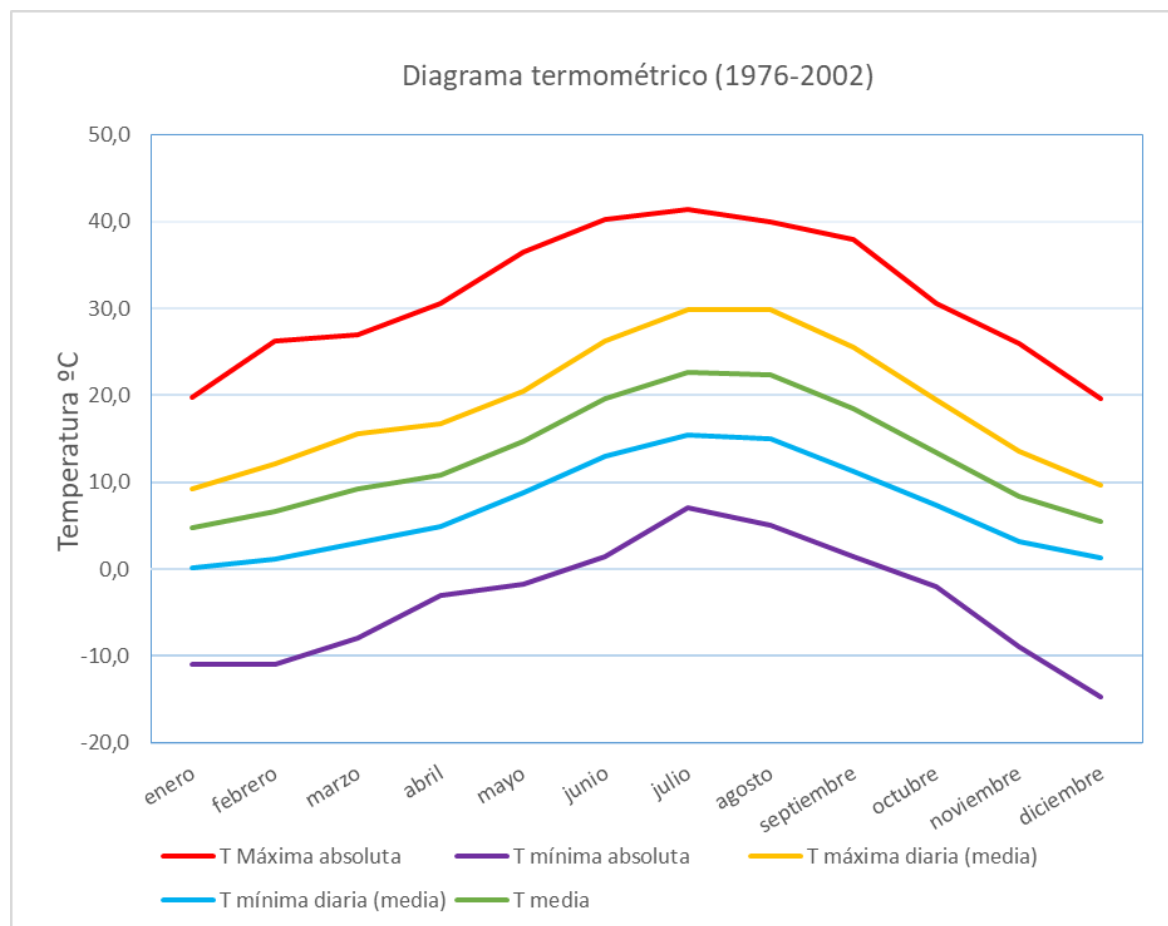


Figura 1. Diagrama termométrico del Balneario Paracuellos de Jiloca.

Del análisis de los datos se deduce que los valores medios mensuales de temperatura en Paracuellos de Jiloca superan los 22 °C en los meses de julio y agosto, siendo el mes de julio el más cálido con 22,6 °C, seguido de agosto con 22,4 °C. Sin embargo la oscilación térmica diaria en estos meses es elevada como caracteriza a los climas continentales del interior peninsular, su valor medio en los meses de julio y agosto es del orden de 14 °C, con una temperatura media de las máximas en el mes de julio de 29,8 °C y una media de las mínimas de 15,4 °C. Dicha oscilación térmica disminuye a medida que van disminuyendo las temperaturas, tomando valores entre 8 y 9 en los meses de diciembre y enero. El número medio de días con temperaturas máximas diarias superiores a 30 °C en los meses de julio y agosto está en torno a 16, y por el contrario, el número de días de noches tropicales (aquellas con temperatura mínima superior a 20 °C) tan solo es de 1 o 2. Sin embargo, excepcionalmente en el año 1994 se registraron temperaturas máximas superiores a 30 °C en 59 días entre los meses de julio y agosto, así como 32 días de noches tropicales. En cuanto a los meses más fríos, enero presenta la temperatura media mensual más baja con 4,7 °C, seguido

de diciembre con 5,5 °C, siendo la temperatura mínima diaria media mensual de 0,2 °C en enero y de 1,3 °C en diciembre, por lo que el invierno resulta ser frío.

Para el estudio de la variación interanual de las temperaturas se ha preferido utilizar los datos de la estación de Daroca por presentar una serie de datos más larga con 51 años y por presentar valores cercanos a la de Calatayud. Si se comparan los valores de temperatura y precipitación medios obtenidos para el mismo periodo de referencia 1981-2010, de las estaciones de Calatayud y Daroca, una vez que se ha procedido a la homogeneización y relleno de lagunas de las correspondientes series se obtiene lo siguiente: el valor de la temperatura media anual resulta ser para las dos estaciones de 13,2 °C, no existiendo diferencias destacables en los valores de temperatura media mensual de las dos estaciones a lo largo del año, mientras que la precipitación anual resulta ser algo mayor en la estación de Daroca sobre todo en los meses de otoño. La precipitación media anual normal (para el periodo de referencia 1981-2010) de la estación de Calatayud es de 329 mm y para la estación de Daroca ubicada a una mayor altitud resulta ser de 393 mm.

Para el estudio de la variabilidad interanual de las temperaturas del verano se han estudiado las temperaturas de la serie de Daroca para los meses de julio y agosto que son los de temperatura media más alta. En las figuras 2 y 3 se presentan respectivamente las series temporales (1966-2016) de la temperatura media de las máximas diarias de julio y agosto, y en las figuras 4 y 5 las series temporales de la temperatura media de las mínimas diarias de julio y agosto.

El valor medio más elevado de las temperaturas máximas diarias de julio en el periodo considerado se registró en el año 2015 con 34,2 °C, seguido de 33,8 °C en 2006; y en el mes de agosto en el año 2012 con 33,9 °C, seguido de 33,8 °C en 2003, destaca que estos valores máximos sean todos del siglo XXI. Por el contrario, los valores medios más bajos de temperatura máxima diaria se registraron en 1977 con 25,1 °C en julio y 26,0 °C en agosto.

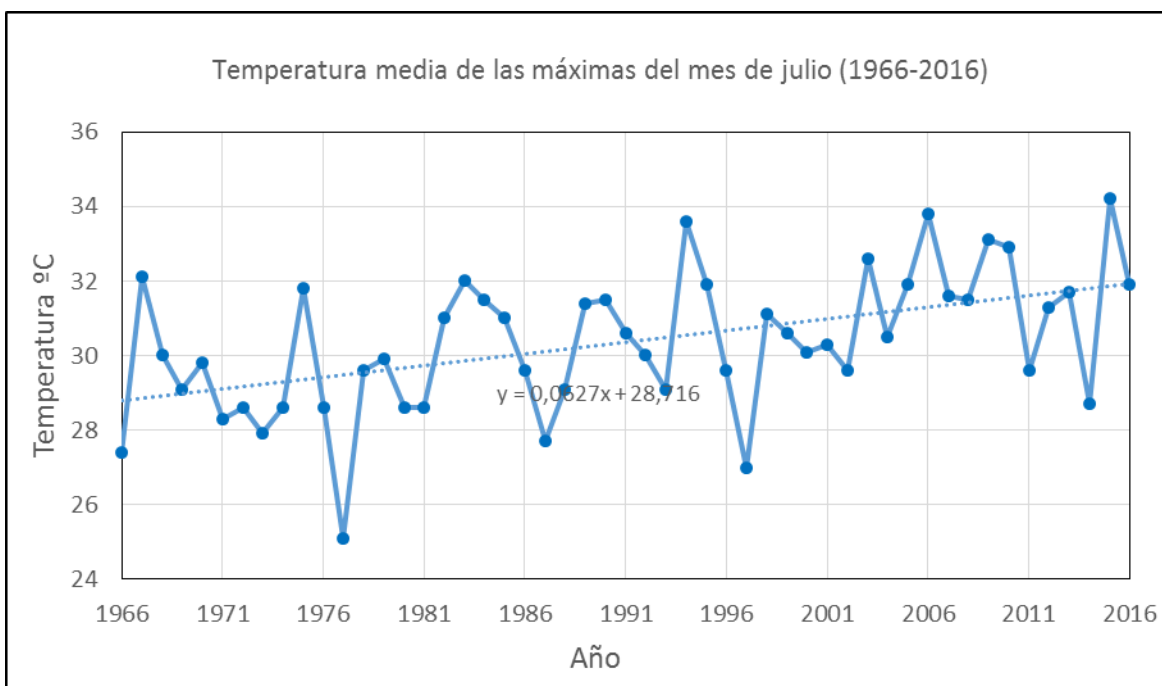


Figura 2. Variabilidad interanual de los valores medios de las temperaturas máximas diarias en julio en Daroca.

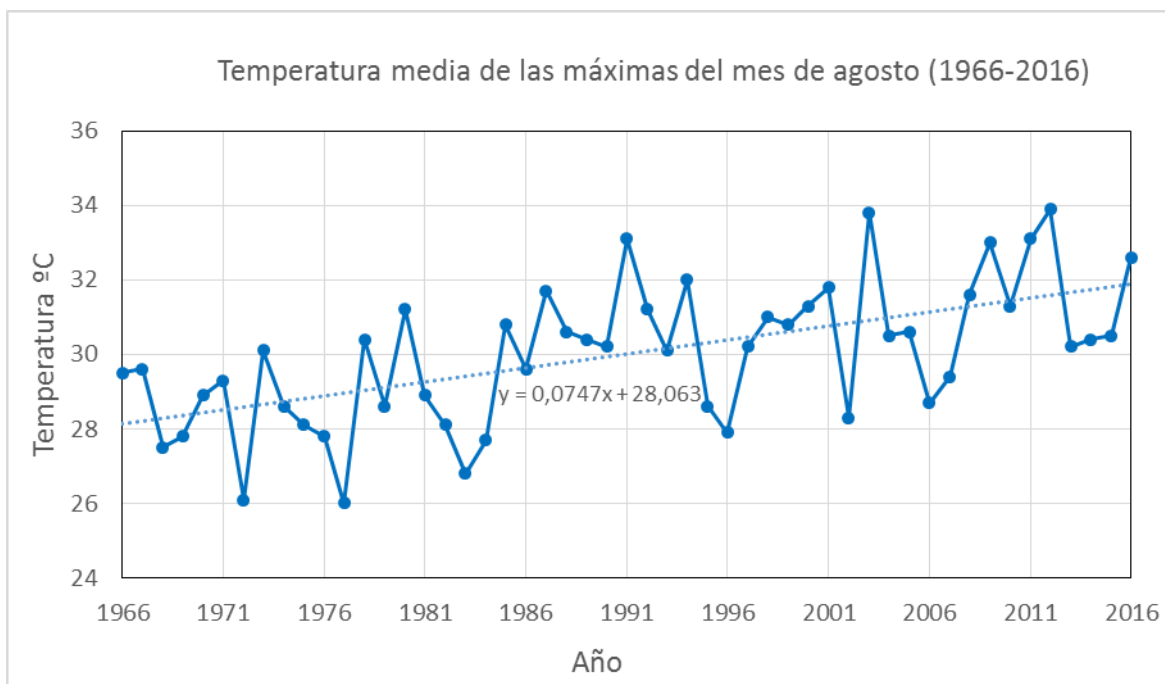


Figura 3. Variabilidad interanual de los valores medios de las temperaturas máximas diarias en agosto en Daroca.

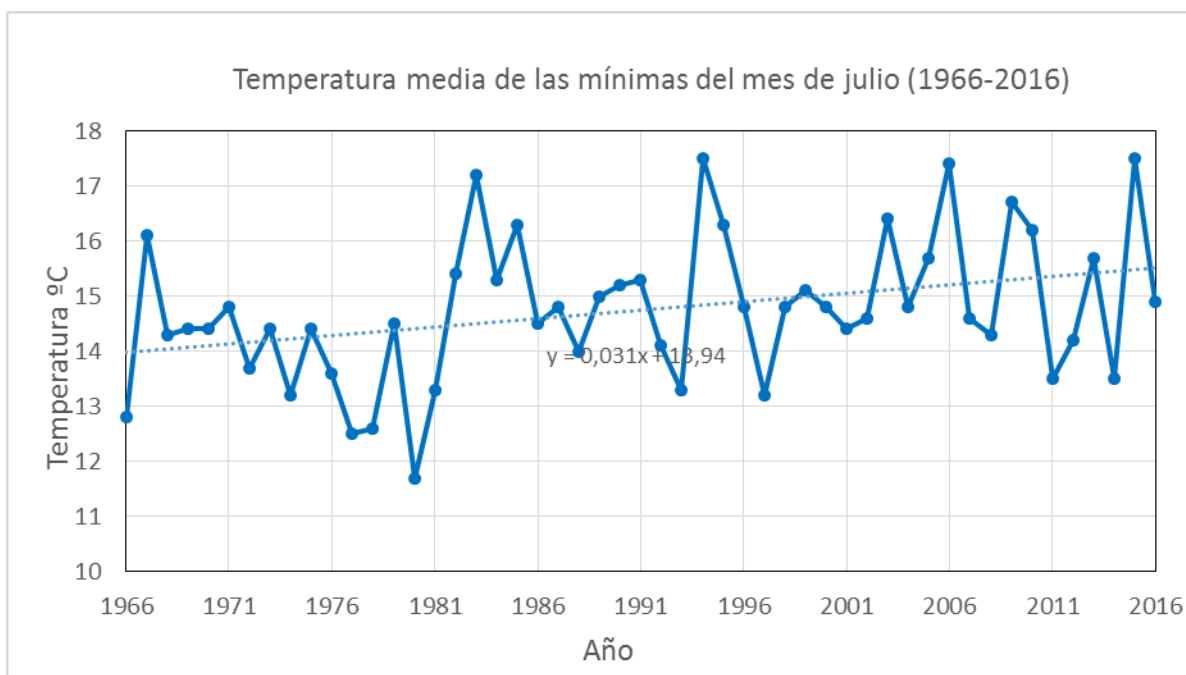


Figura 4. Variabilidad interanual de los valores medios de las temperaturas mínimas diarias en julio en Daroca.

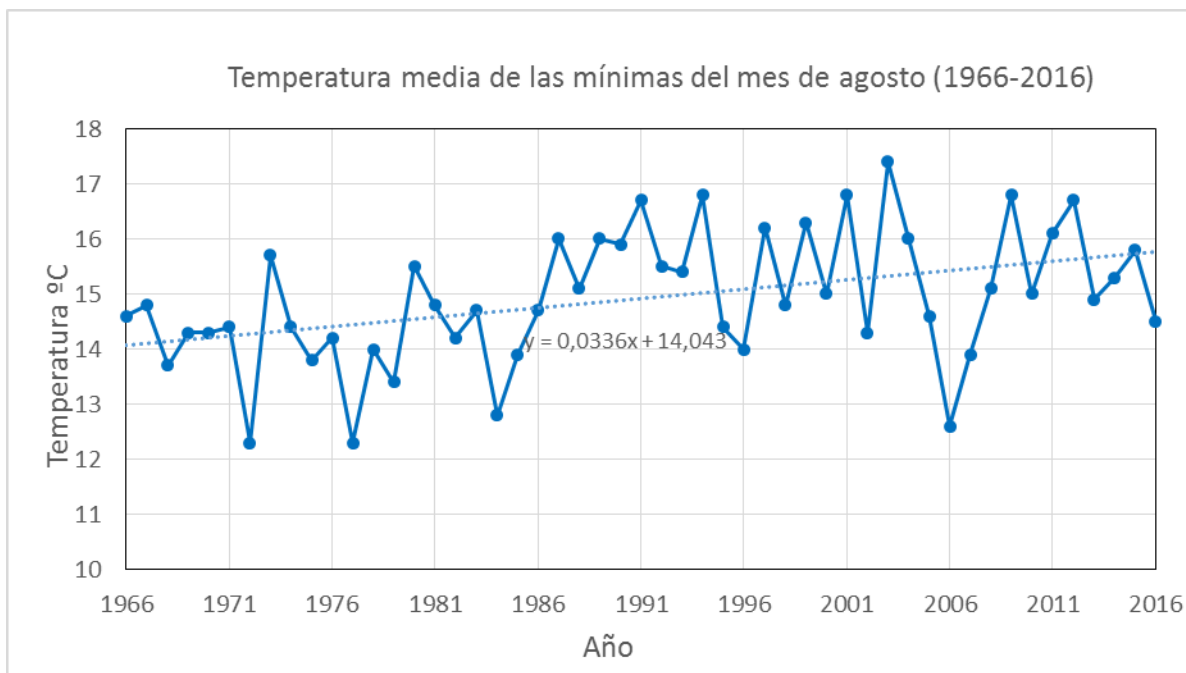


Figura 5. Variabilidad interanual de los valores medios de las temperaturas mínimas diarias en agosto en Daroca.

En relación con el comportamiento de los valores medios de las temperaturas mínimas de julio y agosto, el valor más alto se registró en julio de 2015 con 17,5 °C, seguido de 17,4 °C en agosto de 2003. Ambas temperaturas están relacionadas con la ocurrencia de olas de calor, en el año 2003 tuvo lugar una ola de calor de excepcional intensidad y duración que afectó a gran parte de España durante la primera quincena

del mes de agosto, y en julio de 2015 tuvieron lugar dos olas de calor en la segunda quincena también de especial intensidad (5,6,7). El valor medio más bajo de las temperaturas mínimas de julio se observó en el año 1980 con 11,7 °C, y de agosto en 1977 con 12,2 °C.

Del estudio de la variabilidad interanual de la temperatura media de las máximas diarias tanto de julio como de agosto, resulta una desviación típica en torno a 1,8 °C, mientras que para la temperatura media de las mínimas diarias es de 1,2 °C en agosto y 1,3 °C en julio. Se aprecia tanto en las máximas como en las mínimas una clara tendencia creciente de las temperaturas durante el período considerado, con un incremento en agosto de 0,75 °C por década en las temperaturas máximas y de 0,33 °C por década en las mínimas, los incrementos para el mes de julio son similares aunque algo inferiores.

En relación con el comportamiento térmico de los meses invernales en Daroca, las temperaturas medias mensuales quedan por debajo de los 10 °C los meses de noviembre a marzo, siendo el mes de enero el más frío con una temperatura media de 4,6 °C. En los meses de diciembre, enero y febrero la media de las temperaturas máximas es inferior a los 12 °C, con un valor mínimo de 9,7 °C en enero, mientras que la media de las mínimas queda por debajo de los 0,3 °C en los meses de diciembre, enero y febrero, siendo en enero de -0,42 °C. Estas temperaturas frías se producen en parte por la presencia de nieblas y por el estancamiento de aire frío en el valle.

La variabilidad interanual de las temperaturas del invierno se pone de manifiesto en los gráficos de las figuras 6 y 7, en las que se incluyen respectivamente las series temporales (1966-2016) de la temperatura media de las máximas y media de las mínimas del mes de enero para la estación de Daroca. El valor medio más elevado de las temperaturas máximas diarias en enero corresponde al año 2008 con 13,0 °C, mientras que el valor más bajo se observó en el año 1985 con 6,4 °C. En cuanto a las temperaturas mínimas, el valor medio más alto se registró en enero de 1988 con 3,7 °C, mientras que el más bajo se registra en el año 2000 con -4,3 °C.

La variabilidad interanual de la temperatura media de las mínimas es mayor en los meses invernales que la correspondiente a los meses de verano, así resulta que la desviación típica es de 2,1 °C para los valores medios mensuales de las mínimas de enero, por el contrario la desviación típica para dicho mes de los valores medios mensuales de temperatura máxima resulta ser de 1,5 °C y por tanto inferior al mismo parámetro para las máximas de los meses de verano.

La oscilación térmica media diaria que se observa en los meses del verano en Daroca es superior a la de los meses invernales como corresponde a un clima continental, alcanzando el valor más alto en los meses de julio y agosto con 15,3 °C (máximo de 15,6 °C en julio), para ir disminuyendo hasta llegar a los meses de

invierno con una oscilación térmica mínima de 9,9 °C en los meses de diciembre y enero (mínimo de 9,6 °C en diciembre).

En las temperaturas medias del mes de enero se aprecia una ligera tendencia a un incremento, tanto de las temperaturas diurnas como de las nocturnas, pero resulta ser muy inferior al observado en los meses de verano. Así el incremento por década detectado para las temperaturas máximas del mes de enero sería de 0,25 °C y para las temperaturas mínimas de 0,09 °C.

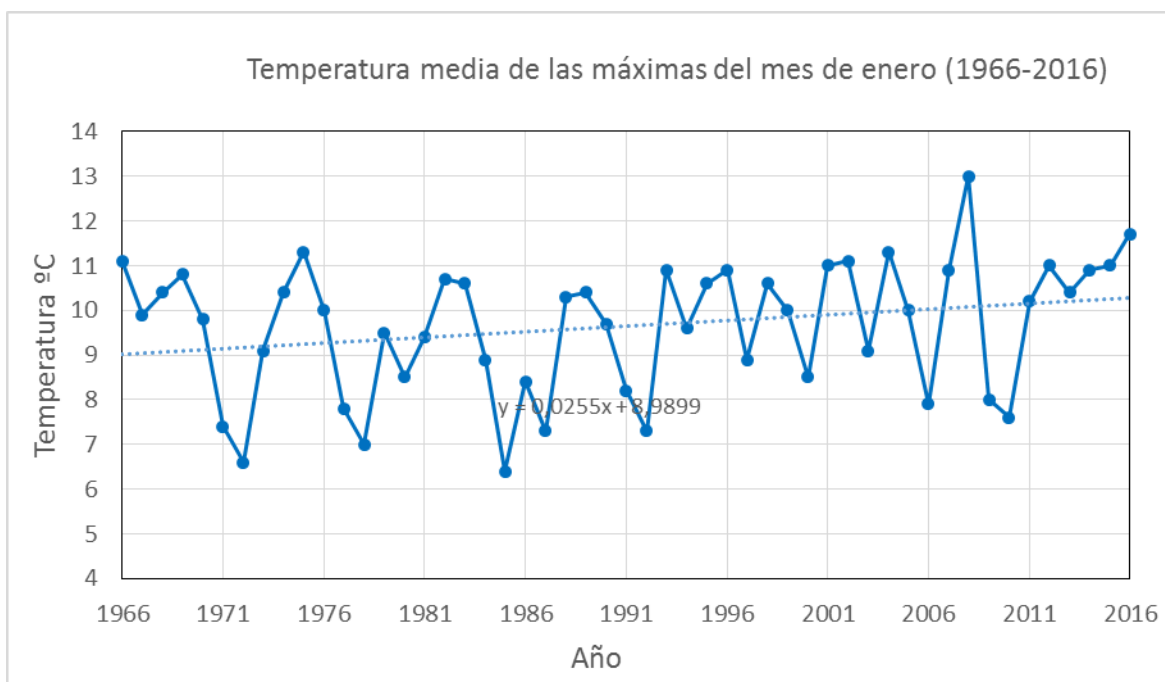


Figura 6. Variabilidad interanual de los valores medios de la temperatura máxima diaria en enero en Daroca.

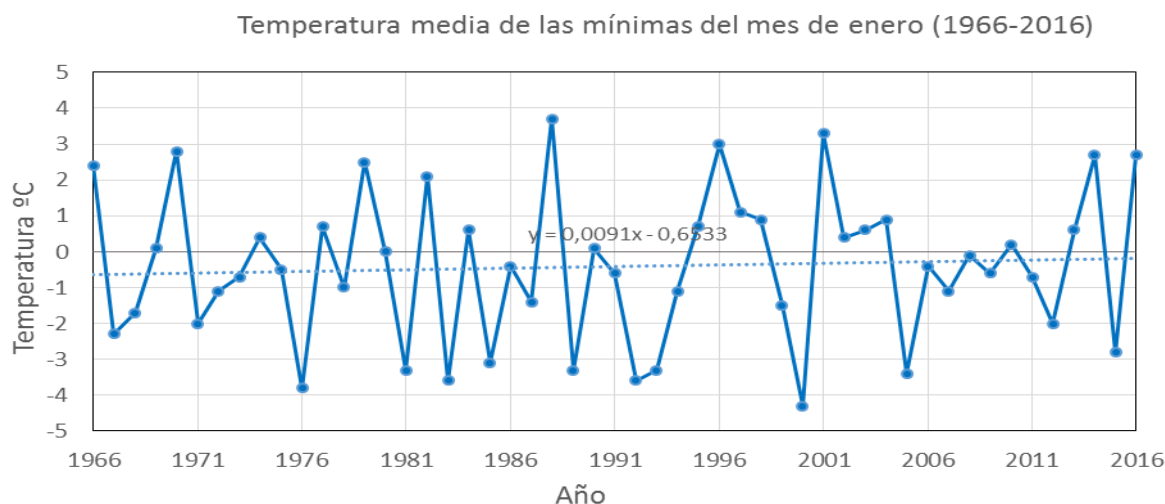


Figura 7. Variabilidad interanual de los valores medios de la temperatura mínima diaria en enero en Daroca.

2.2 Valores térmicos extremos

En la tabla 1 se recogen para cada mes del año los valores de las temperaturas máximas absolutas (Tmax) y la fecha en que se observaron (FTMax), las mínimas absolutas (Tmín) y la fecha correspondiente, así como los valores más elevados de las temperaturas mínimas (Tmaxmin) y los mas bajos de las temperaturas máximas (Tmínmax), junto con las fechas en que se produjeron (FTmaxmin y FTminmax). Todos estos datos corresponden a la estación de Calatayud aguas para todos los datos disponibles (período 1976-2002).

Tabla 1. valores térmicos extremos de la estación más cercana al Balneario de Paracuellos de Jiloca.

Nombre de estación: CALATAYUD AGUAS Indicativo: 9394U								
MES	TMAX	FTMAX	TMIN	FTMIN	TMAXMIN	FTMAXMIN	TMINMAX	FTMINMAX
1	19,8	05/01/ 2001	-11,0	13/01/ /1978	11,0	21/01/ 1981	-2,0	08/01/ 1985
2	26,2	26/02/ 1994	-11,0	02/02/ /1999	11,1	20/02/ 1977	1,0	11/02/ 1983
3	27,0	26/03/ 1981	-8,0	11/03/ /1984	16,0	12/03/ 1981	3,0	01/03/ 1992
4	30,6	29/04/ 1994	-3,0	12/04/ /1978	14,0	07/04/ 1987	4,0	07/04/ 1986
5	36,5	31/05/ 1994	-1,7	01/05/ /2001	21,0	21/05/ 1979	7,0	15/05/ 1984
6	40,3	30/06/ 1994	1,5	15/06/ /1984	22,4	01/06/ 1994	11,8	05/06/ 2002
7	41,4	01/07/ 1994	7,0	23/07/ /1975	24,1	28/07/ 1994	16,0	10/07/ 1980
8	40,0	14/08/ 1978	4,0	24/08/ /1975	23,4	06/08/ 1994	17,0	31/08/ 1975
9	38,0	02/09/1 984	1,4	26/09/ /2002	20,9	02/09/ 1998	12,1	16/09/ 1975
10	30,6	02/10/ 1995	-2,0	30/10/ /1978	17,0	06/10/ 1982	8,0	31/10/ 1992
11	26,0	10/11/ 1985	-9,0	23/11/ /1988	17,0	07/11/198 5	3,1	16/11/ 1996
12	19,6	07/12/ 2000	-14,7	25/12/ /2001	15,0	16/12/ 1989	-2,6	23/12/ 2001

Se puede observar que la temperatura máxima absoluta de todo el período se registró el día 1 de julio de 1994, cuando se alcanzó el valor de 41,4 °C, y el valor más bajo de temperatura mínima absoluta fue de -14,7 °C y se registró el día 25 de diciembre de 2001, durante la ola de frío que afectó principalmente a la mitad norte peninsular duró del 23 al 29 de diciembre de 2001 (8). Los valores de la tabla ponen de manifiesto, que se trata de una zona donde las heladas son usuales y que incluso puede haber algún día en que en las 24 horas no se superen los cero grados, como fue el caso del 1 de enero de 1985 con un valor de temperatura máxima diaria de -2 °C y del 23 de diciembre de 2001 con un valor de -2,6 °C.

2.3 Número de días en los que las temperaturas extremas diarias superan una serie de umbrales

En la zona de Paracuellos de Jiloca son frecuentes las heladas, dando lugar como valor medio a más de 62 días de helada al año entre los meses de octubre a mayo. Un 70 % de las heladas se suelen producir en los meses de invierno (diciembre, enero y febrero) y un 25 % en los meses de noviembre y marzo. No obstante, puede ocurrir algún día de helada en el mes de mayo y alguno más en el mes de octubre, por lo que dependiendo del año se verán más o menos afectados los diferentes cultivos de la zona. En la zona de Daroca, por estar a mayor altitud el número de días de helada es algo mayor.

En cuanto a las condiciones de temperaturas mínimas altas, en Paracuellos de Jiloca, son poco frecuentes las noches tropicales, definidas como aquellas en las que la temperatura mínima es superior a 20 °C, ya que se encuentra situado a cierta altitud y en el interior alejado de la costa. Tanto en la zona de Paracuellos de Jiloca como en Daroca el número medio de días con noche tropical al año es de 3 días. En la serie analizada de Paracuellos de Jiloca (1976-2002), las máximas temperaturas de las mínimas se registraron en julio y agosto de 1994 con un valor de 23,4 °C, mientras que en la serie de Daroca que alcanza hasta el año 2016, los valores más altos se habrían registrado en julio de 2009 con 25 °C.

Por lo que respecta a la climatología de los días calurosos, que son aquellos en los que la temperatura máxima alcanza o supera los 30 °C, se registran en Paracuellos de Jiloca en promedio 47 días de este tipo al año. Son muy frecuentes en los meses de agosto y julio, con 16 días por mes en promedio, mientras que en los meses de junio y septiembre el número medio de días calurosos es del orden de 8 días en junio y 5 en septiembre. Fuera del período de junio a septiembre, estas condiciones son muy poco frecuentes, habiéndose producido esporádicamente en el mes de mayo una máxima de 36 °C el 29 de mayo de 1994.

3. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO Y SOBRE METEOROS

Paracuellos de Jiloca se encuentra en una zona de precipitaciones relativamente escasas. En una extensa área de la parte central de la depresión del Ebro la precipitación anual oscila entre 300 y 400 mm, y en las zonas de alrededor en cuanto aumenta la altitud y en zonas más cercanas de las montañas del sur de Aragón, las precipitaciones pasan a ser superiores a 400 mm. Utilizando los datos de la estación climatológica más cercana, es decir la estación de Calatayud-Aguas (1976-2002) se obtiene para el balneario de Paracuellos de Jiloca una precipitación media anual de 330 mm, mientras que aguas arriba del río Jiloca, en Daroca, la precipitación anual media está en torno a los 410 mm.

En la figura 8 se representa la distribución de la precipitación a lo largo del año. Se aprecia un acusado máximo en primavera siendo la precipitación media acumulada en el mes de mayo de 56 mm, seguido del mes de junio con 37 mm y el mes de abril con 34 mm. En los meses de otoño las precipitaciones medias están entre 25 mm y 30 mm, mientras que es en los meses centrales del invierno y del verano las precipitaciones disminuyen alcanzando los 17 mm en febrero y los 20 mm en agosto. Las precipitaciones escasas del invierno con un mínimo en el mes de febrero muestran la continentalidad de la zona, están relacionadas con la topografía, la presencia de altas presiones y con la dificultad que los frentes húmedos atlánticos, capaces de aportar precipitaciones, encuentran para penetrar en el territorio aragonés.

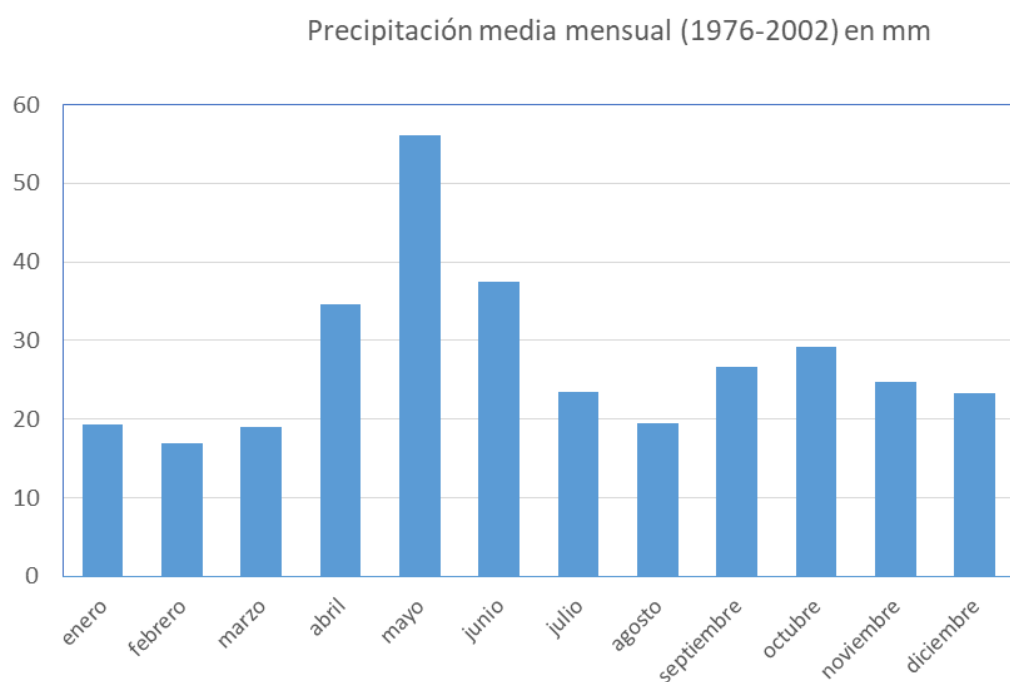


Figura 8. Distribución de la precipitación en Paracuellos de Jiloca. Valores medios mensuales (1976-2002).

El número medio anual de días de precipitación apreciable, es decir, de aquella precipitación que ha superado los 0,1 mm en el día, es de 99 días al año en la estación de Daroca, mientras que en la zona del balneario de Paracuellos de Jiloca es algo inferior. La distribución a lo largo del año presenta un máximo en los meses de abril y mayo con 11 días al mes coincidiendo con meses de mayor precipitación, y un mínimo en los meses de julio y agosto con 5 días al mes. De octubre a marzo el número de días de precipitación apreciable está en torno a los 9 días al mes.

Analizando los datos de precipitación de la estación de Calatayud-Aguas más cercana al balneario vemos que en algunos años la precipitación media mensual fue

más elevada de lo normal, como se corresponde al máximo registrado en junio de 1988 con 159 mm de precipitación mensual, seguido del mes de abril del mismo año con 122 mm, o el mes de septiembre de 1991 con 117 mm. No obstante, por las cantidades y por los meses en los que se registran, no cabe esperar episodios de carácter torrencial con precipitaciones muy intensas como los que son frecuentes en la vertiente mediterránea al final del verano y en otoño. En Paracuellos de Jiloca, la topografía, la distancia al mar mediterráneo y las montañas, hacen que no existan las aportaciones de aire húmedo que caracterizan a las zonas del litoral mediterráneo en dichas épocas.

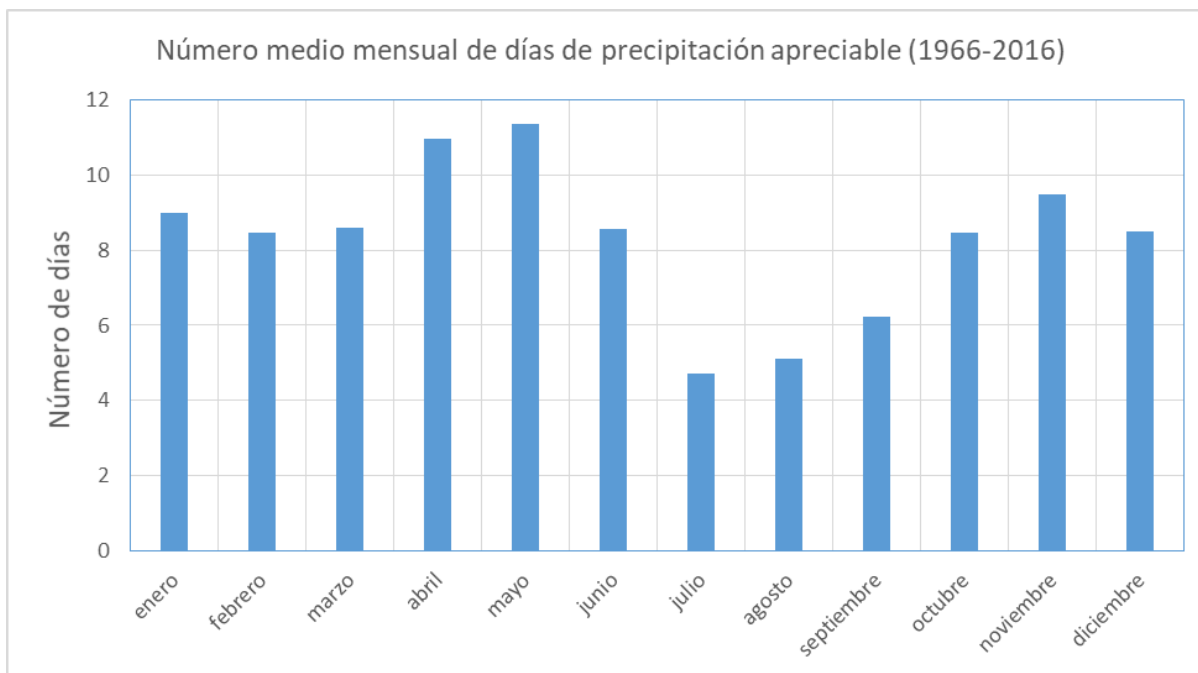


Figura 9. Distribución del número medio de días de precipitación apreciable, estación de Daroca (1966-2016).

Para el estudio de la ocurrencia de meteoros como son el número de días de niebla o de nieve se ha preferido utilizar los datos de la estación de Daroca por disponer de una serie mucho más completa. La nieve es un fenómeno que se puede dar en la zona con relativa frecuencia ya que las temperaturas del invierno son bajas, no obstante, se precisa que exista suficiente humedad para que se pueda dar este fenómeno. Según se aprecia en la figura 10, en los meses de diciembre a marzo el número medio mensual de días de nieve estaría entre 2 y 3, siendo incluso mayor de 3 en el mes de febrero, en los meses de abril y noviembre estaría próximo a un día al mes, sin embargo, no se puede descartar totalmente la ocurrencia de este fenómeno alguna vez incluso en el mes de mayo o de octubre.

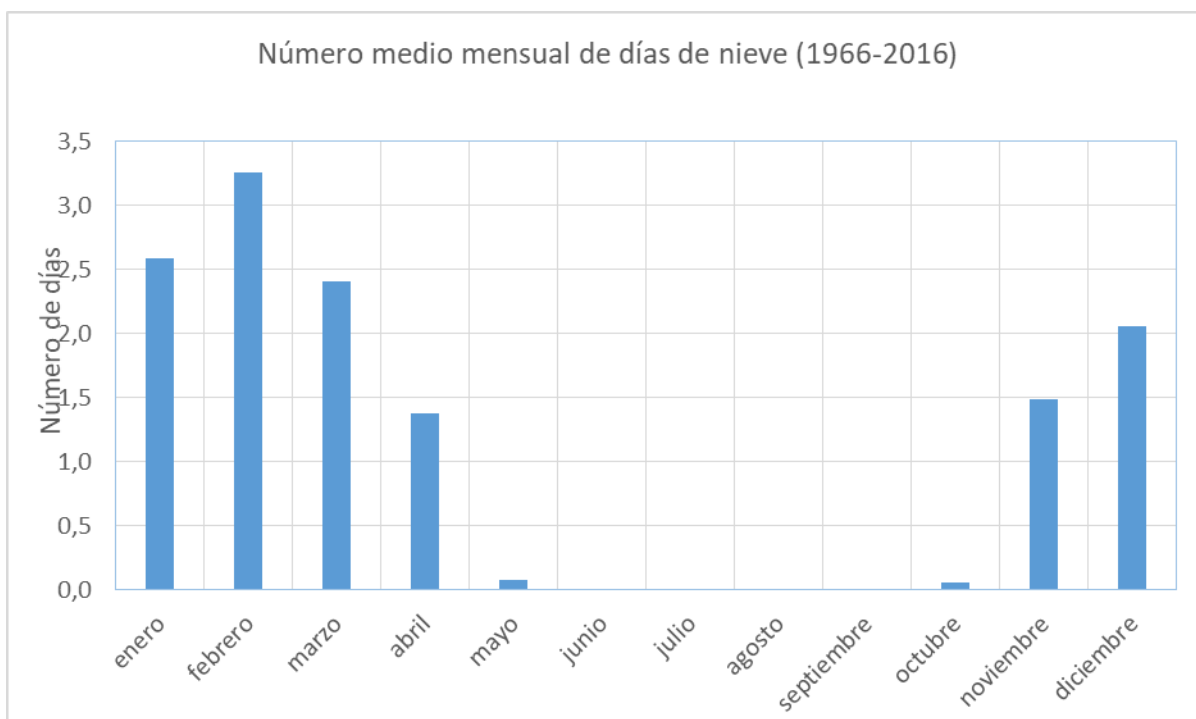


Figura 10. Distribución del número medio de días de nieve en Daroca (1966-2016).

La niebla es un fenómeno que también se puede dar en la zona con relativa frecuencia. En invierno, en situaciones anticiclónicas, sin viento y con cielos despejados, se forman nieblas de irradiación, y concretamente en Paracuellos de Jiloca el aire de las laderas se enfría por la noche, se hace más denso y desciende formando nieblas de valle. Tal como se puede apreciar en la figura 11, el mes de diciembre con un valor medio de 3 días sería en el que habría más días de niebla y le seguirían noviembre y enero con 2 días. Destaca que la presencia de niebla puede producirse aunque sea esporádicamente en cualquier mes del año, incluso en el mes de junio.

En invierno se pueden producir escarchas asociadas a cielos despejados y vientos encalmados, cuando la humedad del aire lo permite. La escarcha se puede observar con más frecuencia que el fenómeno de la helada, dado que se puede producir con temperatura mínima en garita algo superior a los 0 °C, es por ello que es frecuente en esta zona. El número medio anual de días de escarcha es de 41, produciéndose dicho fenómeno en los meses de diciembre y enero con mayor frecuencia con un valor medio de 10 días en el mes, lo que se corresponde con los dos meses del año en los que la temperatura media de mínimas diarias es más baja (0,2 °C en enero y 1,3 °C en diciembre). Le siguen el mes de febrero con 8 días al mes, noviembre con 6 días y marzo con 5. En abril, mayo y octubre también podrían producirse alguna vez, ya que pueden darse temperaturas cercanas a 0 °C.

En cuanto al granizo, en la zona se registra un valor medio de 3 a 4 días al año. Hay que tener en cuenta que el granizo presenta una gran irregularidad espacial y

temporal en su distribución. Los meses con mayor probabilidad resultan ser abril y mayo con 0,7 días por mes, pero los registros indican que se puede haber producido alguna vez en cualquier mes del año.

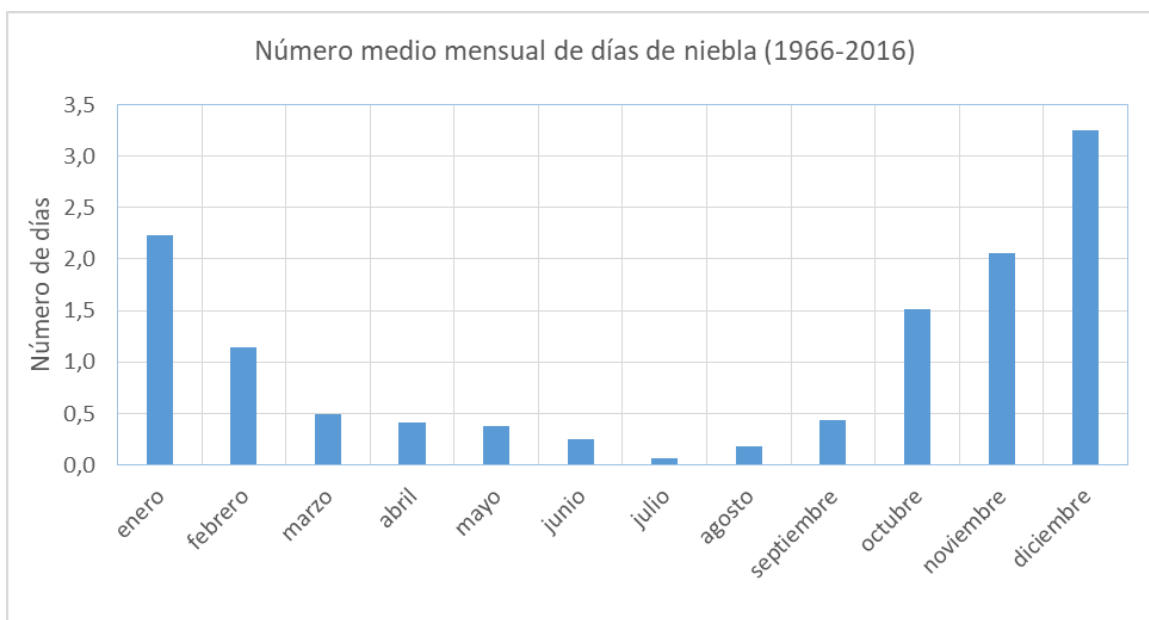


Figura 11. Distribución del número medio de días de niebla en Daroca (1966-2016).

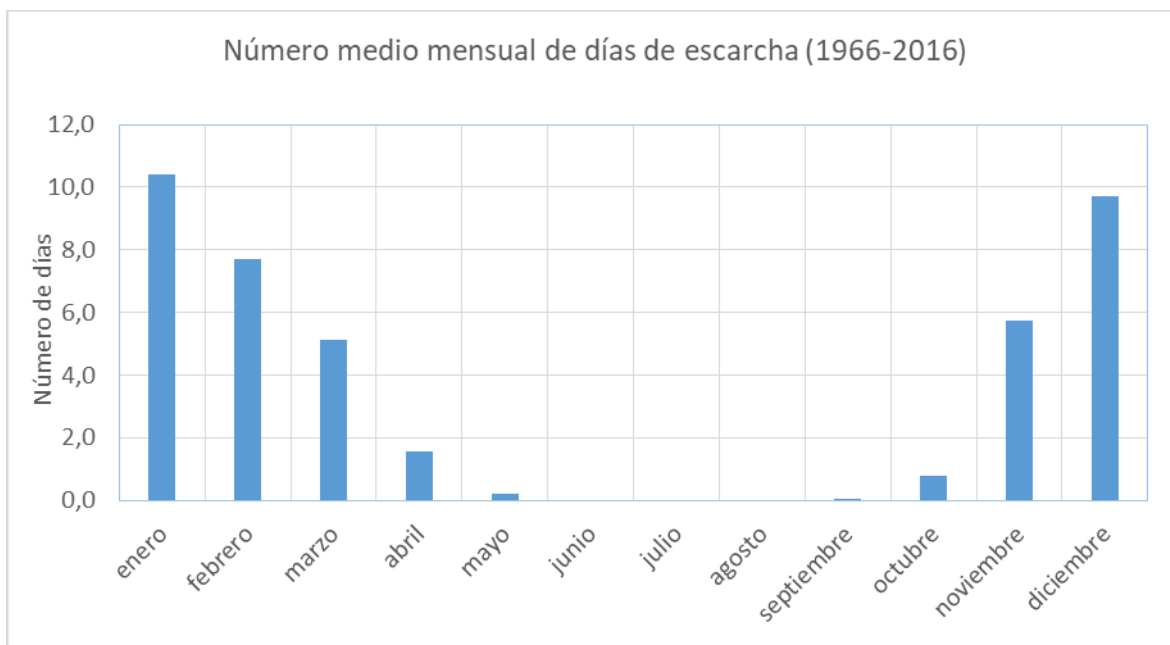


Figura 12. Distribución del número medio de días de escarcha en Daroca (1966-2016).

4. ANÁLISIS DE LA HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa, con datos en este caso de la estación completa de Daroca, varía significativamente de invierno a verano, lo cual pone de manifiesto el carácter continental de esta zona en donde al llegar el verano las temperaturas elevadas unidas

a la escasez de aportes de humedad dan como resultado un mínimo en la humedad relativa media del aire en el mes de julio que no alcanza ni el 50 %, seguido del mes de agosto con un 50 % y un mes de junio con un 53 %. Sin embargo, en los meses más fríos del invierno (diciembre y enero) la humedad relativa registra los valores máximos, en torno al 75 %. Todos estos valores corresponden a la media de las observaciones de humedad relativa de las 07, 13 y 18 horas UTC.

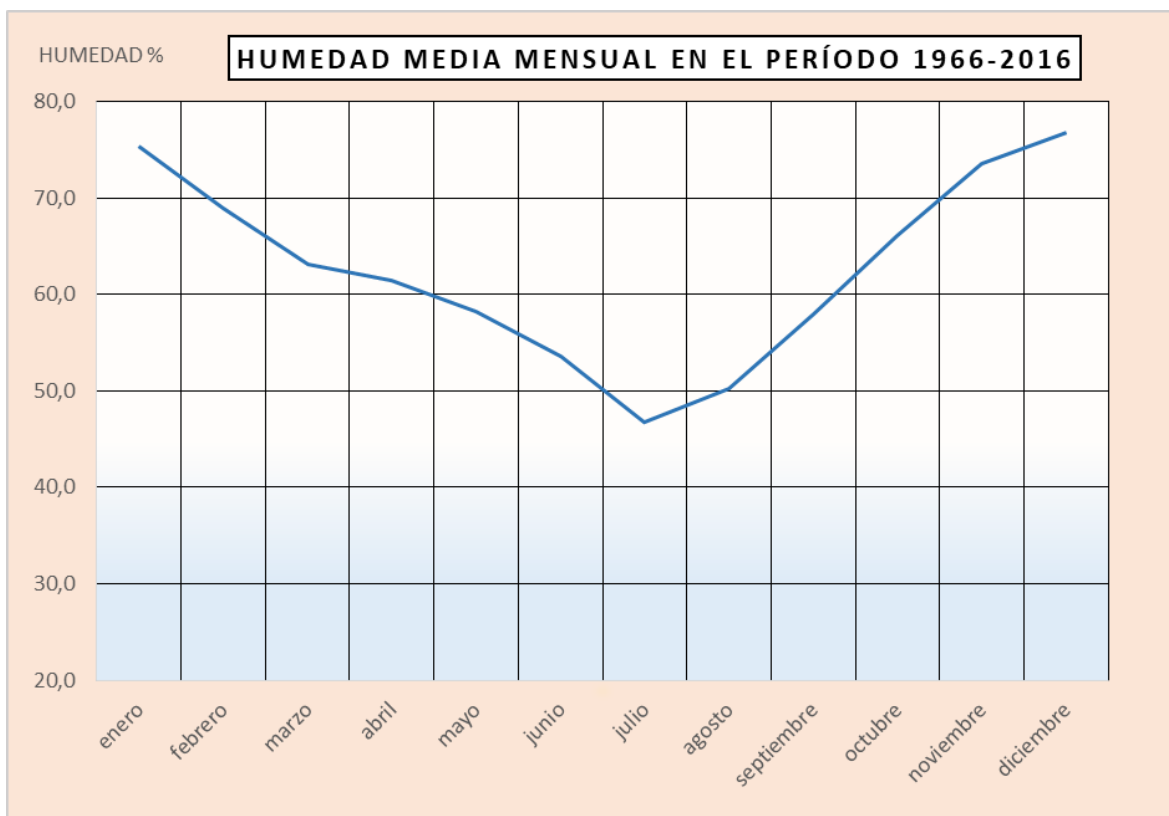


Figura 13. Valores medios mensuales de humedad relativa en Daroca.

5. VALORES DE ALGUNOS ÍNDICES CLIMÁTICOS. ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

Para complementar el estudio climático del balneario de Paracuellos de Jiloca se han obtenido los valores, con los datos disponibles, correspondientes a algunos índices climáticos, en particular los siguientes: el índice de aridez de Martonne (9, 10), el índice de pluviosidad de Lang y el índice de Gorczynski (11,12).

El índice de aridez de Martonne se calcula mediante la expresión:

$$M = P / (T+10)$$

P es la precipitación media anual (mm) y T la temperatura media anual (C°). El valor de M calculado con los datos climáticos de la estación de Calatayud-aguas más cercana a Paracuellos de Jiloca es de 14,2 lo que corresponde a un clima semiárido de tipo mediterráneo.

El índice de pluviosidad de Lang: $IL = P/T$ es de 25,1 por lo que se sitúa en la clasificación establecida por Lang dentro del rango de clima árido.

Se ha aplicado también el índice de Gorczynski, que cuantifica el grado de continentalidad, y que tiene la expresión:

$$IC = 1,7 \cdot (A / \text{sen } L) - 20,4.$$

Donde A es la amplitud media de la temperatura (diferencia de las temperaturas medias de los meses extremos) y L la latitud del lugar. El valor que toma IC es 27,0 por lo que según el criterio de Gorczynski al estar entre los valores 20 y 30, se trata de una zona con condiciones climáticas netamente continentales, al igual que en la mayor parte de la superficie peninsular. Según se puede apreciar en el mapa de índice de continentalidad de Gorczynski publicado por Font, I en 1983 (13), para gran parte de la cuenca del Ebro se encuentra por encima de 20 y llega a alcanzar valores incluso por encima de 30 en la zona central del valle del Ebro, haciendo más acusado el carácter continental.

Por otro lado, en el Atlas Climático Ibérico (14), se ha aplicado la clasificación climática de Köppen-Geiger, que ha sido recientemente modificada por Russel, Trawartha, Critfield y otros autores (15). Se obtiene como resultado de este análisis que la zona de Paracuellos de Jiloca se sitúa en un área con clima BSk (estepa fría) que indica clima seco, semiárido con una temperatura media anual por debajo de 18 °C. Este tipo de clima se extiende ampliamente por el sureste de la Península y valle del Ebro y, en menor extensión en la meseta sur, sur de Extremadura y oeste de Baleares. En el entorno del área de estudio existe una transición de tipos de clima a ambos lados del río Jiloca y según se asciende en altitud aguas arriba, el clima deja de ser del tipo BSk para pasar a ser del tipo Cfa (templado sin estación seca con verano caluroso), y del tipo Cfb (templado sin estación seca con verano templado).

Este resultado, en conjunción con los valores del resto de los índices, lleva a la conclusión de que el clima de Paracuellos de Jiloca es un clima seco, semiárido, continental y con veranos calurosos.

Este análisis climático se ha complementado con un breve estudio de tipo bioclimático. Para ello se ha generado en primer lugar un diagrama temperatura-humedad que indica el índice de bienestar relativo a partir de los datos conjuntos de los valores medios mensuales de ambas variables, utilizando para ello los datos de la estación meteorológica completa de Daroca y siguiendo una metodología similar a la que fue aplicada en los anteriores estudios de los Balnearios de Alhama de Almería, Villavieja, Olmedo y de Alicún de las Torres (16).

Según se puede apreciar en el gráfico de la figura 14, en los meses de noviembre a marzo la sensación térmica predominante es de frío y por el contrario, en

los meses de agosto y julio es de calor. No obstante, en los meses de abril a junio y de octubre a septiembre, la sensación térmica es de bienestar.

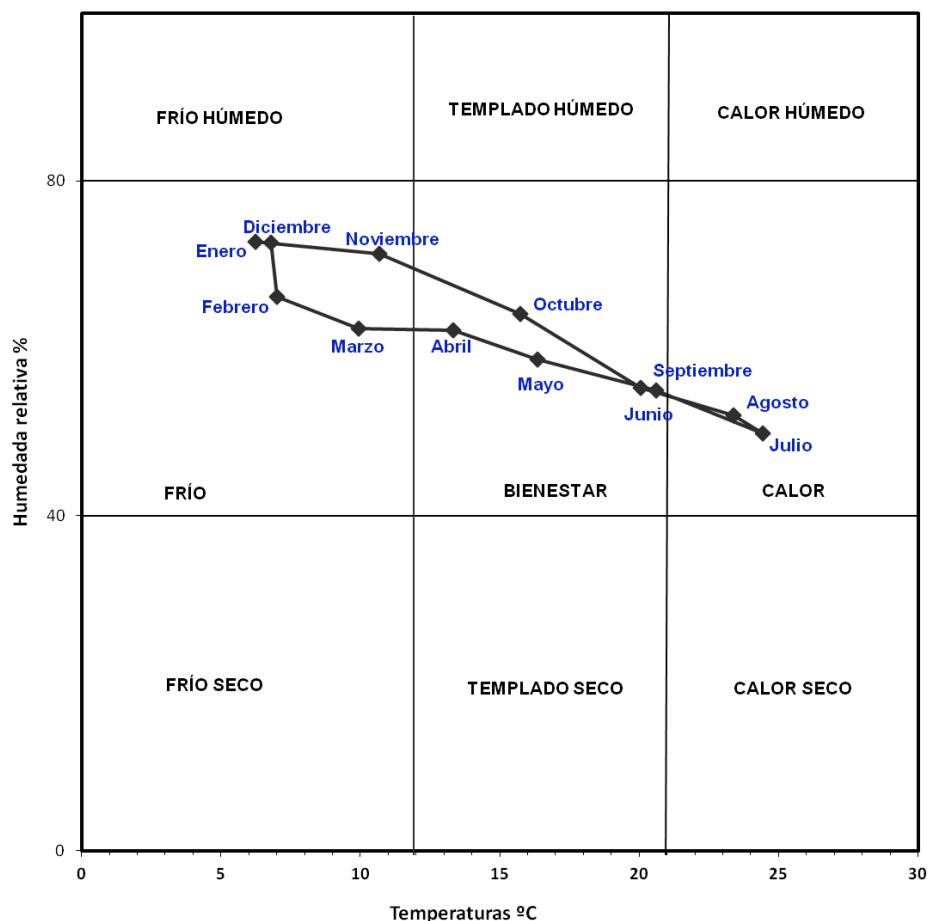


Figura 14. Diagrama temperatura-humedad de temperatura sentida del balneario de Paracuellos de Jiloca. (Obtenido a partir de los datos de la estación de Daroca).

Como ya se hizo en el estudio del balneario de Olmedo o de Villavieja, se ha llevado a cabo un análisis complementario a partir del concepto de temperatura efectiva, tal como fue definida por Missenard (17), incluyendo el efecto de la temperatura y la humedad relativa. En la tabla 2 se indican los tramos de temperatura efectiva que definen la clasificación climática de acuerdo con el criterio de Missenard.

Tabla 2. Clasificación climática según los valores de la temperatura efectiva de Missenard.

Rango de temperaturas efectivas	Categoría térmica
< -12 °C	Muy frío
-11,9 °C a 0 °C	Frío
0,1 °C a 6 °C	Muy fresco
6,1 °C a 12 °C	Fresco
12,1 °C a 18 °C	Suave
18,1 °C a 24 °C	Calor agradable
24,1 °C a 30 °C	Calor moderado
> 30 °C	Muy caluroso

En la tabla 3 se han indicado los valores medios mensuales de las temperaturas efectivas de Missenard, junto con la correspondiente clase. A continuación se muestra la expresión utilizada para el cálculo, siendo t la temperatura media del mes y HR la humedad relativa media del mes expresada en porcentaje.

$$TE = t - 0,4 (t - 10) (1 - HR/100)$$

Tabla 3. Temperaturas efectivas medias mensuales según el criterio de Missenard del Balneario de Paracuellos de Jiloca.

Mes	Temperatura efectiva media °C	Categoría
Enero	6,2	Fresco
Febrero	7,0	Fresco
Marzo	8,7	Fresco
Abril	10,4	Fresco
Mayo	13,5	Suave
Junio	17,2	Suave
Julio	20,2	Calor agradable
Agosto	20,0	Calor agradable
Septiembre	16,5	Suave
Octubre	12,7	Suave
Noviembre	8,6	Fresco
Diciembre	6,6	Fresco
Anual	12,3	Suave

Los valores de temperatura efectiva obtenidos según Missenard muestran una variación entre sensación de “fresco” para la mitad del año de noviembre a abril, “suave” para el final de la primavera e inicio del verano y para el final del verano e inicio del otoño, y de “calor agradable” en los meses más cálidos que son julio y agosto, ya que a pesar de las altas temperaturas la baja humedad relativa proporciona una sensación más agradable.

6. ANÁLISIS DEL VIENTO

Los datos de viento a 10 metros han sido obtenidos de la estación meteorológica de Daroca considerando todos los datos disponibles (período 1969-2016), por ser la estación más completa y encontrarse próxima al río Jiloca, en un fondo de valle al igual que el balneario de Paracuellos de Jiloca. A partir de estos datos se han generado las rosas de viento (figuras 15, 16, 17 y 18), en las que se representan gráficamente las frecuencias de ocurrencia de los valores de viento según dirección y velocidad media para cada una de las estaciones. Destaca el alto porcentaje de periodos de calma (velocidad del viento inferior a 0,5 m/seg) durante todo el año, con un máximo en los meses de invierno que alcanza el 40 %, lo que favorece la presencia de nieblas. En diciembre, enero y febrero los vientos son flojos con una mayor

frecuencia entre los 7 y 14 km/h y la dirección dominante es del oeste. En primavera el número de calmas se reduce a 26 %, los vientos dominantes son del oeste pero también del nordeste estando la mayor parte entre 7 y 14 km/h. En verano predominan ya claramente los vientos del norte-nordeste y nordeste, con un porcentaje de calmas similar al de primavera, pero con una intensidad algo mayor. En el trimestre de otoño, las calmas vuelven a aumentar alcanzando un 37 %, las direcciones predominantes se reparten entre oeste y nordeste, y la velocidad media del viento predominante vuelve a disminuir quedando entre los 7 y 14 km/h. Factores que pueden influir en el viento son: la orografía favoreciendo vientos de ladera, la ubicación en el fondo de un valle, la influencia de las borrascas que entran por el oeste en invierno y los vientos del norte-nordeste usuales con situaciones de bajas presiones sobre el Mediterráneo.

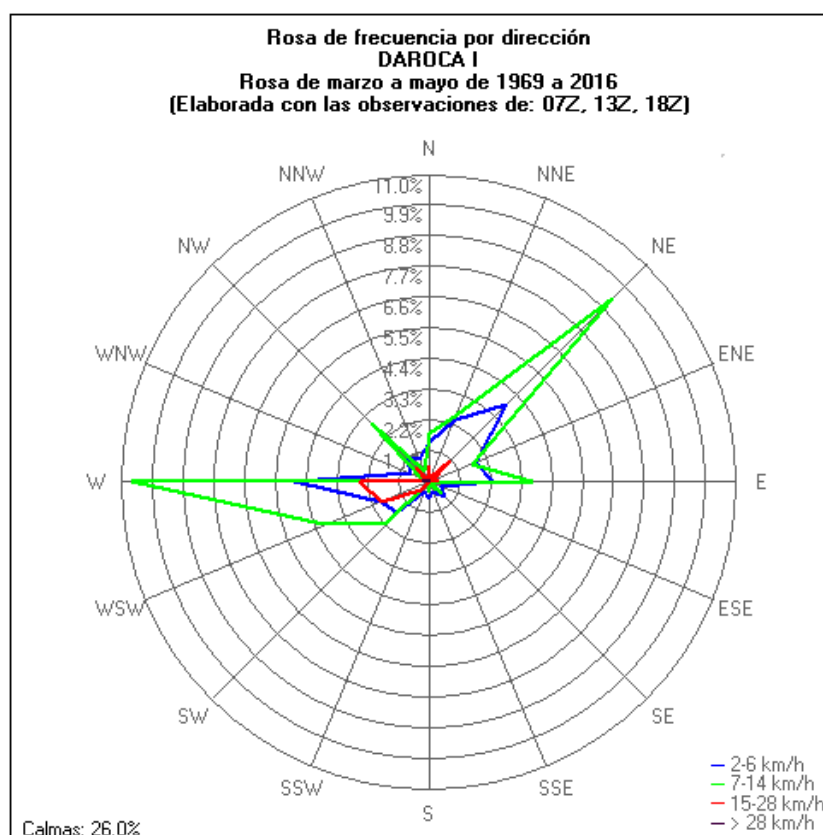


Figura 15. Rosa de vientos de la estación de Daroca correspondiente a los meses primaverales.

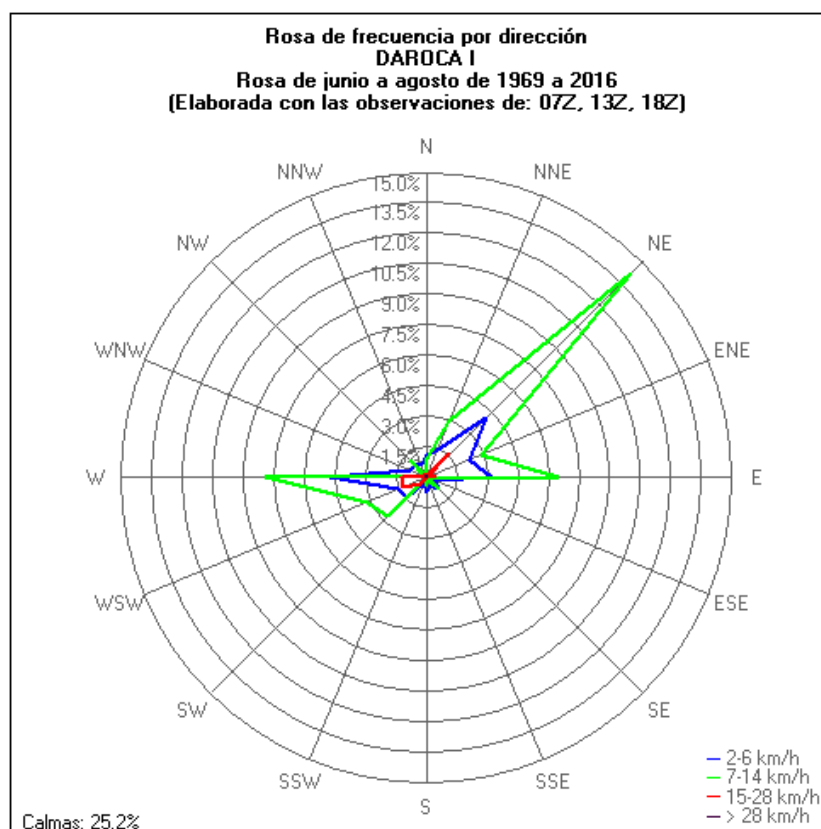


Figura 16. Rosa de vientos de la estación de Daroca correspondiente a los meses de verano.

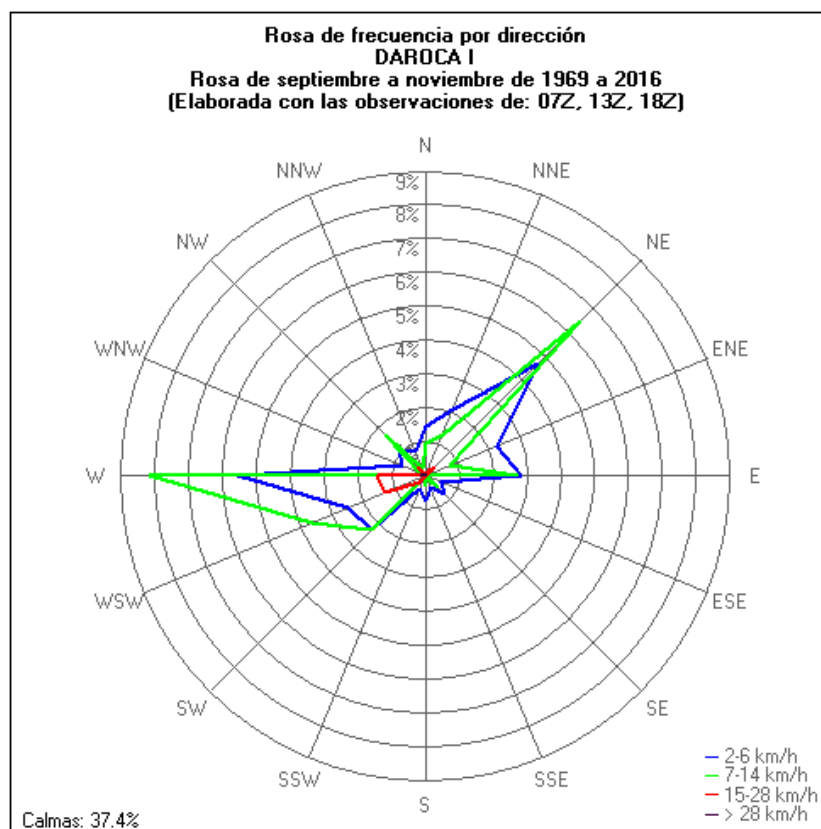


Figura 17. Rosa de vientos de la estación de Daroca correspondiente a los meses de otoño.

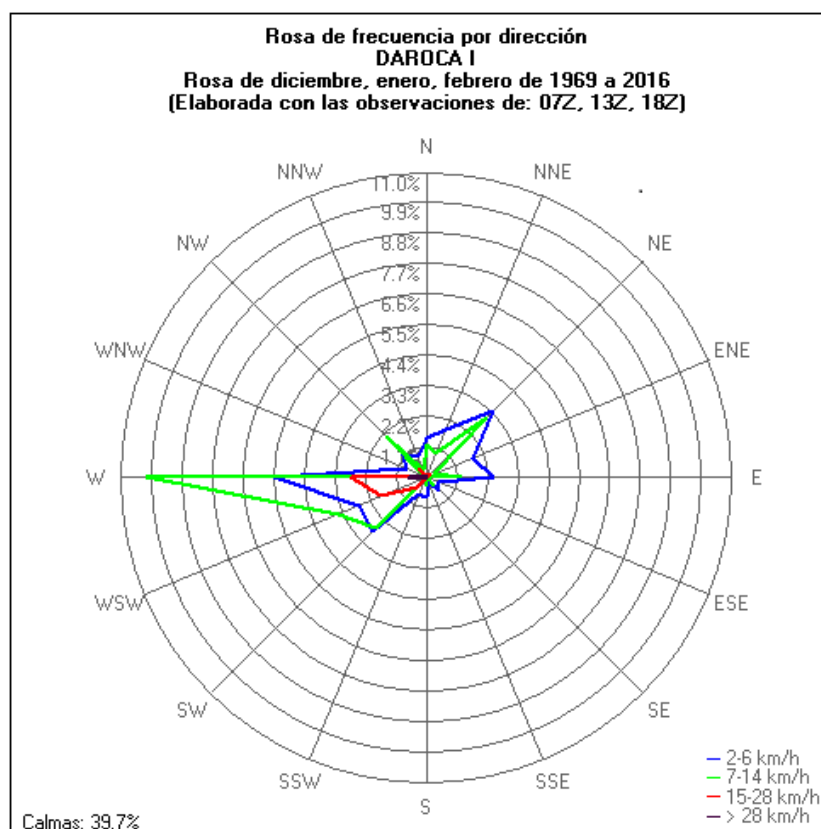


Figura 18. Rosa de vientos de la estación de Daroca correspondiente a los meses de invierno.

7. FENOLOGÍA

Desde un punto de vista climático la fenología es la ciencia que se ocupa de la observación, registro y estudio; de los fenómenos biológicos que se manifiestan periódicamente, acoplados a cambios ambientales estacionales, relacionados con el clima y el curso del tiempo atmosférico (De Cara, J.A. , 2017). AEMET dispone de una red de observación fenológica que cumple con las directrices de la OMM (Organización Meteorológica Mundial) en este tipo de observaciones y que utiliza para el cifrado de estadios de las diferentes especies vegetales el código BBCH (18 y 19).

En el observatorio de Daroca cercano a Paracuellos de Jiloca en la actualidad se están llevando a cabo observaciones fenológicas de diversas especies por personal cualificado de AEMET desde el año 2014, con el objeto de llegar a conocer el comportamiento de la vegetación respecto a la variación de las condiciones climáticas de cada año. En la tabla 4 figuran los valores medios de diferentes estadios fenológicos para las especies ubicadas en el entorno del observatorio: *Prunus dulcis* (almendro), *Prunus avium* (cerezo), *Malus doméstica* (manzano), *Juglans regia* (nogal) y *Vitis vinífera*, (vid de variedad Macabeo).

Tabla 4. Fechas medias de ocurrencia de diferentes estadios fenológicos de cuatro especies de plantas en el entorno del observatorio de Daroca, entre los años 2014 y 2017.

Nombre especie	Primeras hojas desplegadas	Comienzo floración	Plena floración	Comienzo cambio color	Comienzo caída hojas
<i>Prunus dulcis</i> (almendro)	30/marzo	8/marzo	14/marzo	26/agosto	7/septiembre
<i>Prunus avium</i> (cerezo)	12/abril	8/abril	11/abril	3/agosto	12/agosto
<i>Malus doméstica</i> (manzano)	11/abril	21/abril	30/abril	20/septiembre	27/octubre
<i>Juglans regia</i> (nogal)	22/abril	Femenina: 10/mayo	Masculina: 26/abril	12/septiembre	3/octubre
<i>Vitis vinífera</i> Var: Macabeo (vid)	22/mayo	16/junio	21/junio	9/octubre	23/octubre

En cuanto al inicio de la floración el más temprano es el almendro que florece a principios de marzo, seguido del cerezo que lo hace en abril. A continuación inician la floración el manzano y el nogal, siendo el último la vid que la inicia en junio. En todos ellos la plena floración se consigue pasados de 5 a 7 días del inicio de floración, por tanto a excepción de la vid que florece bastante tarde, las heladas de marzo, abril o mayo podrán afectar perjudicando la fecundación y el correcto cuajado del fruto en dichas especies.

En cuanto al cambio de color y caída de la hoja, existe una gran dispersión en los datos, debido a que ello depende de multitud de factores relacionados con las condiciones climáticas del año agrícola, y en particular de las condiciones de humedad disponible para la planta y de la temperatura del verano. En el año 2017, con una primavera y verano especialmente secos y con elevadas temperaturas, dieron como resultado que se adelantara considerablemente el cambio de color y la caída de la hoja en especies como el almendro y el manzano.



Figura 19: Nogales en el entorno del observatorio de Daroca.

8. REFERENCIAS

1. OMM. Guía de prácticas Climatológicas. OMM-100. Ginebra: OMM 2011. Disponible en:
(http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/wmo_100_es.pdf).
2. WMO 1989. Calculation of monthly and annual 30-year standard normals. WCDP-No 10, WMO-TD/No341.
3. Botey R, Guijarro JA, Jiménez A. Valores normales de precipitación 1981-2010. Madrid: Agencia Estatal de Meteorología de España “AEMET”, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2013. Disponible en:
(http://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/Valores_mensuales_1981_2010).
4. Guía resumida del clima en España (1981-2010). Madrid: Agencia Estatal de Meteorología de España “AEMET” 2011. Disponible en:
(http://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/guia_resumida_2010).
5. Flores C, López JA. Extremos de Temperatura. En: Calendario Meteorológico 2010. Madrid: Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino 2009; pp. 266-278.
6. Rodríguez C. Olas de calor y frío en España desde 1975. En: Calendario Meteorológico 2013. Madrid: Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2012; pp. 280-300.

7. Rodríguez C. Olas de calor y frío registradas en el año hidrológico 2015-2016. En: Calendario Meteorológico 2017. Madrid: Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente 2016; pp. 124-133.
8. Rodríguez C. Olas de frío de 1975 a octubre 2017. Madrid: Agencia Estatal de Meteorología. Disponible en:
(http://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/Olas_Frio_ActualizacionOct2017.pdf).
9. De Martonne E. Une nouvelle fonction climatologique: L'Indece d'aridite. La Meteorologie 1926; 2: 449-458.
10. De Martonne E. Traite de Geographie Physique. Paris 1941.
11. Landsberg HE. The assessment of human bioclimate a limited review of physical parameters. Technical note N°. 123. WMO (WMO-331) 1972.
12. Gorczynski W. Sur le calcul du degré de continentalisme et son application dans la climatologie. Geografiska Annaler 1920; 2: 324-331.
13. Font I. Climatología de España y Portugal. Madrid: Instituto Nacional de Meteorología 1983.
14. AEMET, Instituto de Meteorologia de Portugal. Atlas Climático Ibérico. Madrid: Agencia Estatal de Meteorología, Ministério de Médio Ambiente y Médio Rural y Marino 2011.
15. Essenwanger OM. General Climatology 1C: Classification of Climates. Elsevier Science 2001.
16. Mantero F, Galván Y. Climatología del Balneario de Alicún de las Torres. An R Acad Nac Farm 2009; 75 (E): 781-798.
17. Gregorzuk M, Cena K. Distribution of effective temperature over the surface of the Earth. Int J Biometer 1967; 11: 145-149.
18. Koch E, Bruns E, Chmielewski FM, Defila C, Lipa W, Menzel A. Guidelines for Plant Phenological Observations, WMO 2009.
19. Meier U. Estadios de las plantas mono y dicotiledoneas: BBCH Monografía. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura 2001.