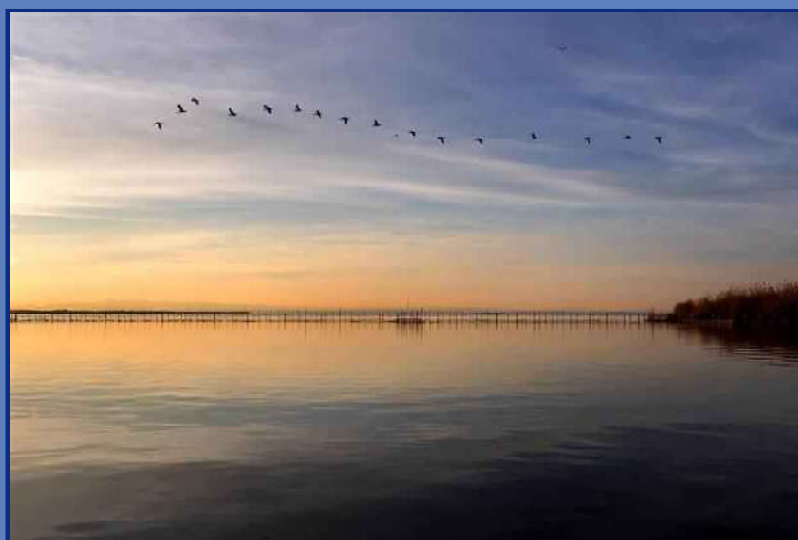


Informe sobre el estado del clima de España 2024



Informe sobre el estado del clima de España 2024

Documento elaborado en el seno de la Agencia Estatal de Meteorología por Ana Morata Gasca, Francisco Javier Bello Millán, Juan Andrés García Valero, Ramiro Romero Fresneda, Andrés Chazarra Bernabé, Maite Huarte Ituláin, José Ángel Núñez Mora, César Rodríguez Ballesteros, Teresa Gallego Abaroa, Lourdes Martínez Núñez, Rubén del Campo Hernández, Pedro Pablo Rivas Soriano, Miguel Ángel García Couto y Javier Cano Sánchez.

Han colaborado también: Belinda Lorenzo Mariño, José Vicente Moreno García, Juan Antonio de Cara García y Carlos Cano-Barbacil.

Imagen de portada:

Manuel Torres García. Usuario AMDUMA del portal Pixabay.



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización

© Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
Agencia Estatal de Meteorología
Madrid, 2025

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es/>

NIPO: 666-25-002-1

<https://doi.org/10.31978/666-25-002-1.2024>

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)

C/ Leonardo Prieto Castro, 8

28040 Madrid

<http://www.aemet.es/>



@Aemet_Esp



<https://www.facebook.com/AgenciaEstataldeMeteorologia>

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. ESTADO DEL CLIMA DE ESPAÑA: AÑO 2024	3
1.1. Temperatura	4
1.1.1. Evolución de las temperaturas durante 2024	5
1.1.2. Episodios de temperaturas extremas	7
1.1.3. Evolución de los récords diarios de temperatura en España	8
1.1.4. Análisis de olas de calor y olas de frío de 2024	10
1.1.5. Evolución de la temperatura superficial del agua del mar	14
1.2. Precipitación	19
1.2.1. Evolución de la precipitación a lo largo de 2024	21
1.2.2. Episodios de precipitaciones intensas	23
1.3. Sequía meteorológica, índice de precipitación estandarizado (SPI) y características agroclimáticas y fenológicas	25
1.3.1. Precipitación por zonas características de AEMET o grandes cuencas	25
1.3.2. Índice de precipitación estandarizado (SPI) por zonas características de AEMET	25
1.3.3. Características agroclimáticas y fenológicas del año 2024	28
1.4. Insolación	37
1.5. Gases de efecto invernadero	39
1.6. Descargas eléctricas y tormentas durante 2024	43
1.6.1. Descargas eléctricas	43
1.6.2. Días de tormenta	45
1.7. Fenómenos meteorológicos extremos	46
1.7.1. Principales episodios de fenómenos meteorológicos extremos	46
1.7.2. Borrascas con gran impacto	48
2. DESCRIPCIÓN MENSUAL DE LAS PRINCIPALES CONFIGURACIONES SINÓPTICAS	51
2.1. Enero	52
2.2. Febrero	54
2.3. Marzo	56
2.4. Abril	58
2.5. Mayo	60
2.6. Junio	62
2.7. Julio	64
2.8. Agosto	66
2.9. Septiembre	68
2.10. Octubre	70
2.11. Noviembre	72
2.12. Diciembre	74
AGRADECIMIENTOS	77
ANEXOS	79
A. Olas de calor y frío: definición y metodología. Evolución	79
B. Efemérides climatológicas	93
C. Fenología de la floración de los primeros almendros y de la llegada de la golondrina común en el centro y sur de Madrid	95
D. ¿Qué son las normales climáticas?	98
E. Caracterización de la temperatura y la precipitación mediante percentiles	100
F. Referencias	102
G. Lista de siglas y acrónimos	104

INTRODUCCIÓN

El año 2024 ha sido, a nivel global, un punto de inflexión en la evolución del cambio climático. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S), ha sido el año más cálido desde que existen registros, con una temperatura media global que superó por primera vez el umbral simbólico de $+1,5^{\circ}\text{C}$ respecto a los niveles preindustriales (1850-1900). Aunque esta superación en un único año no implica el incumplimiento del Acuerdo de París, que hace referencia a medias multidecadales, sí representa una señal de alerta que pone de manifiesto los crecientes riesgos a los que se enfrentan las sociedades y los ecosistemas. El calentamiento de los océanos, la subida del nivel del mar, la fusión acelerada de la criosfera y el incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos son algunas de las manifestaciones más preocupantes de esta nueva fase del cambio climático.

Europa, y especialmente su mitad sur, ha sido una de las regiones más afectadas por estos cambios. El continente europeo se está calentando al doble de velocidad que la media global, con especial incidencia en la cuenca mediterránea, identificada como un punto caliente climático. En 2024 se han registrado nuevos máximos en temperatura media anual, frecuencia de noches tropicales y episodios de estrés térmico. Las sequías prolongadas, las olas de calor marinas y los eventos de precipitación extrema han dejado impactos significativos sobre la salud, la agricultura, la disponibilidad de recursos hídricos y la integridad del medio natural. En este contexto, los informes internacionales han hecho hincapié en la necesidad de reforzar los sistemas de alerta temprana, las infraestructuras resilientes y los servicios climáticos operativos como herramientas clave de adaptación.

En este marco internacional, España ha vivido un año climático excepcional. La temperatura media anual alcanzó los 15.1°C , lo que supone una anomalía de $+1.1^{\circ}\text{C}$ respecto al período de referencia 1991-2020, convirtiendo 2024 en el tercer año más cálido desde que hay registros. Especialmente destacables fueron los meses estivales, en los que se encadenaron tres olas de calor, algunas de ellas de larga duración, con récords históricos de temperatura nocturna y una extensión geográfica sin precedentes. En ciudades como Zaragoza, Madrid o Murcia se alcanzaron mínimas tropicales extremas, agravando los efectos sobre la salud pública y elevando los niveles de demanda energética. Estos episodios son coherentes con las tendencias observadas en las últimas décadas: aumento sostenido de la temperatura, mayor persistencia de las masas de aire cálido y menor capacidad de enfriamiento nocturno.

En cuanto a la precipitación, el comportamiento fue desigual y marcado por la alternancia entre episodios de lluvias torrenciales y períodos de sequía. El valor medio anual en el conjunto del país fue de 669.1 mm, un 5 % por encima de la media del período 1991-2020, si bien con una gran disparidad regional: condiciones húmedas en la mitad occidental y notablemente secas en el litoral mediterráneo y Canarias. El evento más significativo del año se produjo a finales de octubre, cuando una dana provocó lluvias torrenciales

históricas en la Comunitat Valenciana, con acumulados récord en menos de 12 horas. Este evento ilustra la creciente exposición del territorio a los extremos climáticos y la urgencia de adaptar la ordenación del territorio, las infraestructuras y la gestión del agua al nuevo contexto climático.

Además de estos fenómenos, 2024 ha estado marcado por la persistencia de la sequía meteorológica a escalas temporales largas, especialmente en el sureste peninsular y ambos archipiélagos. Aunque los indicadores de corto y medio plazo no mostraban señales de sequía a finales de año, a largo plazo, los indicadores reflejan una situación prolongada que se inició en marzo de 2023 y que aún no se ha resuelto. Esta sequía estructural está directamente relacionada con el incremento de la demanda evaporativa derivada del calentamiento global, una tendencia ya identificada por múltiples estudios nacionales e internacionales. Su impacto es acumulativo y afecta de forma transversal a los sectores agrícola, energético y ecológico.

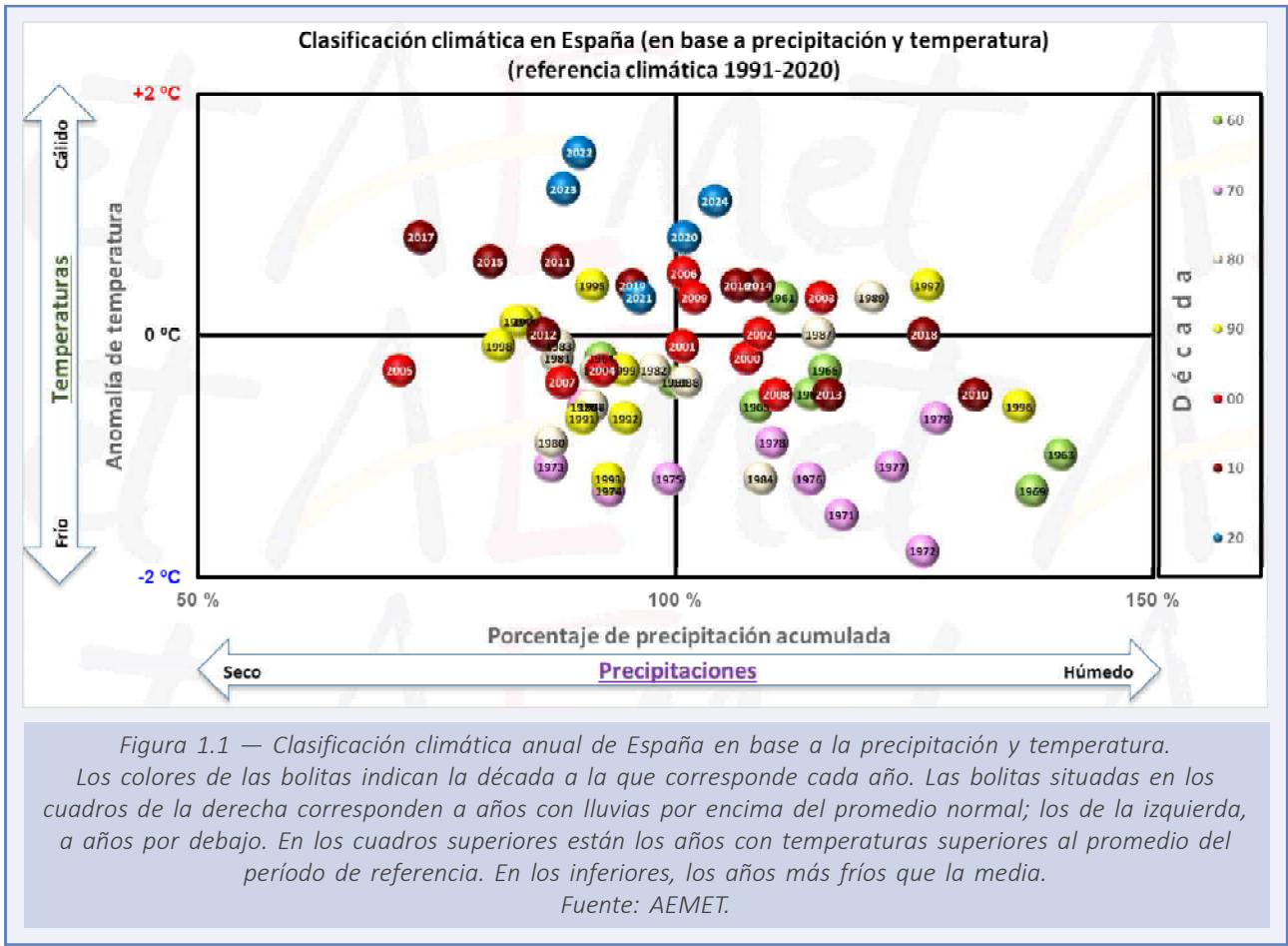
Este informe anual, elaborado por la Agencia Estatal de Meteorología, recoge y analiza los principales indicadores climáticos observados en España durante 2024. Se utiliza como referencia el período 1991-2020, y se presentan los valores y anomalías de temperatura y precipitación, así como un análisis de los episodios extremos más relevantes y sus impactos. El objetivo es proporcionar una visión integral, rigurosa y basada en la evidencia científica sobre el comportamiento reciente del clima en España, como herramienta para la planificación de políticas públicas y la sensibilización social ante los desafíos del cambio climático.

2

La elaboración de este informe se apoya en una metodología consolidada que garantiza la coherencia, calidad y robustez de los resultados presentados. Los datos utilizados provienen de redes de observación meteorológica e hidrológica gestionadas por AEMET y otras entidades oficiales, con series temporales largas y procedimientos estandarizados de control de calidad y homogeneización. Además, se emplean indicadores climáticos reconocidos internacionalmente, como las anomalías respecto al período de referencia 1991-2020, el índice SPI, y los umbrales de eventos extremos, lo que permite la comparación y armonización con los análisis realizados por otros servicios meteorológicos europeos y organismos internacionales. Esta base metodológica rigurosa es clave para ofrecer una imagen fiel del clima en España y reforzar la confianza en la información climática como herramienta de apoyo a la toma de decisiones.

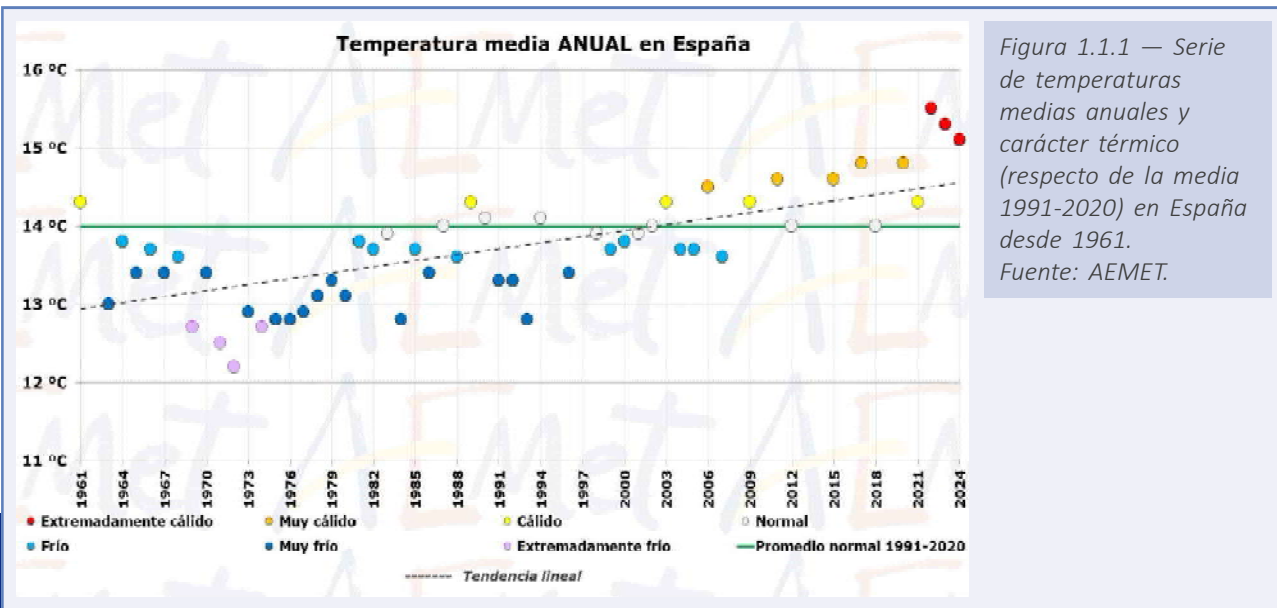
1. ESTADO DEL CLIMA DE ESPAÑA: AÑO 2024

El año 2024 presentó en España carácter extremadamente cálido en cuanto a temperaturas y húmedo en lo que respecta a precipitaciones. En la figura 1.1 se muestra la clasificación de los distintos años en función de su temperatura y precipitación acumulada. El año 2024 se sitúa en el cuadrante superior derecho, donde aparecen los años más cálidos y húmedos con respecto al período de referencia 1991-2020.

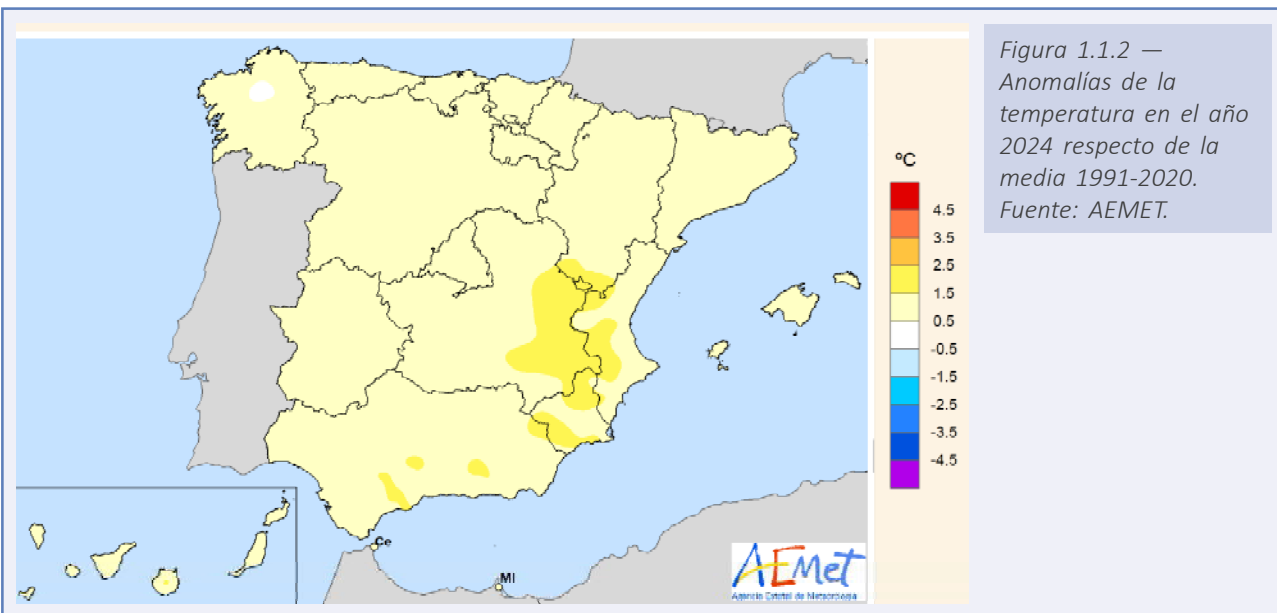


1.1. TEMPERATURA

El año 2024 fue extremadamente cálido en España, con una temperatura media de 15.1 °C (15.0 °C en el promedio de la España peninsular, 18.0 °C en Baleares y 19.6 °C en Canarias), valor que queda 1.1 °C por encima del promedio anual normal (período de referencia 1991-2020). Se ha tratado del tercer año más cálido desde el comienzo de la serie en 1961, por detrás de 2022 y 2023, que resultaron 0.4 °C y 0.2 °C más cálidos, respectivamente. Los once años más cálidos de la serie pertenecen al siglo XXI.



El año fue extremadamente cálido en la mayor parte del este, centro y sur de la España peninsular, mientras que resultó muy cálido en las regiones cantábricas y en el tercio oeste peninsular. En Baleares y Canarias fue muy cálido o extremadamente cálido. Se observaron anomalías térmicas cercanas a +2 °C en zonas del sureste de Castilla-La Mancha, sur de Aragón, interior de la Comunitat Valenciana, Región de Murcia y en algunos puntos de

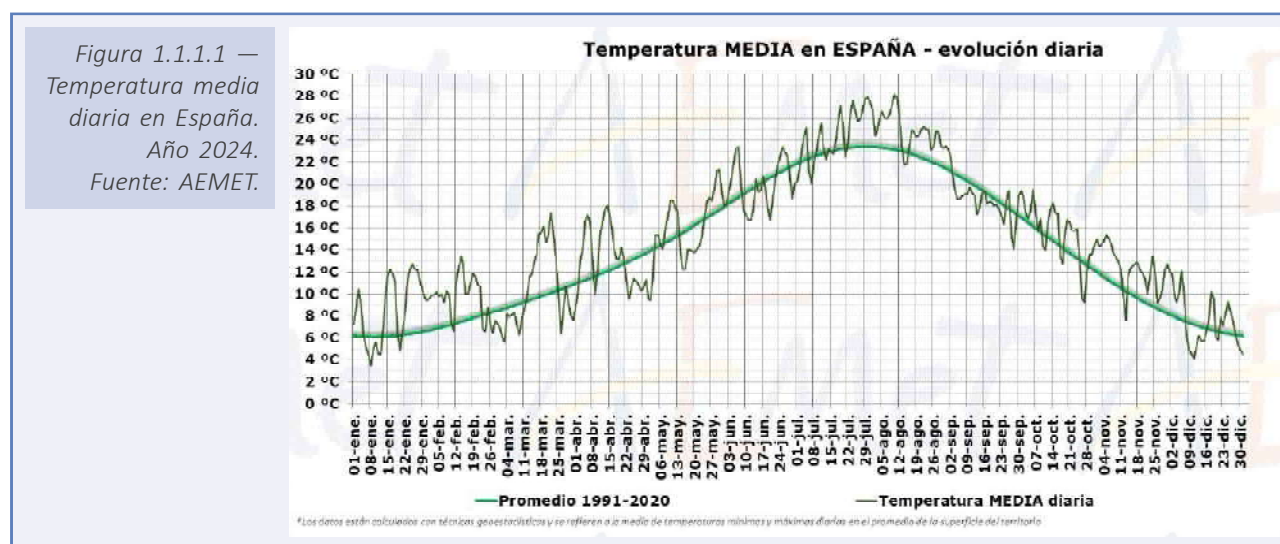


Andalucía oriental, mientras que en el resto de la España peninsular las anomalías se situaron mayoritariamente alrededor de $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$. En Baleares y Canarias tomaron valores en torno a $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Las temperaturas máximas diarias quedaron en promedio $1.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima del valor normal, mientras que las mínimas se situaron $1.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima de la media, resultando una oscilación térmica diaria $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ superior a la normal. En diez estaciones principales la temperatura media de 2024 fue la más alta desde el comienzo de las observaciones, en dos la media de las máximas fue la más alta de su serie, y en dieciocho la media de las mínimas fue la más alta desde que hay registros.

1.1.1. Evolución de las temperaturas durante 2024

En la figura 1.1.1.1 se ha representado la evolución anual de la temperatura media diaria en España durante el año 2024, así como el valor medio diario del período de referencia 1991-2020.



El año comenzó con un mes de enero extremadamente cálido, con una temperatura media en España peninsular que se situó $2.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima de la media del mes, resultando el mes de enero más cálido desde el comienzo de la serie en 1961. Febrero fue muy cálido, con una anomalía de $+2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, siendo el tercer mes de febrero más cálido de la serie.

La primavera (período comprendido entre el 1 de marzo y el 31 de mayo) tuvo un carácter cálido, con una temperatura media en España de $13.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, valor que queda $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima de la media. La primavera comenzó con un mes de marzo cálido, con una temperatura media en España que se situó $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima de la media del mes. Abril fue muy cálido, con una temperatura media $1.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima de la normal, resultando el sexto mes de abril más cálido de la serie. Mayo fue normal, con una temperatura media $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima de la media.

El verano (período comprendido entre el 1 de junio y el 31 de agosto) tuvo un carácter muy cálido, con una temperatura media en España de $23.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, valor que queda $1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ por encima de la media, resultando el sexto verano más cálido desde el comienzo de la serie. El verano comenzó con un mes de junio frío, con una temperatura media en la España peninsular que estuvo $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por debajo de la media del mes. Julio fue muy cálido, con una

temperatura media 1.3 °C por encima de la normal, siendo el sexto mes de julio más cálido de la serie. Agosto fue extremadamente cálido, con una temperatura media 1.9 °C por encima de la media, resultando el mes de agosto más cálido desde el comienzo de la serie.

El otoño (período comprendido entre el 1 de septiembre y el 30 de noviembre) tuvo un carácter muy cálido, con una temperatura media en España de 15.6 °C, valor que está 1.1 °C por encima de la media, resultando el séptimo otoño más cálido de la serie. Septiembre fue frío, con una temperatura media en España que se situó 0.6 °C por debajo de la media del mes. Octubre resultó cálido, con una temperatura media 0.8 °C por encima de la normal, y noviembre tuvo un carácter extremadamente cálido, con una temperatura media 2.9 °C por encima de la media, resultando el mes de noviembre más cálido desde el comienzo de la serie.

Por último, el mes de diciembre fue cálido, con una temperatura media sobre la España peninsular de 7.5 °C, valor que queda 0.6 °C por encima de la media del mes.

En la tabla 1.1.1.1 se adjunta la temperatura media en España de cada mes, las medias estacionales y la anual, el promedio 1991-2020 de cada uno de los períodos, la anomalía térmica, el carácter y el orden que ocupan en la serie ordenada de más a menos cálido dentro de la serie de 64 años de datos que comienza en 1961.

El 62 % de los días de 2024 alcanzaron una temperatura media superior al valor normal del período de referencia, mientras que el 37 % registraron una temperatura media inferior a ese valor y solamente el 1 % tuvo igual temperatura.

Únicamente los meses de junio y septiembre tuvieron una temperatura media inferior al valor climático de referencia, con anomalías de -0.2 °C y -0.6 °C, respectivamente. El resto de los meses la temperatura media fue superior al promedio, destacando enero, agosto y noviembre, que fueron los más cálidos de la serie con anomalías de +2.4 °C, +1.9 °C y +2.9 °C, respectivamente.

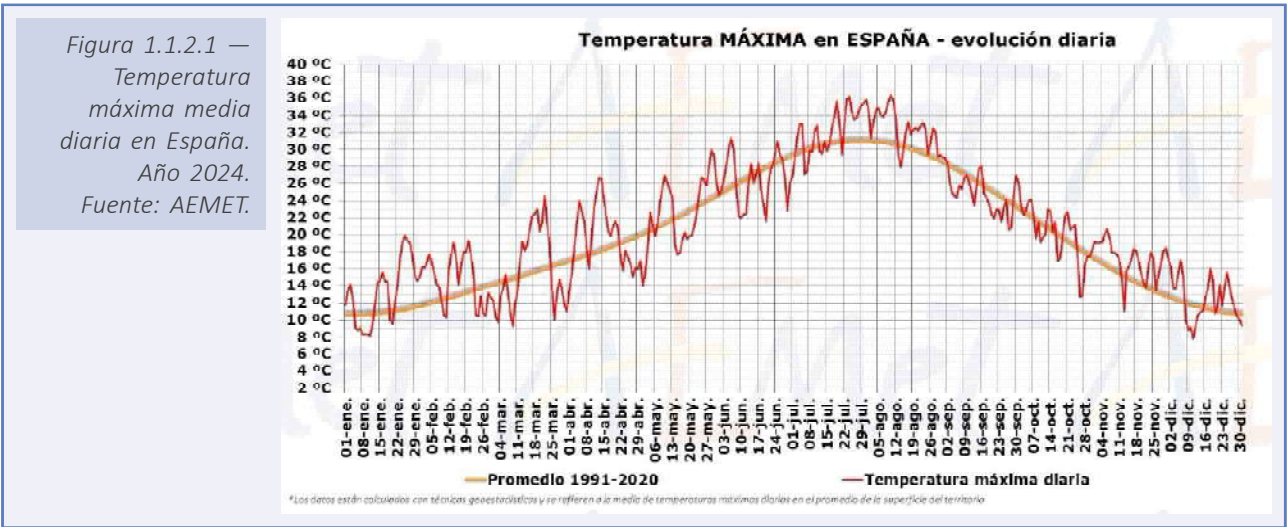
6

Mes	Temperatura media 2024 (°C)	Promedio normal (1991-2020) (°C)	Anomalía (°C)	Carácter	Orden
Enero	8.6	6.2	+2.4	Extremadamente cálido	1
Febrero	9.7	7.2	+2.5	Muy cálido	3
Marzo	10.5	9.9	+0.6	Cálido	13
Abril	13.3	12.0	+1.3	Muy cálido	6
Mayo	15.8	15.7	+0.1	Normal	25
Junio	19.9	20.1	-0.2	Frío	26
Julio	24.4	23.1	+1.3	Muy cálido	6
Agosto	25.0	23.1	+1.9	Extremadamente cálido	1
Septiembre	18.6	19.2	-0.6	Frío	47
Octubre	15.6	14.8	+0.8	Cálido	21
Noviembre	12.5	9.6	+2.9	Extremadamente cálido	1
Diciembre	7.5	6.9	+0.6	Cálido	17
Invierno	8.6	6.8	+1.8	Muy cálido	2
Primavera	13.2	12.5	+0.7	Cálido	10
Verano	23.1	22.1	+1.0	Muy cálido	6
Otoño	15.6	14.5	+1.1	Muy cálido	7
ANUAL	15.1	14.0	+1.1	Extremadamente cálido	3

Tabla 1.1.1.1. Temperatura media mensual, estacional, anual, promedio normal, anomalía, carácter y orden (1 para el más cálido, 64 para el más frío). Año 2024.

1.1.2. Episodios de temperaturas extremas

En 2024 fueron frecuentes los episodios de altas temperaturas, observándose tres olas de calor que afectaron a la península ibérica y Baleares, si bien ninguna de ellas afectó a Canarias.



La primera ola de calor, de corta duración, se extendió entre los días 18 y 20 de julio, y afectó principalmente al noreste peninsular y a la Comunitat Valenciana.

La segunda ola de calor, de mayor intensidad y duración, se extendió entre el 23 de julio y el 1 de agosto, con temperaturas tanto máximas como mínimas muy por encima de los valores habituales para la época del año, superándose los 40 °C en amplias zonas y registrándose las temperaturas más altas del año en la mayoría de las regiones.

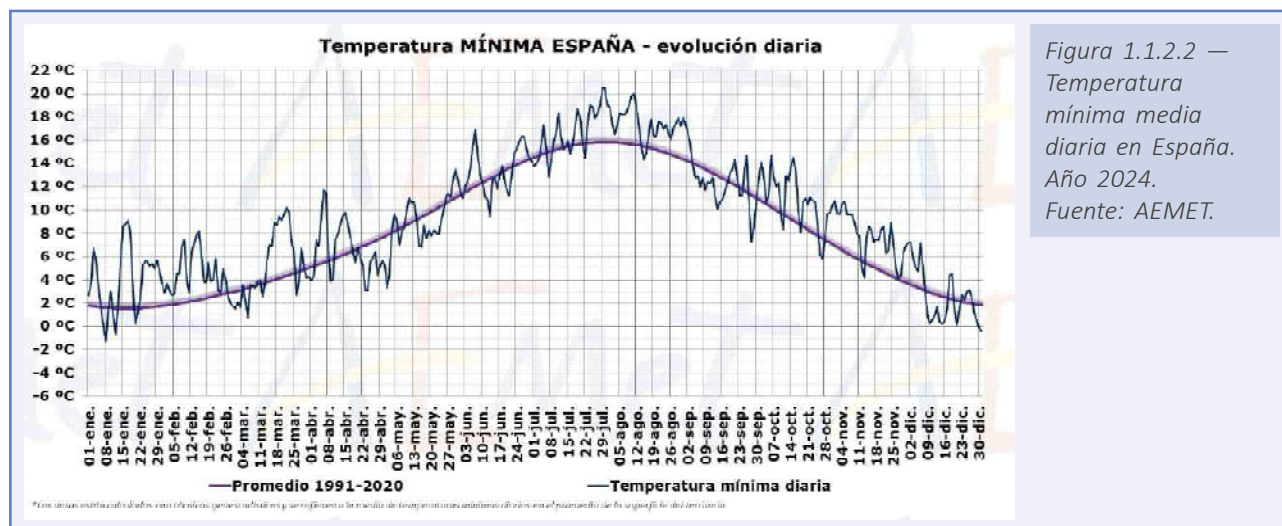
La tercera ola de calor tuvo lugar entre los días 4 y 12 de agosto, también con temperaturas máximas y mínimas muy por encima de los valores habituales para la época del año, en la que se superaron los 40 °C no solo en el sur y el centro peninsulares, sino también en zonas del norte peninsular, destacando entre estaciones principales los 42.9 °C registrados en Bilbao/aeropuerto el 11 de agosto.

Otros episodios cálidos destacados, pero que no pueden catalogarse como olas de calor, se observaron los días 25-31 de mayo, 3-8 de junio, 24-27 de junio, 4-5 de julio, 10-11 de julio, 17-24 de agosto y 27-28 de agosto.

Las temperaturas más altas del año entre estaciones principales correspondieron a Morón de la Frontera, donde se registraron 43.5 °C el 24 de julio, Badajoz/aeropuerto, con 43.3 °C también el 24 de julio, y Jerez de la Frontera/aeropuerto y Granada/base aérea, donde se midieron 43.2 °C los días 24 y 31 de julio, respectivamente.

En las estaciones principales de Zaragoza/aeropuerto, Madrid/Getafe e Izaña se registraron en julio las temperaturas mínimas diarias más altas (las noches más cálidas) desde el comienzo de las observaciones, con valores de 28.1 °C en Zaragoza/aeropuerto el 30 de julio, de 26.8 °C en Madrid/Getafe el 25 de julio, y de 21.4 °C en Izaña el 12 de julio.

En cuanto a bajas temperaturas, en 2024 hubo varios episodios fríos con temperaturas por debajo de las normales, si bien ninguno de ellos puede catalogarse como ola de frío.



Destacó por su duración el episodio frío que se extendió entre los días 23 de febrero y 11 de marzo, en el que las temperaturas se situaron por debajo de los valores medios, especialmente las máximas. Otros episodios fríos destacados fueron los de los días 6-12 de enero, 20-21 de enero, 26-31 de marzo, 22-30 de abril, 8-16 de diciembre, 20-21 de diciembre y 29-31 de diciembre.

8

1.1.3. Evolución de los récords diarios de temperatura en España

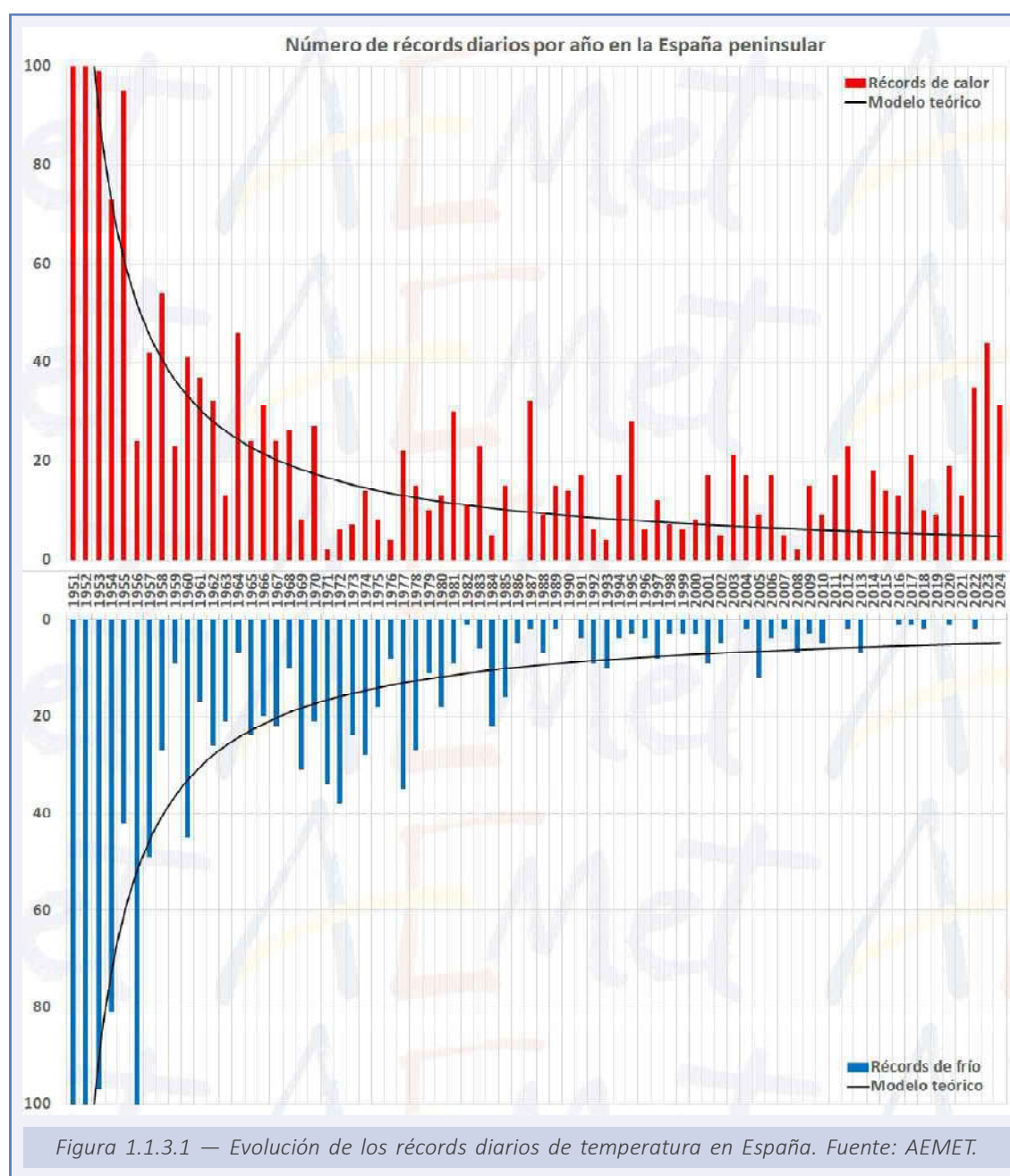
A partir de los datos diarios calculados con técnicas geoestadísticas, se ha estimado cómo han ido variando con el tiempo los récords diarios de temperatura media en la España peninsular desde 1950, a los que llamaremos «récords de días cálidos y récords de días fríos». No son, por tanto, efemérides de estaciones meteorológicas ni se trata tampoco de evolución de olas de calor, al estar referidos a todo el año y a datos calculados. Sin embargo, sí que muestra una de las consecuencias más evidentes del cambio climático: el incremento del número de días cálidos y, consecuentemente, la mayor frecuencia y duración de los episodios de calor. Justo lo contrario ocurre con los días fríos, que disminuyen notablemente, al igual que la frecuencia y duración de los episodios fríos.

De entre los métodos existentes para estimar el número teórico de récords diarios de días cálidos y fríos en un año, en este informe anual del clima 2024 se ha aplicado el método usado por el servicio de Cambio Climático de Copernicus (Copernicus Climate Change Service (C3S), European State of the Climate 2019, 2020) que asume que, en un clima estacionario, el número anual de récords de días cálidos y días fríos no debería variar demasiado con el paso del tiempo, ajustándose a la misma distribución estadística teórica.

El método parte de la base de que, en el primer año de registros, en nuestro caso 1950, todos los días se producen de forma simultánea récords de días cálidos y fríos (solo hay un registro cada día del primer año de nuestra serie, por lo que ese registro es a la vez el más alto y el más bajo). Así, el número de récords de ese primer año es de 365, tanto en temperaturas altas como bajas. En 1951, el segundo año de nuestra serie, el registro de cada uno de los días del año solo puede ser superior o inferior al del año anterior, por lo

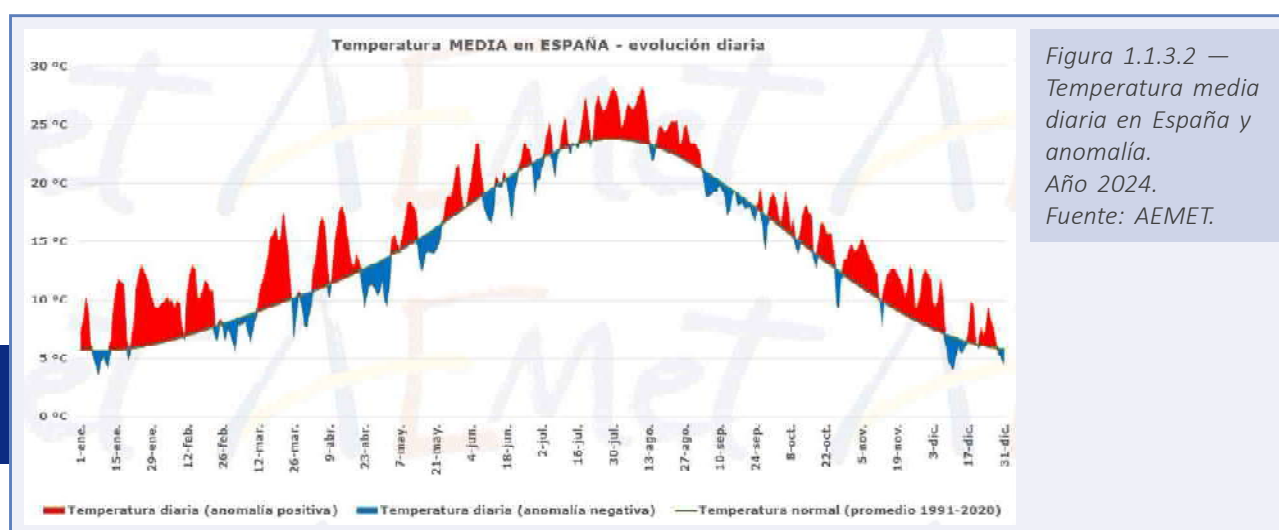
que aproximadamente el número de récords del segundo año será $365/2$, tanto para días cálidos como para días fríos. Asimismo, en el tercer año, aproximadamente uno de cada tres días se establecerá un récord, por lo que el número teórico es $365/3$, y así sucesivamente. En general, para una serie que comienza en 1950, el número teórico de récords diarios en el año AAAA en un clima teórico estable sería de $365/(AAAA - 1949)$.

La figura 1.1.3.1 proporciona el número teórico para un clima estacionario y el número real observado de récords de días cálidos y fríos desde 1950 en la España peninsular. Durante los últimos 30 años, el número real de récords de días cálidos es mucho mayor que el valor teórico, y el número de récords de días fríos es mucho menor que el valor teórico, lo cual es coherente con el calentamiento observado en España en las últimas décadas, que presupone una mayor frecuencia en los récords de temperaturas altas frente a los de bajas, si bien los de estas últimas seguirán produciéndose.



En 2024 se registraron 31 récords de días cálidos, que es 6.5 veces superior al valor esperable según el modelo teórico (4.9 días). En el otro extremo, en 2024 no hubo ningún récord de días fríos. De los 31 récords, 19 se registraron entre el 1 de enero y el 15 de abril, que fue el período más anómalo del año (figura 1.1.3.2). Por estaciones, 11 se produjeron en un mes de invierno (enero, febrero o diciembre) y 11 en primavera, todos entre el 15 de marzo y el 15 de abril, en verano hubo 7 y 2 en otoño.

Según el modelo teórico, basado en un clima estable, durante el período de 10 años que transcurrió entre 2015 y 2024, se deberían haber producido 52 récords de días cálidos y otros 52 de días fríos (la probabilidad es igual en ambos casos), mientras que la realidad muestra que en los últimos 10 años se produjeron 7 récords de días fríos y 209 de días cálidos, resultando, por tanto, que el número de récords de días cálidos multiplica por 30 al número de récords de días fríos.



1.1.4. Análisis de olas de calor y olas de frío de 2024

En 2024 se registraron tres olas de calor, todas ellas en Península y Baleares. En Canarias no hubo ninguna. En el invierno 2023-2024 no se produjo ninguna ola de frío.

Las olas de calor en Península y Baleares

El verano de 2024, con una temperatura media de 23.1 °C ha sido el sexto más cálido a nivel nacional desde 1961, año en que comienza la serie, superado por los veranos de 2022, con 24.1 °C, 2003 con 23.6 °C, 2023 con 23.5 °C, 2017 con 23.3 °C y 2015 con 23.2 °C; durante el mismo se han registrado tres olas de calor que totalizan 22 días, superado en este sentido por los veranos de 2022 con 41 días, 2015 con 29, 2017 y 2023 con 25 y 1991 con 23.

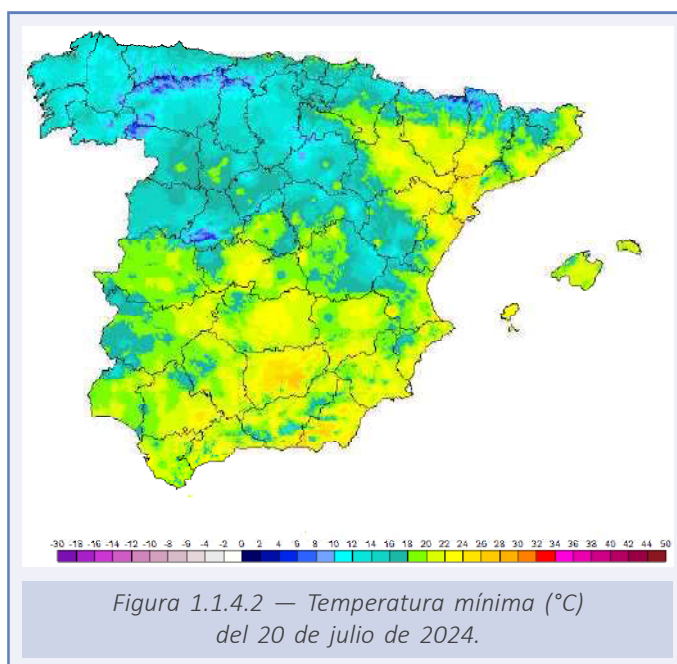
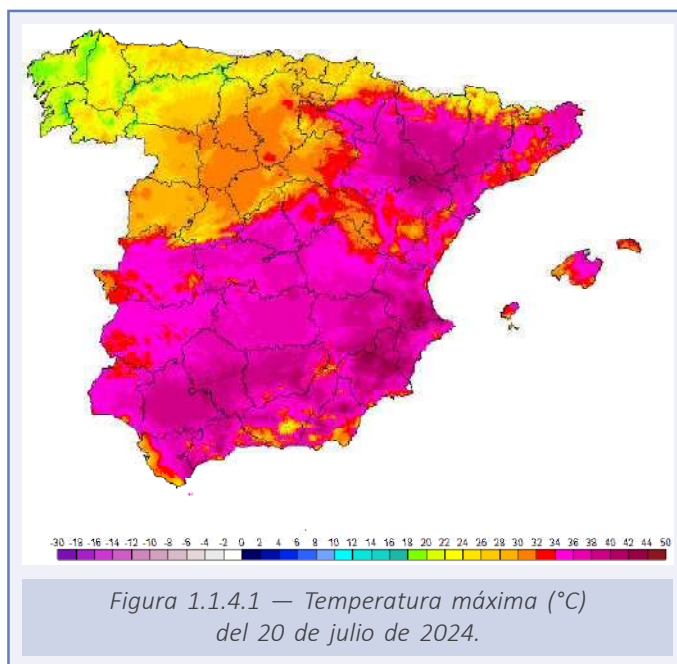
La primera ola de calor, con una duración de tres días, transcurrió entre el 18 y el 20 de julio y afectó a 14 provincias el día 19, localizadas principalmente en el noreste peninsular y en la Comunitat Valenciana. La temperatura máxima de la ola fue 37.6 °C y la anomalía de la ola 2.9 °C, valores que no están entre los más altos de la serie.

El mapa de la figura 1.1.4.1 reproduce las temperaturas máximas registradas el 20 de julio, día al que corresponde la temperatura máxima de la ola, con valores por encima de los 40 °C en los valles del Ebro y del Guadalquivir, así como en el litoral mediterráneo andaluz, en la Región de Murcia y en la Comunitat Valenciana.

Las temperaturas máximas más elevadas registradas estos días en las estaciones de la red principal de AEMET corresponden a Murcia/Alcantarilla con 42.6 °C el día 20, Murcia con 42.5 °C también el día 20, Granada/aeropuerto con 42.1 °C el día 19, Córdoba/aeropuerto con 41.8 °C el día 19, Zaragoza/aeropuerto con 41.7 °C el día 19, Jerez de la Frontera/aeropuerto con 41.2 °C el día 19 y Morón de la Frontera con 41.1 °C el día 19.

También las noches fueron muy calurosas, como se refleja en el mapa de la figura 1.1.4.2 que reproduce las temperaturas mínimas del día 20, con valores por encima de los 20 °C en gran parte de la Península y de Baleares, quedando por encima de los 25 °C en puntos de Baleares, Castilla-La Mancha, Andalucía, Comunitat Valenciana y Cataluña.

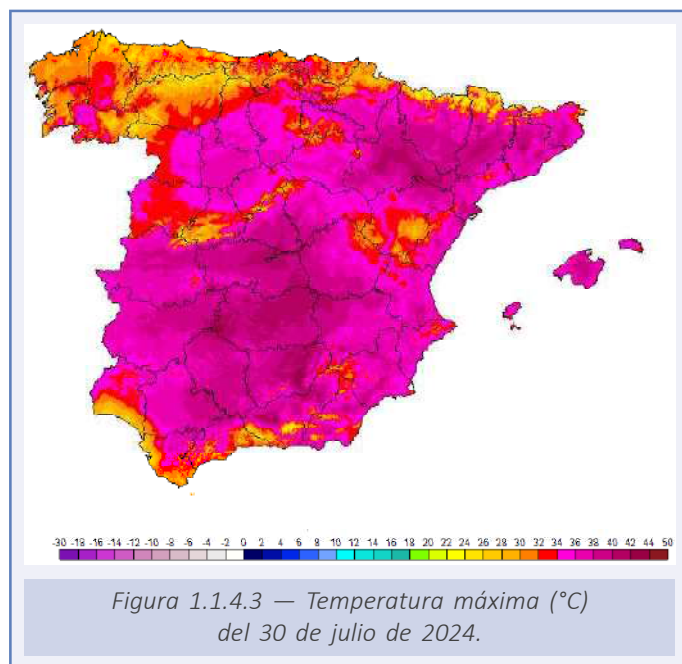
Las mínimas más elevadas entre las estaciones de la red principal de AEMET, corresponden a Melilla con 25.3 °C el día 20 y 24.7 °C el 19, Palma/puerto con 25.1 °C el día 19, Almería/aeropuerto con 24.7 °C el día 18 y 24.5 °C el 19, Jaén con 24.6 °C los días 19 y 20 y Castellón con 24.4 °C el día 19.



La segunda ola de calor del verano de 2024 en la Península y Baleares discurrió entre el 23 de julio y el 1 de agosto, tuvo por tanto una duración de 10 días, afectó a 33 provincias el 30 de julio, su anomalía fue 3.2 °C y su temperatura máxima de 36.6 °C. Es la quinta ola de calor de la serie por duración, la decimoprimer por extensión y la decimonovena por anomalía de la ola, siendo por tanto su persistencia el aspecto más destacable.

El mapa de la figura 1.1.4.3 reproduce las temperaturas máximas del 30 de julio, que fue el día más cálido de esta segunda ola de calor. Se superaron los 40 °C en Baleares, valle del Ebro y en el centro y sur peninsular.

Entre las estaciones de la red principal de AEMET, las temperaturas máximas más elevadas durante estos días se registraron en: Morón de la Frontera con 43.5 °C el 24 de julio,



Badajoz/Talavera la Real con 43.3 °C también el 24 de julio, Jerez de la Frontera con 43.2 °C el 24 de julio igualmente, Granada/base aérea con 43.2 °C el 31 de julio, Córdoba/aeropuerto con 42.9 °C el 24 de julio y Granada/aeropuerto con 42.7 °C el 29 de julio. Si bien son valores muy elevados, ninguna estación de la red principal de AEMET registró durante estos días su récord de temperatura máxima diaria para el mes considerado.

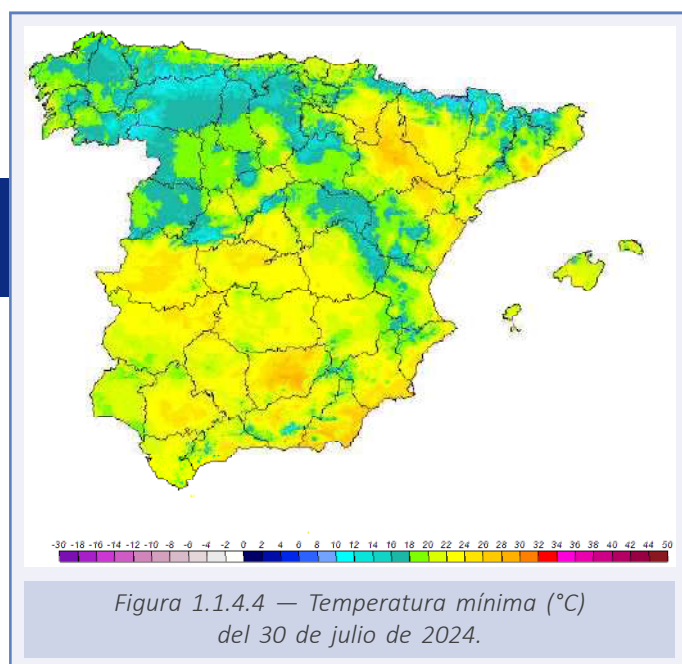
También las temperaturas mínimas habidas durante estos días fueron muy elevadas, como puede verse en el mapa de la figura 1.1.4.4, correspondiente igualmente al 30 de julio, con mínimas por encima de los 20 °C en la mayor parte de la Península y Baleares y de los 25 °C en zonas de Andalucía, Extremadura, Madrid, Región de Murcia, Comunitat Valenciana, Aragón, La Rioja, Cataluña y Baleares.

Seis estaciones de la red principal de AEMET alcanzaron durante estos días su temperatura mínima más alta para un mes de julio, destacando Zaragoza/aeropuerto con 28.1 °C el día 30, Madrid/Getafe con 26.8 °C el día 25, Santander/aeropuerto con 22.1 °C el día 29, Bilbao/aeropuerto con 21.7 °C el día 30, Santander/CMT con 21.3 °C el día 30 y Navacerrada/puerto con 20.8 °C el día 24.

Tras un paréntesis de dos días, el 4 de agosto comenzó la tercera ola de calor del verano de 2024 en Península y Baleares, que tuvo una duración de nueve días y finalizó el 12 de agosto. Afectó a 35 provincias los días 9 y 10, tuvo una anomalía de 2.6 °C y una temperatura máxima de 37.9 °C. Es la sexta ola de calor de la serie por duración y la novena por extensión, siendo estos los aspectos más destacables, ya que su anomalía de la ola es poco relevante.

El mapa de la figura 1.1.4.5 reproduce las temperaturas máximas del 10 de agosto, que fue el día más cálido de esta tercera ola de calor. Se superaron los 40 °C en buena parte de la Península, alcanzándose los valores más elevados en el valle del Ebro, zona centro, suroeste peninsular y en las provincias de Ourense, Zamora y Valladolid.

Dos estaciones de la red principal de AEMET registraron durante estos días su temperatura máxima más elevada para un mes de agosto, concretamente: Hondarribia-Malkarroa con 40.7 °C y Oviedo con 34.6 °C, ambas el día 11, aunque en el caso de Oviedo la serie es



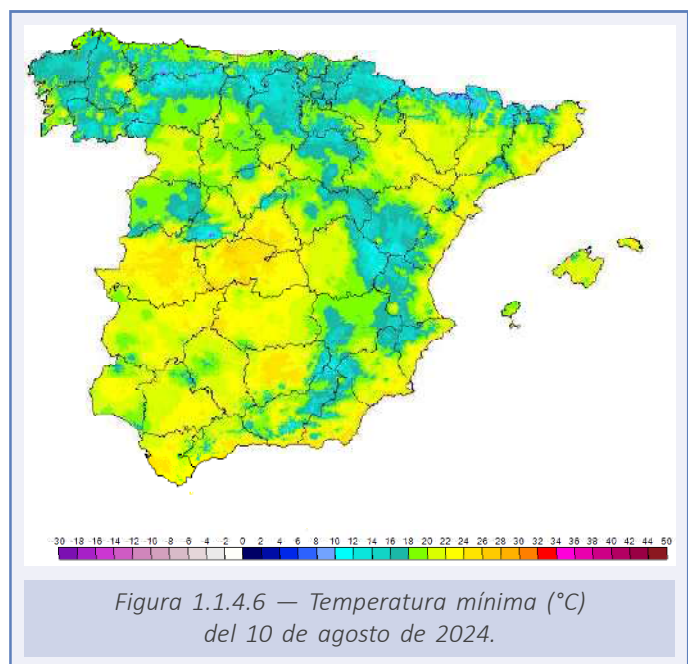
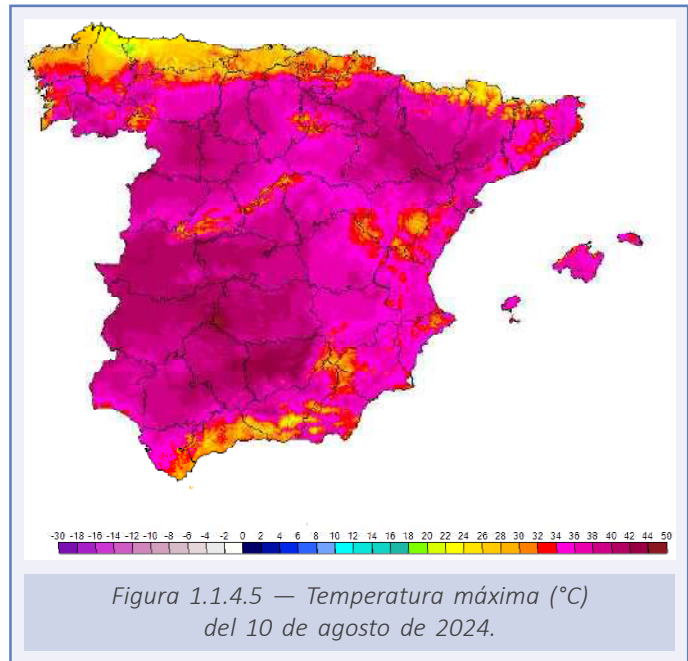
relativamente corta. A destacar también, aunque no fuesen efemérides de sus series, los 42.0 °C de Ourense, los 41.1 °C de Zamora, los 41.0 °C de Jaén o los 40.9 °C de Badajoz/Talavera la Real y Almagro/Famet, temperaturas todas ellas correspondientes al 10 de agosto.

También las temperaturas mínimas registradas durante estos días fueron muy elevadas, como pone de manifiesto el mapa de la figura 1.1.4.6, correspondiente al 10 de agosto, con termómetros por encima de los 20 °C en la mayor parte de la Península y Baleares y de los 25 °C en zonas de Andalucía, Extremadura, Madrid, Castilla-La Mancha, Región de Murcia, Cataluña y Baleares.

Las temperaturas mínimas más altas alcanzadas estos días entre las estaciones de la red principal de AEMET corresponden a: Almería/aeropuerto con 27.2 °C el día 11, 26.2 °C el día 9 y 26.0 °C el día 8, Palma-Portopí con 26.3 °C el día 11 y 25.8 °C el día 12, Melilla con 26.1 °C el día 10 y Madrid-Retiro con 25.7 °C el día 10.

Las olas de calor en Canarias

En Canarias, el verano de 2024, con una temperatura media de 22,3 °C ha tenido carácter cálido, con una anomalía de +0,5 °C respecto al período de referencia 1991-2020. Se trataría del duodécimo verano más cálido tras los de 2023, 2012, 2017, 2009, 2004, 2020, 2016, 2022, 2010, 2003 y 1990 e igualado con los de 2008 y 1961. No se ha registrado ninguna ola de calor.



Análisis de olas de frío registradas en España en el invierno 2023-2024

El invierno 2023-24 (período comprendido entre el 1 de diciembre de 2023 y el 29 de febrero de 2024) tuvo un carácter muy cálido, con una temperatura media sobre la España peninsular de 8.5 °C, valor que queda 1.9 °C por encima de la media de esta estación (período de referencia 1991-2020). Fue, junto con 2019-20, el invierno más cálido desde el comienzo de la serie en 1961. Durante el mismo no se registró ninguna ola de frío.

1.1.5. Evolución de la temperatura superficial del agua del mar

Para este informe se ha analizado la evolución de la temperatura superficial del agua del mar utilizando los datos mensuales y diarios (a las 12 UTC) de los reanálisis ERA5 de C3S

(HERSBACH *ET AL.*, 2020). Se ha calculado también la anomalía anual con respecto al promedio del período 1991-2020 y la anomalía en las zonas costeras (desde el litoral hasta 20 millas mar adentro) de cada una de las islas y provincias con mar, así como de las zonas marítimas circundantes al territorio español, cuyos límites son los indicados en la figura 1.1.5.1, en la que se representa la temperatura media de la superficie del mar del año 2024.

Por segunda vez consecutiva desde 1940, la temperatura media de las aguas circundantes a España (aguas costeras y zonas marítimas), alcanza los 20 °C (figura 1.1.5.2.a). La temperatura media fue de 20.0 °C, que es 0.7 más que el valor medio del

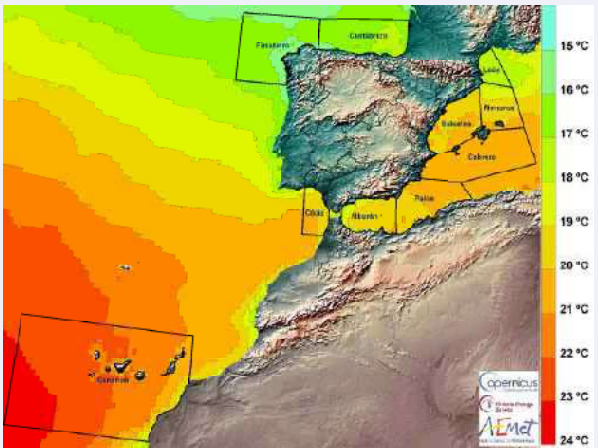


Figura 1.1.5.1 — Temperatura media de la superficie del mar. Año 2024. Fuente de datos para la elaboración del mapa: C3S.

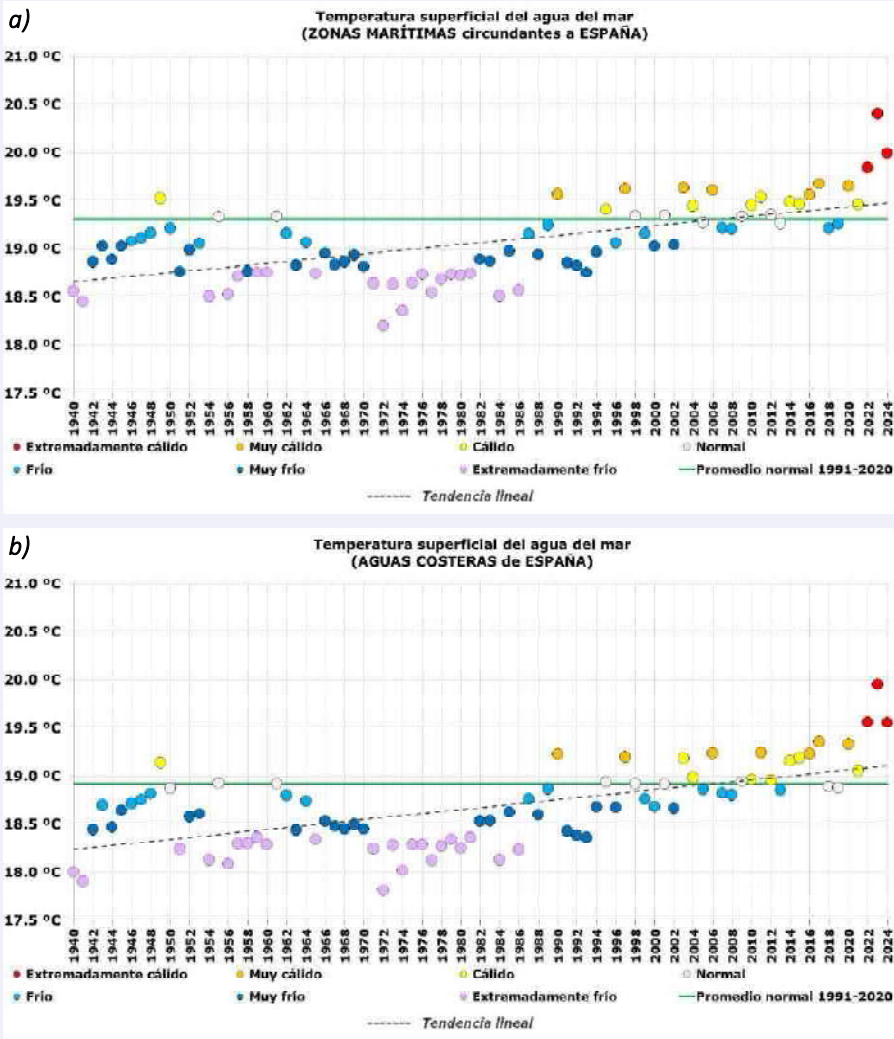


Figura 1.1.5.2 —
a) Temperatura media anual de la superficie del mar, carácter y tendencia lineal en zonas marítimas circundantes de España.
b) Temperatura media anual de la superficie del mar, carácter y tendencia lineal en zonas costeras de España.
Fuente de datos para la elaboración del gráfico: C3S.

último período normal (19.3) y 0.4 menos que los registros de 2023, que es el año con la temperatura más alta.

En las zonas costeras (figura 1.1.5.2.b), la temperatura media también ha sido, junto con 2022, la segunda más alta de la serie, cuatro décimas por debajo del año 2023, que es el de temperatura más alta. La anomalía media de la temperatura superficial del mar en aguas costeras durante 2024 fue de +0.6 °C.

Todas las zonas marítimas y costeras tuvieron durante 2024 una anomalía positiva de la temperatura superficial del agua del mar (tabla 1.1.5.1 y figura 1.1.5.3). La anomalía más alta estuvo en el Mediterráneo, con más de +1 °C en aguas costeras de Barcelona y valores próximos en otras zonas del mar Balear y Cabrera. En el otro extremo, en aguas costeras la anomalía fue inferior a +0.5 °C en las aguas costeras de todas las provincias del Atlántico peninsular.

Climáticamente, los valores más altos de temperatura del agua del mar en España se suelen alcanzar a mitad de agosto en el mar Balear y en la zona marítima de Cabrera, entre las islas Baleares y la costa de la Comunitat Valenciana y Tarragona. En aguas del Mediterráneo, el año 2024 tuvo la particularidad de que registró una serie de treinta y tres días con máximos históricos de temperatura superficial del mar Balear entre el 21 de noviembre y el 23 de diciembre. En verano destacó agosto, que fue el tercero con aguas más cálidas, tras 2022 y 2003 (figura 1.1.5.4).

En la zona marítima de Canarias, como continuación de los registros de final de 2023, en el primer cuatrimestre las aguas estuvieron extremadamente cálidas. Todos los días entre el 1 de enero y el 26 de febrero la temperatura media fue la más alta de la serie y en abril se produjo otro anómalo episodio de aguas extremadamente cálidas. En promedio mensual,

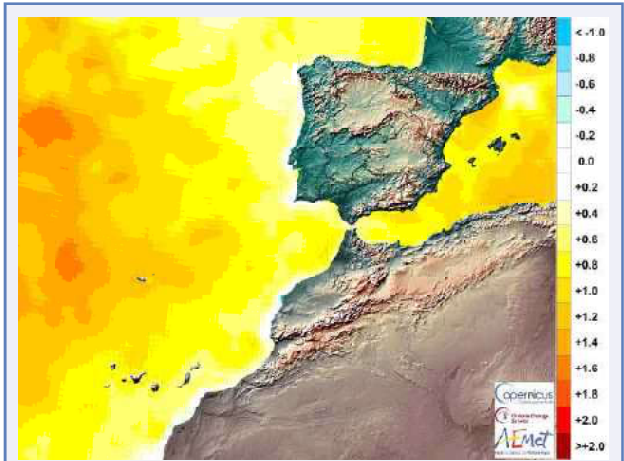
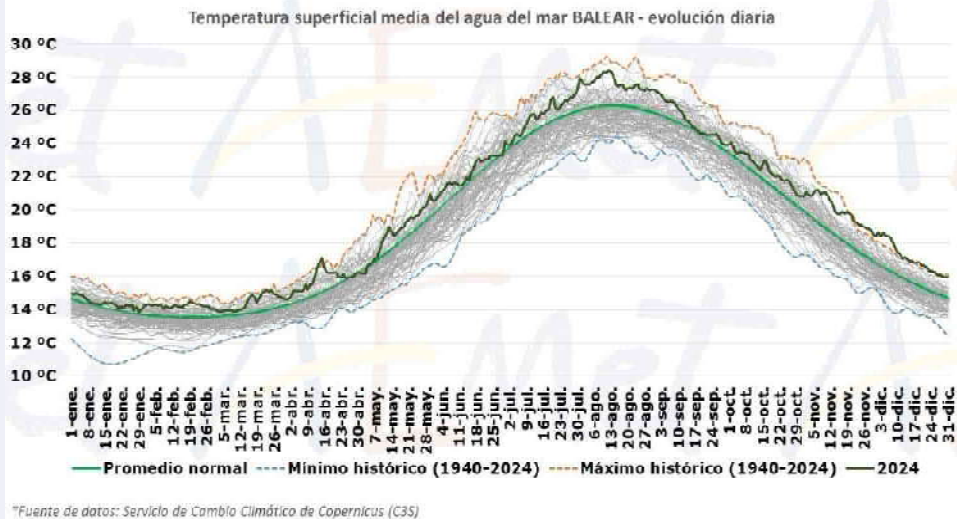


Figura 1.1.5.3 — Anomalía de la temperatura superficial del mar. Año 2024. Fuente de datos para la elaboración del mapa: C3S.

Figura 1.1.5.4 — Temperatura superficial del mar Balear (datos diarios desde 1940 a las 12 UTC). Fuente de datos para la elaboración del gráfico: C3S.



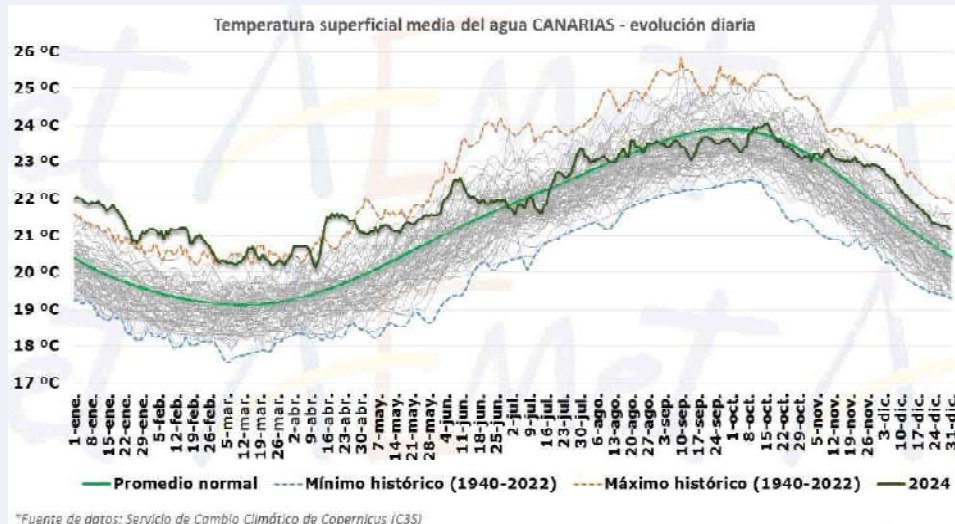
Provincia, isla o ciudad autónoma	Promedio anual 2024 (°C)	Promedio normal (1991-2020) (°C)	Anomalía (°C)	Orden
Zonas costeras				
A Coruña	15.6	15.4	+0.3	12
Alacant/Alicante	20.1	19.4	+0.7	3
Almería	19.8	18.9	+0.8	3
Asturias	16.3	15.9	+0.4	4
Barcelona	19.4	18.3	+1.1	2
Bizkaia	16.9	16.3	+0.6	4
Cádiz	18.9	18.5	+0.4	7
Cantabria	16.9	16.3	+0.6	4
Castelló/Castellón	20.0	19.2	+0.8	2
Ceuta	18.6	18.1	+0.5	7
El Hierro	22.1	21.5	+0.6	2
Fuerteventura	21.0	20.5	+0.5	4
Gipuzkoa	17.0	16.5	+0.6	4
Girona	18.1	17.3	+0.8	3
Gran Canaria	21.2	20.6	+0.6	3
Granada	18.8	18.0	+0.8	2
Huelva	19.0	18.6	+0.4	5
Ibiza y Formentera	20.2	19.5	+0.7	3
La Gomera	21.9	21.2	+0.7	2
La Palma	21.7	21.0	+0.7	2
Lanzarote	20.8	20.4	+0.5	4
Lugo	16.1	15.7	+0.4	4
Málaga	18.7	18.1	+0.6	4
Mallorca	20.2	19.5	+0.7	4
Melilla	19.4	18.8	+0.6	2
Menorca	20.0	19.2	+0.8	3
Murcia	20.1	19.3	+0.8	3
Pontevedra	15.5	15.2	+0.3	15
Tarragona	19.6	18.7	+0.9	2
Tenerife	21.3	20.6	+0.7	2
València/Valencia	19.9	19.2	+0.7	2
Zona	Promedio anual 2024 (°C)	Promedio normal (1991-2020) (°C)	Anomalía (°C)	Orden
Zonas marítimas				
España	20.0	19.3	+0.7	2
Alborán	19.3	18.6	+0.7	2
Baleares	19.9	19.0	+0.9	3
Cabrera	20.5	19.6	+0.9	3
Cádiz	19.7	19.1	+0.6	2
Canarias	22.1	21.4	+0.7	2
Cantábrico	16.7	16.1	+0.6	3
Finisterre	16.1	15.6	+0.5	3
León	17.5	17.0	+0.6	6
Menorca	19.4	18.7	+0.7	4
Palos	20.0	19.3	+0.8	2

Tabla 1.1.5.1. Temperaturas medias (en °C) de la superficie del mar en 2024 en aguas costeras por provincia, isla o ciudad autónoma y por zonas marítimas; sus anomalías respecto a sus valores medios en el período de referencia; y el orden de mayor a menor en los 85 años de la serie. Fuente de datos: C3S.

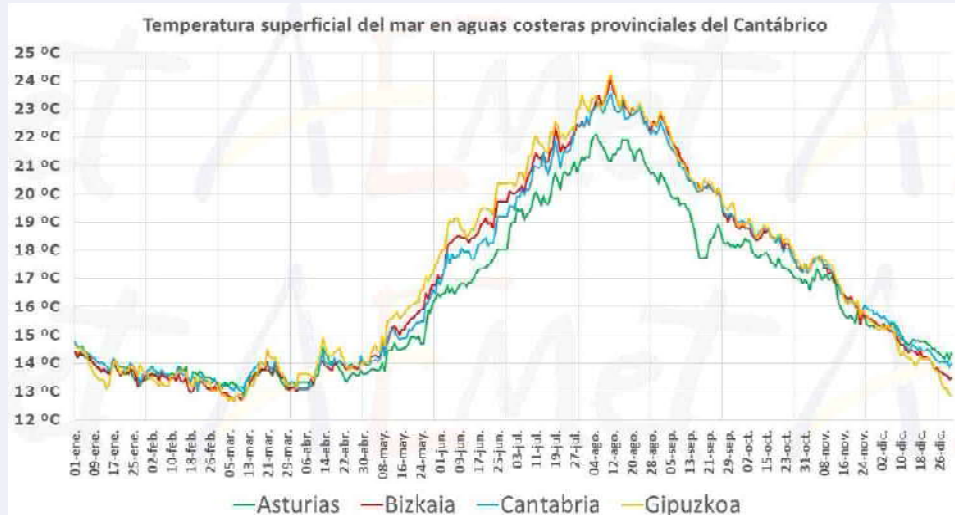
enero, febrero y abril fueron los meses de aguas más cálidas en Canarias, marzo fue el segundo más cálido y mayo el tercero. En el otro extremo, en septiembre y octubre las aguas de la zona marítima de Canarias tuvieron una temperatura media ligeramente inferior al promedio normal (figura 1.1.5.5).

Los mínimos anuales en aguas costeras españolas, con valores ligeramente inferiores a 12.5 °C, se registraron en el litoral cántabro y vizcaíno entre el 5 y el 11 de marzo (figura 1.1.5.6).

*Figura 1.1.5.5 —
Temperatura
superficial del mar
en la zona marítima
de Canarias
(datos diarios desde
1940 a las 12 UTC).
Fuente de datos para
la elaboración del
gráfico: C3S.*



*Figura 1.1.5.6 —
Temperatura
superficial del mar a
las 12 UTC en 2024 en
aguas costeras de
las comunidades
autónomas del
Cántabro.
Fuente de datos para
la elaboración del
gráfico: C3S.*



Para la estimación de tendencias en las series de datos climatológicos es frecuente emplear el estimador de Sen (SEN, 1968); y para el análisis de significación, el test de Mann-Kendall (KENDALL & GIBBONS, 1990), que es una prueba no paramétrica que permite identificar tendencias en series temporales de datos. Estos test se han aplicado a las series anuales de temperatura superficial del agua del mar, y se ha encontrado una tendencia estadísticamente significativa, con un 95 % de nivel de confianza, de que la temperatura superficial del mar ha aumentado en todas las zonas marítimas y costeras analizadas durante las últimas décadas, por lo que la anomalía positiva de temperatura superficial del mar durante 2024 se encuadra dentro de una tendencia general al alza.

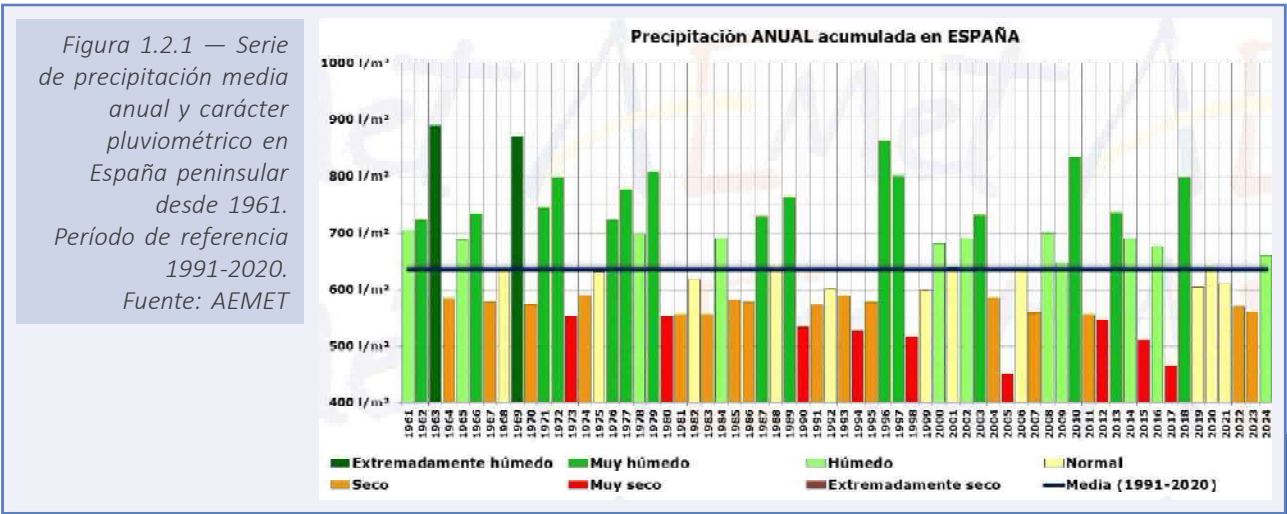
En la tabla 1.1.5.2 se detallan los valores estadísticos básicos del promedio anual de la temperatura superficial del mar en cada zona marítima del período 1940-2024, indicando el valor máximo anual de la serie y el año en el que se produjo, el mínimo anual y el año, la media y el incremento de temperatura entre 1940 y 2024 en función de la pendiente calculada. Tanto en España como en todas las zonas marítimas, los máximos de temperatura se alcanzaron en 2022 o 2023, mientras que los mínimos en el Mediterráneo se registraron en 1941 o 1940 y en el Atlántico en 1972.

Zona marítima	Mínimo	Año	Máximo	Año	Media 1940-2024	Incremento 1940-2024
España	18.2 °C	1972	20.4 °C	2023	19.1 °C	0.9 °C
Alborán	17.7 °C	1941	19.7 °C	2023	18.4 °C	0.8 °C
Baleares	17.4 °C	1941	20.3 °C	2022	18.7 °C	1.3 °C
Cabrera	18.2 °C	1941	20.7 °C	2022	19.3 °C	1.2 °C
Cádiz	18.0 °C	1972	20.0 °C	2023	18.9 °C	1.0 °C
Canarias	20.3 °C	1972	22.6 °C	2023	21.1 °C	0.7 °C
Cantábrico	14.6 °C	1972	17.2 °C	2023	15.8 °C	1.1 °C
Finisterre	14.6 °C	1972	16.7 °C	2023	15.5 °C	0.6 °C
León	15.2 °C	1941	18.1 °C	2022	16.7 °C	0.9 °C
Menorca	17.1 °C	1940	19.9 °C	2022	18.4 °C	1.1 °C
Palos	18.1 °C	1941	20.2 °C	2023	19.0 °C	1.0 °C

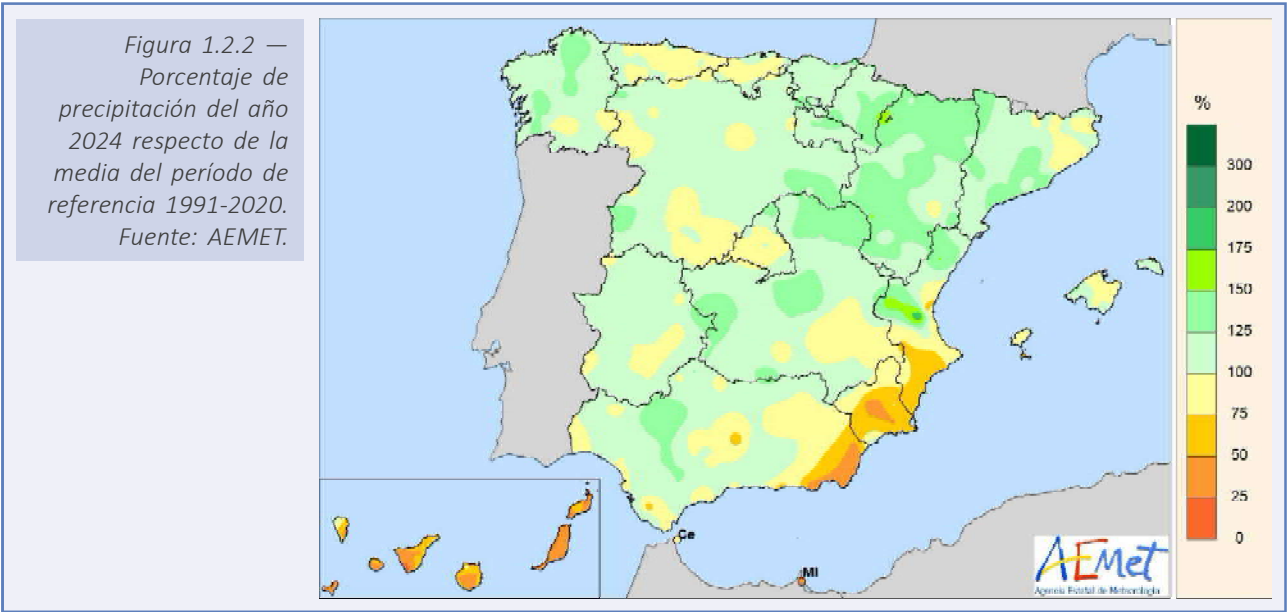
Tabla 1.1.5.2. Estadística de la serie anual de temperatura media de la superficie del agua del mar en cada zona marítima (1940-2024). Fuente de datos para la elaboración de la tabla: C3S.

1.2. PRECIPITACIÓN

El año 2024 ha sido en su conjunto húmedo en cuanto a precipitaciones (figura 1.2.1), con un valor de precipitación media sobre España de 669.1 mm (669.1 mm en el promedio de la España peninsular; 549.3 mm en Baleares y 138.8 mm en Canarias). El acumulado total de 2024 representó el 105 % del valor normal en el período de referencia 1991-2020, tratándose del vigésimo sexto año más húmedo desde el comienzo de la serie en 1961, y el décimo del siglo XXI. En España peninsular tuvo carácter húmedo, en Baleares fue normal y en Canarias el año 2024 resultó de carácter extremadamente seco, siendo el más seco de toda la serie desde 1961.

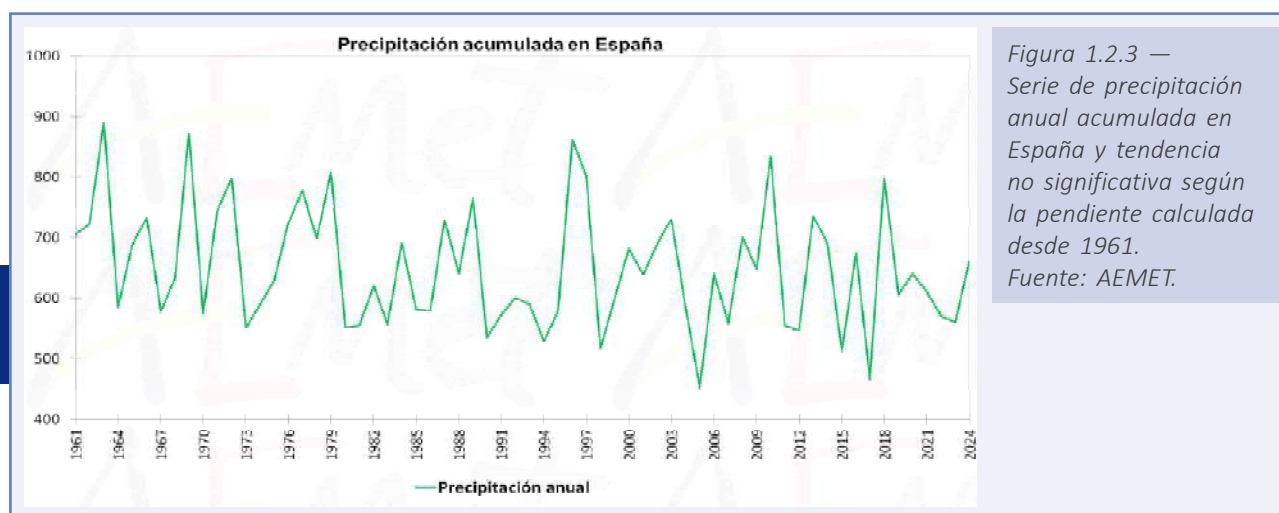


El año fue entre normal y húmedo en buena parte de la Península y el archipiélago balear. El año ha sido húmedo en gran parte de la Península llegando a muy húmedo en zonas de Galicia, Castilla y León, País Vasco, Navarra, La Rioja, norte y sur de Aragón, Cataluña, grandes zonas de Castilla-La Mancha y Valencia. Por el contrario, el año ha sido mayoritariamente seco o muy seco en Alicante, Murcia, Almería y en el archipiélago canario, donde en algunos puntos ha llegado a ser extremadamente seco.

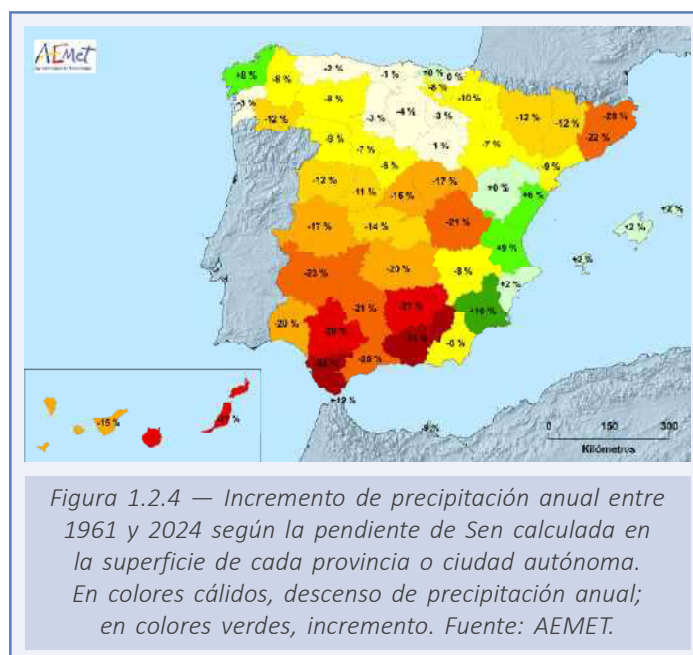


La precipitación acumulada en el año 2024 fue superior al valor normal en prácticamente toda la Península y Baleares, llegando a duplicarse en puntos de Valencia, debido a la precipitación recogida el 29 de octubre. Por otra parte, la precipitación acumulada fue inferior al 75 % en algunos puntos del sureste peninsular y en el archipiélago canario (figura 1.2.2).

Para la estimación de la tendencia en la serie de datos de precipitación anual en España (figura 1.2.3) se ha empleado el estimador de Sen (SEN, 1968); y para el análisis de significación, el test de Mann-Kendall (KENDALL & GIBBONS, 1990). No se ha encontrado tendencia estadísticamente significativa en la precipitación anual entre 1961 y 2024 en España, con un nivel de significación de 5 %. No obstante, el análisis de tendencias y la significancia estadística de la precipitación anual acumulada en España es complejo, porque existen diversas formas de precipitación y varias zonas pluviométricas muy diferentes entre sí. El valor medio nacional puede enmascarar tendencias regionales estadísticamente significativas en zonas pluviométricamente homogéneas de escala más reducida.

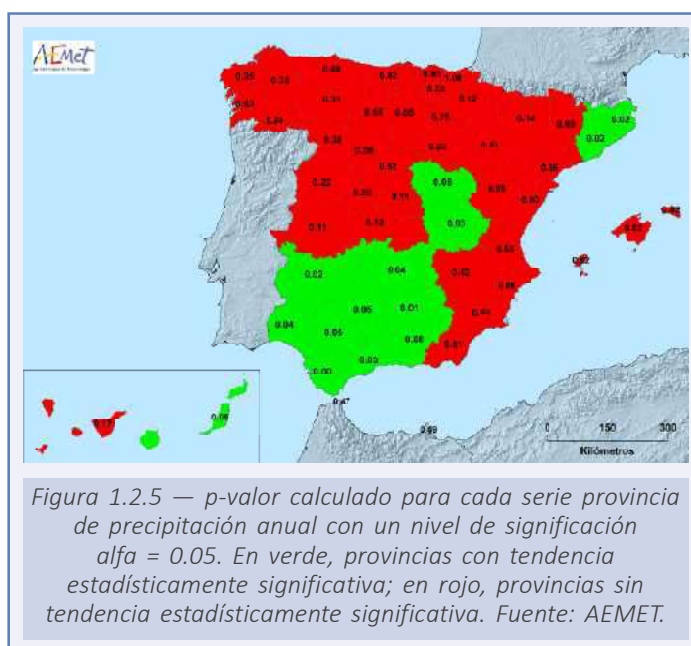


20



Desagregando los datos de precipitación anual entre 1961 y 2024 según la pendiente de Sen calculada en cada provincia o ciudad autónoma, se observan variedad de resultados. Gran parte de las provincias han sufrido descenso en la precipitación media anual. Los máximos descensos se observan en provincias de Andalucía, con más del 25 % de descenso en Cádiz, Granada, Sevilla, Jaén y Málaga, mientras que hay incrementos, en general ligeros, en las provincias de la Comunitat Valenciana, Región de Murcia, Baleares y A Coruña (figura 1.2.4).

Al analizar la significancia estadística de las tendencias calculadas, también se detectan diferencias entre provincias, aunque agrupadas en zonas amplias. En la figura 1.2.5 se ha representado el p-valor computado en cada provincia. Se comprueba que, en gran parte de Andalucía, Castilla-La Mancha, Badajoz, Barcelona y Girona, el p-valor es menor que el nivel de significación $\alpha = 0.05$, por lo que se debe aceptar la hipótesis de que son series que presentan tendencia estadísticamente significativa (provincias coloreadas en color verde). Por otra parte, las provincias coloreadas en rojo son zonas con p-valor mayor al nivel de significación, por lo que las tendencias calculadas no son estadísticamente significativas.



1.2.1. Evolución de la precipitación a lo largo de 2024

El año 2024 comenzó con un mes de enero húmedo en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 67.5 mm, valor que representa el 105 % del valor normal del mes (período de referencia: 1991-2020). Se ha tratado del vigésimo sexto mes de enero más húmedo desde el comienzo de la serie en 1961 y del décimo del siglo XXI. El mes de febrero tuvo también carácter húmedo en cuanto a precipitaciones, con una precipitación media sobre la España peninsular de 69.6 mm, valor que representa el 135 % del valor normal del mes. Se trató del vigésimo tercer mes de febrero más húmedo desde el comienzo de la serie en 1961 y del noveno del siglo XXI.

La primavera fue normal en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 189.4 mm, valor que representó el 105 % del valor normal del trimestre en el período de referencia 1991-2020. La primavera de 2024 ocupó el cuadragésimo lugar, en orden de más seca a más húmeda, desde el comienzo de la serie en 1961 y el décimo tercero del siglo XXI. La primavera comenzó con un mes de marzo húmedo en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 120.0 mm, valor que representa el 202 % del valor normal del mes (período de referencia: 1991-2020). Se trató del sexto mes de marzo más húmedo desde el comienzo

de la serie en 1961 y del cuarto del siglo XXI. Abril fue muy seco en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 31.9 mm, valor que representa el 50 % del valor normal del mes. Se trató del octavo mes de abril más seco desde el comienzo de la serie en 1961 y del cuarto del siglo XXI. Mayo ha tenido carácter seco en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 37.5 mm, valor que representa el 66 % del valor normal del mes.

Por otra parte, el verano resultó muy húmedo en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 82.2 mm, valor que representó el 117 % del valor normal del trimestre en el período de referencia 1991-2020. El verano de 2024 ocupa el cuadragésimo segundo lugar, en orden de más seco a más húmedo, desde el comienzo de la serie en 1961 y el vigésimo del siglo XXI. El verano comenzó con un mes de junio muy húmedo en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 47.8 mm, valor que representa el 149 % del valor normal del mes (período de referencia: 1991-2020). Se trató del décimo séptimo mes de junio más húmedo desde el comienzo de la serie en 1961 y del quinto del siglo XXI. El mes de julio tuvo carácter muy seco en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 10.2 mm, valor que representa el 61 % del valor normal del mes. Se trató del décimo cuarto mes de julio más seco desde el comienzo de la serie en 1961 y del quinto del siglo XXI. En Canarias, el mes fue el quinto más húmedo de la serie y el cuarto del siglo XXI. El mes de agosto ha tenido carácter húmedo en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 24.2 mm, valor que representa el 112 % del valor normal del mes.

El otoño fue en su conjunto húmedo, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 236.5 mm, valor que representa el 118 % del valor normal del trimestre en el período de referencia 1991-2020. El otoño de 2024 ha sido el vigésimo otoño más húmedo, desde el comienzo de la serie en 1961 y el séptimo del siglo XXI. El otoño comenzó con un mes de septiembre húmedo en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 52.0 mm, valor que representa el 116 % del valor normal del mes (período de referencia: 1991-2020). Se ha tratado del vigésimo primer mes de septiembre más húmedo desde el comienzo de la serie en 1961 y del séptimo del siglo XXI. El mes de octubre tuvo carácter extremadamente húmedo en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 147.0 mm, valor que representó el 189 % del valor normal del mes. Se trató del mes de octubre más húmedo de la serie desde 1961, por delante de 1979 y 2003. Por el contrario, el mes de noviembre ha tenido carácter muy seco, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 37.5 mm, valor que representa el 48 % del valor normal del mes. Se ha tratado del sexto mes de noviembre más seco de la serie desde 1961, y del segundo del siglo XXI. Finalmente, el mes de diciembre ha tenido carácter muy seco en cuanto a precipitaciones, con un valor de precipitación media sobre la España peninsular de 23.9 mm, valor que representa el 33 % del valor normal del mes (período de referencia: 1991-2020). Se ha tratado del quinto mes de noviembre más seco de la serie desde 1961, y del segundo del siglo XXI.

En la tabla 1.2.1 se muestran los valores de precipitación acumulada en España de cada mes del año, los estacionales y el anual, así como el promedio normal de cada uno de los períodos, la anomalía (% de déficit o superávit), y la jerarquía que ocupan en la serie ordenada de más a menos seco dentro de la serie de los 64 años de datos.

Mes	Precipitación acumulada (mm)	Promedio normal (1991-2020) (mm)	Anomalía	Carácter	Orden*
Enero	66.5	64.1	+4 %	Húmedo	39
Febrero	68.5	51.2	+34 %	Húmedo	42
Marzo	118.0	58.8	+101 %	Muy húmedo	59
Abril	31.6	62.6	-50 %	Muy seco	8
Mayo	36.8	55.8	-34 %	Seco	16
Junio	46.8	31.4	+49 %	Muy húmedo	48
Julio	10.1	16.5	-39 %	Muy seco	14
Agosto	24.3	21.4	+14 %	Húmedo	43
Septiembre	51.3	44.4	+16 %	Húmedo	44
Octubre	144.5	77.1	+87 %	Extremadamente húmedo	64
Noviembre	37.6	77.8	-52 %	Muy seco	6
Diciembre	24.1	73.1	-67 %	Muy seco	5
Invierno	170.2	188.4	-10 %	Normal	27
Primavera	186.4	177.2	+5 %	Normal	40
Verano	81.2	69.3	+17 %	Muy húmedo	43
Otoño	233.4	199.3	+17 %	Húmedo	45
ANUAL	660.1	634.1	+4 %	Húmedo	38

* Orden o jerarquía de sequedad: de 1 (más seco) a 64 (más húmedo).

Tabla 1.2.1. Precipitación media mensual, estacional y anual durante el año 2024.
Precipitación media normal, anomalía y jerarquía de sequedad. Fuente: AEMET.

1.2.2. Episodios de precipitaciones intensas

A lo largo de 2024 hubo algunos episodios de lluvias fuertes. Entre el 24 y 26 de septiembre se produjo el paso de la borrasca Aitor que provocó precipitaciones importantes y persistentes sobre la fachada noroccidental de la Península. En octubre se dieron varias situaciones de fuertes precipitaciones, la primera entre los días 11 y 14 en los que la Península se vio afectada por el paso de la borrasca Berenice que experimentó un desarrollo de borrasca típica extratropical y una rápida profundización durante la tarde-noche del día 11. El rápido paso de la vaguada en altura, que se iba descolgando en latitud hacia la zona del golfo de Cádiz, desplazó a la baja en superficie hacia esta región. En esta zona, la vaguada en altura y la baja en superficie coincidieron en fase, lo que provocó una importante advección de humedad, en todos los niveles de altitud, hacia todo el cuadrante suroccidental y región central de la Península. Durante la madrugada del día 14 el centro de la borrasca Berenice ya había prácticamente desaparecido y sobre esta región, horas después, llegarían los restos del huracán Leslie.

El día 29 de octubre de 2024 se produjo un episodio extraordinario de precipitaciones muy intensas que afectó al levante peninsular. La situación fue consecuencia de la presencia de una dana situada sobre el estrecho de Gibraltar que provocó el desarrollo de una configuración atmosférica que favoreció la organización de importantes sistemas de precipitación que afectaron a las provincias de Valencia, Cuenca, Albacete y Murcia. Se puede consultar el informe completo de esta situación en el siguiente enlace:

https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/detalles/episodio_dana_oct_nov24.

Finalmente, entre los días 20 y 22 de octubre se produjo el paso de la borrasca Caetano que provocó fuertes vientos y precipitaciones intensas en la mitad norte peninsular.

Entre los valores de precipitación máxima diaria registrados entre los observatorios principales en el año 2024 destacan Barcelona/aeropuerto que registró 144.2 mm el día 4 de noviembre, Hondarribia/Malkarroat con 118.8 mm el día 20 de noviembre, Jerez de la Frontera/aeropuerto con 116.4 mm el día 30 de octubre, Santiago de Compostela/Labacolla con 109.2 mm el día 8 de octubre y Pontevedra con 99.8 mm y Vigo/Peinador con 98.6 mm el día 25 de septiembre. En cuanto a la precipitación total anual entre las estaciones principales, destacan los 2247.2 mm acumulados en Hondarribia/Malkarroat, los 2002.8 mm acumulados en Vigo/Peinador, los 1932.8 mm en Pontevedra, los 1899,8 mm de Donostia/Sebastián/Igueldo y los 1880.5 mm en Santiago de Compostela/Labacolla.

1.3. SEQUÍA METEOROLÓGICA, ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ESTANDARIZADO (SPI) Y CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS Y FENOLÓGICAS

Como se ha visto en los dos puntos anteriores, el año 2024 fue en conjunto húmedo en cuanto a precipitaciones y extremadamente cálido en cuanto a temperaturas.

1.3.1. Precipitación por zonas características de AEMET o grandes cuencas

En la tabla 1.3.1.1 se muestra la precipitación anual (año natural 2024), el valor normal (período de referencia 1991-2020), el porcentaje sobre el valor normal y el carácter para cada una de las zonas características o grandes cuencas y para el total de la España peninsular.

El año resultó húmedo en las cuencas del Norte y Noroeste, Tajo y Ebro, normal en las cuencas del Duero, Guadiana, Guadalquivir, Júcar y Pirineo Oriental, y muy seco en las cuencas del Sur y del Segura.

Salvo las cuencas del Sur, del Segura y del Júcar, todas las cuencas estuvieron por encima de su valor normal para el período de referencia 1991-2020. Las zonas con mayor escasez de precipitaciones fueron las grandes cuencas del Sur y del Segura, con un 76 % y un 71 % de precipitaciones respecto a su valor normal.

Zonas características (grandes cuencas)	Precipitación anual 2024 (mm)	Precipitación normal (1991-2020) (mm)	% de precipitación	CARÁCTER
NORTE Y NOROESTE	1426.0	1328.7	107 %	HÚMEDO
DUERO	582.1	579.2	101 %	NORMAL
TAJO	647.8	581.6	111 %	HÚMEDO
GUADIANA	512.1	504.5	102 %	NORMAL
GUADALQUIVIR	584.1	570.7	102 %	NORMAL
SUR	380.8	500.4	76 %	MUY SECO
SEGURA	254.3	360.6	71 %	MUY SECO
JÚCAR	485.8	490.5	99 %	NORMAL
EBRO	700.2	606.9	115 %	HÚMEDO
PIRINEO ORIENTAL	706.3	696.6	101 %	NORMAL
MEDIA ESPAÑA PENINS.	669.1	640.1	105 %	HÚMEDO

Tabla 1.3.1.1. Precipitación anual (año natural 2024), valor normal (período de referencia 1991-2020), porcentaje sobre el valor normal y carácter para cada una de las zonas características o grandes cuencas y para el total de la España peninsular. Fuente: AEMET.

1.3.2. Índice de precipitación estandarizado (SPI) por zonas características de AEMET

Las precipitaciones en España se caracterizan por presentar una distribución irregular tanto espacial como temporal, por lo que conviene analizar los períodos en los que a lo largo del año el déficit de precipitaciones acumuladas pueda haber provocado períodos de sequía meteorológica. Aunque el concepto de sequía es complejo, dado que existen distintas

definiciones según el sector al que pueda afectar (agrícola, hidrológica, económica, etc.), nos referimos en este apartado a la sequía meteorológica, que estudia exclusivamente el comportamiento de la precipitación sin tener en cuenta otros factores.

McKEE *ET AL.* (1993) definieron el concepto de sequía para una zona determinada y para una escala temporal de acumulación dada (1, 3, 6..., meses) como el período de tiempo que se inicia cuando el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) alcanza el valor de -1 , para dicha zona y escala, y finaliza cuando el SPI pasa a ser positivo. El índice SPI se define como un valor numérico que representa el número de desviaciones estándar respecto de la media de la precipitación caída a lo largo del período de acumulación de que se trate, una vez que la distribución original de la precipitación ha sido transformada a una distribución normal estándar.

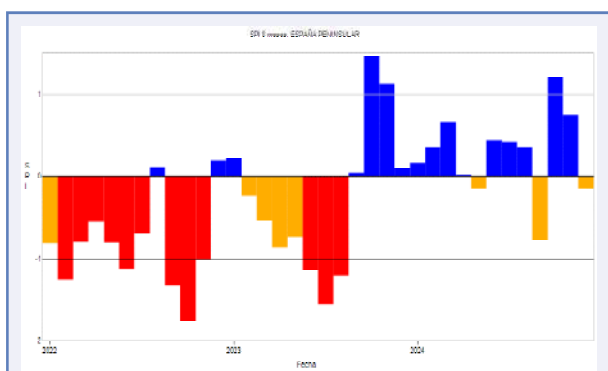


Figura 1.3.2.1 — Evolución del SPI en los últimos tres años para España peninsular, para la escala temporal de 6 meses. Fuente: AEMET.

En la figura 1.3.2.1 se muestra, para la España peninsular, la evolución de los valores del SPI para cada mes en los últimos tres años para la escala temporal de 6 meses, relacionada con la disponibilidad de agua para la actividad agrícola. El SPI a esta escala comenzó el año con niveles positivos y salvo algunos meses aislados, se mantuvo así durante todo el año 2024. En ningún momento alcanzó el valor de -1 por lo que podemos concluir que durante el año no hubo sequía meteorológica para la escala temporal estudiada.

En las figuras 1.3.2.2 y 1.3.2.3 se muestra la evolución, en la España peninsular, de los valores del SPI para cada mes a lo largo de los últimos tres años, a

escalas temporales de 1 y 3 años. Para la escala de 1 año, el índice guarda relación con la disponibilidad de agua en los embalses y en los acuíferos mientras que para la escala de 3 años podemos considerar ya que se trata de una sequía socioeconómica que puede llegar a comprometer el abastecimiento a la población.

Durante el año 2024, en lo que respecta a la evolución del SPI acumulado a 12 meses, los valores fueron aumentando desde principios de año para situarse en valores positivos a partir de marzo y mantenerse así durante todo el año. Por otra parte, el índice SPI a 36 meses continuó con valores negativos y en situación de sequía meteorológica para este período

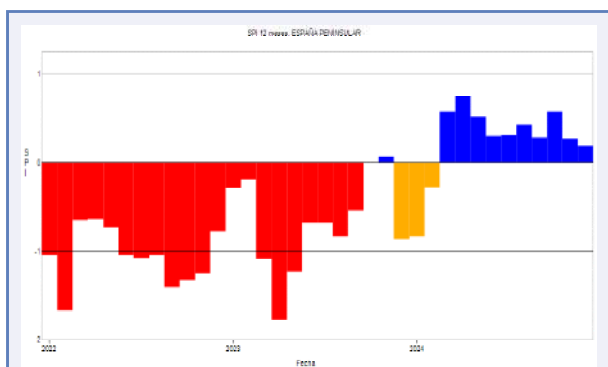


Figura 1.3.2.2 — Evolución del SPI en los últimos tres años para España peninsular, para la escala temporal de 12 meses. Fuente: AEMET.

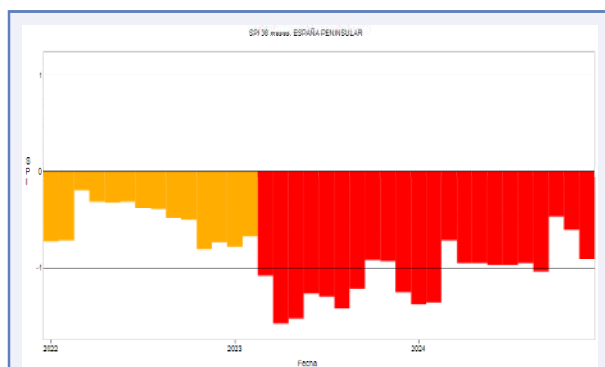


Figura 1.3.2.3 — Evolución del SPI en los últimos tres años para España peninsular, para la escala temporal de 36 meses. Fuente: AEMET.

de acumulación, sequía que había comenzado en el mes de marzo de 2023. Sin embargo, los últimos meses de 2024 muestran una tendencia creciente en este índice que puede hacer que durante 2025 alcance valores positivos y se pueda dar por finalizada la sequía meteorológica para este período de acumulación.

En la figura 1.3.2.4 se presenta el valor del SPI a escala de 1 año al finalizar diciembre de 2024 para cada una de las zonas características. Las grandes cuencas del Guadiana, del Segura, del Júcar y del Sur se encontraban en valores negativos, al igual que ambos archipiélagos.

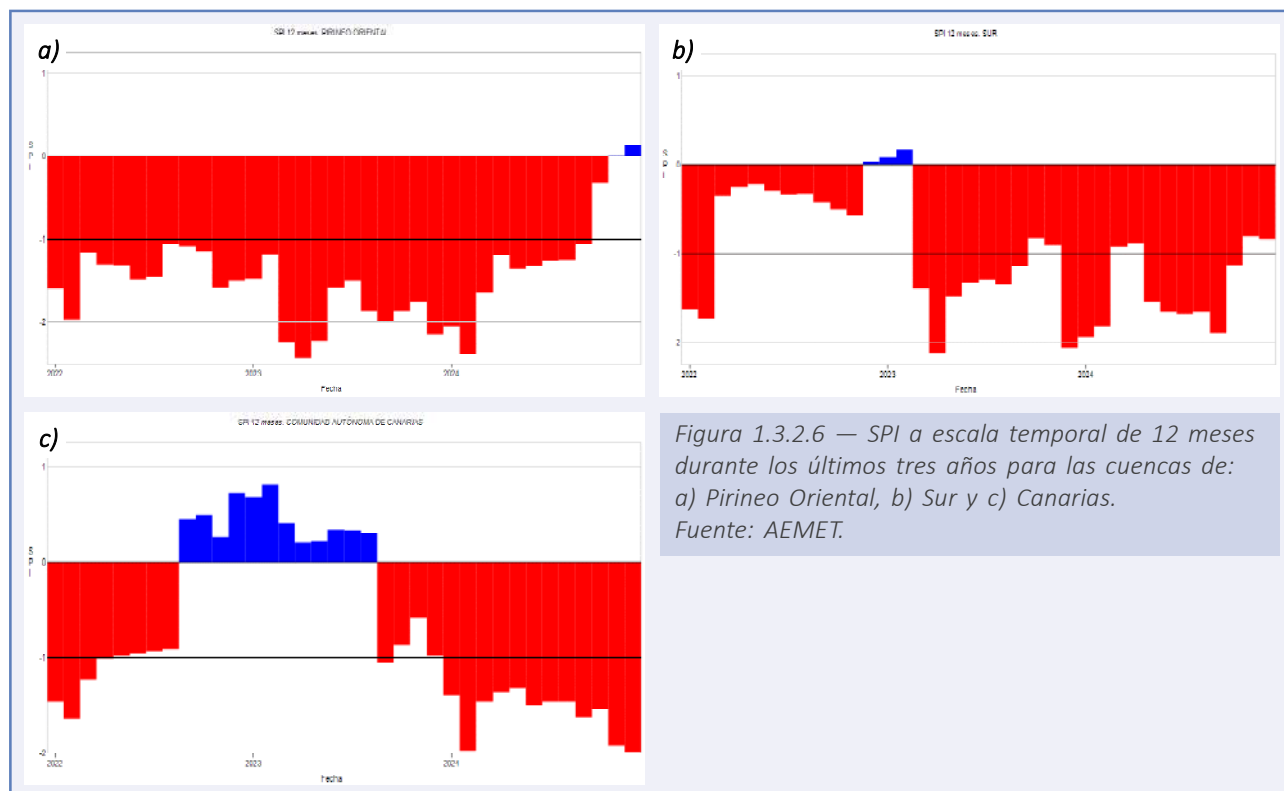
En la figura 1.3.2.5 se representan las zonas que, a escalas temporales de 6 y 12 meses, han padecido algún período seco durante el año 2024. Cabe destacar la cuenca Sur y la zona característica de las islas Canarias que según su SPI a escala temporal de 12 meses han estado todo el año en sequía meteorológica.



La cuenca del Pirineo Oriental venía arrastrando una sequía para el SPI a escala de 12 meses desde comienzos de 2021. Durante el año 2024 esa sequía ha ido disminuyendo a medida que el SPI iba aumentando hasta que en noviembre de 2024 se pudo dar por finalizada esta sequía meteorológica al alcanzar este índice valores positivos.

Zonas características	Escala temporal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PIRINEO ORIENTAL	6 meses												
	1 año												
NORTE Y NOROESTE	6 meses												
	1 año												
DUERO	6 meses												
	1 año												
TAJO	6 meses												
	1 año												
GUADIANA	6 meses												
	1 año												
GUADALQUIVIR	6 meses												
	1 año												
SUR	6 meses												
	1 año												
SEGURA	6 meses												
	1 año												
JÚCAR	6 meses												
	1 año												
EBRO	6 meses												
	1 año												
ISLAS CANARIAS	6 meses												
	1 año												
ISLAS BALEARES	6 meses												
	1 año												

Figura 1.3.2.5 — Zonas que a escalas temporales de 6 y 12 meses han presentado algún período seco durante el año 2024. A modo de ejemplo, para una correcta interpretación del gráfico, la cuenca del Guadiana estuvo en situación de sequía meteorológica en el mes de septiembre según el SPI a 6 meses (color naranja), y entre los meses de enero y febrero según el SPI a 12 meses (color rojo). Fuente: AEMET.



La cuenca Sur permaneció durante todo el año en valores negativos del SPI para una acumulación de 12 meses, continuando de esta manera la sequía meteorológica que venía arrastrando desde principios del año 2023. La zona característica de las islas Canarias también estuvo todo el año en valores negativos acercándose a finales de 2024 a valores próximos a -2 .

1.3.3. Características agroclimáticas y fenológicas del año 2024

La fenología es una herramienta importante para el estudio del clima, el cambio climático y los impactos del mismo en los ecosistemas naturales y la agricultura. Los datos fenológicos son descriptores de microclimas, y sirven para el estudio de los ecosistemas y de la conservación de la biodiversidad para la planificación de la política agraria, labores y rutinas de la actividad en el campo.

El curso meteorológico anual condiciona la sucesión de los eventos del ciclo biológico de las especies; en nuestras latitudes los más significativos ocurren durante la primavera (brotaciones, floraciones y foliaciones) y el otoño (cambio de color y la caída de las hojas en las especies caducifolias). A continuación se describen las características agroclimáticas de enero-abril y septiembre-diciembre y una breve descripción de la fenología de ambos períodos del año 2024.

Se muestran los mapas de acumulación de grados-día (GD) sobre los umbrales de 4°C y 10°C y de las anomalías del período enero-abril, y también el mapa de la anomalía de la acumulación de horas-frío (HF) bajo el umbral de 7°C del período septiembre-diciembre. Los mapas de anomalías se han elaborado respecto al período de referencia 1996-2023 debido a que 1996 es el primer año en el que se dispuso de datos en rejilla para hacer el balance hídrico diario. La acumulación de GD se ha calculado usando la integral térmica

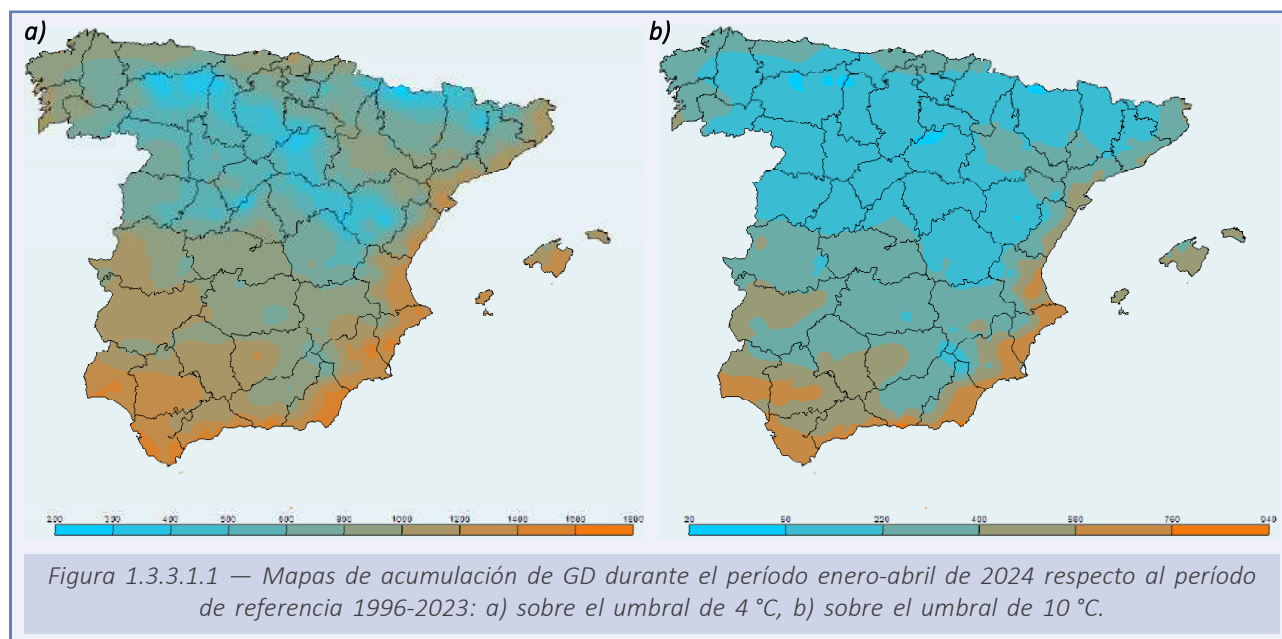
de De Candolle o método residual y para la acumulación de HF se ha utilizado el método de Crossa-Raynaud. Además, se presentan los mapas del estado de la humedad edáfica (agua disponible para las plantas considerando la capacidad total de retención del suelo) y porcentaje de agua disponible respecto a la saturación para los meses de enero-abril y septiembre-noviembre del año 2024.

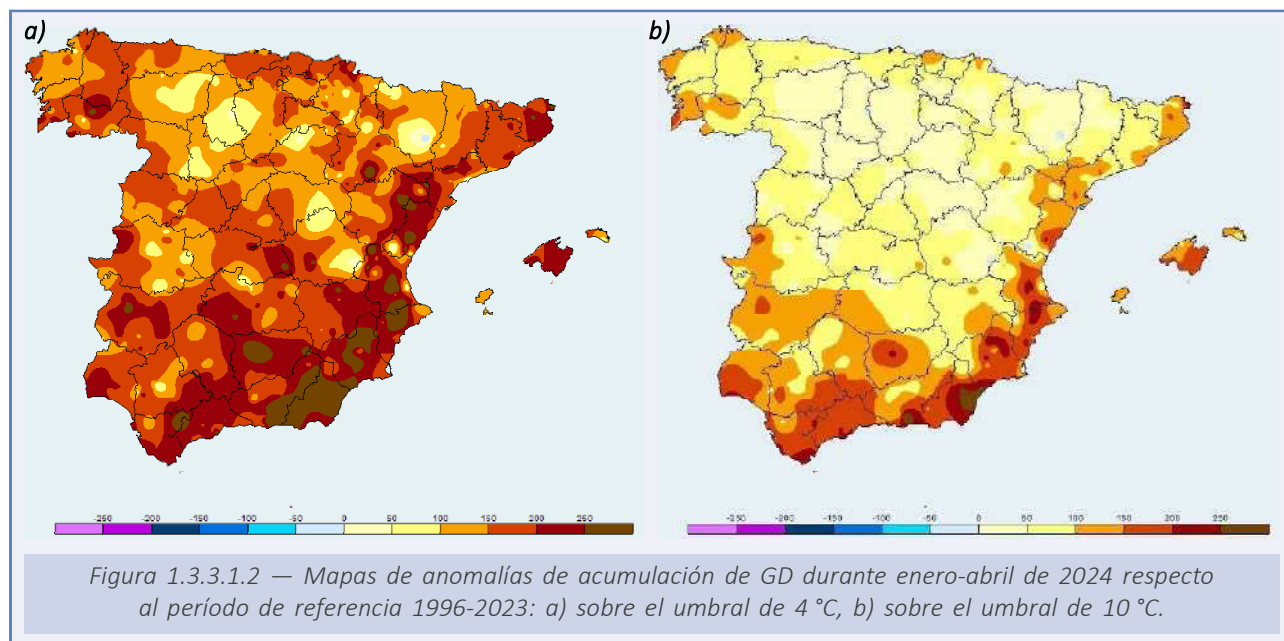
1.3.3.1. Agroclimatología

Período enero-abril de 2024

Para el conjunto del cuatrimestre la acumulación de GD sobre el umbral 4 °C (figura 1.3.3.1.1.a) solo fue superior a 1600 GD en la comarca de la Costa del Sol Occidental en Málaga, y por encima de 1400 en algunas zonas de la Comunitat Valenciana (comarca de la Ribera Alta en Valencia y en las comarcas de La Marina Alta, Bajo Binalopó y Vega Baja del Segura en Alicante), en el entorno de la ciudad de Murcia y en varias zonas del litoral andaluz y Melilla. Por el contrario, la acumulación fue solo entre 200 GD y 300 GD en la montaña palentino-leonesa, comarca de Pinares en Soria, zonas de los sistemas Ibérico sur y Central y puntos de los Pirineos. Sobre el umbral 10 °C (figura 1.3.3.1.1.b) los valores por encima de 760 GD se alcanzaron en el Bajo Binalopó, la comarca de El Condado en Huelva y varios puntos del litoral andaluz y Melilla. Las menores acumulaciones entre 20 y 50 GD se dieron en algunas zonas de la montaña de León y Palencia, Urbión (Soria) y Alto Gállego (Huesca).

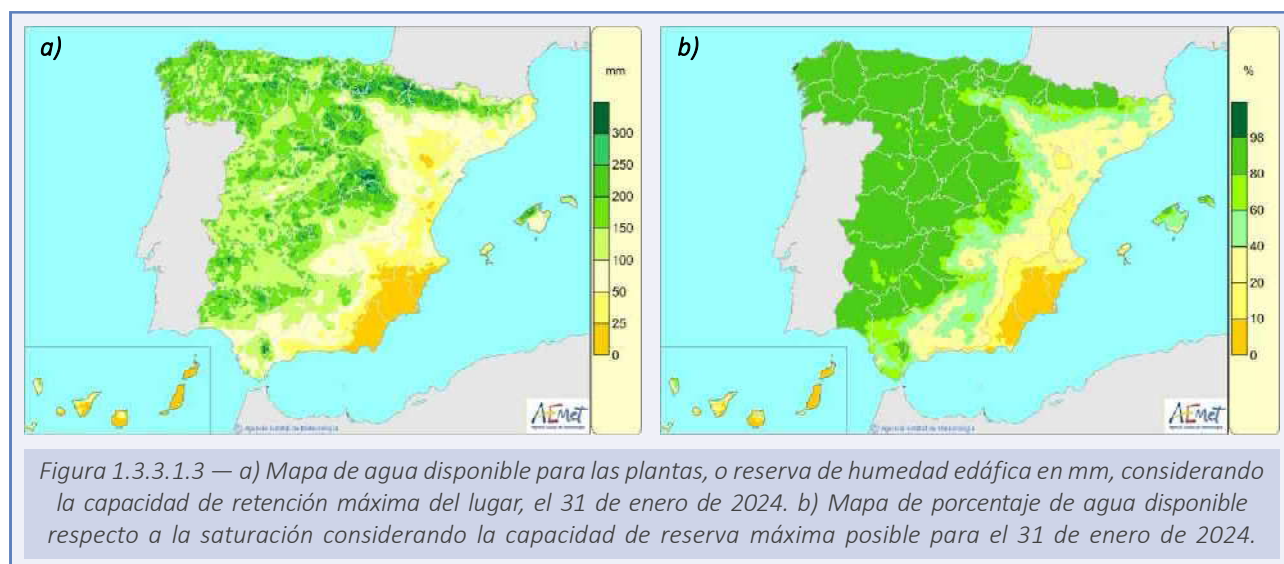
En cuanto a la anomalía de la acumulación de GD sobre el umbral de 4 °C (figura 1.3.3.1.2.a) solo fue inferior a la normal en la comarca de La Litera (Huesca). Las anomalías fueron superiores a 200 GD en amplias zonas de las provincias mediterráneas peninsulares y Mallorca, y en otras zonas dispersas del resto de la Península, especialmente en Extremadura, Castilla-La Mancha y Galicia; valores superiores a 250 GD se registraron en el sureste peninsular y otros puntos de la vertiente mediterránea. La anomalía de la acumulación de GD sobre el umbral de 10 °C (figura 1.3.3.1.2.b) también fue positiva en casi todo el territorio ibérico-balear con los valores más altos en el sur y sureste peninsular, y negativa en

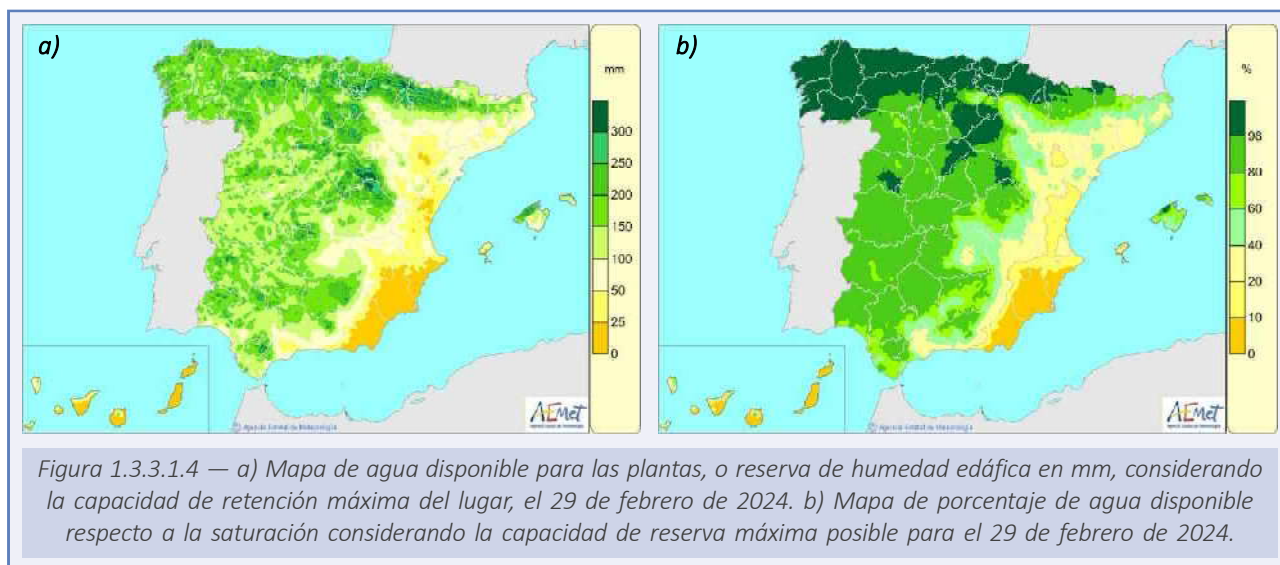




puntos aislados en el este de Palencia, en la comarca de La Litera y en el interior de la Comunitat Valenciana.

Al finalizar el mes de enero los suelos presentaban una humedad (figura 1.3.3.1.3.a) por encima de 100 mm en gran parte de la Península, Mallorca y Menorca en Baleares, y en el norte de las islas occidentales de Canarias; además se superaban los 300 mm en algunos valles de los Pirineos, sobre todo de Navarra y Huesca, sur del País Vasco y sistema Ibérico; sin embargo, en el valle del Ebro, sureste de Castilla-La Mancha y el litoral mediterráneo la humedad era inferior a 50 mm y por debajo de 25 mm en alguna zona aislada del este, en el sureste peninsular, y en las islas orientales de Canarias. En cuanto al porcentaje de saturación respecto a la capacidad máxima de retención (figura 1.3.3.1.3.b), los suelos se encontraban por encima del 40 % en la mayor parte de la Península de influencia atlántica (solo saturados en zonas de la costa de la Muerte (A Coruña) y por debajo del 20 % en zonas del valle medio del Ebro, sureste de Castilla-La Mancha, Levante; y especialmente secos en el sureste peninsular y en Canarias sobre todo en las islas orientales.

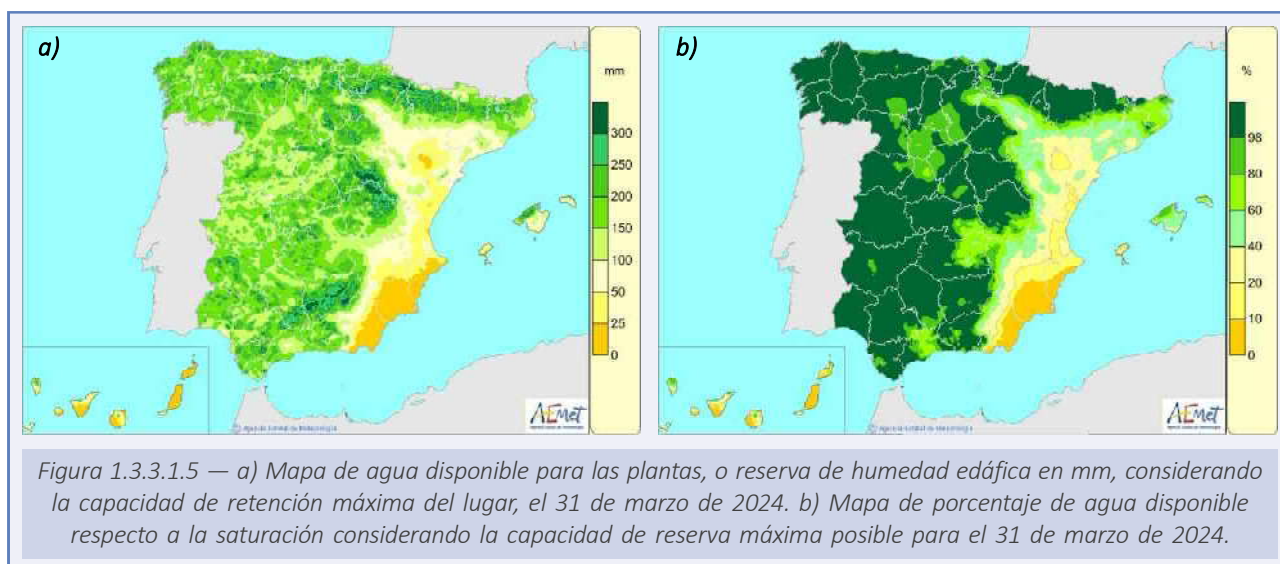




Al finalizar el mes de febrero la humedad edáfica (figura 1.3.3.1.4.a) era similar a la de finales del mes de enero, solo había aumentado por encima de los 100 mm en algunas zonas de Castilla-La Mancha, Andalucía, Mallorca y en el norte de la isla de Gran Canaria. El porcentaje de saturación (figura 1.3.3.1.4.b) había aumentado en varias zonas del territorio con respecto al mes anterior. Los suelos estaban prácticamente saturados en amplias zonas del norte peninsular, así como de los sistemas Ibérico y Central y en la sierra de Tramontana en Mallorca.

A finales de marzo la humedad edáfica (figura 1.3.3.1.5.a) había aumentado en la Península en cantidad y extensión, sobre todo en Castilla-La Mancha y Andalucía oriental, las nuevas zonas que tenían valores superiores a 300 mm se encontraban en el Alto Guadalquivir. En el este y sureste peninsulares las áreas con valores por debajo de 25 mm habían disminuido. El porcentaje de saturación (figura 1.3.3.1.5.b) continuaba con valores por debajo del 20 % en las mismas zonas que en los meses anteriores, y sin embargo los suelos prácticamente saturados habían aumentado mucho en el resto de la Península.

Al finalizar el mes de abril, mes de carácter muy seco en cuanto a precipitaciones, las zonas con valores de humedad edáfica (figura 1.3.3.1.6.a) por debajo de 100 mm habían



aumentado mucho con respecto a los meses anteriores en el conjunto de la Península, también las zonas con valores inferiores a 25 mm habían aumentado en el valle del Ebro, en las provincias mediterráneas del este y sureste y en Canarias. En la figura 1.3.3.1.6.b se muestra que los valores cerca de la saturación se habían reducido mucho, y los suelos solo se encontraban saturados en algunas partes del norte de la Península.

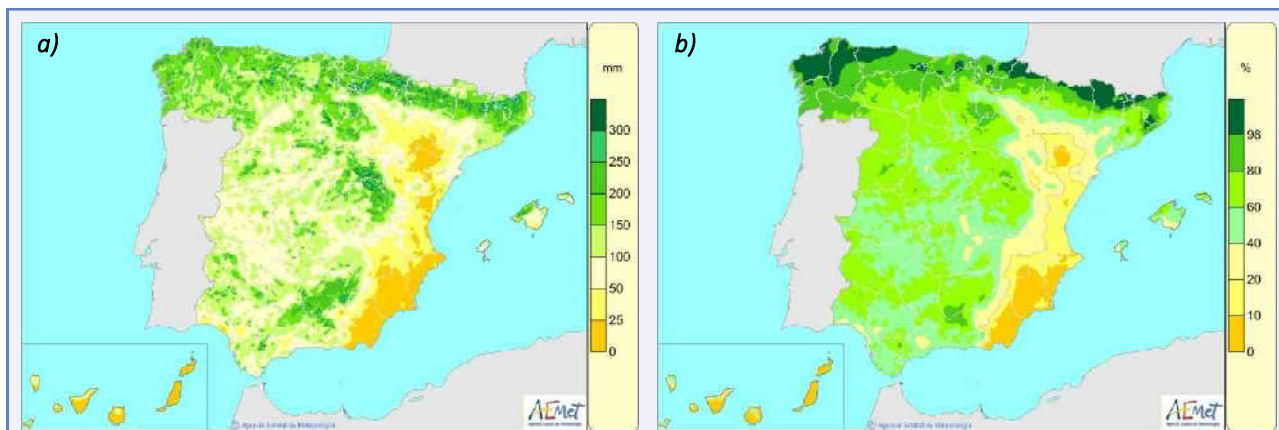


Figura 1.3.3.1.6 — a) Mapa de agua disponible para las plantas, o reserva de humedad edáfica en mm, considerando la capacidad de retención máxima del lugar, el día 30 de abril de 2024. b) Mapa de porcentaje de agua disponible respecto a la saturación considerando la capacidad de reserva máxima posible para el día 30 de abril de 2024.

Período septiembre-diciembre de 2024

Para el conjunto del cuatrimestre las anomalías de HF acumuladas por debajo del umbral 7 °C (figura 1.3.3.1.7) fueron negativas en casi toda la Península y en la isla de Mallorca, los

valores por debajo de -300 HF se dieron en zonas dispersas del centro y norte peninsulares, en la montaña occidental leonesa, Riaño-Alto Carrión, sierra de Ayllón-páramos del suroeste de Soria, Montes Universales, sierra de Béjar y Ávila. Las anomalías positivas, entre 0 y 100 HF, se observaron en puntos aislados de la mitad sur peninsular y en Baleares en la parte oriental de Mallorca y resto de las islas.

Al finalizar el mes de septiembre los suelos estaban casi secos en gran parte de la Península y Canarias. La humedad edáfica solo era superior a 100 mm en zonas del norte peninsular, del sistema Ibérico, de la provincia de Castellón y de Baleares (figura 1.3.3.1.8.a). Con relación al porcentaje de saturación respecto a la capacidad máxima de retención (figura 1.3.3.1.8.b), los suelos solo se encontraban saturados en zonas del oeste y norte de Galicia y puntos aislados de Cantabria, norte de Burgos y Navarra.

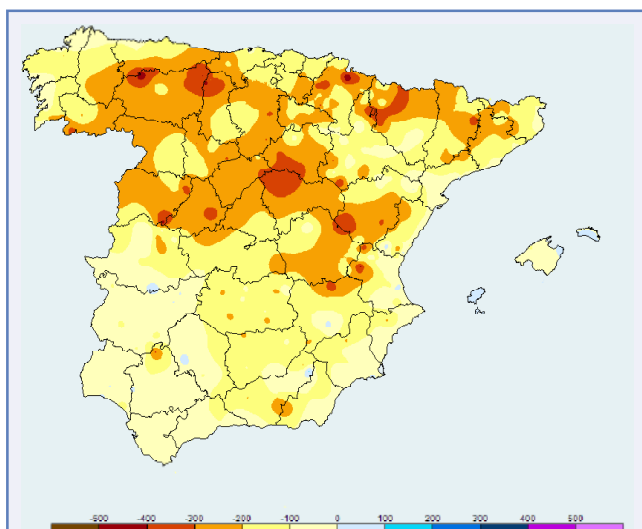
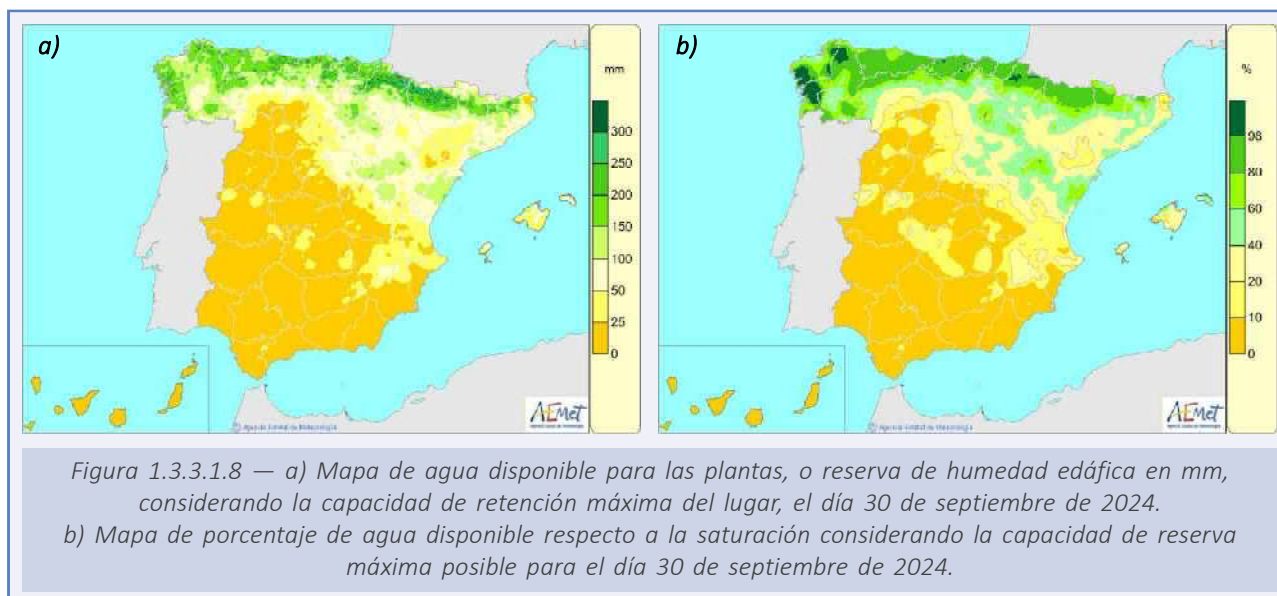
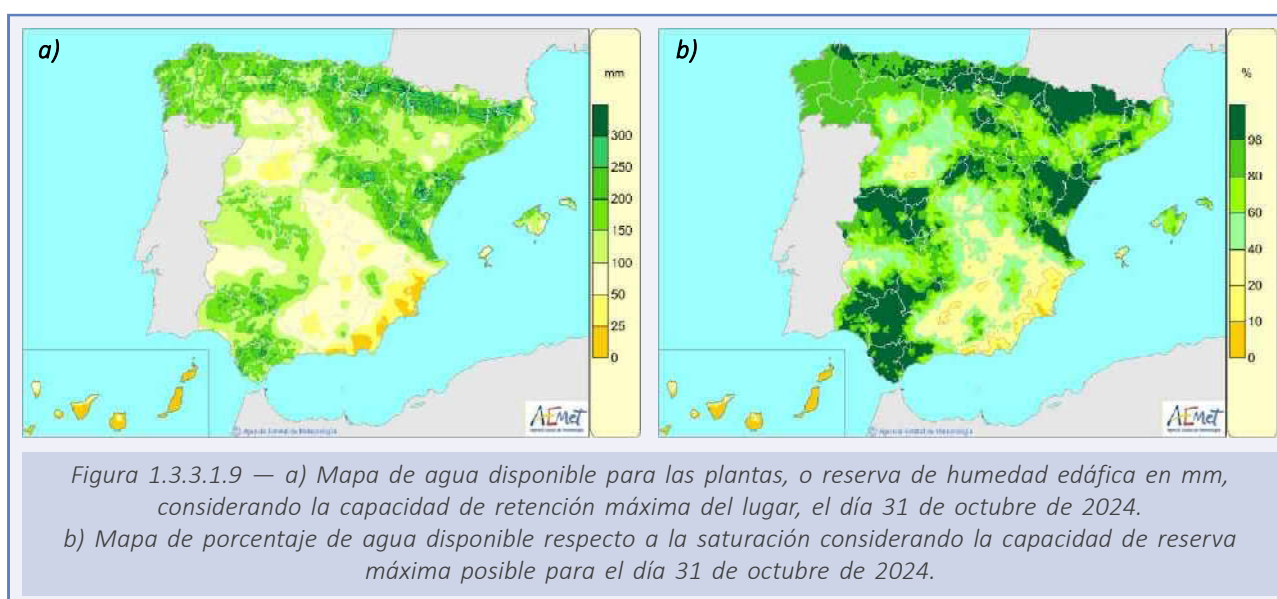


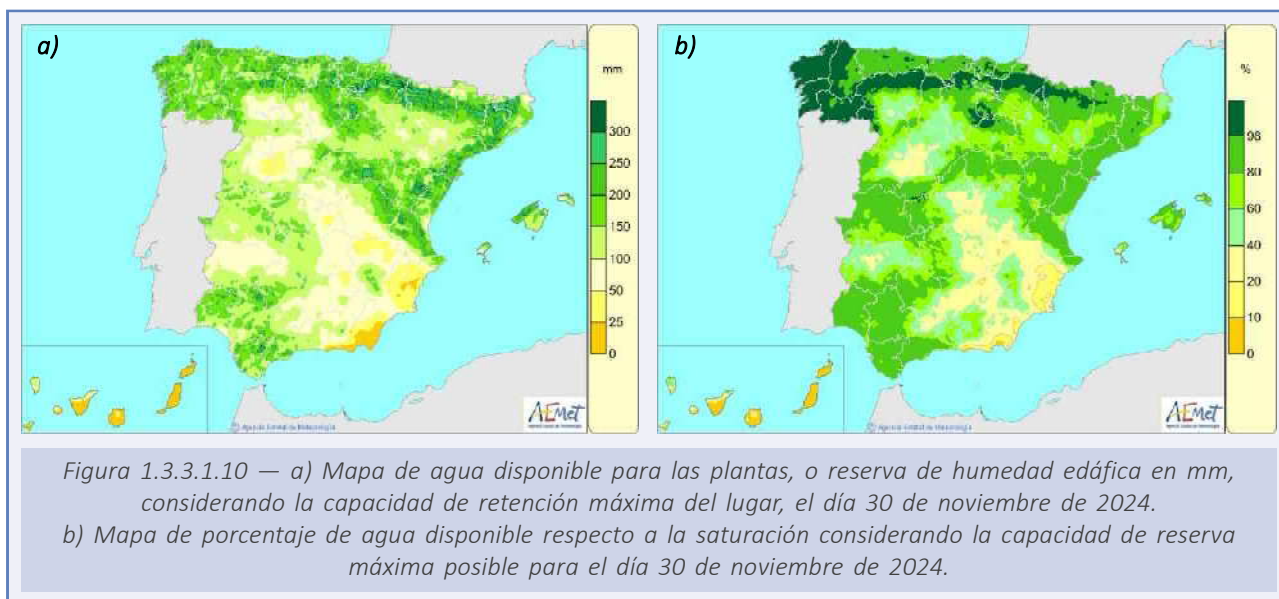
Figura 1.3.3.1.7 — Mapa de anomalía de HF acumuladas por debajo de 7 °C respecto al período de referencia 1996-2023 durante el tercer cuatrimestre del año 2024 (septiembre-diciembre).



Dado el carácter extremadamente húmedo, en cuanto a precipitaciones de octubre, los suelos acumularon humedad y al finalizar el mes solo se encontraban por debajo de 50 mm en parte de la meseta Norte y zonas dispersas de Castilla-La Mancha, Andalucía y el litoral sureste peninsular, donde todavía quedaban zonas con valores por debajo de 25 mm, así como en la isla de Formentera y las islas Canarias; el resto de la Península se encontraba con valores superiores a 100 mm y próximos a la saturación en puntos aislados de los Pirineos y del País Vasco (figura 1.3.3.1.9.a). El porcentaje de saturación (figura 1.3.3.1.9.b) había aumentado mucho respecto al mes anterior en gran parte del territorio ibérico-balear; los suelos estaban prácticamente saturados en amplias zonas del norte peninsular, sistemas Ibérico y Central, norte de Extremadura, Comunitat Valenciana y Andalucía occidental.

La humedad edáfica se mantenía prácticamente con los mismos valores y en las mismas zonas al finalizar el mes de noviembre que en el mes anterior, salvo en las islas Baleares y





en la isla de La Palma en Canarias donde habían aumentado (figura 1.3.3.1.10.a). Los suelos con valores próximos a la saturación se redujeron, y al finalizar el mes solo se encontraban saturados en gran parte de Galicia, vertiente sur de la cornisa cantábrica, Montes Vascos y los Pirineos, sistema Ibérico norte y sierra de Gredos (figura 1.3.3.1.10.b).

1.3.3.2. Fenología

El año comenzó con un adelanto generalizado de las primeras floraciones de algunas especies más tempranas, como avellanos y alisos. La escasa acumulación de HF durante el otoño anterior, sobre todo en la mitad norte peninsular, necesarias para el desarrollo posterior de las plantas y en especial para algunos frutales, afectaron a las brotaciones y floraciones; más tarde, debido a que a lo largo del período las condiciones de temperatura y humedad fueron favorables, las fechas de ocurrencia de los eventos fenológicos se fueron normalizando (figura 1.3.3.2.1).



Figura 1.3.3.2.1 — *Platanus hispanica*, Casa de Campo, Madrid el día 24/03/2024.

En otoño, al principio del período, dado que el mes de septiembre fue frío para la época (sobre todo en la zona norte peninsular) se vieron afectadas las maduraciones de algunas especies y además podía observarse cierto retraso en el cambio de color de las hojas en los árboles; pero como ocurrió en primavera, las suaves temperaturas y condiciones de humedad que se iban dando a lo largo del período hicieron que los eventos fenológicos propios del otoño (figura 1.3.3.2.2), como las maduraciones de algunas especies y la caída de las hojas de las especies caducifolias, se fueran normalizando. En otras zonas del centro y sur peninsulares, donde las temperaturas en verano habían sido elevadas y escasas las precipitaciones, se produjo un adelantamiento en el cambio de color y en la caída de las hojas.



De nuevo otro año en que se observan variaciones, cada vez más frecuentes, en los eventos fenológicos de los ciclos biológicos de los seres vivos: floraciones anticipadas de especies tempranas, segundas floraciones avanzado el otoño, árboles frutales que todavía a finales de diciembre mantienen las hojas y que además permanecen de color verdoso, insectos sobrevolando todo el año, salvo en los episodios lluviosos con las temperaturas más bajas, adelanto de la berrea, etc.

En el año 2024 la vendimia en la mitad norte peninsular, en general, se adelantó como viene ocurriendo en los últimos años y en la mayoría de las zonas la producción fue menor que en la campaña anterior. La calidad de la uva fue buena o muy buena, con un buen estado de maduración y sanitario, salvo lugares en los que la recogida se encontraba más retrasada y debido a las lluvias de septiembre y octubre llegaron a desarrollar botrytis, así ocurrió, por ejemplo, en Asturias y La Rioja. Otras causas que influyeron en la disminución de la producción fueron las heladas de primavera y episodios de lluvias intensas y tormentas en períodos importantes de la floración que dificultan el cuajado y reducen, por tanto, la cantidad de granos por racimo; y también debido a la «cosecha en verde» que causó, sobre todo en La Rioja, una merma en la recolección de la uva.

La reducción de la producción fue especialmente significativa en zonas de Cataluña y Valencia debido a la falta de precipitaciones y a la sequía que vienen arrastrando de años anteriores.

La producción en la zona centro y mitad sur peninsular, en general, fue mayor que la de la campaña anterior. Las noches con temperaturas altas durante el verano propiciaron una aceleración en la maduración de los frutos y una vendimia también adelantada. La calidad de la uva fue buena o muy buena, las lluvias oportunas de primavera y las temperaturas frescas del mes de septiembre, sobre todo las nocturnas, fueron favorables para que los frutos alcanzaran un buen grado de maduración. La proliferación de plagas y enfermedades estuvo ausente o fue muy escasa.

En ambos archipiélagos la vendimia, en general, también se adelantó y la producción fue menor que la del año anterior.

Cabe destacar el episodio de precipitaciones muy intensas, localmente torrenciales y persistentes en los últimos días del mes de octubre, sobre todo en el levante peninsular y el sur de Castilla-La Mancha y de Andalucía, que provocaron daños de extrema gravedad en los cultivos, especialmente los que se encontraban en recolección; los más afectados fueron los cítricos, caqui, hortalizas, incluidas las de invernadero (pimiento, calabacín, berenjena, pepino, tomate, etc.), plantas ornamentales, así como el olivar y viñedos. En algunas de las zonas anegadas, además del destrozo de los cultivos, se producía el arrastre de árboles y tierras de suelo fértil erosionando los terrenos, a la vez que se iban depositando residuos y se destruían infraestructuras provocando daños muy importantes en el sector agrícola.

Las primeras golondrinas migratorias (figura 1.3.3.2.3) llegaban a las provincias de Cádiz, Sevilla y Huelva durante la segunda decena de enero; a lo largo de febrero al resto de

Andalucía y Extremadura. En la primera decena de marzo llegaban a gran parte del litoral mediterráneo y de Baleares, oeste de Castilla-La Mancha y de Castilla y León, y a la costa de Galicia; y a finales de mes a las montañas de Albacete, la mayor parte del valle del Ebro, gran parte de la Comunidad de Madrid y este de Castilla-La Mancha, centro de la meseta Norte y toda la costa cantábrica. Durante la primera decena de abril se asentaban al norte y este de Castilla y León, La Rioja alta, interior del País Vasco y comarcas pirenaicas.

La migración prenupcial de las grullas hacia el norte para atravesar los Pirineos y dirigirse hacia sus zonas de reproducción comenzó en febrero, sobre todo a partir de la segunda decena. El número de ejemplares abandonando las zonas de invernada iba

aumentando a lo largo del mes e intensificándose sobre todo en la última decena. A mediados de marzo todavía se podían observar algunos grupos de aves y a finales de mes los últimos ejemplares.

Las aves estivales, en general, partían en fechas similares o con cierto retraso como en años anteriores.

La llegada de las grullas desde el norte y centro de Europa para pasar el invierno se empezó a observar en el mes de octubre, fue en la tercera decena del mes y en la primera semana de noviembre cuando se produjeron las entradas más numerosas de ejemplares hacia las zonas de invernada, sobre todo a Extremadura que es la de mayor concentración de estas aves en la Península.

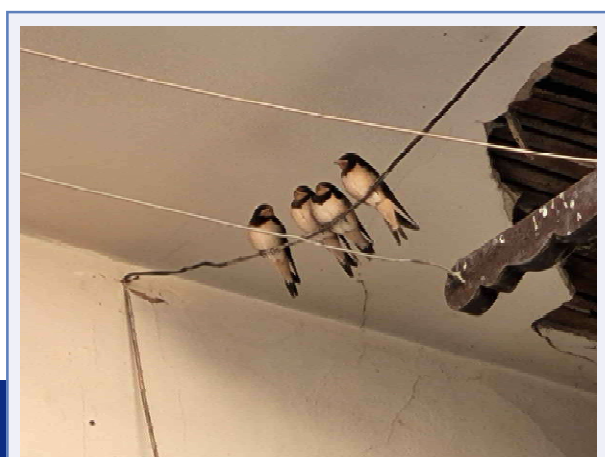


Figura 1.3.3.2.3 — Crías de golondrina (*Hirundo rustica*) en un cobertizo abandonado en Cabezón de la Sal (Cantabria) el día 15/08/2024.

1.4. INSOLACIÓN

De acuerdo con los datos del producto SDU (*sunshine duration*) del Servicio de Aplicaciones Satelitales de EUMETSAT para la vigilancia del clima (CM SAF), el año 2024 terminó con un total de 2862 horas de sol en el promedio de la superficie del territorio español, cantidad que es prácticamente igual al valor medio del período 1991-2020 (2850 h).

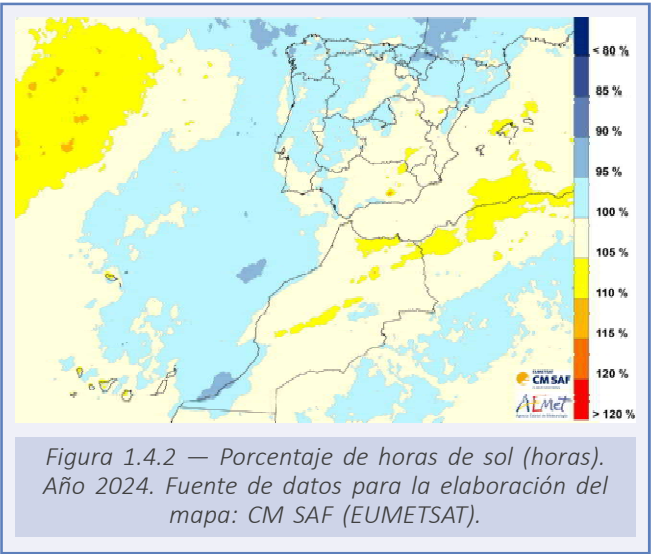
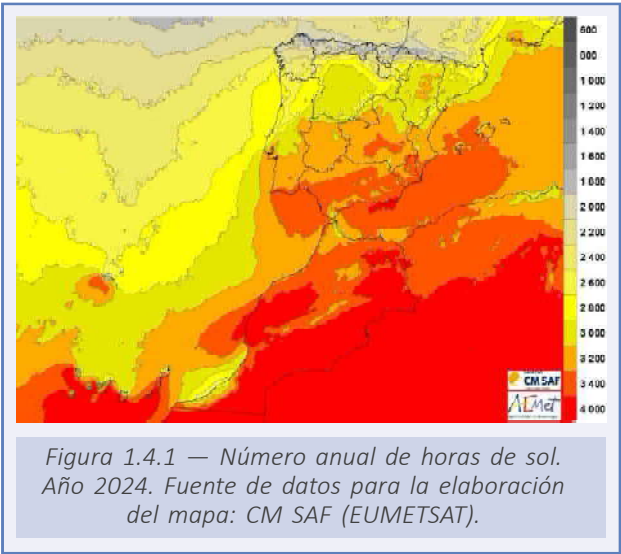
Por meses, destacan abril, que estuvo entre los cinco con más insolación desde, al menos, 1983. Entre los meses de menos insolación, lo más significativo se registró en octubre que, con un 21 % menos de insolación respecto al promedio normal, fue el de menos insolación desde 2003.

Mes	Insolación total 2024 (horas)	Promedio normal (1991-2020) (horas)	Anomalía	Jerarquía
Enero	163	164	−0 %	21
Febrero	179	178	+0 %	20
Marzo	190	223	−15 %	35
Abril	272	234	+16 %	5
Mayo	304	272	+12 %	7
Junio	288	315	−9 %	36
Julio	367	354	+3 %	9
Agosto	332	325	+2 %	13
Septiembre	250	260	−4 %	28
Octubre	164	207	−21 %	36
Noviembre	171	163	+5 %	15
Diciembre	183	156	+17 %	8
Invierno	512	498	+3 %	16
Primavera	765	729	+5 %	12
Verano	987	995	−1 %	29
Otoño	586	629	−7 %	36
Anual	2862	2850	+0 %	15

Tabla 1.4.1. Insolación total en 2024, insolación normal, anomalía en % y orden en la serie de cada mes de mayor a menor insolación (1 = el más soleado, 42 = el menos soleado) en el promedio de la superficie del territorio español (período de 42 años 1983-2024). Fuente de datos para la elaboración de la tabla: CM SAF (EUMETSAT).

En valores absolutos, como suele ser habitual, el mayor número de horas de sol durante 2024 se registró en el sur y este de las islas Canarias, con más de 3400 horas de sol. En la Península se superaron las 3400 horas de sol en el litoral de Granada y Almería y más de 3300 en otras zonas del valle del Guadalquivir y litorales de la Región de Murcia y sur de Alicante. En zonas de las comunidades del Cantábrico y de los Pirineos occidentales, el número de horas de sol fue inferior a 1800, que es el mínimo anual de insolación en España en 2024 (figura 1.4.1).

En términos relativos al número normal anual de horas de sol en cada punto, el 54 % del territorio español registró más horas de sol que el promedio del período normal. El mayor superávit se registró en las ciudades autónomas, Baleares y en provincias del sureste como



Albacete, Granada y Jaén. En gran parte del norte y oeste de la Península, sistema Central y Comunidad de Madrid (46 % del territorio nacional), el año tuvo déficit de insolación (figura 1.4.2).

En el promedio de cada provincia o ciudad autónoma, las horas de sol registradas en 2024, la insolación normal anual y el déficit de horas de sol en porcentaje son los que se adjuntan en la tabla 1.4.2.

Provincia	Insolación 2024 (horas)	Insolación normal (horas)	Anomalia (%)	Provincia	Insolación 2024 (horas)	Insolación normal (horas)	Anomalia (%)
A Coruña	2025	2089	-3 %	Jaén	3184	3077	+3 %
Alacant/Alicante	3176	3116	+2 %	La Rioja	2429	2415	+1 %
Albacete	3156	3046	+4 %	Las Palmas	3254	3170	+3 %
Almería	3298	3231	+2 %	León	2578	2619	-2 %
Araba/Álava	2047	2107	-3 %	Lleida	2768	2815	-2 %
Asturias	1851	1894	-2 %	Lugo	2038	2074	-2 %
Ávila	2873	2841	+1 %	Madrid	2974	2992	-1 %
Badajoz	3109	3108	+0 %	Málaga	3200	3151	+2 %
Barcelona	2817	2836	-1 %	Melilla	3167	3002	+5 %
Bizkaia	1849	1903	-3 %	Murcia	3219	3163	+2 %
Burgos	2479	2450	+1 %	Navarra	2347	2452	-4 %
Cáceres	3048	3061	-0 %	Ourense	2387	2414	-1 %
Cádiz	3201	3157	+1 %	Palencia	2747	2744	+0 %
Cantabria	1902	1940	-2 %	Pontevedra	2300	2333	-1 %
Castelló/Castellón	2902	2912	-0 %	Salamanca	2865	2875	-0 %
Ceuta	2984	2885	+3 %	Santa Cruz de Tenerife	2984	2977	+0 %
Ciudad Real	3150	3079	+2 %	Segovia	2763	2710	+2 %
Córdoba	3190	3137	+2 %	Sevilla	3253	3232	+1 %
Cuenca	3041	2987	+2 %	Soria	2746	2725	+1 %
Gipuzkoa	1770	1857	-5 %	Tarragona	2901	2915	-0 %
Girona	2674	2686	-0 %	Teruel	2890	2840	+2 %
Granada	3265	3148	+4 %	Toledo	3118	3103	+0 %
Guadalajara	2902	2854	+2 %	València/Valencia	3056	3008	+2 %
Huelva	3188	3188	-0 %	Valladolid	2890	2891	-0 %
Huesca	2817	2889	-3 %	Zamora	2840	2869	-1 %
Illes Balears	3097	2969	+4 %	Zaragoza	2906	2939	-1 %

Tabla 1.4.2. Insolación total en 2024, insolación normal (promedio 1991-2020) y anomalía en el promedio de la superficie de cada provincia. Fuente de datos para la elaboración de la tabla: CM SAF (EUMETSAT).

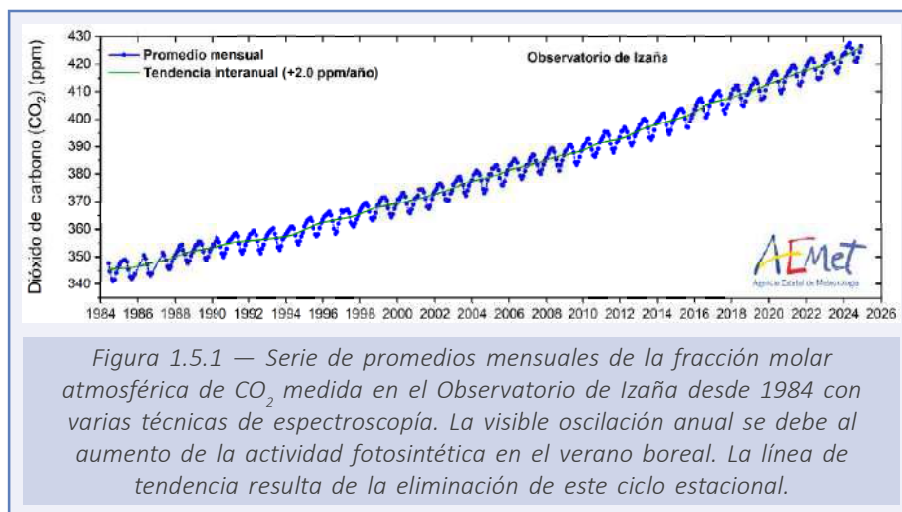
1.5. GASES DE EFECTO INVERNADERO

El calentamiento global es el resultado de desequilibrios en el balance energético de la Tierra, causados por procesos y agentes naturales y antropogénicos. El forzamiento radiativo cuantifica el cambio en los flujos de energía originados por variaciones en la acción de estos agentes, de los cuales los más importantes son los gases de efecto invernadero (GEI) de larga duración. De entre ellos, el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y los clorofluorocarbonos (CFC), son responsables de aproximadamente el 96 % del forzamiento radiativo debido a los GEI de larga duración desde el año 1750, que se toma como referencia de la era preindustrial (MONTZKA, 2024). El programa de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) de la OMM coordina observaciones de alta calidad de la composición atmosférica a escala mundial y local, con la participación de unos 100 países. La OMM publica todos los años un boletín de GEI que muestra su estado en la atmósfera analizando las observaciones más recientes del programa VAG. Contiene las fracciones molares en superficie de los principales GEI, promediadas mundialmente, y las compara con las de años anteriores y con los niveles preindustriales. También proporciona información sobre el forzamiento radiativo producido por los GEI y la contribución de cada gas a su aumento. El último boletín publicado (WMO, 2024) se basa en las medidas tomadas durante el año 2023. Los promedios mundiales se calculan a partir de las observaciones *in situ* de la red de estaciones de superficie del programa VAG, de la que forma parte el Observatorio Atmosférico de Izaña, en Tenerife. Situado en una meseta a 2373 m de altitud, normalmente sobre una capa de inversión térmica bien establecida sobre la isla, el Observatorio de Izaña está en excelentes condiciones para medir las fracciones molares de fondo de los GEI en la troposfera libre, por lo que sus medidas son muy parecidas a los promedios mundiales. Es por ello que el incremento en el promedio anual de la fracción molar de cada uno de los GEI medidos en Izaña en el año 2024, respecto a los medidos en el año 2023, constituye una buena estimación del correspondiente incremento en los promedios anuales a escala mundial que se publicará en el próximo boletín de GEI de la OMM.

a) Dióxido de carbono (CO_2)

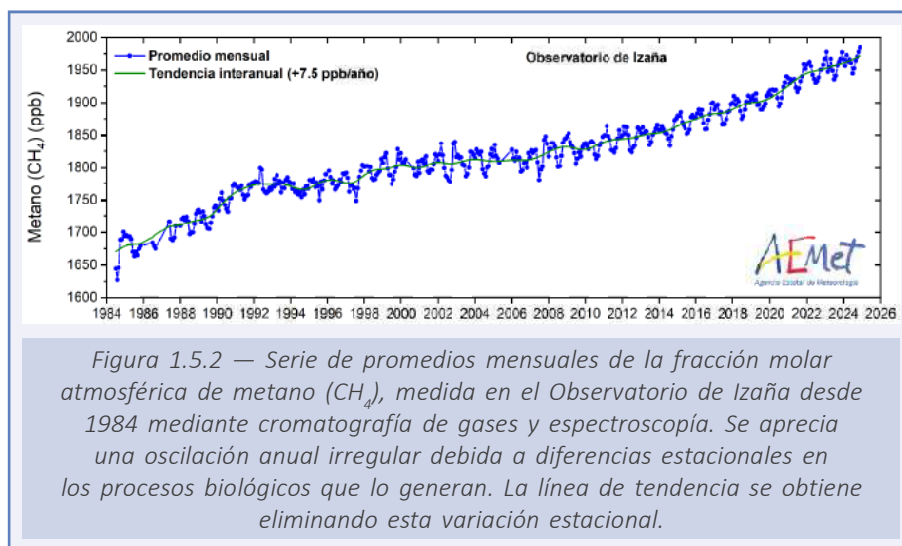
El CO_2 es el GEI antropogénico más abundante en la atmósfera, y contribuye en aproximadamente un 66 % al forzamiento radiativo ocasionado por los GEI de larga duración. Es también el responsable del 79 % del aumento de ese forzamiento en el último decenio. Las emisiones generadas por actividades humanas proceden principalmente de la quema de combustibles fósiles y de la producción de cemento. Según el último boletín de GEI de la OMM (WMO, 2024) el promedio mundial de la fracción molar del CO_2 en la atmósfera durante el año 2023 fue de 420.0 ppm (partes por millón), lo que supone un aumento de 2.3 ppm respecto al promedio de 2022 y del 151 % respecto de los niveles preindustriales. Es algo mayor que el aumento anual de 2.2 ppm entre 2021 y 2022, aunque todavía menor que el incremento anual medio de la última década, que es de 2.4 ppm. Parece verse así una recuperación del crecimiento del CO_2 tras unos pocos años de desaceleración debidos probablemente al aumento de la absorción de este gas por los ecosistemas terrestres y los océanos relacionado con el último y largo episodio de La Niña, que duró tres años. En el Observatorio Atmosférico de Izaña se registraron en 2023 y 2024 unos promedios de 421.0 ppm y 424.3 ppm, respectivamente, de los que resulta una diferencia anual

de 3.4 ppm, notablemente mayor que el crecimiento mundial del año anterior. Este dato confirma una aceleración que se puede relacionar con la transición de La Niña a El Niño en mayo de 2023, y también con el aumento de las emisiones por incendios durante ese año (WMO, 2024). El promedio mensual máximo de 2024 en Izaña se registró en mayo, con 427.4 ppm (figura 1.5.1).



b) Metano (CH_4)

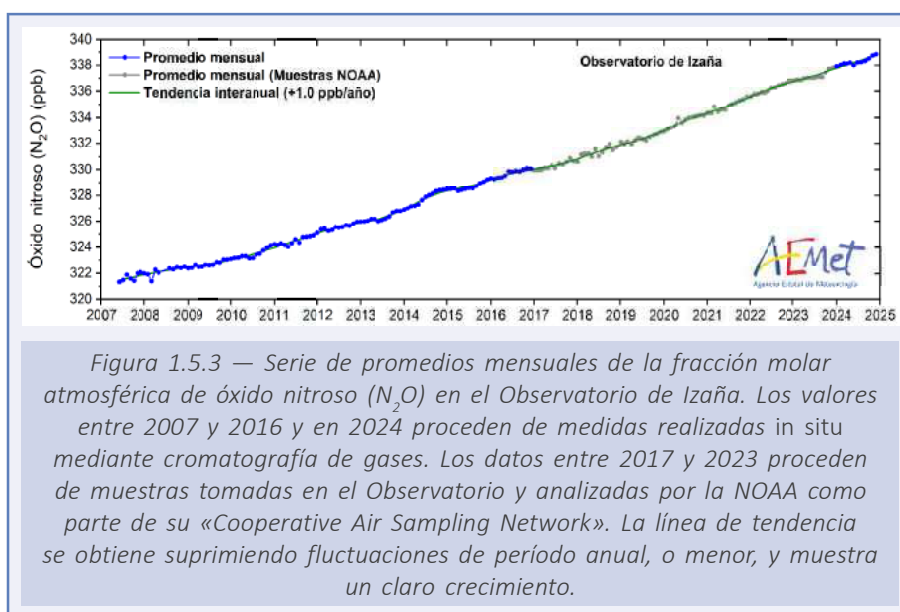
El metano es el segundo gas de efecto invernadero en importancia, presente en menor concentración que el CO_2 , pero con mayor capacidad de absorción de calor. Contribuye en aproximadamente un 16 % al forzamiento radiativo causado por los GEI de larga duración. Alrededor del 40 % del CH_4 que se emite a la atmósfera procede de fuentes naturales (por ejemplo, humedales y termitas), mientras que el aproximadamente 60 % restante tiene origen antropogénico (por ejemplo, ganadería de rumiantes, cultivo de arroz, explotación de combustibles fósiles, vertederos, aguas residuales y quema de biomasa). Según la red de observaciones *in situ* del programa VAG de la OMM, el promedio mundial de CH_4 alcanzó en 2023 un nuevo máximo de 1934 ppb (fracción molar de una parte en mil millones,



del inglés *parts per billion*), lo que representa un aumento de 11 ppb con respecto al año 2022, menor que el aumento del año anterior, pero todavía ligeramente mayor que el promedio de los últimos diez años. Después de un período de estabilidad entre 1999 y 2006, la fracción molar de CH_4 en la atmósfera ha venido creciendo desde 2007, hasta alcanzar el 265 % del nivel preindustrial en 2023. Las causas de esta reciente tendencia todavía están siendo investigadas. Su coincidencia con un descenso en la proporción de carbono-13 en el CH_4 atmosférico indica que su origen está en emisiones microbianas, pero la contribución relativa de fuentes antropogénicas y naturales no está clara (WMO, 2024). El Observatorio de Izaña registró un promedio anual de 1948 ppb en 2022, de 1959 ppb en 2023 (incremento de 11 ppb) y de 1965 ppb en 2024 (incremento de 6 ppb), confirmando una relativa desaceleración respecto a los crecimientos del período 2021-2023, que se debieron probablemente a la influencia de La Niña sobre los humedales (WMO, 2024). En diciembre de 2024 se alcanzó en Izaña un promedio mensual máximo de 1984 ppb (figura 1.5.2).

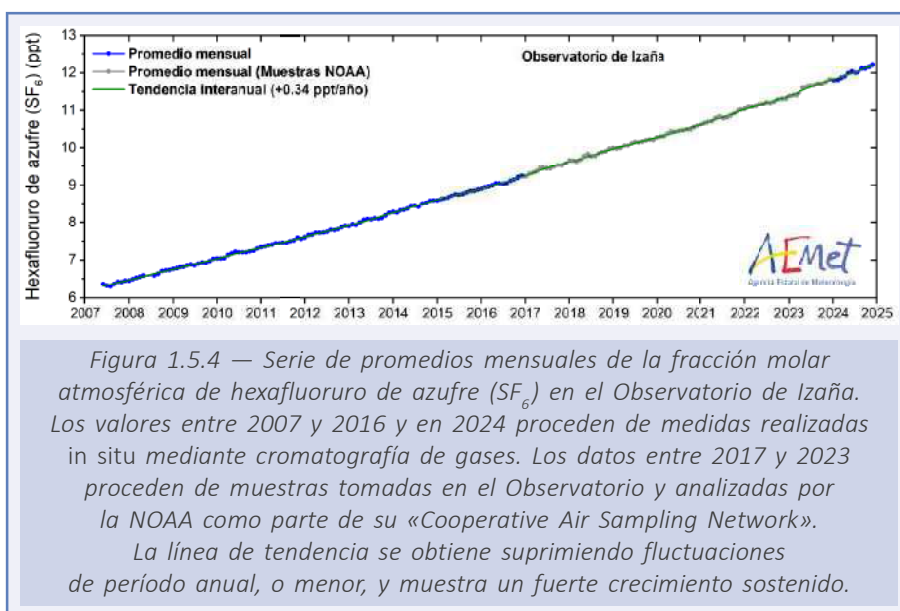
c) Óxido nitroso (N_2O)

El óxido nitroso es un gas de efecto invernadero con mayor capacidad de absorción de calor que el dióxido de carbono y el metano, aunque está presente en la atmósfera en menores concentraciones. El N_2O causa aproximadamente el 6 % del forzamiento radiativo debido a los GEI de larga duración, y es el tercer gas que más contribuye a ese forzamiento. Las emisiones de N_2O de origen antropogénico constituyen aproximadamente el 43 % del total de las emisiones mundiales y se deben principalmente al uso de fertilizantes nitrogenados. Estas fuentes no naturales han aumentado en un 30 % en los últimos cuatro decenios, siendo el principal factor de crecimiento del N_2O en la atmósfera. En 2023 el promedio mundial de la fracción molar del N_2O alcanzó los 336.9 ppb, es decir, se situó 1.1 ppb por encima del valor del año 2022, lo que equivale a un 125 % del nivel de la era preindustrial (270 ppb) (WMO, 2024). En Izaña se midieron promedios anuales de 337.2 ppb en 2023 y 338.3 ppb en 2024 (aumento anual de 1.1 ppb), con un promedio mensual máximo de 338.8 ppb en diciembre de 2024 (figura 1.5.3).



d) Otros gases de efecto invernadero

Los clorofluorocarbonos (CFC) y otros gases halogenados menores contribuyen aproximadamente en un 12 % al forzamiento radiativo causado por los GEI de larga duración. Entre estos gases cabe destacar el hexafluoruro de azufre (SF_6), un GEI artificial de larga duración con una enorme capacidad de absorción de calor, muy persistente en la atmósfera, y que está aumentando a un ritmo bastante constante y relativamente rápido, aunque todavía está presente en la atmósfera en muy bajas concentraciones. Esta sustancia la produce la industria química, principalmente por su uso como aislante eléctrico en equipos de distribución de energía. Su fracción molar actual es más del doble que la registrada a mediados de los años noventa (WMO, 2024). Los datos registrados en el Observatorio de Vigilancia Atmosférica Global de Izaña (figura 1.5.4), muestran un aumento anual de la fracción molar de SF_6 de más de 0.3 ppt (una parte por billón, del inglés *parts per trillion*). El valor medio de 2024 alcanzó los 12.0 ppt, con un máximo mensual de 12.2 ppt en diciembre.



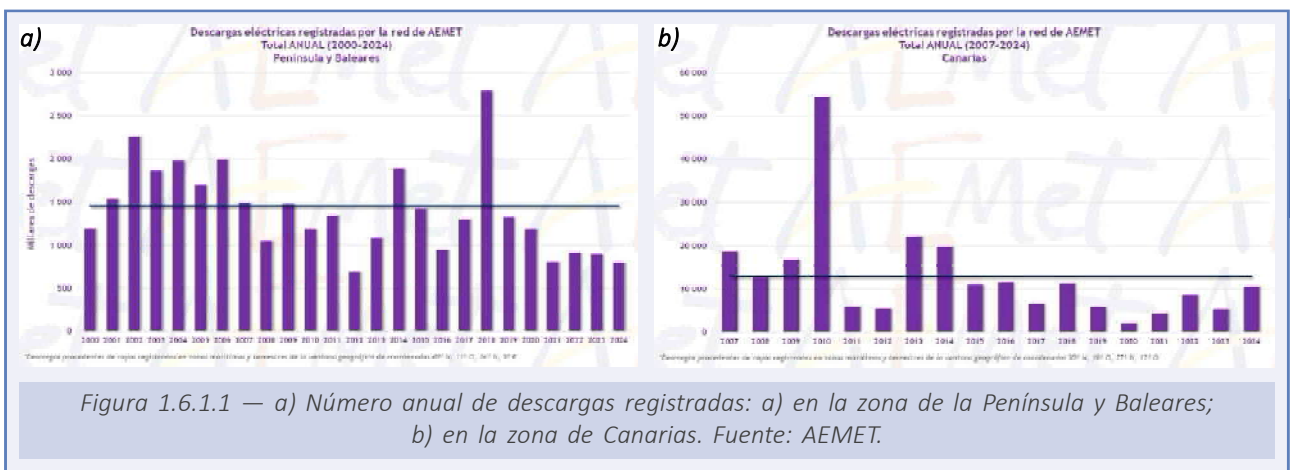
1.6. DESCARGAS ELÉCTRICAS Y TORMENTAS DURANTE 2024

2024 ha sido un año en el que el número de descargas registradas, tanto en la zona de la Península y Baleares como en la de Canarias, ha sido inferior al del promedio de la serie de registros desde el año 2000.

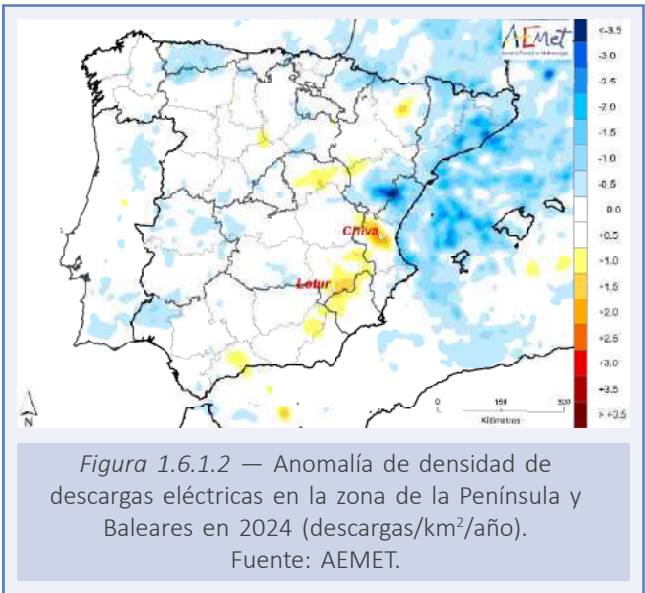
1.6.1. Descargas eléctricas

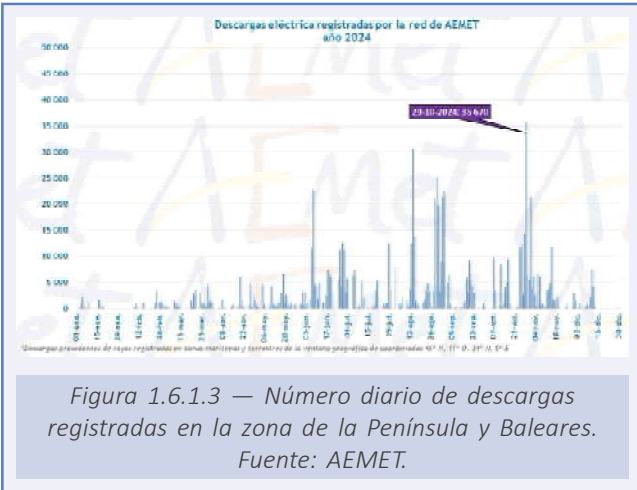
En la ventana geográfica de coordenadas 45° N, 11° O, 34° N, 5° E, donde están situadas la Península, las islas Baleares y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, se registraron 804 248 descargas (figura 1.6.1.1.a), de las cuales 352 232 impactaron en tierra dentro del territorio nacional y el resto en el mar o en países vecinos. Ha sido el segundo año con menos rayos desde el año 2000 (inicio de la serie), tras 2012.

En las zonas marítimas y terrestres de la ventana geográfica de coordenadas 30° N, 19° O, 27° N, 12° O, donde están situadas las islas Canarias, se han registrado 10 674 descargas (figura 1.6.1.1.b), de las cuales 469 en tierra y el resto en el océano Atlántico. Ha sido el año con más descargas en la zona de las islas desde 2018. De las descargas que impactaron en tierra, se registraron muchas más en las islas occidentales (269 en La Palma o 99 en Tenerife), que en las orientales (46 en Gran Canaria o 28 en Lanzarote).



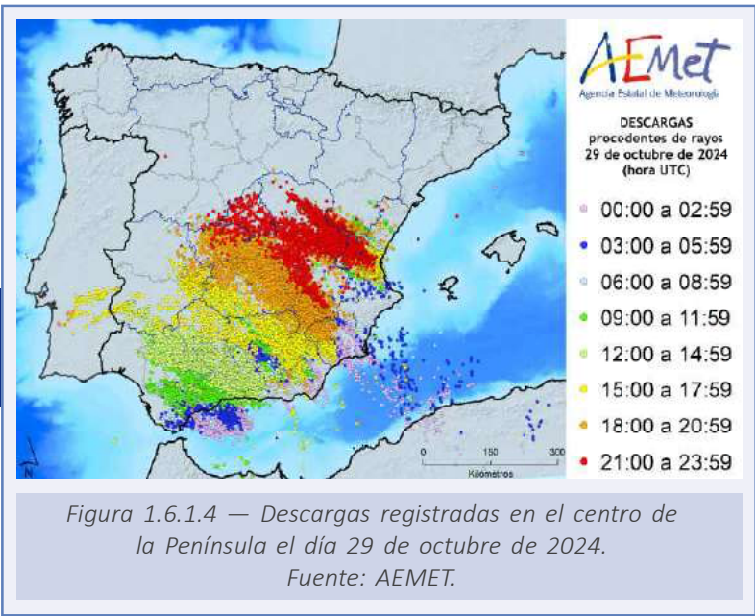
En función de la densidad normal de descargas (descargas/km²/año), destacan las zonas afectadas por las lluvias torrenciales del 29 de octubre en las provincias de Valencia y Albacete, donde la densidad de descargas fue muy superior a la normal a causa de la actividad registrada ese día (colores cálidos). En el otro extremo, gran parte del mar Balear, Cataluña, Castellón y Teruel registraron menos densidad de descargas de lo normal, destacando sobre todo la zona del Maestrazgo turolense y Maestrat castellonense, que climáticamente es la de mayor densidad de descargas en España, pero que en 2024 tuvo un número de impactos significativamente inferior a lo normal (colores fríos).





La actividad en meses típicamente convectivos como julio o septiembre en la zona de la Península fue escasa, de ahí que el número total anual de descargas haya sido inferior a lo normal en el total anual. En concreto, julio de 2024, con 57 358, es el segundo con menos rayos registrados desde el año 2000, tras julio de 2007, cuando se registraron 50 444.

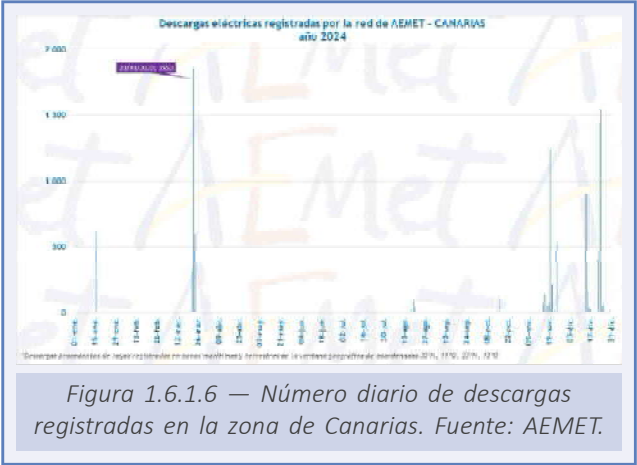
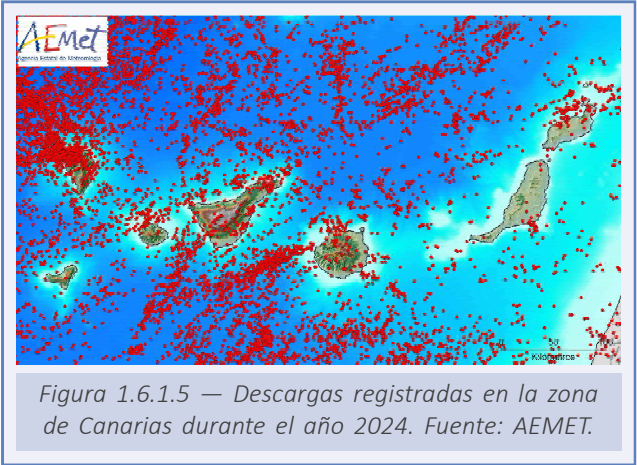
En el otro extremo, hubo muchos rayos en octubre, que fue el mes con más descargas del año, lo que resulta coherente con el carácter extremadamente húmedo del mes.



El día en el que se registraron más descargas eléctricas fue el 29 de octubre, con 35 670 descargas. Ese día se produjeron las catastróficas riadas en España que afectaron sobre todo a la provincia de Valencia, este de Castilla-La Mancha y Andalucía oriental (figura 1.6.1.3).

Al igual que en la Península, la actividad tormentosa en Canarias durante 2024 fue también inferior al valor medio, con 10 674 descargas, frente a las 12 950 del promedio 2007-2024.

El día que más descargas impactaron en la zona de Canarias fue el 23 de marzo, con 1853, aunque el episodio más destacado fue el de los días alrededor de la Navidad, cuando una dana provocó tormentas en las islas que llegaron a dejar 3495 descargas entre los días 22 y el 26 de diciembre.



1.6.2. Días de tormenta

En gran parte de la ibérica y del este de Castilla-La Mancha ha habido más días de tormenta que el promedio normal, mientras que en Asturias, Galicia y amplias zonas de Extremadura el número de días de tormenta ha sido inferior al promedio normal (figura 1.6.2.1).

En zonas de los Pirineos orientales ha llegado a haber durante 2024 más de 40 días de tormenta; en el otro extremo, en zonas de Galicia el número de días de tormenta ha sido inferior a 5 (figura 1.6.2.2).

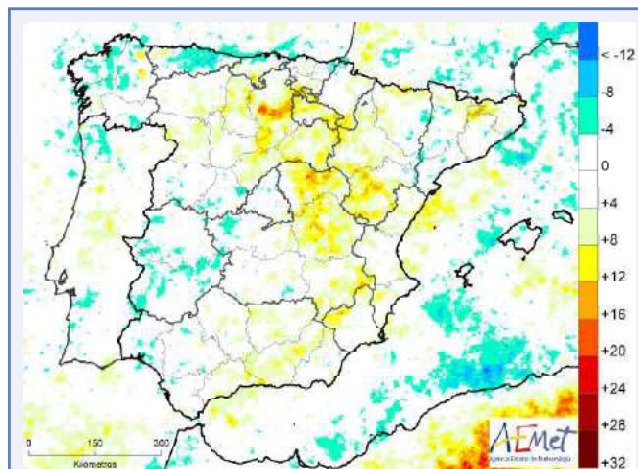


Figura 1.6.2.1 — Anomalía de días de tormenta en la zona de la Península y Baleares en 2024. Fuente: AEMET.

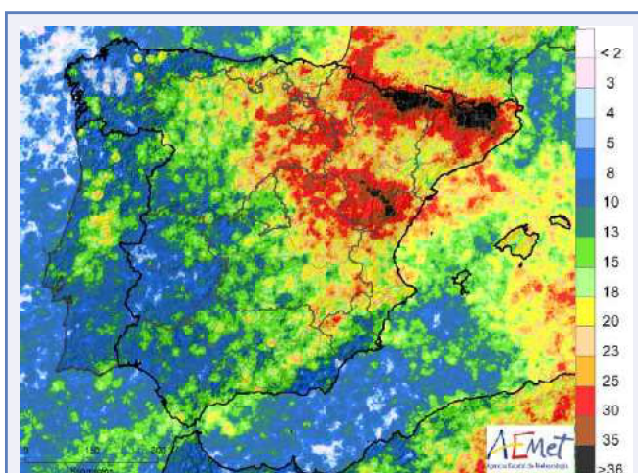


Figura 1.6.2.2 — Días de tormenta en la zona de la Península y Baleares en 2024. Fuente: AEMET.

1.7. FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

Los fenómenos meteorológicos extremos tienen, en muchas ocasiones, un gran impacto social, por lo que son un buen indicador del estado del clima en un año concreto. En este apartado, se detallan los principales episodios sucedidos en 2024 y se enumeran las borrascas con gran impacto con mayor afectación en España.

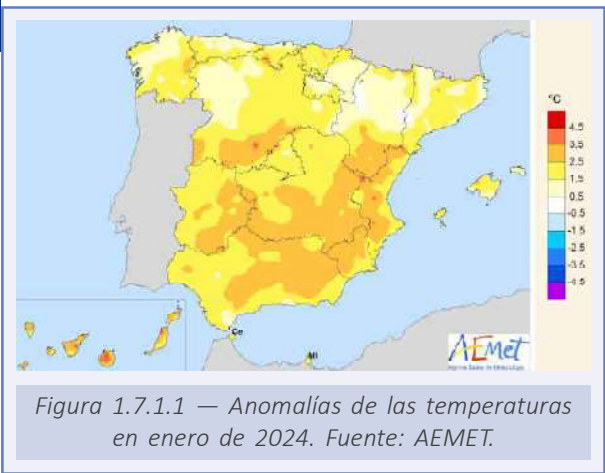
1.7.1. Principales episodios de fenómenos meteorológicos extremos

Episodios extremos asociados a las temperaturas

El año 2024 fue el tercero más cálido de la serie histórica. Con una temperatura media de 15.1 °C, superó en 1.1 °C el promedio del período de referencia 1991-2020. Se da la circunstancia de que los dos años más cálidos fueron 2022 y 2023, por lo que se ha tratado del trienio más cálido en España desde que hay registros. La mayoría de los meses fueron cálidos, muy cálidos o extremadamente cálidos. En cuanto a temperaturas por encima de lo normal, destacó especialmente el período comprendido entre el 1 de enero y el 15 de abril.

A lo largo del verano se registraron tres olas de calor en el ámbito de la Península y Baleares, mientras que no hubo ninguna ola de frío en los meses invernales. En Canarias, el verano transcurrió sin olas de calor. Más allá de los episodios cálidos del verano, que por sus altas temperaturas tienen carácter adverso, se produjeron otras situaciones fuera de la estación estival reseñables por la importante anomalía cálida que supusieron con respecto al promedio de la época.

46



En enero se registraron temperaturas muy altas para la época. De hecho, se trató del más cálido de la serie histórica en el conjunto de España. Una de cada tres estaciones de la red principal de AEMET registró la temperatura máxima más alta para enero. En Canarias se superaron los 30 °C (Gran Canaria/aeropuerto registró 30.8 °C el día 16). En la Península destacaron los 26.8 °C de Granada/base aérea, que superaban en 3.4 °C el récord anterior y los 22.3 °C de Logroño/aeropuerto, 3.0 °C más alto que el registro máximo previo. Ambas temperaturas se midieron el día 25.

También es destacable el episodio cálido que se extendió entre los días 13 y 24 de marzo, con temperaturas muy altas para la época. Alrededor del 10 % de las estaciones de la red principal de AEMET registraron su temperatura máxima más alta para el mes de marzo y también cerca del 10 % midieron la temperatura mínima más elevada para dicho mes. En este sentido, es muy destacable el dato de Almería/aeropuerto, que el día 23 de marzo no bajó de 23.5 °C, superando en 5.9 °C a la anterior temperatura mínima más alta para ese mes. Ese mismo día, Jaén no bajó de 20.2 °C, tratándose de la primera noche tropical registrada en marzo en esta ciudad, y superando por 2.7 °C el récord anterior.

Fuera del período estival, es también reseñable el largo período cálido que se produjo en el mes de noviembre, que se trató del más cálido de la serie histórica. Aunque no hubo muchos récords de temperatura máxima o mínima diaria más alta, alrededor de la mitad

de los observatorios de la red de AEMET registraron su temperatura media mensual para noviembre más elevada. En El Hierro/aeropuerto se alcanzaron 32.6 °C el día 10 y en A Coruña 25.4 °C el día 7.

En cuanto a las olas de calor, la primera de las tres que se produjeron en el ámbito de la Península y Baleares tuvo lugar entre el 18 y 20 de julio, con temperaturas de hasta 42.6 °C en Murcia/Alcantarilla el día 20 y una mínima de 25.3 °C en Melilla ese mismo día. La segunda ola de calor transcurrió entre los días 23 de julio y 1 de agosto. Sus diez días de duración la convirtieron en la quinta más larga desde, al menos, 1975. Se alcanzaron 43.5 °C en Morón de la Frontera y 43.3 °C en Badajoz/Talavera la Real el día 24. Muy destacable fue la temperatura mínima registrada en Zaragoza/aeropuerto el día 30, de 28.1 °C. Supone el récord absoluto de esa estación, superando por 2.4 °C el registro máximo anterior, medido en agosto del año anterior.

La tercera ola de calor del verano tuvo lugar entre el 4 y 12 de agosto. Su duración fue, por tanto, de nueve días, tratándose de la sexta más larga desde, al menos, 1975. Afectó en su momento de máxima extensión a 35 provincias. Dos observatorios del extremo norte peninsular batieron su récord de temperatura máxima para el mes de agosto: Hondarribia/Malkarroat (Gipuzkoa), con 40.7 °C y Oviedo con 34.6 °C, aunque la serie de esta última ciudad es corta. Ambas temperaturas se midieron el día 11. En cuanto a temperaturas mínimas, el día 11 Almería/aeropuerto no bajó de 27.2 °C y Palma-Portopí de 26.3 °C. La temperatura mínima de Madrid-Retiro el día 10 fue de 25.7 °C.

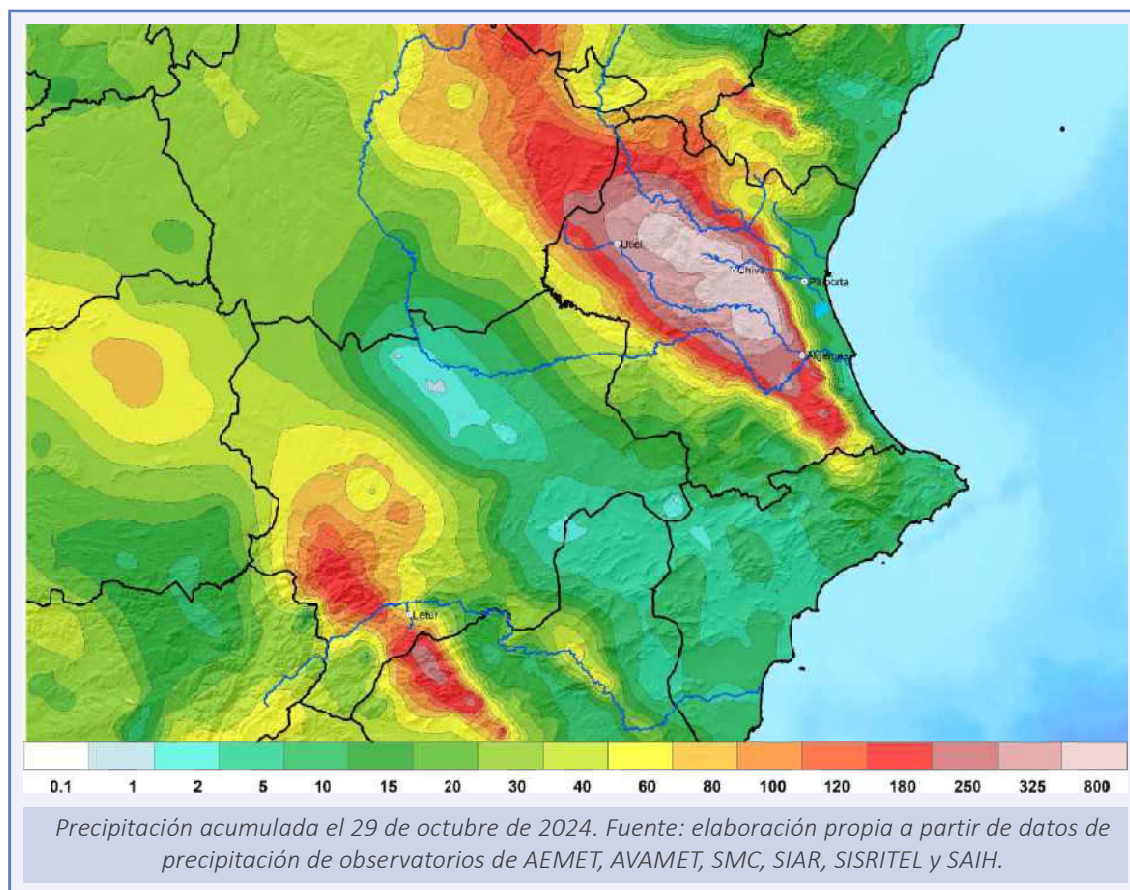
Se puede encontrar más información acerca de las olas de calor y de frío registradas en 2024 en los subapartados 1.1.3 y 1.1.4 de este informe.

Episodio de precipitaciones intensas asociado a una dana el 29 de octubre

Las inundaciones asociadas a precipitaciones torrenciales son uno de los desastres naturales que mayor impacto provoca cada año a lo largo y ancho de nuestro planeta. El gran número de pérdidas humanas, la destrucción de infraestructuras y las enormes pérdidas económicas que conllevan son algunos de sus impactos más relevantes. Entre el 28 de octubre y el 4 de noviembre de 2024, se produjo en nuestro país un largo episodio de lluvias intensas, localmente torrenciales y persistentes, que afectó en mayor medida a las provincias del Mediterráneo, provincias adyacentes de las comunidades de Castilla-La Mancha y Aragón, así como también a parte del cuadrante suroccidental.

De entre todos los días del episodio destacó especialmente el día 29 de octubre, cuando se produjeron impactos muy graves, especialmente en la provincia de Valencia. Allí, un episodio extraordinario de lluvias torrenciales provocó una gran riada, con grandes pérdidas humanas y daños materiales. Probablemente se trató del episodio meteorológico con mayor impacto de los de las últimas décadas en España.

El día 29 de octubre, la presencia de una dana centrada en el suroeste peninsular junto con un flujo de vientos húmedos de procedencia marítima favorecieron que durante la jornada se generasen varios sistemas convectivos de mesoescala (SCM) que afectaron a amplias zonas del este peninsular. La presencia de varias estructuras favorecedoras de precipitaciones torrenciales, de tipo tren convectivo (tormentas que se desplazan en línea, una tras otra sobre una misma área durante un intervalo temporal largo) inmersas en los SCM, afectaron a la Comunitat Valenciana, en concreto a gran parte de la provincia de Valencia, y también a la zona de las sierras de Alcaraz y Segura, en el sur de la provincia de Albacete, donde también se produjeron cuantiosos daños.



48

Se acumularon más de 300 mm a lo largo del día 29 en amplias zonas de la provincia de Valencia. Destacan especialmente los registros de Buñol (447.4 mm), Chiva-La Pailla (615.0 mm) y Turís (771.8 mm). Esta última cifra no queda lejos del máximo absoluto de precipitación diaria oficial de España, que son los 817 mm medidos en Oliva (Valencia) el 3 de noviembre de 1987. Sí que se superaron los máximos nacionales de precipitación en una, seis y doce horas en Turís el 29 de octubre. La acumulación en una hora fue de 184.6 mm, valor que triplica el umbral considerado para precipitación torrencial (60 mm en una hora). En seis horas se registraron 620.6 mm, y en doce horas 720.4 mm. Ambos valores duplican los registros máximos previos medidos en España.

Otros episodios de precipitaciones intensas

Entre los días 11 y 12 de octubre tuvo lugar un episodio de precipitaciones abundantes en zonas del sur de la Península, asociado a la borrasca Berenice. La inestabilidad provocada por este centro de bajas presiones, junto con la llegada de una masa de aire templado y húmedo hacia el suroeste y centro peninsular, provocó importantes acumulados entre los días 11 y 12 de octubre en ese sector. El día más lluvioso fue el 12, cuando se registraron 119.8 mm en Peralada del Zaucejo (Badajoz), 110.6 mm en Gudalcanal (Sevilla) y 102.6 mm en Azuaga (Badajoz).

1.7.2. Borrascas con gran impacto

Los servicios meteorológicos nacionales pueden poner nombres a borrascas que, por sus fenómenos asociados, esté previsto que provoquen un gran impacto. Bajo el auspicio de

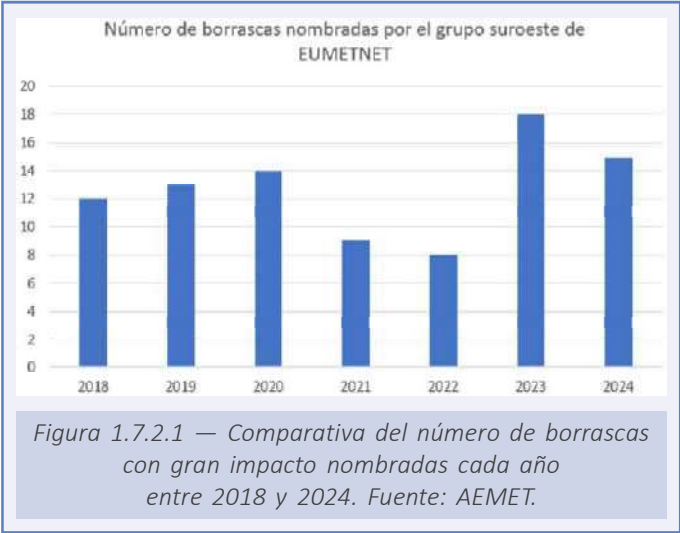
EUMETNET, los países se asocian en diferentes grupos por afinidad geográfica. A España, representada por AEMET, le corresponde el grupo suroeste (SW), junto con Portugal, Francia, Bélgica y Luxemburgo.

Para que una borrasca sea considerada de gran impacto y, por lo tanto, pueda nombrarse ha de ser capaz de generar rachas de viento muy fuertes, que den lugar a avisos de nivel naranja o rojo en amplias zonas. También es susceptible de nombramiento si las rachas de viento no son tan intensas, pero sí lo suficientes como para provocar avisos de nivel amarillo, siempre que estén acompañados de avisos naranjas o rojos de lluvia o nieve.

El grupo suroeste (SW) de EUMETNET comenzó su andadura en diciembre de 2017. De los seis años completos en los que se han realizado nombramientos, 2024 ha sido el segundo año con mayor número de nombramientos, por detrás de 2023. El año 2022 fue el que menos borrascas merecedoras de nombre por sus efectos adversos tuvo (figura 1.7.2.1).

En el año 2024 el grupo suroeste europeo de EUMETNET nombró un total de quince borrascas con gran impacto: cinco entre enero y febrero, otras cinco en primavera, tres en otoño y dos en diciembre.

En la tabla 1.7.2.1 se detalla el nombre de cada borrasca con gran impacto, la fecha de su nombramiento y el servicio meteorológico que la nombró dentro del grupo SW:



Nombre de la borrasca	Fecha de nombramiento	Servicio meteorológico que le puso nombre
Hipólito	08 enero 2024	IPMA
Irene	14 enero 2024	Météo-France
Juan	18 enero 2024	AEMET
Karlotta	06 febrero 2024	AEMET
Louis	21 febrero 2024	Météo-France
Monica	09 marzo 2024	Météo-France
Nelson	26 marzo 2024	AEMET
Olivia	02 abril 2024	IPMA
Pierrick	07 abril 2024	Météo-France
Renata	14 abril 2024	Météo-France
Aitor	24 septiembre 2024	AEMET
Berenice	11 octubre 2024	AEMET
Caetano	19 noviembre 2024	AEMET
Dorothea	14 diciembre 2024	AEMET
Enol	21 diciembre 2024	Météo-France

Tabla 1.7.2.1. Borrascas con gran impacto nombradas por el grupo suroeste (SW) de EUMETNET en 2024.

Además de la borrasca Berenice, ya comentada en líneas anteriores, las que tuvieron mayor impacto en territorio español durante el año 2024 fueron las siguientes¹:

- **Borrasca Irene:** Se formó el 15 de enero en el entorno de las islas Azores y desde allí se desplazó hacia la Península mientras se profundizaba. Provocó un temporal de vientos intensos en buena parte de la Península, sobre todo los días 16 a 18 de enero. El 17 se registraron numerosas rachas huracanadas (superiores a 120 km/h) en zonas de montaña de la mitad norte. En la estación de Valdezcaray (La Rioja) se registraron 180 km/h de racha máxima.
- **Borrasca Juan:** Sucesora de Irene, en parte sus efectos se superpusieron a los de la anterior. Provocó el mayor temporal invernal del año, con fuertes nevadas el día 19 de enero. Ocasionó grandes impactos en la movilidad, especialmente en carreteras de Castilla y León y de Aragón, debido a los elevados espesores de nieve acumulados. Juan también estuvo acompañado de importantes precipitaciones en forma de lluvia en amplias zonas de la vertiente atlántica, las cuales se acumularon a las precipitaciones registradas, apenas dos días antes debido al paso de la borrasca Irene, provocando la crecida de muchos ríos de la mitad occidental peninsular, principalmente de las cuencas del Guadiana y del Duero.
- **Borrasca Nelson:** Afectó a España a partir del 27 de marzo, con avisos por rachas muy fuertes de viento y mal estado de la mar. Además, provocó un fuerte impacto social debido a la coincidencia de la borrasca con las fechas de Semana Santa, tanto por el viento como por las precipitaciones, que fueron fuertes y persistentes en amplias zonas. En Grazalema (Cádiz) se acumularon 136.9 mm en 24 horas el día 28 de marzo.
- **Borrasca Dorothea:** Su nombramiento se produjo ante la emisión de avisos de nivel naranja por previsión de rachas de viento huracanadas sobre el archipiélago canario a partir de la madrugada del día 14 de diciembre. Desde la borrasca Oscar que afectó a Canarias a primeros de junio de 2023, ninguna otra de las borrascas de origen polar había afectado de lleno al archipiélago. El día 15 se registró una racha de 139 km/h en Arure (La Gomera), mientras que el día 17, con la borrasca en el entorno de la Península, se registraron rachas de 136 km/h en zonas altas de la cordillera Cantábrica.

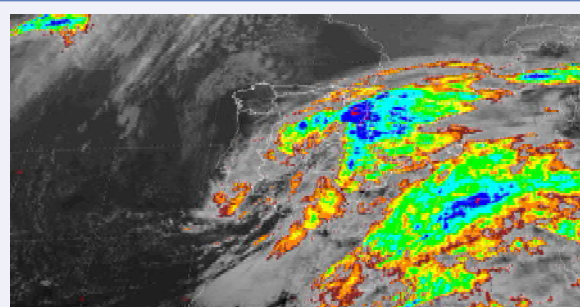


Figura 1.7.2.2 — Borrasca Juan sobre la península ibérica el 19 de enero de 2024, día en que provocó importantes nevadas. Fuente: Meteosat. Realce convectivo.

¹ Se puede encontrar información detallada sobre las borrascas con gran impacto nombradas por el grupo suroeste europeo en la página web de AEMET: <https://www.aemet.es/es/conocerlas/borrascas/>.

2. DESCRIPCIÓN MENSUAL DE LAS PRINCIPALES CONFIGURACIONES SINÓPTICAS

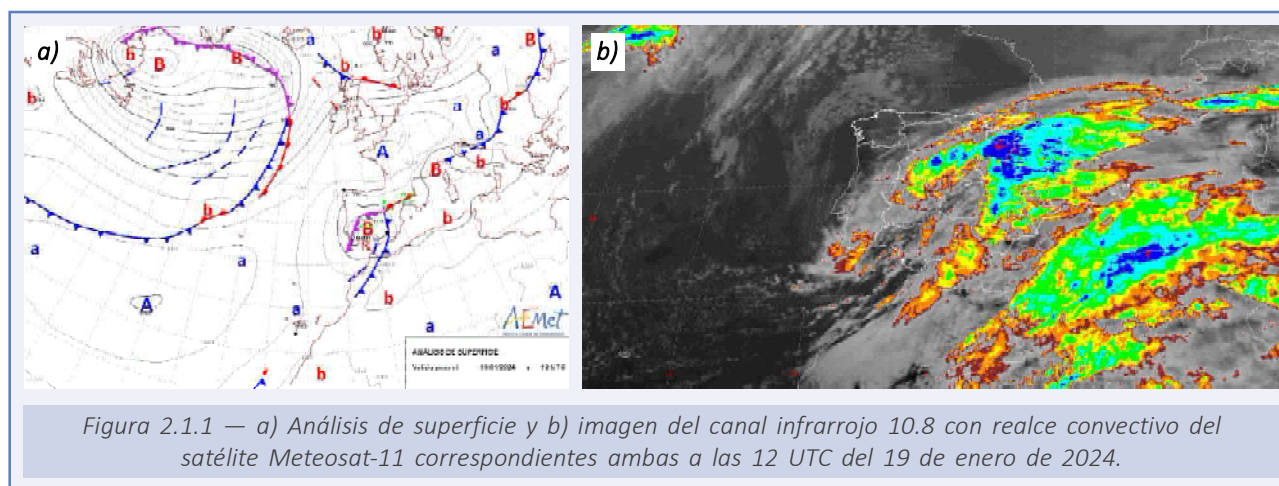
En este capítulo se presenta una descripción de las principales configuraciones sinópticas que marcaron el tiempo sensible de los diferentes meses del año 2024 en la Península, Baleares y Canarias.

2.1. ENERO

El año comenzó en la Península y Baleares con una circulación zonal e intensa en la franja entre los 40 y 50° N. Con este patrón se produjo el trasiego de borrascas que circulaban por el Atlántico norte provocando el paso de diferentes sistemas frontales que dejaron precipitaciones generalizadas por gran parte de la Península y Baleares, menos significativas por los litorales este y sur peninsular. A partir del día 5, la circulación se fue haciendo más ondulada y se produjo la transición de borrascas británicas hacia el Mediterráneo. Este factor dio lugar a la llegada de una masa de aire más fría a la Península, restringiéndose las precipitaciones al Cantábrico oriental y a las Baleares. A su vez, por el norte de Europa fue configurándose una situación de anticiclón británico-escandinavo que fue incrementando la estabilidad por todo el país y provocando la aparición de heladas generalizadas y nieblas por gran parte de la Península. La retirada hacia el norte del anticiclón permitió el aumento de actividad ciclogénica al oeste de la Península, produciéndose a partir del día 14 la formación de diferentes sistemas de bajas presiones que de nuevo provocaron precipitaciones generalizadas y un aumento importante de las temperaturas mínimas. Dos de estas borrascas, nombradas Irene y Juan (figura 2.1.1), dieron lugar entre los días 15 y 19 a precipitaciones muy abundantes en Extremadura, Andalucía occidental y Castilla y León, provocando la crecida de numerosos cauces de ríos. En el caso de Juan, se produjeron además nevadas muy copiosas, principalmente en las provincias de Soria y Zaragoza, ocasionando importantes problemas en las comunicaciones por carretera, así como en la navegación aérea por el cierre temporal del aeropuerto de Zaragoza.

Tras las copiosas precipitaciones, se impuso de nuevo un período de larga estabilidad que se prolongaría el resto del mes con dominio primero de las altas presiones, que se centraron sobre la Península pero que se fueron trasladando después hacia el interior del continente europeo. Esta situación dio lugar a unas condiciones de tiempo muy estable y de temperaturas anormalmente altas para la época, tanto de las máximas como de las mínimas. En este sentido, las heladas quedaron restringidas tan solo a zonas de montaña de la mitad norte peninsular. También las nieblas fueron protagonistas, especialmente en los valles del noreste.

En cuanto al archipiélago canario, el año comenzó con una situación monzónica marcada por la extensión del anticiclón africano hacia las islas. Esta situación predominó gran parte del mes y mantuvo temperaturas anormalmente cálidas durante muchos días. Sin embargo,



las temperaturas más altas del mes se produjeron por la influencia de una gran borrasca atlántica, Hipólito, que se acercó al archipiélago, y afectó principalmente al régimen de vientos, rolando estos a la dirección sursuroeste. No obstante, la influencia de la borrasca apenas se notó en las precipitaciones, que fueron débiles y se restringieron a las islas más occidentales. El alisio apenas se mantuvo unos cuantos días durante los períodos de transición entre la situación monzónica y la de borrasca atlántica, siendo en general un mes muy seco.

2.2. FEBRERO

La situación anticiclónica de finales de enero se mantuvo durante los primeros días de febrero, cambiando drásticamente a partir del día 6. Así, entre los días 7 y 10 alcanzaron la Península una serie de sistemas frontales de procedencia atlántica impulsados por la borrasca Karlotta, de gran profundidad y situada en las proximidades de las islas británicas. Durante estos días el tiempo fue extraordinariamente ventoso en el cuadrante noroccidental peninsular, con rachas huracanadas que durante el día 8 llegaron a superar los 190 km/h en zonas de Picos de Europa. Las precipitaciones fueron muy abundantes a lo largo de toda la mitad occidental peninsular con acumulados en 24 horas que superaron los 100 mm en zonas de A Coruña el día 8 y los 150 mm en Grazalema (Cádiz) el día 9, donde de nuevo, los días 11 y 12 se volvieron a superar los 160 y 100 mm, respectivamente. Tras Karlotta, la circulación en altura, así como la de los niveles más bajos, se mantuvo muy zonal sobre la Península hasta el día 17, cambiando hacia un patrón anticiclónico. Las nuevas condiciones atmosféricas mantuvieron un período de tiempo estable sobre la Península y Baleares hasta el día 21.

La circulación atmosférica volvió a cambiar significativamente el día 22 cuando una amplia vaguada se profundizó al oeste de las islas británicas y se extendió con eje de dirección noroeste-sureste hacia la península ibérica. A su vez, en superficie se configuró una amplia región depresionaria sobre toda Europa occidental que se extendía hacia el mar del Norte. Por otro lado, un amplio anticiclón, centrado en las Azores, se extendía en dirección meridiana por el Atlántico norte (figura 2.2.1). Entre ambos sistemas de presiones se configuró un intenso gradiente bórico que favorecía un flujo de componente norte sobre la península ibérica y que trasladaba hacia ella una masa marítima polar muy húmeda. De este modo, se produjeron nevadas generalizadas por encima de los 700 m de altitud. Además, la intensa circulación de norte provocó un temporal marítimo muy intenso entre los días 22 y 24, emitiéndose avisos de nivel rojo para la costa norte de Galicia el día 23.

A partir del día 25 el anticiclón atlántico fue extendiéndose hacia el norte y la región de bajas presiones se desplazó lentamente hacia el Mediterráneo occidental, configurándose así un patrón de circulación de mayor componente norte sobre la Península. De este

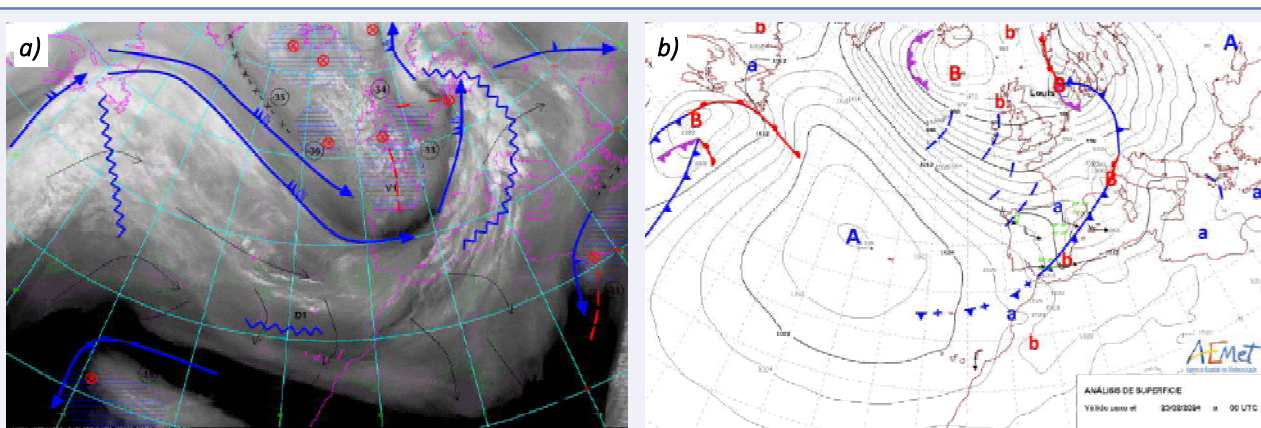


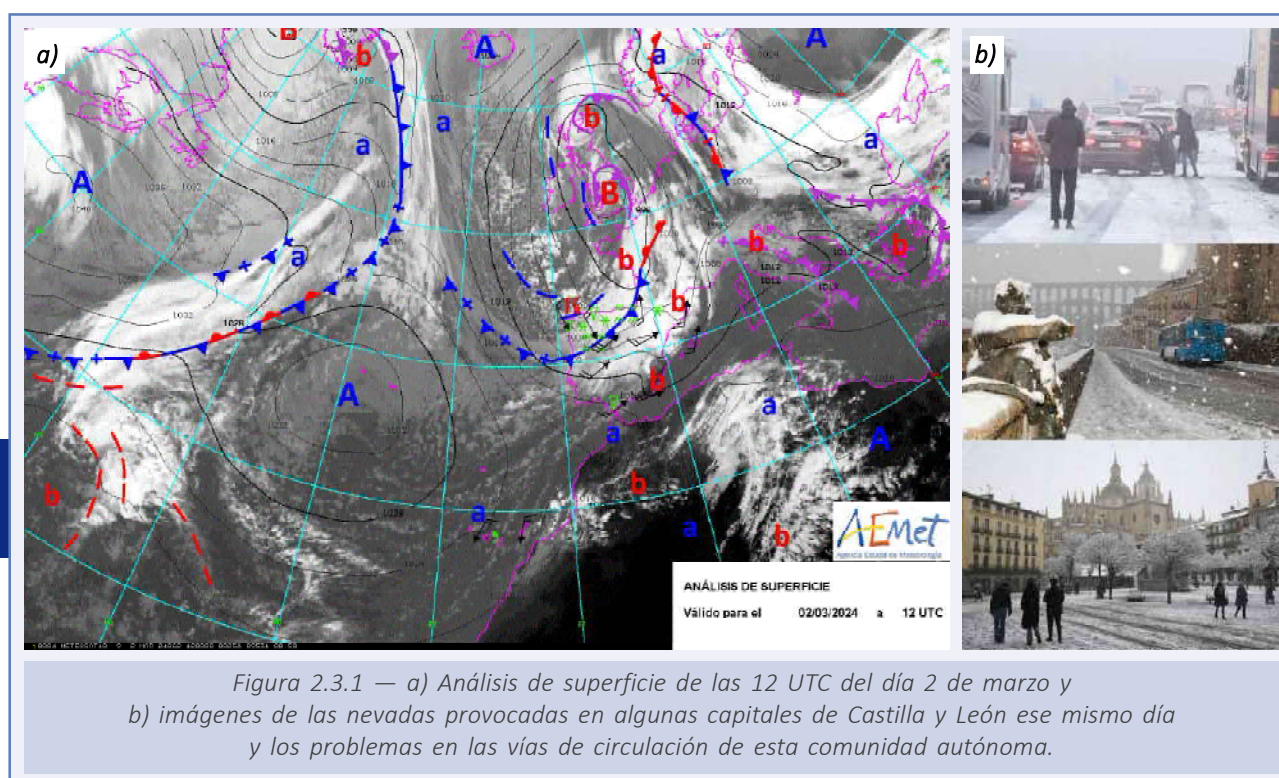
Figura 2.2.1 — a) Imágenes correspondientes al diagnóstico de niveles altos, superpuesto con la imagen del canal de vapor de agua 6.2 y b) análisis de superficie de niveles bajos. Ambas correspondientes a las 00 UTC del día 23 de febrero de 2024.

modo, los días 26 y 27 fueron muy lluviosos sobre el Cantábrico oriental, registrándose hasta 120 mm en Azpeitia (Guipuzkoa). La situación de norte se mantuvo hasta final de mes.

En cuanto a Canarias, el patrón monzónico de finales de enero se mantuvo hasta el día 8, dando lugar a episodios de calima y altas temperaturas. El día 9 la profundización frente a la Península de una baja secundaria asociada a la borrasca Karlotta afectó de lleno a las islas, dando lugar entre los días 9 y 11 al único evento destacable de precipitaciones de febrero. El resto del mes se impusieron condiciones de alisio, provocado principalmente por el posicionamiento de una región anticiclónica al oeste del archipiélago.

2.3. MARZO

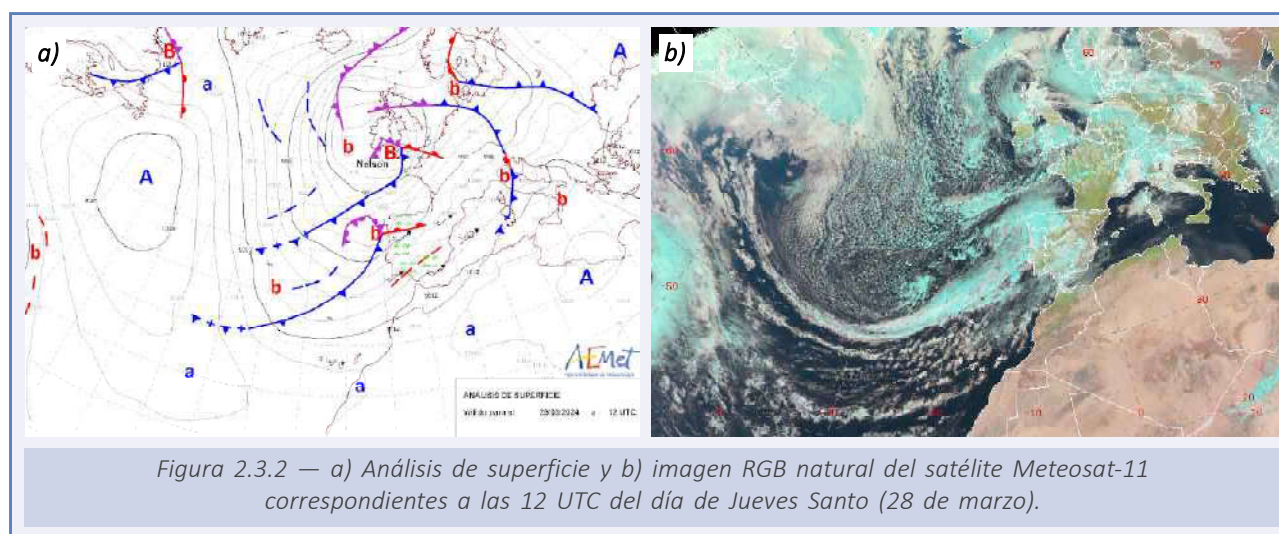
Durante la primera decena de marzo la Península y Baleares se vieron afectadas por la influencia de diferentes borrascas atlánticas. La primera de ellas se desplazó muy al norte, hacia el entorno de las islas británicas, y dio lugar a la entrada de una masa de aire marítimo polar muy frío que provocó nevadas en cotas relativamente bajas, como las que se observaron el día 2 en algunas capitales castellanoleonesas (figura 2.3.1). Las nevadas se produjeron de forma generalizada por todas las áreas montañosas del norte, centro e interior este peninsular.



Tras esta invasión fría, se produjo un breve período anticiclónico que finalizó con la formación el día 6 de otra profunda borrasca atlántica, Mónica, hacia el noroeste de la Península. La borrasca se mantuvo muy estacionaria en esta posición, provocando un fuerte flujo de suroeste que advectaba abundante humedad sobre toda la Península y en especial sobre Andalucía occidental y la mitad oeste. Así, las precipitaciones fueron abundantes en gran parte de la Península entre los días 7 y 9. Tras el relleno lento de Mónica, las altas presiones frente a la península ibérica fueron intensificándose y extendiéndose paulatinamente hacia la Península, donde terminaron centrándose el día 13, para desplazarse seguidamente y de forma lenta hacia el Atlántico norte y norte de Europa. De este modo, fue configurándose el patrón sinóptico de la clasificación de Font conocido como «anticiclón atlántico europeo» cuyo marco refleja una extensa región anticiclónica que se extiende zonalmente por el Atlántico norte e invade la mitad occidental del norte de Europa, acompañada en su vertiente sur por una amplia región de bajas presiones entre la Península y Canarias. De este modo, las condiciones atmosféricas sobre Canarias se tornaron muy

inestables entre los días 21 y 24, produciéndose precipitaciones generalizadas y puntualmente intensas. Entre estas precipitaciones destacaron los casi 70 mm registrados en la isla de La Palma el sábado 23. Durante este período de tiempo sobre la Península y Baleares, las condiciones atmosféricas fueron mucho más estables.

El día 24, coincidiendo con el comienzo de la Semana Santa, se produjo un cambio significativo del tiempo tanto en la Península y Baleares, como en las Canarias. Las bajas presiones entre Canarias y la Península se desplazaron hacia el sur peninsular, provocando precipitaciones abundantes en toda Andalucía durante el Domingo de Ramos. Al día siguiente, y hasta el final del mes, se produjo la formación de otra gran borrasca sobre la zona del golfo de Vizcaya, Nelson (figura 2.3.2). Esta borrasca se mantuvo cuasiestacionaria, desplazándose muy lentamente hacia las islas británicas. Su proximidad a la Península condicionó el tiempo sobre ella entre el Martes Santo y el Domingo de Resurrección. El continuo trasiego de frentes impulsados por Nelson sobre la Península dio lugar a precipitaciones muy abundantes en toda la fachada atlántica peninsular, con un tiempo muy similar al de la primera decena del mes. Mientras tanto, Canarias se situaba al margen de esta situación produciéndose por allí una circulación del este que dio lugar a unas temperaturas anormalmente altas en el archipiélago.

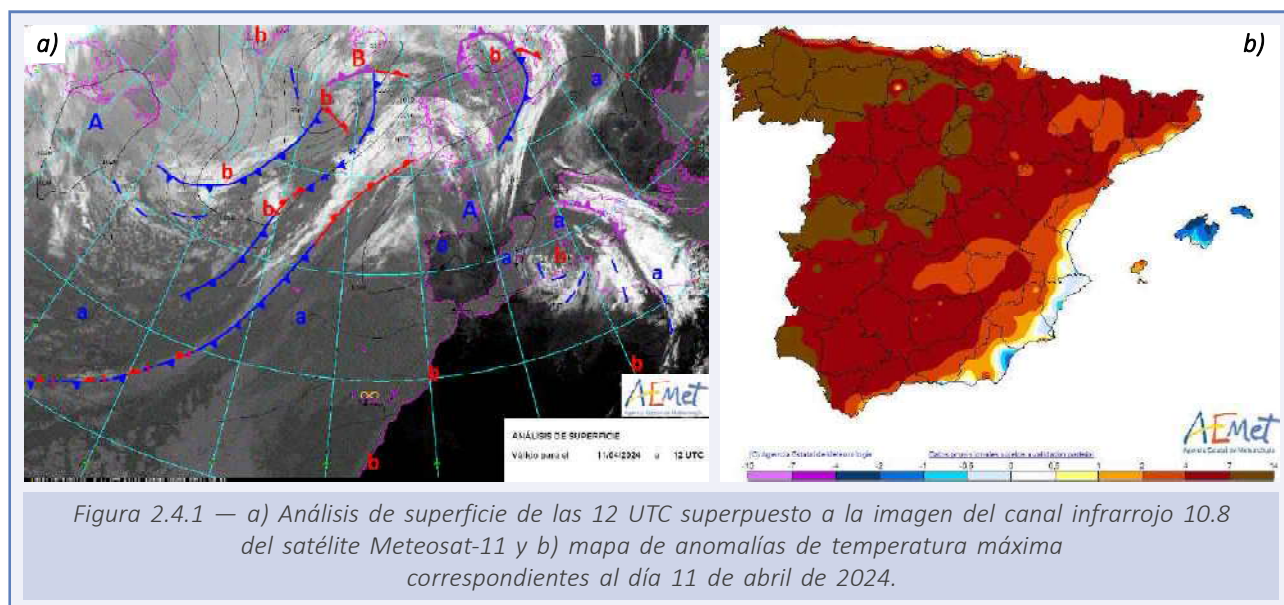


2.4. ABRIL

Los dos primeros días de abril comenzaron bajo la influencia de la borrasca Nelson, que de una manera lenta iba perdiendo intensidad e influencia sobre la mitad sur peninsular, donde empezaba a dominar el anticiclón subtropical. Durante los siguientes días se configuró un patrón omega (vaguada-dorsal-vaguada), con un potente anticiclón de bloqueo de eje meridiano sobre Europa central y que se extendía hacia Escandinavia, mientras otra amplia vaguada sobre el Atlántico favorecía la generación de extensas y profundas depresiones al oeste de las islas británicas. Bajo esta configuración se produjo una fuerte circulación de sur sobre la Península y Baleares, dando lugar a una entrada de aire africano que provocó la presencia de abundante polvo en suspensión de origen sahariano. Destacaron las elevadas concentraciones de polvo el día 7, con reducciones significativas de la visibilidad en el sur y este peninsulares.

El desplazamiento de estas borrascas hacia el mar del Norte, donde acababan disipándose, hacía que su influencia sobre el norte peninsular fuera poco a poco desapareciendo. Mientras tanto, las altas presiones subtropicales se extendían por todo el suroeste y se reforzaban hacia Centroeuropa (figura 2.4.1). De este modo la estabilidad fue en aumento, cesando las precipitaciones y produciéndose un ascenso generalizado de las temperaturas que se mantuvieron en valores significativamente altos para la época. Esta situación se prolongó entre los días 9 y 15 afectando también a Canarias, manteniéndose por allí un régimen de vientos de procedencia africana que elevaron también las temperaturas en el archipiélago. A partir del día 15, el posicionamiento de una región de bajas presiones sobre el golfo de Génova dio lugar a un cambio de tiempo brusco en todo el litoral cantábrico, aunque más acusado en su mitad oriental, donde se experimentó un acusado descenso de las temperaturas.

Al igual que sucediera durante el mes de marzo, a partir del día 17 se configuró de nuevo un patrón muy parecido al del «anticiclón atlántico-europeo» aunque en esta ocasión el sistema depresionario entre la Península y Canarias presentaba una menor extensión espacial, así como una menor profundidad. En esta ocasión las precipitaciones en Canarias



fueron prácticamente inexistentes, produciéndose un descenso importante de las temperaturas como consecuencia del aumento de la circulación de componente norte. Al igual que sucediera en marzo, el patrón sinóptico acabó con el restablecimiento de la actividad ciclogénica sobre el Atlántico norte. Una de las borrascas formadas en la zona del golfo de Vizcaya dio lugar a un nuevo episodio de precipitaciones entre el 26 y el 28, muy abundantes en general, excepto en la fachada mediterránea. Tras el paso del frente frío de esta borrasca se produjo un acusado descenso de las temperaturas que se mantuvo hasta el final de abril.

2.5. MAYO

El mes de mayo comenzó con el dominio de la circulación ciclónica en altura, de componente suroeste, asociada a una amplia vaguada que afectaba a la Península y Baleares y que desarrolló un importante sistema depresionario frente a las islas británicas. El forzamiento dinámico sobre la Península y el aire frío en altura mantuvieron una atmósfera muy inestable y todavía relativamente fría para la época del año. Así, el día 1 se produjeron nevadas en todos los sistemas montañosos de la mitad norte, destacando una tormenta muy intensa en León que dejó una fuerte granizada. Entre los días 1 y 6 la situación de inestabilidad fue generalizada en toda la Península, destacando también otra granizada el día 6 en Murcia. Mientras tanto, Canarias se encontraba bajo una situación de alisio impuesta por el anticiclón subtropical.

A partir del 7, la baja que se había trasladado hacia el golfo de Vizcaya terminó por desaparecer a la vez que se desarrollaba una situación omega en niveles altos (figura 2.5.1), cuya dorsal se centró sobre la península ibérica. En los siguientes días, la dorsal se fue extendiendo en forma de cuña hacia latitudes mayores, alcanzado las islas británicas, a la vez que desarrollaba un potente anticiclón centroeuropeo. Con esta situación se produjo un aumento de la circulación de sur en la Península y Baleares que favorecía la estabilidad atmosférica en gran parte del territorio y temperaturas altas para la época.

Esta situación comenzó a cambiar a partir del día 12 con el desplazamiento de la dorsal hacia el este y la llegada de una vaguada atlántica que desarrolló nuevas borrascas al oeste de las islas británicas, las cuales posteriormente se desplazaban hacia el este manteniéndose en latitudes muy altas. El radio de influencia de estas borrascas alcanzaba solo a la mitad norte de la Península y a Baleares, donde a lo largo de la semana se produjeron precipitaciones. Mientras tanto, el sur peninsular mantenía unas condiciones muy estables debido a la influencia del anticiclón subtropical reforzado hacia el norte de Canarias y que mantenía la circulación del alisio sobre el archipiélago. La dinámica atmosférica se mantuvo más o menos en esta línea hasta el día 22, fecha a partir de la cual el anticiclón subtropical, más desarrollado y centrado sobre las Azores, empezó a dominar por completo sobre el territorio peninsular y las islas Baleares. La masa de aire en niveles altos, relativamente fría para la época del año, el ascenso generalizado de las temperaturas máximas

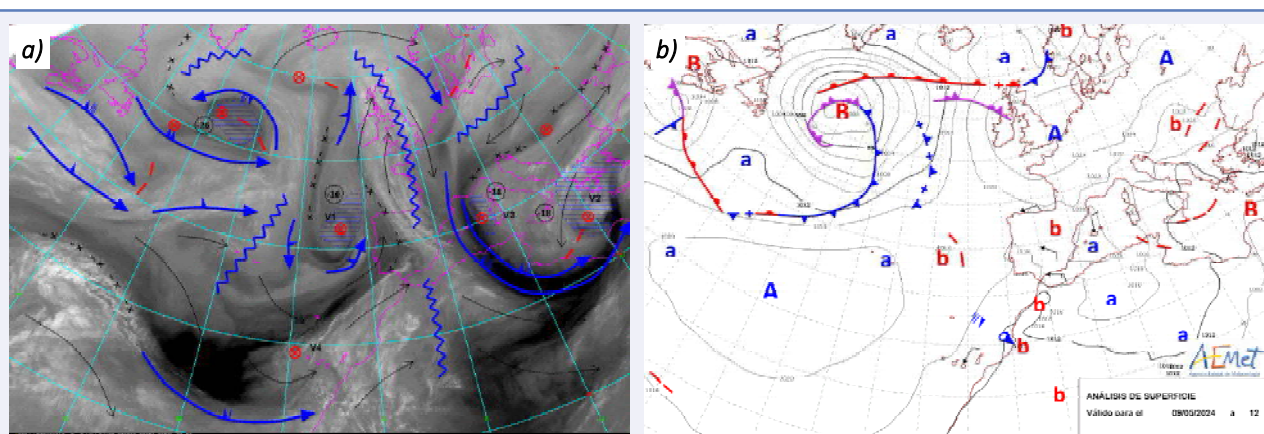


Figura 2.5.1 — a) Imágenes correspondientes al diagnóstico de niveles altos superpuesto a la imagen del canal de vapor de agua 6.2 del satélite Meteosat-11 y b) análisis de superficie de niveles bajos correspondientes al día 9 de mayo de 2024.

en superficie y el dominio de las brisas favorecieron la inestabilidad térmica y el desarrollo de tormentas durante las tardes en zonas del norte peninsular, principalmente del nordeste entre los días 23 y 24. Mientras tanto, en Canarias se mantenía la situación de alisio.

Hacia el final del mes, el anticiclón de las Azores se desplazó más al norte, hasta situarse al oeste de las islas británicas, favoreciendo así la circulación de norte sobre la Península y Baleares, y provocando un descenso de las temperaturas y el regreso de las precipitaciones al litoral cantábrico. En Canarias, la existencia de un gradiente bórico zonal provocaba un alisio muy de componente norte, manteniéndose el ambiente estable, sin precipitaciones y temperaturas ligeramente por debajo de las normales.

2.6. JUNIO

Durante los primeros días del mes de junio continuó la misma situación de finales de mayo, con un marco sinóptico muy similar y las tormentas, de ciclo diurno, seguían afectando al norte y noreste peninsular. El día 7 cambió la situación de forma muy significativa. La llegada de una depresión fría en altura por el suroeste peninsular el viernes, y su traslado hacia el noreste peninsular durante los siguientes dos días, provocó un descenso generalizado de las temperaturas y el desarrollo de tormentas, repartidas por la mayoría de las regiones peninsulares y de carácter fuerte y puntualmente intensas (figura 2.6.1). Como ejemplo de estas intensidades está el acumulado de 55 mm registrado el domingo 9 de junio en tan solo una hora en la localidad de La Almunia de Doña Godina (Zaragoza). La depresión en altura afectó previamente al archipiélago canario, rompiendo con el régimen de alisio que había dominado durante todo el mes de mayo, dejando algunas precipitaciones, en general débiles, durante los días 6 y 7 en las islas más occidentales.

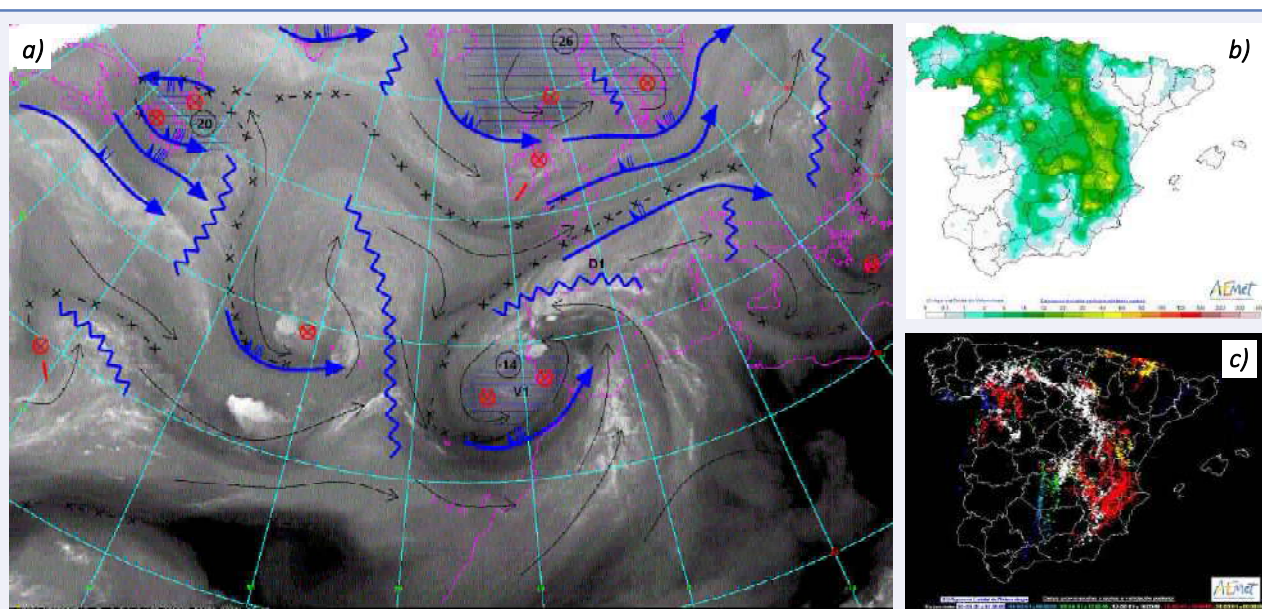


Figura 2.6.1 — a) Imagen correspondiente al diagnóstico de niveles altos superpuesto a la imagen del canal de vapor de agua 6.2 del satélite Meteosat-11 de las 00 UTC del día 8 de junio. Imágenes de b) la precipitación acumulada y c) descargas eléctricas registradas durante este día.

Tras el paso de la perturbación sobre la Península se volvió a la situación previa, dominando el anticiclón atlántico, algo más al norte de su posición más frecuente sobre las Azores. Por otro lado, continuaba la presencia de aire frío proveniente de una vaguada cuyo eje se localizaba sobre el Mediterráneo occidental. Así, continuaron produciéndose tormentas que en el área mediterránea fueron muy intensas entre el 10 y el 12 de junio, destacando por ejemplo una que dejó 55 mm en una hora en la ciudad de Murcia el día 12, de entre ellos, 32 mm se acumularon en tan solo diez minutos.

A partir del día 13 el centro del anticiclón se fue trasladando hacia latitudes subtropicales, mientras que la vaguada se retiraba del este peninsular y se adentraba hacia el Mediterráneo central y oriental. De este modo, comenzó un período corto de estabilidad en la

Península y Baleares que se prolongaría poco más de 4 días. Así, el día 17 se formó al noroeste de Galicia una nueva borrasca atlántica que afectó de lleno a gran parte de la Península entre los días 18 y 20, dejando precipitaciones abundantes en el oeste y norte peninsular, siendo escasas en la región levantina y en Baleares, donde la presencia de polvo en suspensión y alguna lluvia de barro resultó lo más destacado de la borrasca. Canarias, mientras tanto, seguía inmersa dentro de la circulación normal del alisio.

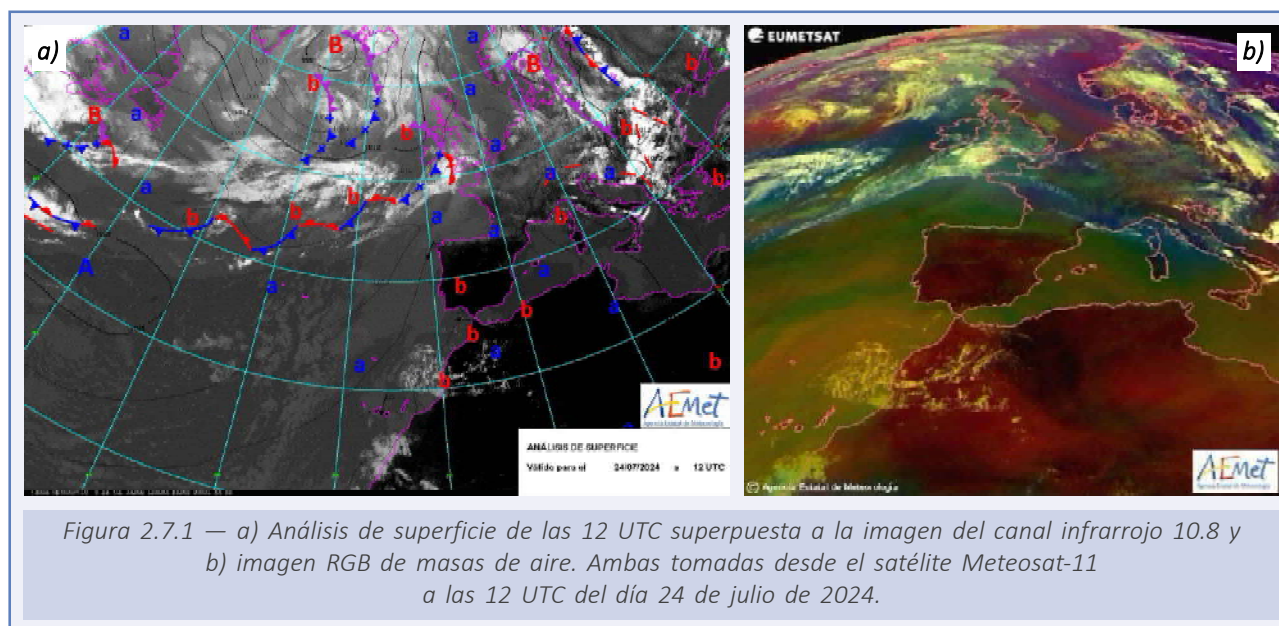
De nuevo, tras el paso de la borrasca se estableció otro período breve anticiclónico, con estabilidad generalizada por todo el territorio español. Este período acabó con el descuelgue de una vaguada hacia el noroeste peninsular que terminó por estrangularse en dana el día 24. Esta situación provocó una fuerte inestabilidad térmica en el norte y noroeste peninsular entre el 25 y 27 de junio, generalizándose la inestabilidad los días 28 y 29, cuando se produjeron tormentas por casi todo el territorio peninsular. El último día del mes, la dana se retiró hacia el noreste peninsular mientras que a su vez se iba desarrollando un nuevo vórtice ciclónico hacia la región del golfo de Cádiz.

2.7. JULIO

Tras la inestabilidad de los últimos días de junio, el comienzo de julio se caracterizó por el aumento de la estabilidad por el norte peninsular, provocada por la extensión del anticiclón de las Azores en forma de cuña hacia el Cantábrico. De este modo, la circulación dominante sobre la Península fue del norte, con temperaturas bajas para la época y convección en la vertiente mediterránea y las islas Baleares. Tras un ascenso térmico generalizado los días 3 y 4, el desplazamiento hacia el oeste del anticiclón atlántico dio paso a vaguadas de onda corta y a borrascas atlánticas que afectaron a la mitad norte y al tercio oriental peninsular. Se registraron lluvias, actividad convectiva y las temperaturas experimentaron un descenso generalizado hasta el día 9. Canarias se mantuvo bajo la influencia de una masa cálida subtropical, estable y seca en altura, y un régimen de alisios moderados con rachas fuertes o muy fuertes en zonas expuestas, nubosidad baja en el norte de las islas y anomalías térmicas, en general, negativas.

Las temperaturas experimentaron un nuevo ascenso los días 10 y 11 en la Península y en las islas Baleares (se superaron los 40 °C en amplias zonas). A partir del viernes 12, el dominio de la circulación zonal y el paso de varias borrascas atlánticas establecieron sobre la Península una masa de aire húmeda y relativamente fresca para la época. Se produjo un descenso térmico generalizado, más acusado en la mitad norte peninsular, lluvias débiles en el extremo norte y chubascos en el Levante. Al final de la segunda semana, en el tercio oriental el régimen de ponientes ocasionó un ascenso térmico notable e incluso extraordinario en algunos puntos. Esta configuración con el anticiclón desplazado hacia el oeste y paso de borrascas se mantuvo hasta el martes 16. En Canarias, el alisio se intensificó provocando lloviznas al norte de las islas y tenía lugar una intrusión de polvo en suspensión en altura. Las temperaturas experimentaron un ascenso notable en el interior (se registraron 40.5 °C en San Bartolomé de Tirajana el día 12).

Durante la segunda quincena del mes de julio, tuvieron lugar dos episodios diferentes en los que un amplio anticiclón en niveles medios y altos se intensificó y se extendió desde el norte de África hacia la Península. Se produjeron dos olas de calor: la primera de ellas



entre los días 18 y 20 de julio, y la segunda, entre el 23 de julio y el 1 de agosto. En ambos casos, la advección de una masa de aire muy cálido, seco y estable provocó un ascenso generalizado de las temperaturas. El primer evento, que estuvo acompañado de calima, tuvo su día álgido el viernes 19 y afectó especialmente a la mitad sur y al cuadrante nororiental peninsular. Varias estaciones superaron los 42 °C y el valor más elevado fue de 44.2 °C en Ontinyent (Valencia). Los días 19 y 20 el archipiélago canario también estuvo afectado por la masa de aire sahariano, con temperaturas significativamente elevadas en medianías y cumbres en vertientes sur de las islas. En el segundo episodio, se superaron los 42 °C en amplias zonas del centro y el cuadrante suroccidental peninsular, y se alcanzaron los 45.6 °C en El Granado (Huelva) el día 24 (figura 2.7.1). La masa cálida sahariana también irrumpió en las islas Canarias, en este caso con calima ligera en medianías y cumbres, y ascenso térmico generalizado. El régimen del alisio se restableció en los últimos días de julio.

Los días que transcurrieron entre los episodios de ascenso térmico generalizado descritos en el párrafo anterior estuvieron caracterizados por masas de aire más frescas y circulaciones ciclónicas que favorecieron desarrollos convectivos de cierta entidad en algunas regiones. El domingo 21, con una dana al norte de los Pirineos, se produjeron chubascos localmente fuertes acompañados de granizo en el noreste de Cataluña, que dieron lugar a inundaciones y riadas en algunos puntos. En Espolla (Girona) se efectuó el desalojo de 60 personas que participaban en una acampada juvenil.

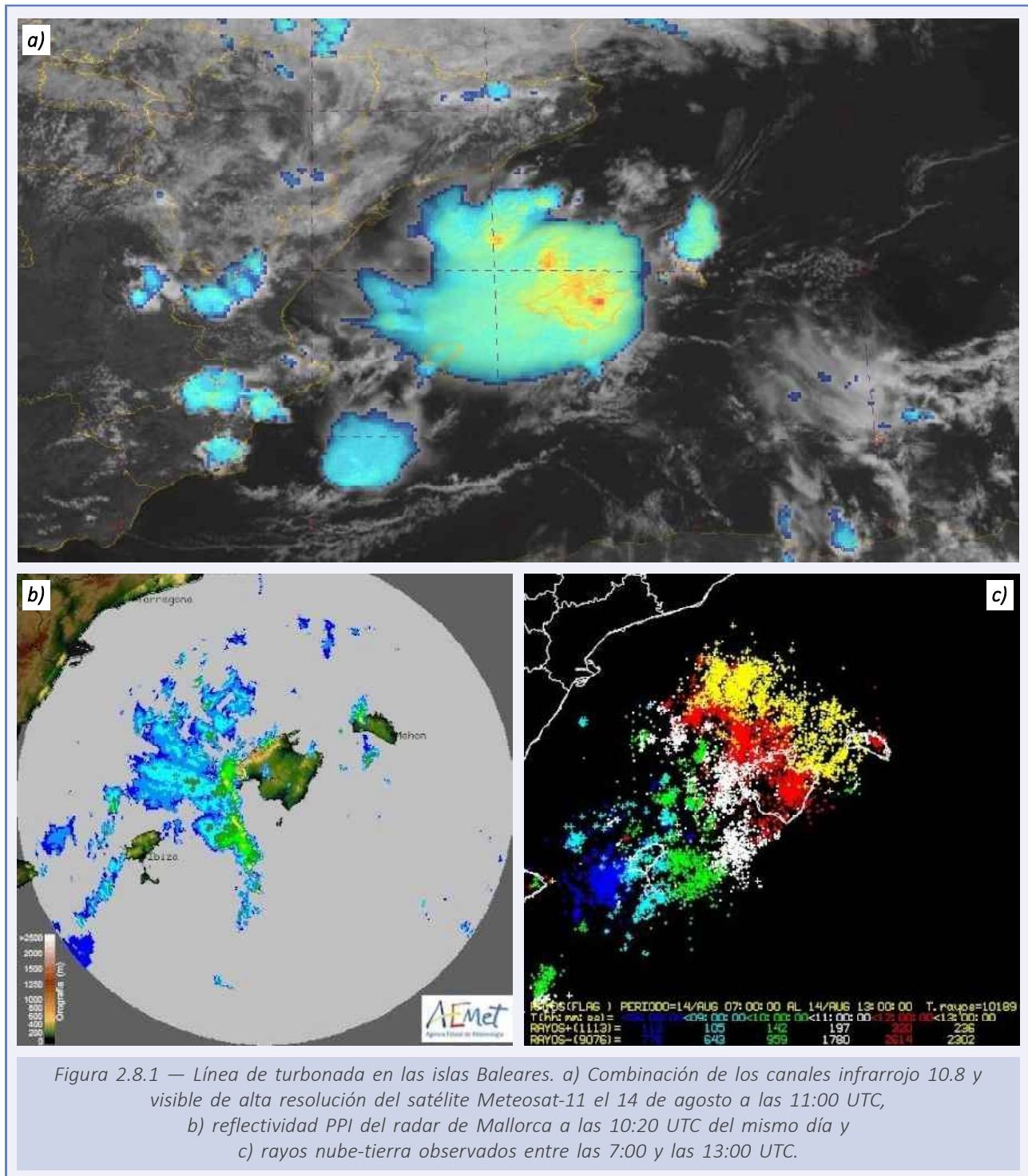
2.8. AGOSTO

El mes de agosto comenzó con la continuidad del episodio de ola de calor iniciado a finales de julio. A partir del día 2 las temperaturas descendieron, a pesar de lo cual siguieron predominando las anomalías cálidas durante las primeras semanas del mes. De hecho, la tercera ola de calor del verano en la Península y Baleares tuvo lugar entre los días 4 y 12 de agosto. En superficie, un anticiclón atlántico centrado al oeste de las islas Azores se extendía hacia Canarias, el oeste peninsular y el área cantábrica, y seguía penetrando hacia Europa y el Mediterráneo los días siguientes. El gradiente bórico fue en general escaso, con vientos flojos y régimen de brisas. Esta situación se prolongó hasta el día 8 con ligeras variaciones, como el paso de un frente frío sobre el extremo norte los días 6 y 7. Las islas Canarias se mantuvieron bajo un régimen de alisios moderados con rachas fuertes entre canales y zonas expuestas, nubosidad baja en el norte de las islas y temperaturas elevadas en medianías y cumbres. Durante los primeros días estuvo presente una calima ligera.

El viernes 9 irrumpió en la Península una dorsal en niveles medios. Las temperaturas, que ya eran elevadas, continuaron ascendiendo progresivamente debido a un flujo del sur y sureste, especialmente en los valles de los grandes ríos peninsulares y depresiones del noreste. La situación se prolongó hasta el domingo 11 y tuvo su día más álgido el sábado 10, cuando la estación de Almadén (Ciudad Real) registró 43.9 °C. Las islas Canarias también se vieron afectadas por una masa cálida de origen sahariano. La inversión del alisio descendió hasta los 500 m de altitud, aproximadamente, y las temperaturas fueron muy elevadas en medianías y cumbres. En Tejeda (Gran Canaria) se superaron los 39 °C los días 12 y 13.

El día 12 una vaguada atlántica acabó aislándose en forma de dana sobre el área mediterránea. La situación dio lugar a un descenso generalizado de las temperaturas y a chubascos y tormentas acompañadas de granizo de gran tamaño en el tercio oriental peninsular y en las islas Baleares, con intensidad fuerte en puntos del archipiélago (figura 2.8.1). El jueves 15 se produjo el episodio más adverso en Baleares, cuando en Es Mercadal (Menorca) se registraron 204.4 mm en 24 horas. Se produjeron inundaciones por las lluvias torrenciales, con cortes de carreteras, rescates y múltiples incidencias. La circulación ciclónica se fue retirando hacia el este y volvió a dominar un anticiclón atlántico centrado en el entorno de las islas Azores que se extendía en forma de cuña hacia la Península, con bajas relativas sobre el suroeste y el área mediterránea. Las temperaturas experimentaron un ascenso generalizado, salvo en el extremo norte por el paso de frentes atlánticos. Varios vórtices y vaguadas en altura favorecieron el desarrollo de tormentas en distintos puntos de la geografía peninsular, con abundante aparato eléctrico en algunos casos, chubascos localmente fuertes y granizo. El viernes 23 en Alcázar del Rey (Cuenca) se registraron 52.6 mm en 1 hora, mientras que el domingo 25 tuvieron lugar inundaciones en varias localidades de la misma provincia. En Canarias se mantuvo el régimen de alisios moderados con temperaturas altas, que se vio interrumpido por dos episodios de ondas tropicales del este, los días 19 a 21 y los días 26 y 27. En el primer caso, un flujo húmedo aportó abundante nubosidad media, aparato eléctrico y chubascos en Fuerteventura el día 20. El segundo episodio no tuvo un impacto significativo sobre el tiempo sensible en las islas.

En la Península, el mes de agosto se despidió con un episodio de chubascos y tormentas localmente muy fuertes entre los días 29 y 31. Una profunda vaguada atlántica evolucionó hacia una dana que aportó forzamiento dinámico y humedad subtropical. Se desarrollaron tormentas acompañadas de granizo en amplias regiones de la mitad norte y del centro



peninsular, que afectaron especialmente al cuadrante noreste. Se superaron los 40 mm en una hora en diversas estaciones del entorno del sistema Central, sistema Ibérico, valle del Ebro, los Pirineos y meseta septentrional.

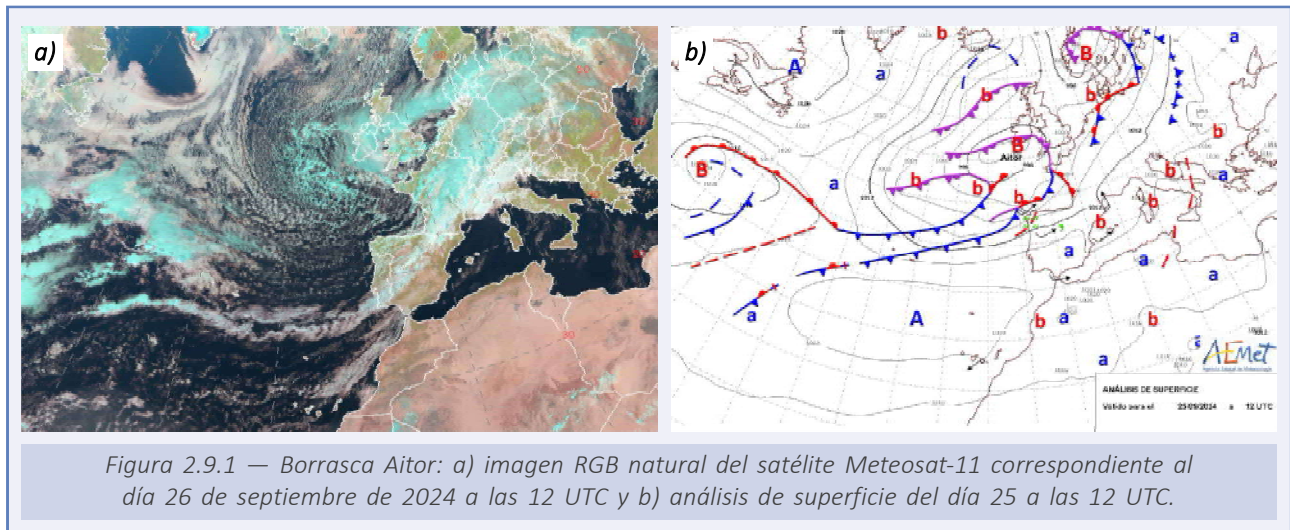
2.9. SEPTIEMBRE

El inicio del mes de septiembre estuvo marcado por la continuidad del episodio de chubascos y tormentas que comenzó a finales de agosto. Los días 1 a 4 se produjeron desarrollos convectivos en el tercio oriental peninsular y en las islas Baleares con intensidad localmente torrencial. El martes 3, en Hellín (Albacete) se alcanzaron los 77.3 mm en 1 hora y 89.7 mm en 24 horas. Hubo inundaciones y numerosas incidencias. Además, en varias localidades de la provincia se produjeron granizadas importantes que provocaron daños en vehículos y mobiliario urbano. Desde el día 5 la mitad norte de la Península estuvo afectada por una baja fría aislada con un frente frío que penetraba desde el mar Cantábrico. Fue provocando un descenso generalizado de las temperaturas, lluvias moderadas en el tercio norte y chubascos localmente fuertes en los entornos de los Pirineos y del litoral catalán.

El día 9, un anticiclón atlántico centrado al norte de Azores abarcaba gran parte del Atlántico y se extendía hasta la península ibérica y Canarias. Un flujo fresco del noroeste recorría toda la Península y Baleares con aporte de humedad en el norte peninsular y en el Mediterráneo, vientos intensos en el valle del Ebro y en las islas Baleares, y lluvias débiles a moderadas en el extremo norte. El jueves 12, la borrasca Boris se encontraba sobre el norte de Italia con su sector frío afectando al tercio norte peninsular y a Baleares. Las temperaturas alcanzaron anomalías negativas en esa zona y se produjeron lluvias moderadas en el área cantábrica y débiles en el entorno mediterráneo. A partir del día 14, un extenso anticiclón cubría una zona muy amplia, desde Escandinavia hasta el Atlántico central, afectando a todo el territorio español salvo el golfo de Cádiz, donde existían bajas relativas de origen africano. Predominaba un flujo de levante, fuerte en el Estrecho, y condiciones de estabilidad con un ascenso generalizado de las temperaturas máximas. En Canarias, la primera quincena de septiembre se caracterizó por un régimen de alisio moderado con intervalos fuertes en zonas expuestas y entre canales, y nubosidad en el norte de las islas más montañosas con alguna lluvia débil y dispersa.

En el entorno de la Península y Baleares, el día 18 se inició un nuevo episodio de chubascos y tormentas. Una vaguada retrógrada penetró desde el noreste y, junto con la formación de bajas presiones al oeste de Portugal, dio lugar a una inestabilidad generalizada. Las tormentas afectaron a amplias zonas de la Península y causaron inundaciones importantes, por ejemplo, en Madrid, con afecciones a varias líneas de metro, autovías y líneas ferroviarias; o en Navarra, donde se registraron 149.9 mm en Eltzaburu entre los días 21 y 22, y 130.4 mm el día 21 en Irurtzun, ambas acumulaciones en 24 horas y en el último caso alcanzando intensidad torrencial.

El día 25 de septiembre irrumpió en la Península la primera borrasca de gran impacto de la temporada 2024-2025, nombrada por AEMET con el nombre de Aitor (figura 2.9.1). Los frentes asociados a esta borrasca penetraron el miércoles 25 por el extremo noroeste peninsular y el área cantábrica provocando lluvias localmente fuertes y persistentes en gran parte de Galicia, Castilla y León y Asturias, así como temporal marítimo en el océano Atlántico y en el mar Cantábrico. El viento fue intenso, con intervalos fuertes en gran parte del cuadrante noroeste peninsular y en el norte del sistema Ibérico. Los efectos de Aitor continuaron los días 26 y 27. Este último día la descarga fría posfrontal trajo un descenso de las temperaturas hasta valores inferiores a lo normal para la época del año. Hacia el final del mes se estableció un anticiclón subtropical que se extendía hacia Canarias y el



Mediterráneo occidental, con escaso gradiente bórico, bajas presiones relativas sobre el suroeste peninsular, y un ascenso térmico generalizado.

Al igual que el resto del mes de septiembre, el archipiélago canario estuvo expuesto a un alisio moderado con algunas rachas fuertes en zonas expuestas durante la segunda quincena salvo los días 17 a 20, cuando se vio afectado por una depresión atlántica de escaso gradiente bórico. Durante ese periodo se estableció un régimen de brisas con chubascos ocasionales en las islas.

2.10. OCTUBRE

Los primeros días del mes de octubre estuvieron marcados por una circulación polar ondulada en niveles medios. En superficie, un anticiclón atlántico con su centro entre las islas Azores y Canarias se extendía hacia la Península. Por el flanco norte de este anticiclón circulaban varias borrascas que dieron lugar a lluvias en la mitad norte. Entre ellas se encontraba la resultante de la transición experimentada por el ciclón tropical Isaac.

Durante los días siguientes, se sucedieron varios episodios de lluvias intensas. Los días 5 a 7, la influencia de un extenso sistema de bajas presiones con centro al oeste del Reino Unido dio lugar a lluvias generalizadas, tormentas localmente fuertes y rachas intensas de viento. A continuación, los días 8 y 9, la circulación adquirió un carácter zonal, mientras que el paso de la borrasca ex-Kirk por el mar Cantábrico dejó lluvias abundantes (230 mm en 24 horas en Casas do Porto, A Coruña) y provocó rachas huracanadas en varios puntos. El siguiente episodio ocurrió los días 11 a 13, cuando la borrasca Berenice, nombrada por AEMET y centrada en el entorno del golfo de Cádiz, afectó especialmente al cuadrante suroccidental peninsular con grandes acumulaciones de lluvia, tormentas y rachas de viento localmente muy fuertes. Los dos días siguientes, 14 y 15, estuvieron marcados por la influencia de un nuevo ciclón extratropical procedente de una transición. La borrasca ex-Leslie se situó frente a las costas portuguesas y produjo lluvias generalizadas y tormentas en los tercios sur y este peninsulares. Las mayores acumulaciones se registraron en el oeste del sistema Central, con 162.2 mm en 24 horas en Piornal (Cáceres), y las rachas fueron huracanadas en puntos de montaña. Las lluvias generalizadas continuaron hasta el jueves 17 debido a una circulación en niveles medios y altos muy ondulada, con paso de vaguadas en altura y bajas presiones en superficie, que favorecieron desarrollos convectivos, especialmente en el cuadrante noreste.

En Canarias, en los primeros días dominaba un alisio moderado con rachas fuertes en zonas expuestas y entre canales, nubosidad baja en el norte y este de las islas, y calima en altura. A partir del día 5 predominaron vientos flojos y régimen de brisas. El gradiente bórico fue escaso, con nubes de evolución de poco desarrollo y algún chubasco aislado. Desde el día 11 hasta el 16, el archipiélago canario se encontró bajo la influencia de las depresiones atlánticas que afectaron a la Península y a Baleares. Los sistemas de bajas presiones asociados a las borrascas Berenice y ex-Leslie dieron lugar a rachas muy fuertes en medianías y zonas altas (se alcanzaron 111 km/h en Izaña) y lluvias en todas las islas. Como dato más significativo, en Ciudad de El Paso, en la isla de La Palma, se registraron 75.8 mm el día 15.

El jueves 17 se restableció el régimen de alisio moderado con intervalos fuertes y muy fuertes en las islas más montañosas, entre canales y en zonas expuestas. La nubosidad baja quedaba retenida al norte de las islas. El sábado 26 se intensificó la componente norte y se produjeron lluvias persistentes en varios puntos del archipiélago además de un marcado descenso térmico. Los dos últimos días de octubre predominó un régimen de brisas con vientos flojos y ausencia de precipitaciones. Las temperaturas se mantuvieron en valores bajos para la época del año.

En la Península y Baleares, a partir del día 18, un anticiclón atlántico centrado al sur de Azores incrementó de manera general la estabilidad. Continuó el trasiego de borrascas por su flanco septentrional, si bien en este caso sus efectos se restringieron prácticamente al extremo noroccidental peninsular, y las temperaturas experimentaron un ascenso generalizado. El martes 22 el anticiclón basculó hacia el noreste favoreciendo un flujo

húmedo del este sobre Baleares y del noreste en el Levante. Esta configuración dio lugar a lluvias en el extremo oriental peninsular y en Baleares, con especial énfasis en las provincias de Valencia y Alicante, donde se superaron los 100 mm en 24 horas el miércoles 23. El día 24 comenzó un nuevo episodio de lluvias generalizadas. El frente frío asociado a una nueva borrasca atlántica con centro al suroeste del Reino Unido generó lluvias y tormentas con abundante aparato eléctrico, especialmente en el tercio este peninsular, el día 25, y en Baleares, el día 26. Las temperaturas experimentaron un acusado descenso. El sábado 26, la circulación ciclónica en altura se aisló de la circulación general en forma de dana y se situó sobre la Península provocando lluvias generalizadas ese día y el domingo 27.

Hacia el lunes 28, la dana se desplazó hasta situarse en el entorno del golfo de Cádiz, donde permaneció estacionaria tras producirse una ciclogénesis en niveles bajos y evolucionar a una borrasca fría aislada. Se inició un episodio de lluvias intensas, localmente torrenciales y persistentes en la península ibérica y en las islas Baleares que se extendió hasta el 4 de noviembre. La configuración sinóptica estableció un viento de levante intenso y muy húmedo en gran parte del área mediterránea. Los primeros efectos comenzaron a notarse en la noche del lunes, con granizo de tamaño superior a 5 cm en El Ejido (Almería) y dos tornados, uno en las costas de El Ejido y otro en la provincia de Granada. El día álgido del episodio fue el martes 29 (figura 2.10.1), cuando los mayores efectos adversos tuvieron lugar en Andalucía, Castilla-La Mancha y, principalmente, en la provincia de Valencia.

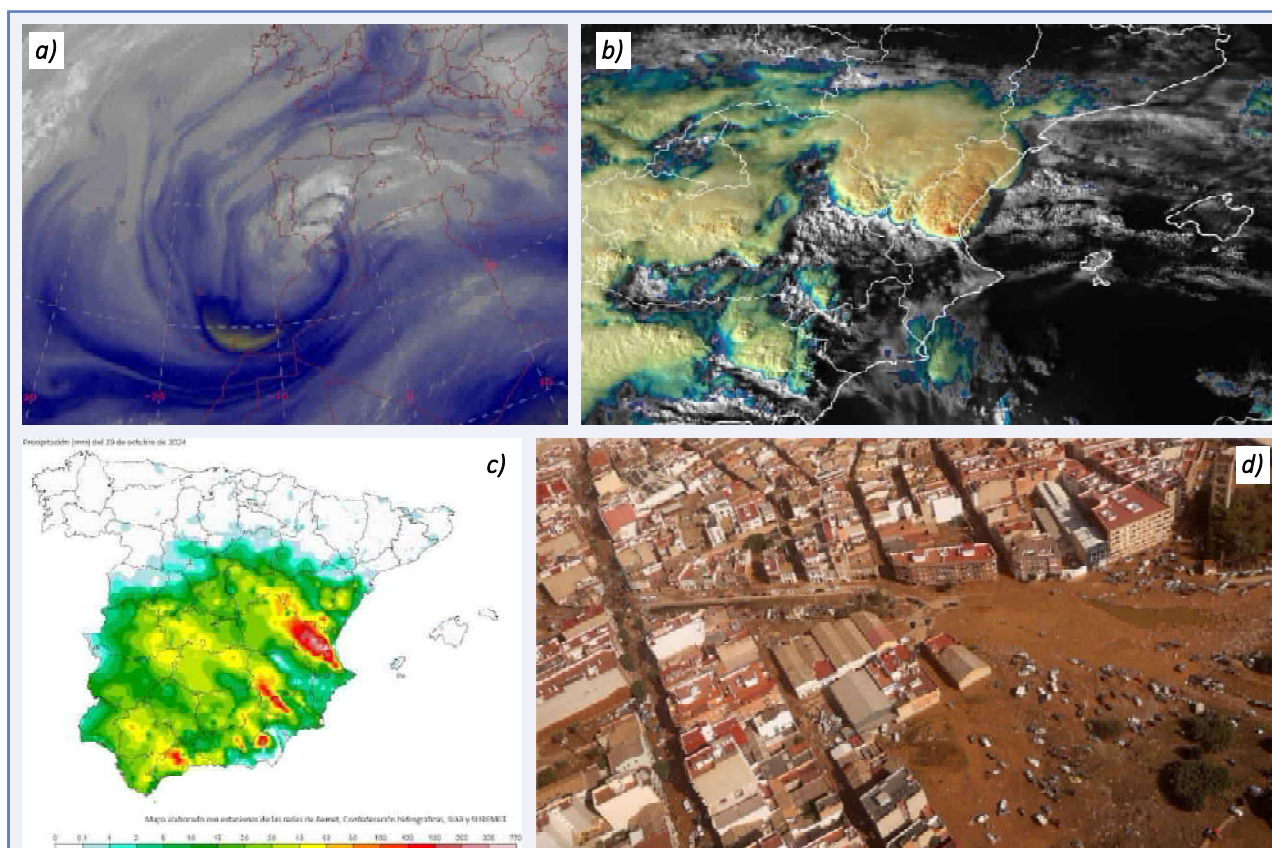


Figura 2.10.1 — a) Imagen del canal de absorción de vapor de agua 6.2 del satélite Meteosat-11 correspondiente a las 12 UTC del 29 de octubre de 2024, b) imagen composición de los canales 10.5 y 0.6 del Meteosat-12 a las 15 UTC del mismo día, c) precipitación registrada durante el día 29 de octubre en las estaciones de AEMET, Confederaciones Hidrográficas, SIAR y SUREMET, d) impactos producidos en Valencia vistos desde altura. Fuente de la última imagen: Reuters/Nacho Doce, publicada en El Periódico.

La estación de Turís Mas de Calabarra registró un total diario de 771.8 mm y batió varios récords de intensidad en España: 42 mm en 10 minutos, 102.8 mm en 30 minutos y 184.6 mm en 1 hora. Las lluvias provocaron los desbordamientos de la rambla del Poyo, del barranco de Barxet y de los ríos Magro y Júcar. Se produjeron, al menos, once tornados que afectaron a varios municipios de la Ribera Alta valenciana. Las inundaciones afectaron también a otras zonas de Mallorca, Albacete, Cuenca y Málaga. Se trata del evento natural más trágico de la historia reciente de España. A fecha de redacción de este informe y según fuentes oficiales, 227 personas perdieron la vida, de las cuales 8 fallecieron por causas no relacionadas con la dana. Del total de fallecidos, 219 pertenecen a 75 municipios de la Comunitat Valenciana, 7 a 2 municipios de Castilla-La Mancha y 1 a otro municipio de Andalucía. Continúan desaparecidas tres personas. Los daños materiales fueron muy cuantiosos.

Los días 30 y 31, con la dana desplazándose lentamente hacia el noroeste, las mayores acumulaciones se dieron en los cuadrantes suroccidental y nororiental peninsulares. En el último caso, las lluvias estuvieron acompañadas por tormentas con abundante aparato eléctrico. Se alcanzaron registros significativos, como los 109.8 mm en Morella (Castellón), el miércoles 30, o 126.6 mm en Valderrobres (Teruel), el jueves 31. También se produjeron inundaciones locales en la Campiña de Jerez y el Bajo Aragón de Teruel.

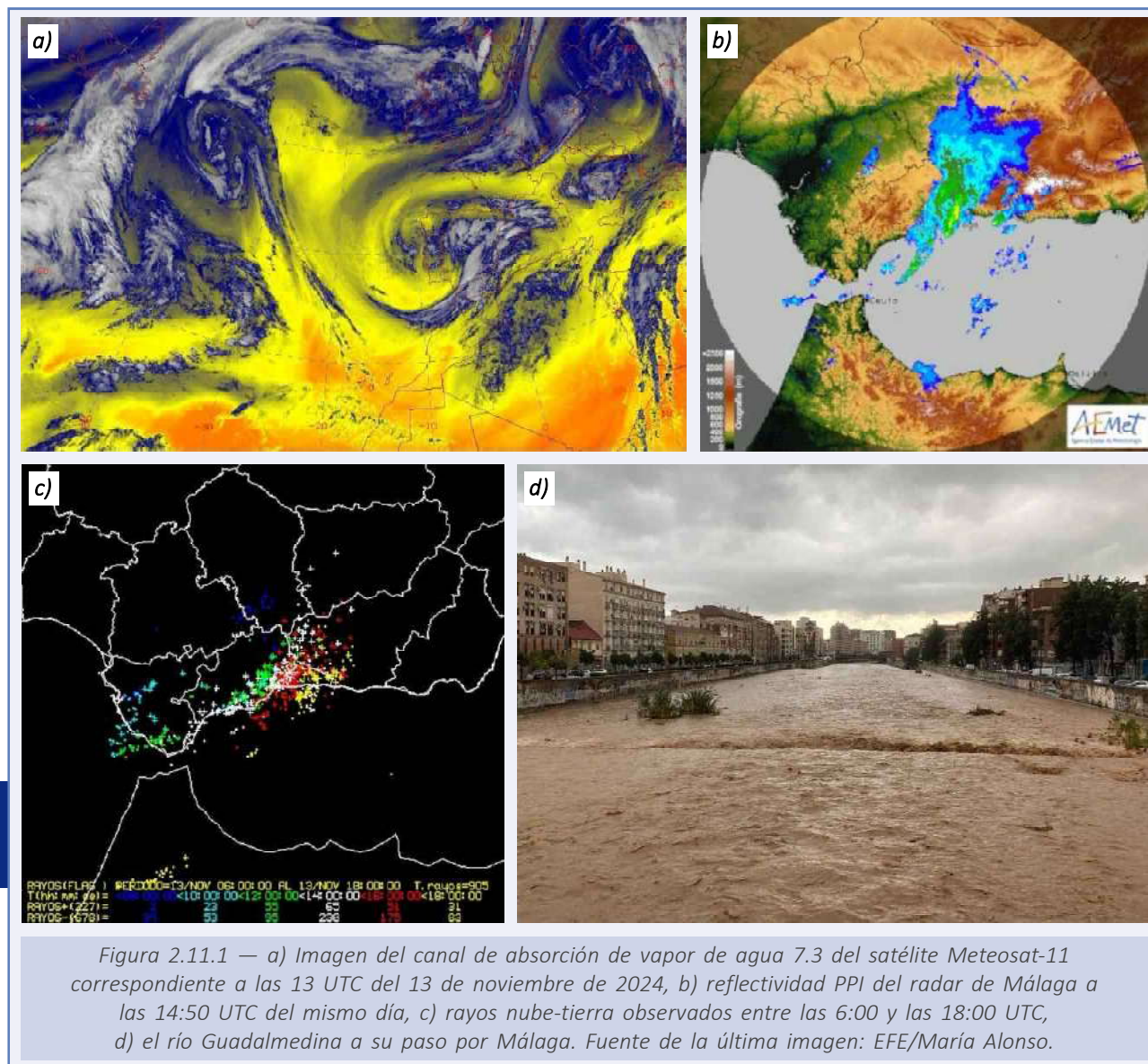
2.11. NOVIEMBRE

Durante los primeros días del mes de noviembre la situación sinóptica estuvo marcada por el episodio de lluvias que comenzó el 28 de octubre y se prolongó hasta el 4 de noviembre. La dana se desplazó hacia el sureste y en superficie se estableció un dipolo bórico entre un centro de bajas presiones al oeste del Algarve y un anticiclón sobre Centroeuropa y Reino Unido. Las lluvias y las tormentas continuaron siendo intensas en el cuadrante suroccidental, el Levante y el archipiélago balear. Destacan los registros de 137.8 mm en 12 h en Cartaya (Huelva), el día 1; 112.6 mm en 24 horas en Carcaixent (Valencia) y 63 mm en 1 hora en Tarragona, el día 3; y 149.6 mm en 24 horas, de los cuales 82.1 mm se recogieron en 1 hora, en Barcelona, el día 4. Se produjeron inundaciones en municipios de las provincias de Huelva, Almería y Barcelona, cortes de autovías y ferrocarriles, así como el cierre temporal del aeropuerto del Prat. Durante el día 4, la dana acabó siendo absorbida por la circulación general. En superficie se reforzó el anticiclón centroeuropeo y sus altas presiones abarcaban casi toda la Península. La convección y las precipitaciones continuaron con menor intensidad, pero localmente muy fuertes, en el cuadrante noreste peninsular y en Baleares, al tiempo que las temperaturas se mantenían de forma generalizada en valores altos para la época del año. Entre el viernes 8 y el domingo 10, el paso de frentes dejaba lluvias moderadas en la cornisa cantábrica.

En Canarias, noviembre comenzó con vientos flojos y régimen de brisas salvo el domingo 3 y el lunes 4, cuando la proximidad de la borrasca ex-Patty inducía un flujo del suroeste con rachas, en general, moderadas. Entre los días 8 y 10, la presencia de una borrasca al oeste del archipiélago favorecía un flujo de componente este que provocó la presencia de calima y el aumento de las temperaturas debido a la advección de una masa de aire cálido de origen africano. El día 8 se alcanzaron 37.1 °C en La Aldea de San Nicolás (Las Palmas).

Después de unos días de estabilidad en la Península y Baleares, una nueva dana se aisló desde el norte de Europa desplazándose hacia el suroeste y profundizándose en el Mediterráneo el miércoles 13. Tras evolucionar a borrasca fría aislada, permaneció en nuestro entorno hasta el sábado 16 y causó un incremento de la inestabilidad con un intenso flujo húmedo del este. Se produjo un descenso térmico generalizado desde el día 12 y precipitaciones intensas acompañadas de tormentas en el entorno mediterráneo. El día 13 (figura 2.11.1) se registraron en Málaga 144 mm en 24 horas, de los cuales 80.6 mm se recogieron en 1 hora. Tuvieron lugar inundaciones en la capital y en otros municipios de la provincia, así como trombas marinas en Marbella y un tornado en La Cala de Mijas. Los últimos días del episodio, con el desplazamiento retrógrado de la baja, las mayores acumulaciones fueron trasladándose hacia las provincias de Cádiz y Huelva. Este centro de bajas presiones acabó afectando también a Canarias los días 14 a 22, con chubascos en todas las islas, que estuvieron acompañados de rachas muy fuertes y abundante aparato eléctrico durante el miércoles 20. Se registraron 99 km/h en Agulo (Santa Cruz de Tenerife).

Tras unos días de dominio anticiclónico, volvió a establecerse la circulación de borrascas atlánticas sobre la Península y las islas Baleares. Los días 21 y 22 irrumpió la borrasca Caetano, nombrada por AEMET, que provocó temporal marítimo en el Cantábrico, rachas huracanadas, lluvias persistentes en el extremo norte y algunas nevadas. Acto seguido, los días 23 a 25, la extensa borrasca Bert, con su centro transitando por el norte de las islas británicas, dejaba lluvias moderadas, más intensas en el noroeste peninsular y rachas huracanadas. El domingo 24 se registró el récord absoluto de racha máxima en la Península, 235.8 km/h en Picos de Europa. Una baja secundaria asociada a Bert afectó a las islas



Canarias los días 24 y 25 con chubascos fuertes y tormentas. En el archipiélago, el resto del mes se caracterizó por un predominio de viento del este en superficie, nubosidad variable, ligera calima en superficie y temperaturas elevadas para la época (35.3 °C en La Aldea de San Nicolás el día 28).

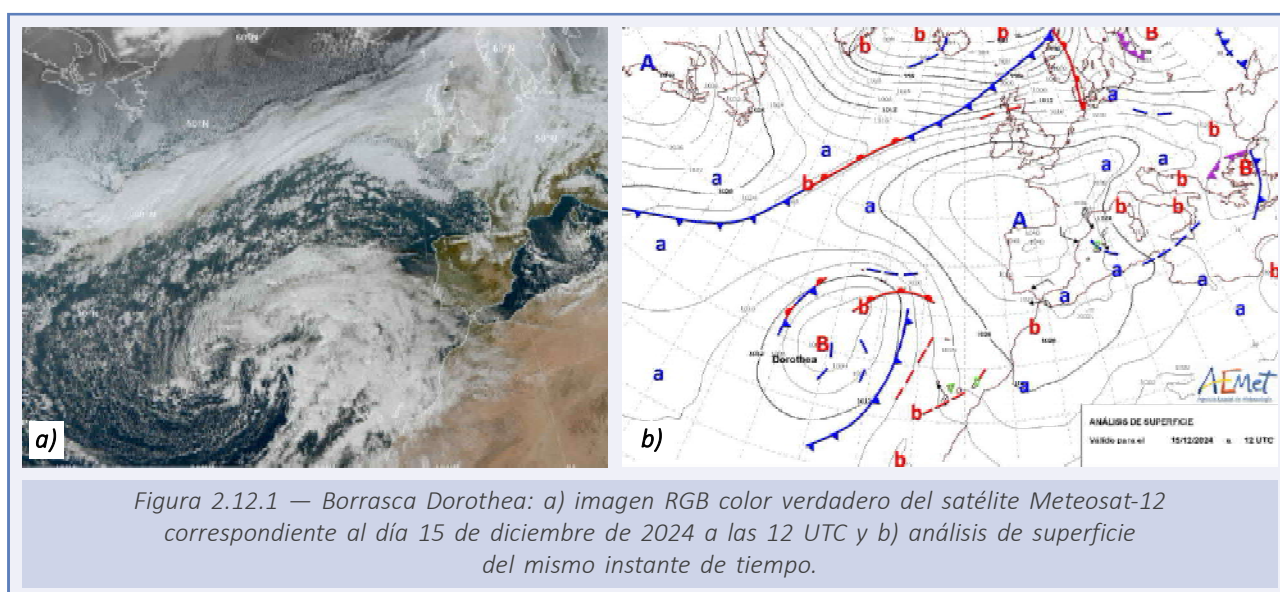
En la Península y en las islas Baleares, los últimos días de noviembre vinieron dominados por un anticiclón que se extendía desde Centroeuroa y presentaba altas relativas sobre la Península. En conjunción con una extensa borrasca que se aproximaba por el Atlántico, favorecía un flujo de componente sur que elevó de manera generalizada las temperaturas hasta anomalías positivas de 10 °C. Tan solo el valle del Ebro permaneció con anomalías negativas por la presencia de nieblas y nubes bajas.

2.12. DICIEMBRE

El mes de diciembre comenzó con una circulación polar ondulada en niveles medios y altos en el entorno de la Península y Baleares. En superficie, dos anticiclones, uno centrado al noreste de Europa y otro al oeste de Azores, se extendían sobre el Mediterráneo occidental, la península ibérica y Canarias. El gradiente bórico era escaso, con vientos flojos y régimen de brisas. En Galicia, un frente estacionario dejaba tormentas localmente fuertes y lluvias persistentes, que acabaron extendiéndose con intensidad débil a moderada a la mitad norte peninsular y a las islas Baleares. Las temperaturas permanecían en valores elevados para la época del año. A partir del sábado 7, la borrasca Darragh (nombrada por Met Office) y otra borrasca formada posteriormente hacia el golfo de Génova, advectaban una masa ártica que irrumpió en la Península ocasionando un descenso térmico generalizado y nevadas en amplias zonas de la mitad norte y en sierras de la mitad sur, con especial énfasis en los Pirineos, la cordillera Cantábrica y el norte del sistema Ibérico. Las rachas de viento fueron muy fuertes en el noreste peninsular y en Baleares, con temporal costero en el Cantábrico y el mar Balear. Entre los días 11 a 17, el predominio del régimen anticiclónico mantuvo las temperaturas mínimas en anomalías negativas, con heladas generalizadas, salvo en costas y depresiones de los grandes ríos, que fueron débiles en el interior, moderadas en zonas de montaña y fuertes en cotas altas de los Pirineos. El miércoles 11 y el jueves 12, el flujo del este en el Mediterráneo dio lugar a desarrollos convectivos de intensidad fuerte en el levante peninsular, las islas Baleares, el mar de Alborán y el Estrecho.

Las islas Canarias comenzaron el mes de diciembre con un flujo de componente este y una depresión en altura. Se desarrolló abundante nubosidad de tipo medio fruto de convección elevada y se registraron rachas localmente muy fuertes. A partir del día 6 se estableció un régimen de alisio moderado, con lluvia débil en el norte de las islas más montañosas, hasta que el sábado 14 alcanza al archipiélago la borrasca Dorothea (figura 2.12.1), cuarta borrasca de gran impacto de la temporada 2024-2025 del Grupo Suroeste de EUMETNET.

75



Nombrada por AEMET, la borrasca ocasionó un flujo intenso del sureste que se fue acelerando a sotavento de las islas, con rachas muy fuertes y huracanadas en las islas occidentales. Se registraron 139.3 km/h en Arure (La Gomera), 111.2 km/h en Izaña (Tenerife) o 105.1 km/h en Puntagorda (La Palma).

El frente frío de la borrasca Dorothea afectó a las costas occidentales de Galicia el día 17, mientras que, durante los días siguientes, nuevos frentes y centros de bajas presiones de su entorno fueron ocasionando lluvias generalizadas, más intensas en la cornisa cantábrica, y rachas muy fuertes en zonas expuestas del extremo norte y en el sistema Ibérico. Desde el día 20 hasta el final de diciembre hubo un claro predominio de las altas presiones sobre la Península y las islas Baleares debido a la influencia de anticiclones procedentes del Atlántico, hasta el martes 24, y de Europa oriental y Centroeuropa durante los últimos días del año. Hubo lluvias débiles, pero persistentes, en el extremo norte entre los días 20 y 24 asociadas al flujo de componente norte. Los días 30 y 31 una dana circulaba sobre Argelia favoreciendo desarrollos convectivos localmente fuertes y persistentes en el entorno de las islas Pitiusas y en el cuadrante sureste, especialmente intensos sobre el campo de Cartagena y el sur de Alicante. Hubo predominio de anomalías cálidas en las temperaturas máximas y frías en las mínimas, heladas en el interior y nieblas, que llegaron a ser densas y persistentes en zonas de las mesetas y en depresiones del noreste.

En Canarias durante la segunda mitad de diciembre predominó el viento de componente este, con rachas que localmente fueron muy fuertes. Hubo presencia de polvo en altura entre los días 16 y 20, y a partir del día 21, se formó una dana retrógrada que afectó al archipiélago. Se produjeron lluvias generalizadas, que en La Palma llegaron a ser localmente muy fuertes durante los días 23 y 24, con actividad eléctrica y granizo menudo. Entre el miércoles 25 y el domingo 29 se produjo la entrada de polvo en suspensión, que resultó más significativa en las islas orientales. En los últimos días del año, el viento era flojo y de componente este-sureste.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los siguientes organismos el uso de imágenes y datos que se hace en este documento:

- Copernicus Climate Change Service (**C3S**)
- European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (**ECMWF**)
- European Meteorological Services Network (**EUMETNET**)
- European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites (**EUMETSAT**)
- European Space Agency (**ESA**)
- International Pacific Research Center (**IPRC**)/Universidad de Hawái (**UH**)
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (**KNMI**)
- Meteorological Office (**Met Office**) of United Kingdom
- National Aeronautics and Space Administration (**NASA**) of United States
- National Oceanic and Atmospheric Administration (**NOAA**) of United States

ANEXOS

ANEXO A. OLAS DE CALOR Y FRÍO: DEFINICIÓN Y METODOLOGÍA. EVOLUCIÓN

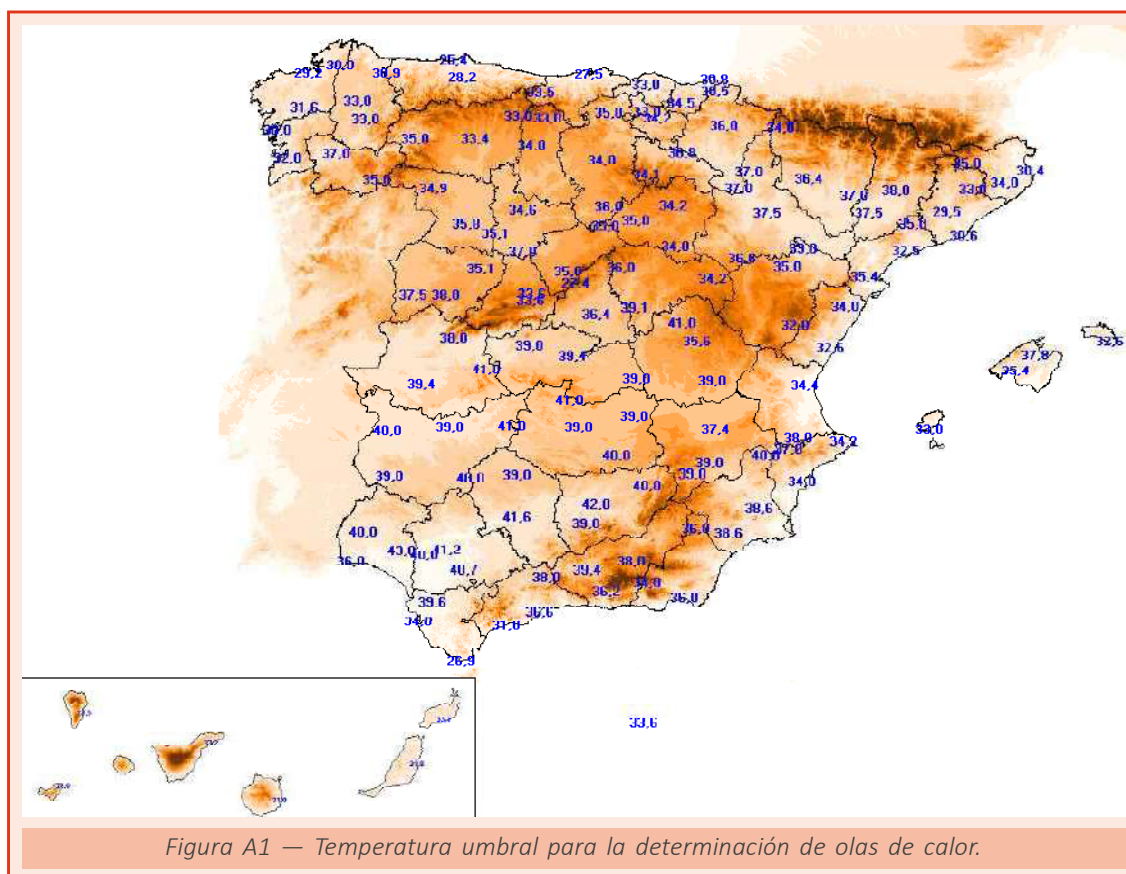
A1. Ola de calor. Definición y metodología

Se considera ola de calor un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran máximas por encima del percentil del 95% de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del período 1971-2000.

Se describe seguidamente la metodología empleada:

En primer lugar, se procede a determinar las estaciones en base a una serie de requisitos: tienen que funcionar en la actualidad, tener una serie suficientemente larga para poder calcular sus percentiles y distribuirse uniformemente sobre el territorio. Con estas premisas se seleccionan 137 estaciones, de las que 6 pertenecen a Canarias.

A continuación, se calcula para cada estación una *temperatura umbral* que, de acuerdo al criterio establecido, es el percentil del 95% de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del período 1971-2000. El mapa de la figura A1 representa la distribución de temperatura resultante y la ubicación de las estaciones.



El siguiente paso consiste en localizar los episodios que, según los criterios fijados, serán considerados olas de calor, y se realiza en tres etapas:

Primera etapa. Se obtienen para cada una de las 137 estaciones seleccionadas, sus *episodios cálidos*, entendiendo como tales, episodios de al menos tres días consecutivos con temperatura máxima que iguale o supere su temperatura umbral. Dado que es bastante improbable que una ola de calor se presente fuera de los meses veraniegos, solo se estudia el período comprendido entre el 1 de junio y el 30 de septiembre.

Segunda etapa. Se determinan los *días cálidos*, considerando como tales a aquellos en que al menos el 10% de las estaciones consideradas están dentro de uno de los episodios cálidos localizados en la primera etapa.

Tercera etapa. Finalmente se localizan las olas de calor, que son todos aquellos episodios de tres o más días cálidos consecutivos. Cuando dos olas de calor están separadas por tan solo un día, se consideran una única ola.

Los datos de Canarias se han procesado de manera independiente, pero con una variación respecto al criterio general, ya que, al utilizarse solamente seis estaciones, bastaría con que uno de los observatorios registrase un episodio cálido para que se considerase ola de calor en el archipiélago; por ello, en Canarias, se exige que sean al menos dos las estaciones que registren un episodio cálido para que constituya una ola de calor.

En anteriores informes anuales del clima en España solo se consideraba el período comprendido entre el 1 de junio y el 30 de septiembre, pero dado que en el mes de octubre no es infrecuente que se registren olas de calor en Canarias, se ha eliminado esta restricción y a partir del informe de 2023 se van a considerar los 365 días del año. En la Península y Baleares todas las olas de calor registradas hasta la fecha se dan dentro del cuatrimestre de junio a septiembre y por tanto la ampliación del período del estudio no influye en los resultados, pero en Canarias se han registrado trece olas de calor fuera del citado cuatrimestre, de las que diez corresponden al mes de octubre, y las tres restantes se reparten entre los meses de abril, mayo y noviembre.

Los tres factores que determinan la intensidad de una ola de calor son: las temperaturas alcanzadas durante la misma, su duración y el territorio afectado, siendo necesario cuantificar estos aspectos para cada una de las olas de calor si se quieren valorar y comparar.

Para estimar el territorio afectado durante una ola de calor se ha determinado el día que más provincias la registraron, asignando a la ola dicho máximo. Se considera que un día determinado una provincia está viviendo una ola de calor cuando al menos uno de los observatorios estudiados está dentro de un episodio cálido, es decir, no es suficiente con que supere la temperatura umbral de manera puntual.

Para determinar la magnitud de las temperaturas, en primer lugar, se han determinado las estaciones con algún día de episodio cálido durante la ola de calor, y se ha tomado la media de las temperaturas máximas de estas estaciones para el día más cálido como dato representativo; a esta temperatura se la ha denominado *temperatura máxima de la ola*. También se ha calculado para cada estación la anomalía máxima de las temperaturas registradas durante la ola con respecto a su temperatura umbral, asignando como valor representativo para la ola la media de dichas anomalías; a este valor se le denomina *anomalía de la ola*.

Así pues, los cuatro valores elegidos para caracterizar una ola de calor son:

- su duración;
- el número de provincias afectadas;
- la temperatura máxima de la ola;
- la anomalía de la ola.

Los resultados para la Península, Baleares, Ceuta y Melilla se presentan en la tabla A1, y para Canarias en la tabla A2.

Tabla A1. Olas de calor en Península, Baleares, Ceuta y Melilla desde 1975.

Año	Inicio	Fin	Duración (días)	Anomalía de la ola (°C)	Temperatura máxima de la ola (°C)	Provincias afectadas
2024	18/07/2024	20/07/2024	3	2.9	37.6	14
2024	23/07/2024	01/08/2024	10	3.2	36.6	33
2024	04/08/2024	12/08/2024	9	2.6	37.9	35
2023	09/07/2023	12/07/2023	4	3.2	39.0	15
2023	17/07/2023	20/07/2023	4	3.5	38.8	21
2023	06/08/2023	13/08/2023	8	3.3	38.6	26
2023	17/08/2023	25/08/2023	9	4.0	38.7	39
2022	12/06/2022	18/06/2022	7	3.2	37.7	39
2022	09/07/2022	26/07/2022	18	4.5	38.1	44
2022	30/07/2022	14/08/2022	16	3.5	36.6	33
2021	21/07/2021	23/07/2021	3	2.0	37.0	16
2021	11/08/2021	16/08/2021	6	4.1	40.2	36
2020	18/07/2020	20/07/2020	3	1.3	36.0	11
2020	25/07/2020	02/08/2020	9	3.1	37.0	23
2020	05/08/2020	10/08/2020	6	2.5	37.0	27
2019	26/06/2019	01/07/2019	6	4.0	38.8	29
2019	20/07/2019	25/07/2019	6	2.0	36.8	30
2019	06/08/2019	10/08/2019	5	3.3	37.9	11
2018	31/07/2018	07/08/2018	8	3.1	38.6	36
2017	13/06/2017	21/06/2017	9	2.6	37.1	30
2017	12/07/2017	16/07/2017	5	3.9	41.1	14
2017	28/07/2017	30/07/2017	3	1.6	37.7	12
2017	02/08/2017	06/08/2017	5	2.9	37.7	23
2017	20/08/2017	22/08/2017	3	2.2	37.4	11
2016	17/07/2016	19/07/2016	3	3.5	37.0	20
2016	26/07/2016	28/07/2016	3	1.3	37.0	13
2016	22/08/2016	25/08/2016	4	1.8	36.0	12
2016	03/09/2016	07/09/2016	5	3.3	39.0	29
2015	27/06/2015	22/07/2015	26	3.4	37.6	30
2015	27/07/2015	29/07/2015	3	2.3	38.7	10
2013	05/07/2013	09/07/2013	5	2.4	37.7	13
2012	24/06/2012	28/06/2012	5	2.1	38.3	25
2012	08/08/2012	11/08/2012	4	3.7	39.5	40
2012	17/08/2012	23/08/2012	7	2.8	36.2	30
2011	25/06/2011	27/06/2011	3	1.6	37.8	15
2011	19/08/2011	21/08/2011	3	2.3	37.1	19
2009	16/08/2009	20/08/2009	5	1.8	35.9	15
2008	03/08/2008	05/08/2008	3	1.5	36.9	17
2007	28/07/2007	31/07/2007	4	1.9	39.4	11
2006	24/07/2006	26/07/2006	3	2.0	35.3	9
2006	04/09/2006	06/09/2006	3	2.6	36.5	15
2005	14/07/2005	17/07/2005	4	2.3	36.8	18
2005	05/08/2005	08/08/2005	4	2.8	38.9	19
2004	27/06/2004	29/06/2004	3	1.4	38.4	17
2004	24/07/2004	26/07/2004	3	2.7	40.0	10
2003	20/06/2003	23/06/2003	4	2.2	36.1	17
2003	30/07/2003	14/08/2003	16	3.7	37.2	38
2001	21/06/2001	25/06/2001	5	1.8	36.0	19
1998	07/08/1998	12/08/1998	6	2.4	35.6	26
1995	17/07/1995	24/07/1995	8	3.3	39.1	30
1994	29/06/1994	05/07/1994	7	2.9	38.6	22
1993	05/08/1993	07/08/1993	3	2.0	37.0	13
1993	18/08/1993	20/08/1993	3	2.8	35.1	18
1992	27/07/1992	29/07/1992	3	1.6	35.3	13
1992	04/08/1992	06/08/1992	3	1.4	39.7	14
1991	12/07/1991	19/07/1991	8	1.8	39.0	25
1991	03/08/1991	06/08/1991	4	1.9	38.6	22
1991	13/08/1991	18/08/1991	6	1.8	37.3	20
1991	25/08/1991	29/08/1991	5	2.6	36.1	16
1990	17/07/1990	24/07/1990	8	2.8	37.1	32

Tabla A1 (continuación). Olas de calor en Península, Baleares, Ceuta y Melilla desde 1975.

Año	Inicio	Fin	Duración (días)	Anomalía de la ola (°C)	Temperatura máxima de la ola (°C)	Provincias afectadas
1990	02/08/1990	05/08/1990	4	2.3	36.8	19
1989	16/07/1989	21/07/1989	6	2.5	37.4	36
1989	30/07/1989	02/08/1989	4	2.1	39.0	17
1988	05/09/1988	08/09/1988	4	2.4	38.6	28
1987	11/08/1987	16/08/1987	6	4.0	37.5	27
1987	12/09/1987	17/09/1987	6	2.8	34.1	13
1985	22/07/1985	25/07/1985	4	1.3	37.9	23
1984	22/07/1984	24/07/1984	3	1.9	39.4	12
1982	05/07/1982	09/07/1982	5	3.5	38.5	29
1981	11/06/1981	16/06/1981	6	2.6	38.7	20
1981	28/07/1981	30/07/1981	3	2.7	38.0	21
1979	27/07/1979	29/07/1979	3	1.7	38.3	22
1978	14/07/1978	17/07/1978	4	3.0	39.3	27
1976	05/08/1976	07/08/1976	3	1.9	38.5	14
1975	13/07/1975	16/07/1975	4	2.5	40.4	14

Tabla A2. Olas de calor en Canarias desde 1975.

Año	Inicio	Fin	Duración (días)	Anomalía de la ola (°C)	Temperatura máxima de la ola (°C)	Provincias afectadas
2023	10/08/2023	14/08/2023	5	3.6	33.0	2
2023	20/08/2023	24/08/2023	5	4.5	33.5	2
2023	02/10/2023	17/10/2023	16	4.1	33.9	2
2022	09/07/2022	11/07/2022	3	5.6	37.6	2
2022	24/07/2022	26/07/2022	3	3.8	32.5	2
2021	15/08/2021	19/08/2021	5	5.8	35.1	2
2021	05/09/2021	07/09/2021	3	1.3	28.9	1
2021	11/09/2021	13/09/2021	3	2.0	29.6	1
2015	10/08/2015	13/08/2015	4	2.7	30.7	2
2015	22/09/2015	25/09/2015	4	1.2	28.9	1
2013	20/08/2013	23/08/2013	4	2.4	32.7	2
2012	25/06/2012	27/06/2012	3	7.1	39.0	1
2012	17/07/2012	23/07/2012	7	4.2	33.5	2
2012	19/08/2012	22/08/2012	4	2.9	31.9	2
2012	20/09/2012	26/09/2012	7	1.7	29.4	1
2011	20/06/2011	23/06/2011	4	5.0	37.4	1
2010	27/08/2010	31/08/2010	5	3.9	33.5	2
2009	24/07/2009	01/08/2009	9	6.0	36.5	2
2007	28/07/2007	31/07/2007	4	6.8	37.4	2
2006	03/09/2006	07/09/2006	5	5.7	35.3	2
2005	20/07/2005	22/07/2005	3	2.9	32.6	2
2005	04/09/2005	08/09/2005	5	5.4	34.8	2
2004	23/07/2004	29/07/2004	7	6.9	36.2	2
2004	04/08/2004	06/08/2004	3	0.9	30.4	2
2004	17/08/2004	21/08/2004	5	2.0	29.6	1
2004	26/08/2004	31/08/2004	6	5.0	34.9	2
2003	12/08/2003	14/08/2003	3	1.8	29.4	1
2003	13/09/2003	20/09/2003	8	1.6	29.3	1
2002	15/09/2002	18/09/2002	4	1.5	29.0	1
1999	05/08/1999	07/08/1999	3	0.8	28.4	1
1999	27/08/1999	29/08/1999	3	3.8	33.1	2
1998	05/08/1998	07/08/1998	3	3.2	34.9	2
1990	05/08/1990	11/08/1990	7	5.9	35.4	2
1990	26/08/1990	28/08/1990	3	4.8	35.9	1
1987	07/09/1987	16/09/1987	10	6.7	35.4	2
1986	05/09/1986	07/09/1986	3	4.9	34.4	2
1985	03/09/1985	05/09/1985	3	3.7	35.1	1
1984	17/07/1984	19/07/1984	3	3.2	35.3	2
1983	05/09/1983	07/09/1983	3	6.1	36.1	2
1983	25/09/1983	27/09/1983	3	4.9	35.0	2
1982	24/07/1982	27/07/1982	4	5.8	36.7	2
1980	06/08/1980	09/08/1980	4	4.3	34.7	2
1978	11/09/1978	13/09/1978	3	5.6	33.7	2
1976	05/08/1976	15/08/1976	11	6.1	35.3	2
1976	28/08/1976	10/09/1976	14	2.3	30.9	1

A2. Evolución de las olas de calor registradas en España desde 1975

De acuerdo con la definición y metodología descritas en el punto A1 de este anexo, la evolución de las olas de calor registradas en España desde 1975 puede verse en los gráficos que siguen a continuación. Para todos ellos se ha realizado un análisis de tendencia con el test de Mann-Kendall al nivel de significación del 5 %. En Península y Baleares los valores de temperatura media de las máximas no muestran tendencia; el resto de las variables presentan tendencias. En Canarias no existen tendencias.

El gráfico de la figura A2 representa para cada año el número de episodios de ola de calor, los días que totalizan, y la duración de la ola de calor más larga para Península, Baleares, Ceuta y Melilla, destacando los años 1991, 2003, 2012, 2015, 2016, 2017, 2019, 2020, 2022 y 2023:

- 2022 por ser el año con más días con ola de calor, concretamente 41, repartidos en tres episodios, superando al verano de 2015, que con 29 días con ola de calor ocupa la segunda posición y a los de 2017 y 2023 que con 25 días quedan en tercer lugar. Destaca también por tener la segunda y la tercera ola de calor más larga; la segunda, con 18 días, es superada tan solo por la de 26 días registrada en 2015, mientras la tercera, con 16 días, iguala a la de 2003.
- 2017 por ser el año con más olas de calor, concretamente 5, que totalizan 25 días; le siguen 1991, 2016 y 2023 con 4, que totalizan 23 días en 1991, 15 en 2016 y 25 en 2023.
- 2003 por registrar la tercera ola de calor más larga, con 16 días y miles de víctimas mortales repartidas por gran parte de Europa.
- 2015 por ser la ola de calor más larga en los años considerados, 26 días, superando en 8 días a la de 2022.

Con línea discontinua se muestra la línea de tendencia del número anual de días con ola de calor, cuya pendiente indica que el número de días con ola de calor aumenta a razón de 3.3 días cada 10 años.

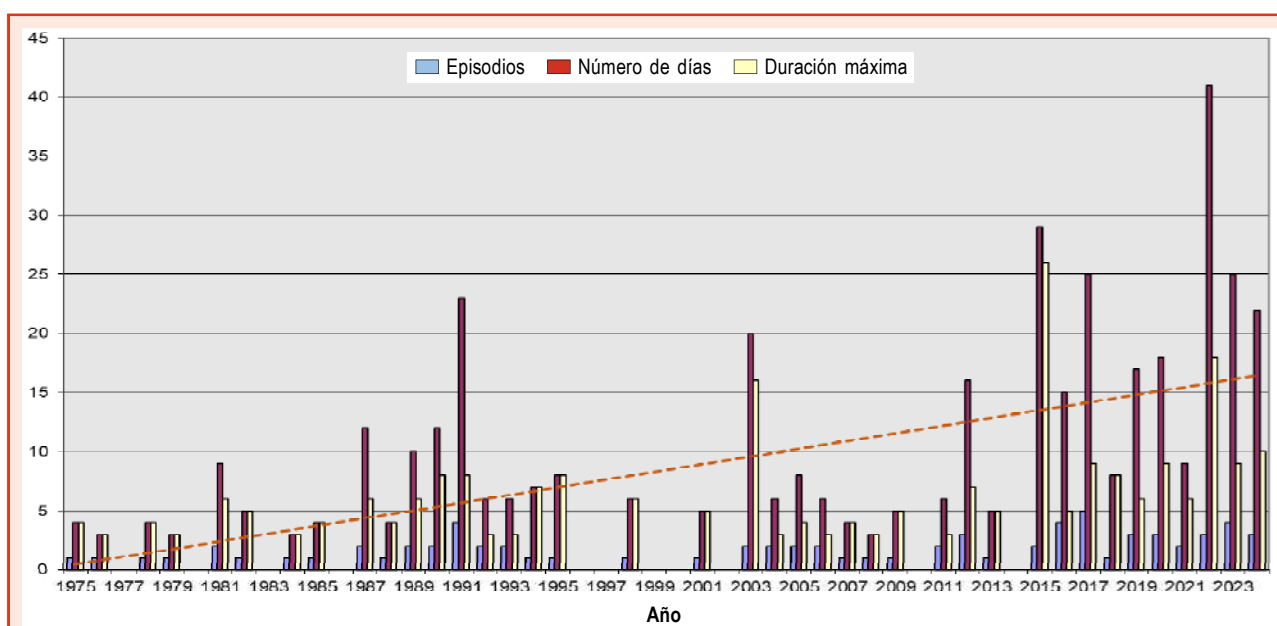


Figura A2 — Episodios de ola de calor, número de días con ola de calor durante el verano y duración de la ola de calor más larga de cada verano desde 1975.

El gráfico de la figura A3 muestra el número máximo de provincias afectadas en días con ola de calor para Península, Baleares, Ceuta y Melilla, destacando especialmente los años 1989, 2003, 2012, 2018, 2021, 2022 y 2023:

- 2022 por registrar la ola de calor más extensa, con 44 provincias afectadas el 16 de julio y también la tercera ola de calor más extensa con 39 provincias afectadas el 16 de junio, en una de las olas de calor más tempranas de toda la serie.
- 2012 por ser la segunda ola de calor más extensa, con 40 provincias afectadas el 10 de agosto, le sigue la ya referida de 2022 con 39 provincias, la de 2003 con 38 provincias los días 3 y 4 de agosto y las de 1989 y 2018 con 36 provincias con ola de calor, los días 19 de julio de 1989 y 3 de agosto de 2018.
- 2023 por ser la tercera ola de calor más extensa, con 39 provincias afectadas el 22 de agosto.

Con línea discontinua se incluye la línea de tendencia que muestra también una pendiente positiva que indica que las olas de calor van ganando en extensión a razón de 3.2 provincias cada 10 años.

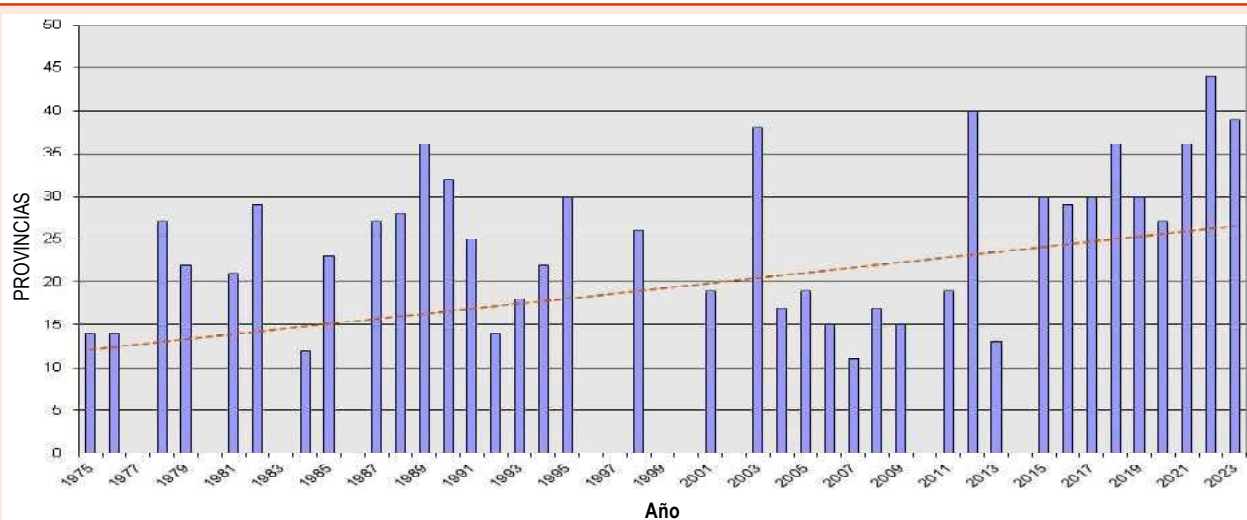


Figura A3 — Número máximo de provincias afectadas en días con ola de calor desde 1975.

La figura A4 representa la temperatura máxima de la ola más alta para cada año para Península, Baleares, Ceuta y Melilla, destacando la de 2017, con una temperatura máxima de la ola de 41.1 °C, correspondiente al día 13 de julio, seguida de la de 1975 con 40.4 °C el día 16 de julio, aunque en ambos casos se trata de olas de calor que afectan fundamentalmente al centro y sur peninsular.

Si bien la temperatura máxima de la ola es un indicador de la intensidad de una ola de calor, está muy influenciada por las estaciones que la registren, de manera que olas de calor que afecten solo al sur peninsular tendrán en general valores más altos que las

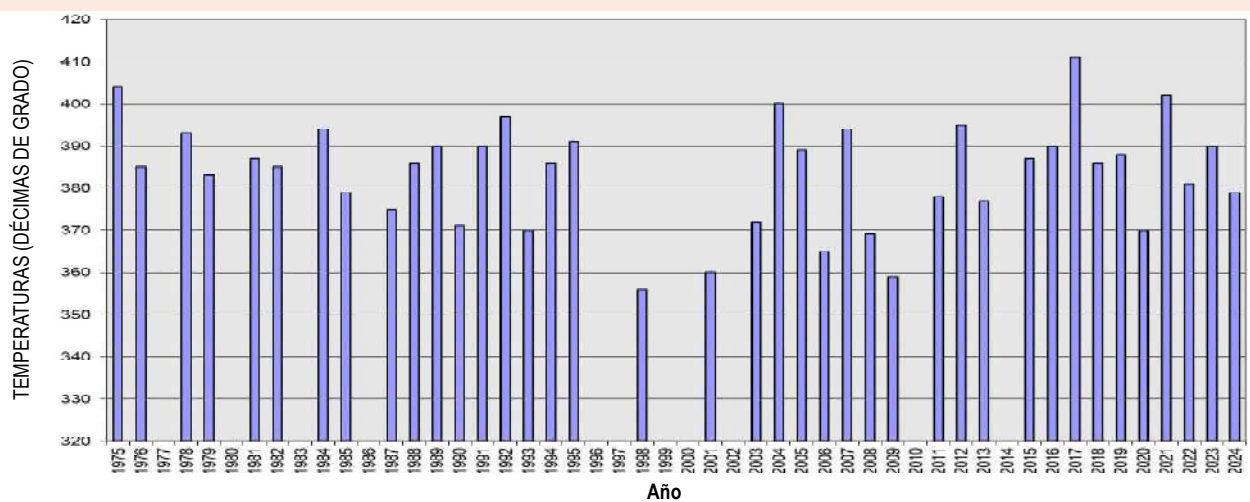


Figura A4 — Temperatura media de las máximas correspondiente al día más cálido, calculada para las estaciones con ola de calor, desde 1975.

que se extiendan también por el norte o solo por el norte, por lo que a la hora de valorar la intensidad de una ola de calor es mejor indicador la anomalía de la ola y por ello la figura A5 muestra la anomalía de la ola más alta de cada verano, desde 1975. La ola de calor más destacada, con una anomalía de la ola de 4.5°C, corresponde a la registrada entre el 9 y el 26 de julio de 2022, seguida de la que transcurrió entre el 11 y el 16 de agosto de 2021, con 4.1°C. En tercer lugar, con una anomalía de la ola de 4.0°C, figuran las acaecidas entre el 17 y el 25 de agosto de 2023, entre el 26 de junio y el 1 de julio de 2019 y entre el 11 y el 16 de agosto de 1987.

Con trazo discontinuo se incluye la línea de tendencia que muestra también una pendiente positiva que indica que la anomalía de la ola va ganando en intensidad a razón de 0.26°C cada 10 años.

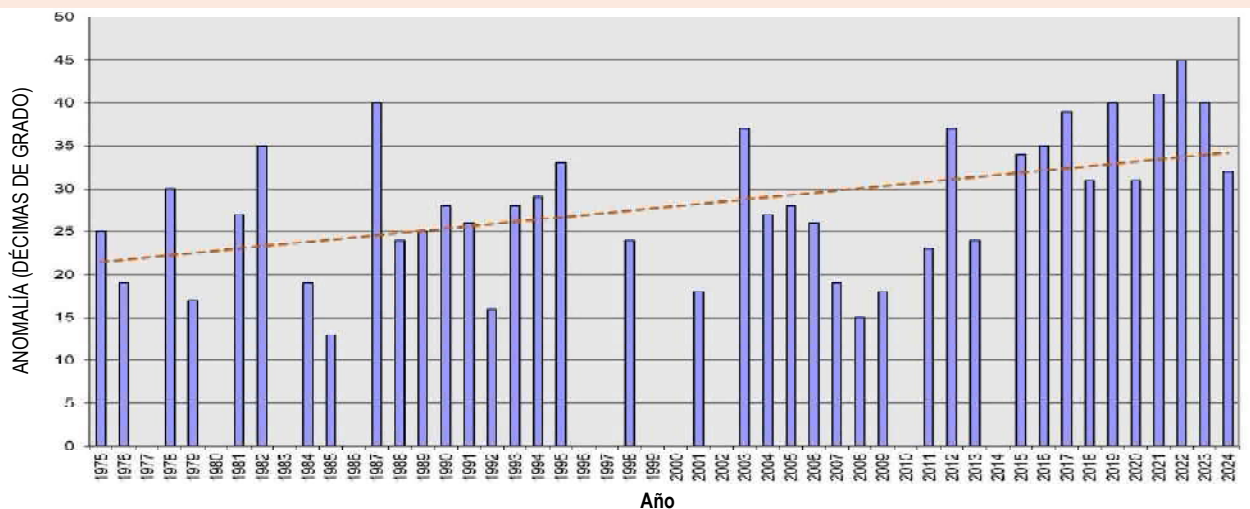


Figura A5 — Anomalía de la ola máxima anual desde 1975.

El gráfico de la figura A-A6 representa para Canarias el número de episodios de ola de calor, los días que totalizan, y la duración de la ola de calor más larga. Sobresalen los años 1976, 2008, 2012 y 2023:

- 2012 por ser el año con más días con ola de calor, 27, y también por haber contabilizado el mayor número de olas de calor, concretamente 6. Es destacable también porque la ola de calor que transcurrió entre el 3 y el 5 de noviembre es la más tardía de toda la serie. El segundo lugar, con 26 días con ola de calor, corresponde al año 2023; les sigue 1976 con 25 días.
- 2023 por registrar la ola de calor más larga de toda la serie, con 16 días de duración, siendo además bastante tardía, ya que discurrió entre el 2 y el 17 de octubre. La segunda ola de calor más larga tuvo una duración de 14 días y se registró en 1976.
- 2008 por ser el año con la ola de calor más temprana, del 25 al 27 de abril.

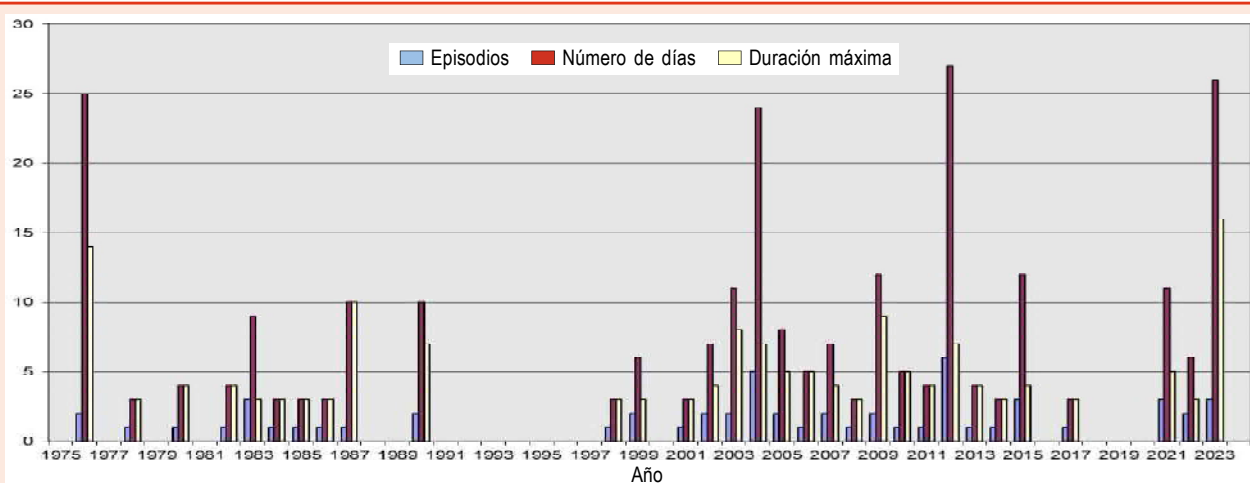


Figura A6 — Episodios de ola de calor, número de días con ola de calor durante el verano y duración de la ola de calor más larga de cada verano desde 1975 en Canarias.

La figura A7 representa la temperatura máxima de la ola más alta para cada año, desde 1975 en Canarias. La más elevada, 39.0 °C, se alcanzó el año 2012, concretamente el 27 de junio; en segundo lugar, nos encontramos con los 37.4 °C de los días 22 de junio de 2011 y 30 de julio de 2007; en segundo lugar, nos encontramos con los 37.6 °C del 10 de julio de 2022 y los 37.4 °C de los días 22 de junio de 2011 y 30 de julio de 2007.

La figura A8 muestra la anomalía de la ola más alta de cada verano, desde 1975, que resulta mejor indicador de la intensidad de una ola de calor que la temperatura máxima de la ola. En Canarias, la anomalía de la ola más elevada, 7.1 °C, se alcanza en la ola de calor que tuvo lugar entre el 25 y el 27 de junio de 2012; le siguen los 6.9 °C de la registrada entre el 23 y el 29 de julio de 2004, y los 6.8 °C de la que transcurre entre el 28 y el 31 de julio de 2007.

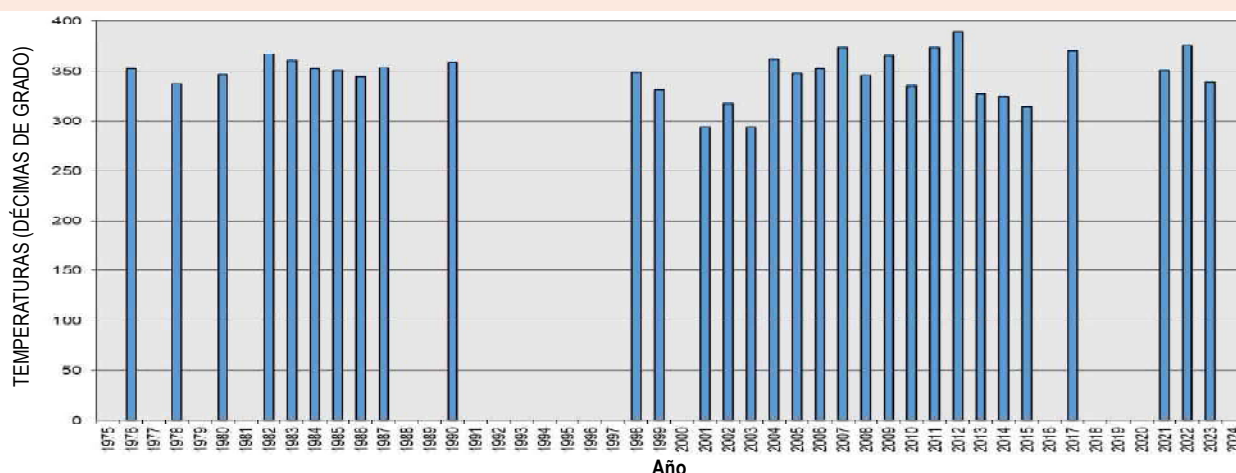


Figura A7 — Temperatura media de las máximas correspondiente al día más cálido, calculada para las estaciones con ola de calor, desde 1975 en Canarias.

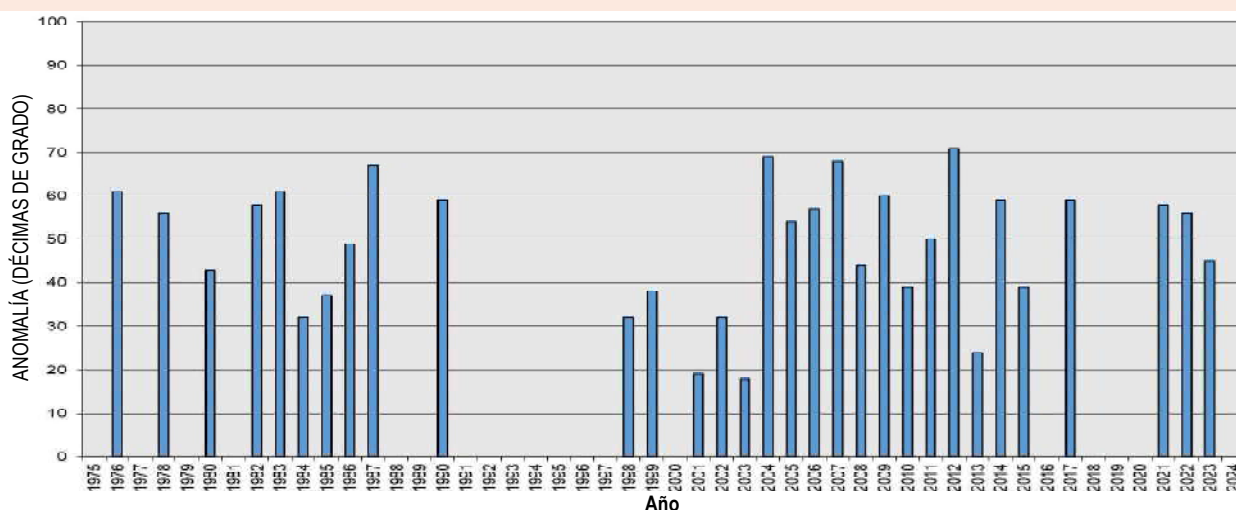


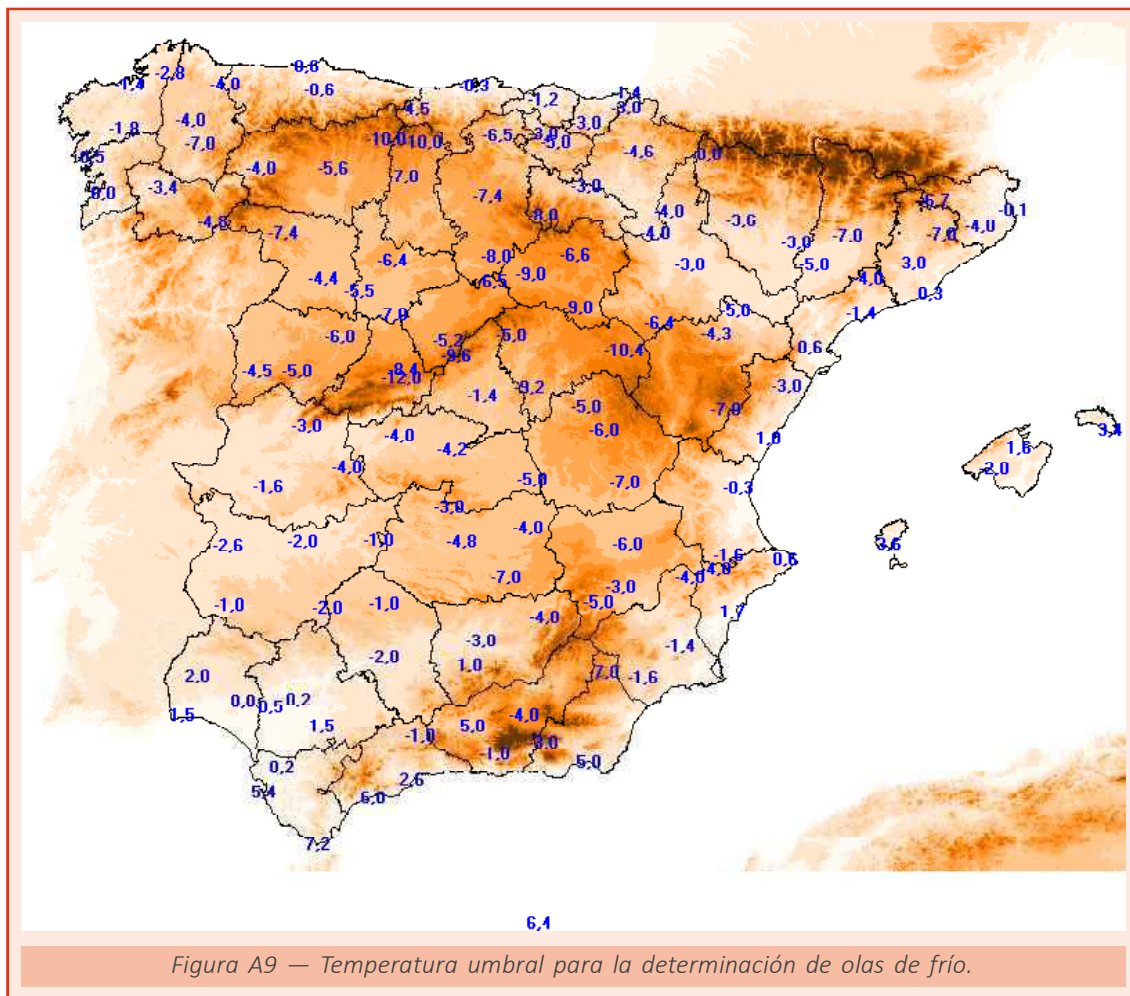
Figura A8 — Anomalía de la ola máxima anual desde 1975 en Canarias.

A3. Ola de frío. Definición y metodología

Se considera ola de frío un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran mínimas por debajo del percentil del 5% de su serie de temperaturas mínimas diarias de los meses de enero y febrero del período 1971-2000.

Se describe seguidamente la metodología empleada:

En primer lugar, se procede a determinar las estaciones en base a una serie de requisitos: tienen que funcionar en la actualidad, tener una serie suficientemente larga para poder calcular sus percentiles y distribuirse uniformemente sobre el territorio. Con estas premisas, finalmente se seleccionan 131 estaciones. Canarias, por lo suave de sus temperaturas, queda fuera del estudio.



El mapa de la figura A9 muestra la distribución de las 131 estaciones utilizadas para el estudio y la temperatura umbral de las mismas.

El segundo paso consiste en determinar para cada estación una *temperatura umbral* que, de acuerdo a la definición de ola de frío empleada, es el percentil del 5 % de su serie de temperaturas mínimas diarias de los meses de enero y febrero del período 1971-2000.

El siguiente paso consiste en localizar los episodios que, según los criterios fijados, serán considerados olas de frío, y se realiza en tres etapas:

Primera etapa. Se obtienen para cada una de las 131 estaciones del estudio, sus *episodios fríos*, entendiendo como tales, episodios de al menos tres días consecutivos con temperatura mínima igual o inferior a su temperatura umbral. Dado que es bastante improbable que una ola de frío se presente fuera de los meses invernales, solo se estudia el período comprendido entre el 1 de noviembre y el 31 de marzo, que equipararemos con el invierno. Ello no implica que fuera de estos meses no puedan darse temperaturas anormalmente bajas para la época del año de que se trate, pero normalmente sus efectos no serán tan acusados, especialmente para la salud humana, y por ello no parece muy adecuado emplear el calificativo de ola de frío para estos episodios.

Segunda etapa. Se determinan los *días fríos*, considerando como tales a aquellos en que al menos el 10% de las estaciones consideradas están dentro de uno de los episodios fríos localizados en la primera etapa.

Tercera etapa. Finalmente se localizan las olas de frío, que son todos aquellos episodios de tres o más días fríos consecutivos. Cuando dos olas de frío están separadas por tan solo un día, se consideran una única ola.

En anteriores informes anuales del clima en España solo se consideraba el período comprendido entre el 1 de noviembre y el 28 (o 29) de febrero, pero a partir del informe de 2023 se considerará también el mes de marzo.

Los tres factores que determinan la intensidad de una ola de frío son: las temperaturas registradas, la duración y el territorio afectado.

Para estimar el territorio afectado durante una ola de frío se ha determinado el día que más provincias la registraron, asignando a la ola dicho máximo. Se considera que un día determinado una provincia está viviendo una ola de frío cuando al menos uno de los observatorios estudiados está dentro de un episodio frío, es decir, no es suficiente con que la mínima registrada no alcance la temperatura umbral de manera puntual.

Para establecer la magnitud de las temperaturas, en primer lugar, se determinan las estaciones con algún día de episodio frío durante la ola de frío, considerando la media de las temperaturas mínimas de estas estaciones para el día más frío como dato representativo; a esta temperatura se la denominará *temperatura mínima de la ola*. Además, se ha calculado para cada estación la anomalía para el día más frío registrado durante la ola, con respecto a su temperatura umbral, asignando como valor representativo para la ola la media de dichas anomalías; a este valor se le denominará *anomalía de la ola*.

Así pues, los cuatro valores elegidos para caracterizar una ola de frío son:

- su duración;
- el número de provincias afectadas;
- la temperatura mínima de la ola;
- la anomalía de la ola.

Los resultados se presentan en la tabla A3.

Tabla A3. Olas de frío desde 1975.

Invierno	Inicio	Fin	Duración (días)	Anomalía de la ola (°C)	Temperatura mínima de la ola (°C)	Provincias afectadas
2022-2023	19/01/2023	31/01/2023	3	-1,2	-3.5	13
2022-2023	28/02/2023	02/03/2023	3	-2,0	-5.1	14
2021-2022	14/01/2022	18/01/2022	5	-1,3	-4.0	11
2020-2021	05/01/2021	08/01/2021	4	-2,3	-4.0	16
2020-2021	11/01/2021	18/01/2021	8	-4,1	-7.6	30
2018-2019	04/01/2019	08/01/2019	5	-1,6	-4.6	19
2018-2019	11/01/2019	13/01/2019	3	-2,0	-3.9	12
2017-2018	04/12/2017	06/12/2017	3	-1,5	-5.3	13
2016-2017	18/01/2017	20/01/2017	3	-2,5	-4.0	15
2014-2015	30/12/2014	01/01/2015	3	-1,6	-4.4	17
2011-2012	02/02/2012	05/02/2012	4	-2,9	-4.9	31
2011-2012	08/02/2012	15/02/2012	8	-3,3	-5.5	39
2011-2012	21/02/2012	23/02/2012	3	-1,9	-7.0	17
2010-2011	22/01/2011	26/01/2011	5	-2,8	-6.3	23
2009-2010	18/12/2009	21/12/2009	4	-4,4	-9.0	19

Tabla A3 (continuación). Olas de frío desde 1975.

Invierno	Inicio	Fin	Duración (días)	Anomalía de la ola (°C)	Temperatura mínima de la ola (°C)	Provincias afectadas
2009-2010	09/01/2010	11/01/2010	3	-3.1	-6.0	24
2009-2010	11/02/2010	14/02/2010	4	-2.1	-5.1	20
2008-2009	07/01/2009	12/01/2009	6	-3.5	-4.4	22
2007-2008	16/11/2007	18/11/2007	3	-3.5	-8.8	16
2007-2008	13/12/2007	18/12/2007	6	-2.5	-6.1	21
2006-2007	26/01/2007	29/01/2007	4	-3.0	-6.2	22
2005-2006	20/12/2005	26/12/2005	7	-2.3	-6.5	25
2005-2006	28/01/2006	30/01/2006	3	-3.2	-7.1	19
2004-2005	08/01/2005	11/01/2005	4	-1.6	-5.3	18
2004-2005	26/01/2005	02/02/2005	8	-5.1	-7.0	31
2004-2005	17/02/2005	19/02/2005	3	-2.1	-5.2	20
2004-2005	23/02/2005	02/03/2005	8	-4.2	-7.6	27
2004-2005	07/03/2005	10/03/2005	4	-1.9	-5.8	18
2002-2003	11/01/2003	16/01/2003	6	-2.2	-5.3	36
2002-2003	16/02/2003	18/02/2003	3	-2.4	-6.3	16
2001-2002	13/12/2001	29/12/2001	17	-5.0	-8.4	32
1998-1999	04/12/1998	08/12/1998	5	-1.3	-3.6	11
1998-1999	01/02/1999	03/02/1999	3	-2.5	-5.7	12
1998-1999	13/02/1999	15/02/1999	3	-2.4	-6.1	15
1995-1996	21/02/1996	23/02/1996	3	-2.1	-3.3	17
1994-1995	24/12/1994	28/12/1994	5	-2.2	-3.8	26
1993-1994	18/01/1994	23/01/1994	6	-1.7	-4.6	21
1992-1993	02/01/1993	05/01/1993	4	-1.3	-3.8	15
1992-1993	24/02/1993	26/02/1993	3	-3.1	-7.2	11
1992-1993	01/03/1993	03/03/1993	3	-3.6	-3.3	13
1991-1992	19/01/1992	25/01/1992	7	-2.4	-4.1	16
1990-1991	21/12/1990	23/12/1990	3	-1.9	-5.1	19
1990-1991	14/01/1991	16/01/1991	3	-2.0	-4.5	14
1990-1991	13/02/1991	15/02/1991	3	-2.3	-5.9	17
1988-1989	22/11/1988	25/11/1988	4	-3.1	-7.2	19
1988-1989	30/12/1988	04/01/1989	6	-2.2	-6.3	28
1986-1987	14/01/1987	21/01/1987	8	-2.7	-4.3	28
1986-1987	19/02/1987	22/02/1987	4	-2.4	-5.4	19
1985-1986	09/02/1986	12/02/1986	4	-3.9	-7.5	23
1984-1985	29/12/1984	31/12/1984	3	-1.8	-3.4	11
1984-1985	04/01/1985	17/01/1985	14	-5.5	-7.2	45
1983-1984	15/02/1984	17/02/1984	3	-0.9	-5.2	18
1982-1983	20/01/1983	23/01/1983	4	-2.0	-5.8	21
1982-1983	08/02/1983	18/02/1983	11	-4.8	-6.6	44
1980-1981	30/11/1980	13/12/1980	14	-3.0	-4.8	26
1980-1981	29/12/1980	04/01/1981	7	-2.1	-5.2	25
1980-1981	10/01/1981	15/01/1981	6	-2.6	-3.4	18
1980-1981	31/01/1981	03/02/1981	4	-2.2	-5.6	24
1979-1980	20/12/1979	23/12/1979	4	-3.1	-5.7	13
1979-1980	14/01/1980	16/01/1980	3	-2.1	-5.1	13
1978-1979	20/12/1978	22/12/1978	3	-2.5	-7.3	13
1977-1978	13/01/1978	15/01/1978	3	-2.6	-2.8	12
1977-1978	12/02/1978	14/02/1978	3	-2.8	-5.8	26
1975-1976	21/12/1975	25/12/1975	5	-2.2	-6.5	24
1975-1976	28/12/1975	04/01/1976	8	-2.1	-6.1	14
1975-1976	16/01/1976	20/01/1976	5	-1.4	-5.1	13
1975-1976	25/01/1976	28/01/1976	4	-3.1	-5.4	25

A4. Evolución de las olas de frío registradas en España desde 1975

De acuerdo a la definición y metodología descritas en el punto A3 de este anexo, la evolución de las olas de frío registradas en España desde 1975 puede verse en los gráficos que siguen a continuación. Para todos ellos se ha realizado un análisis de tendencia con el test de Mann-Kendall al nivel de significación del 5 % con el resultado de que en ninguno de ellos aparece tendencia.

El gráfico de la figura A10 representa para cada invierno el número de episodios de ola de frío, los días que totalizan, y la duración de la ola de frío más larga. Destaca el invierno 1980-1981 que totaliza 31 días con ola de frío repartidos en 4 episodios, el invierno 2004-2005 con 27 días con ola de frío en 5 episodios y el invierno 1975-1976 con 22 días en 4 episodios. La ola de frío más larga, con 17 días de duración, se registró en el invierno 2001-2002, concretamente entre los días 13 y 29 de diciembre; las siguientes en duración, con 14 días, se producen durante los inviernos 1980-1981 y 1984-1985. También se aprecia como son varios los inviernos en que no se registra ninguna ola de frío.

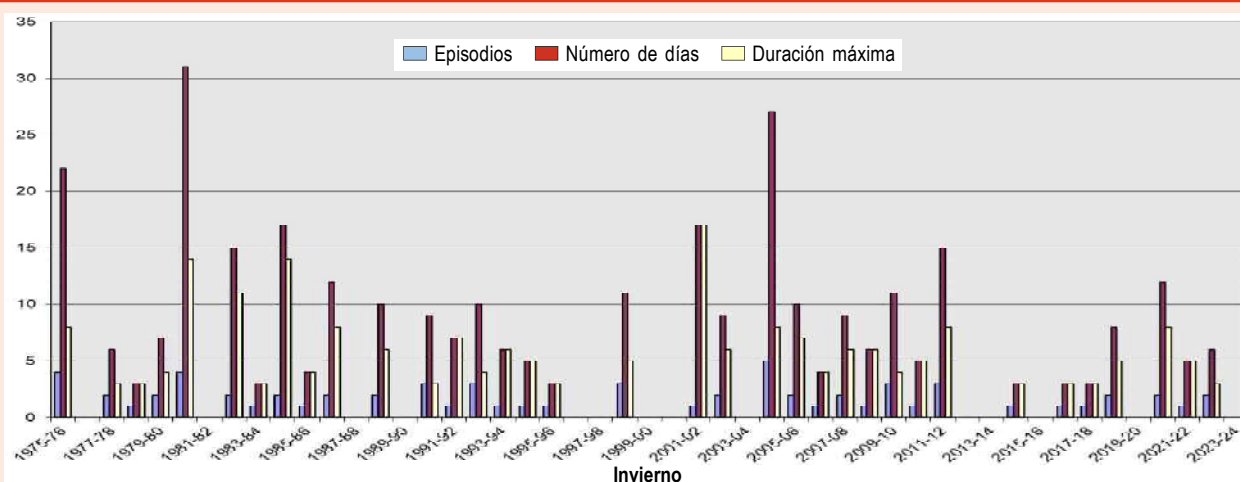


Figura A10 — Episodios de ola de frío, número de días con ola de frío durante el invierno y duración de la ola de frío más larga de cada invierno desde 1975.

El gráfico de la figura A11 muestra el número máximo de provincias afectadas en días con ola de frío, destacando especialmente los inviernos 1984-1985, con 45 provincias afectadas los días 14 y 15 de enero, y el 1982-1983, con 44 provincias el 13 de febrero. La tercera ola en este sentido corresponde al invierno 2011-2012 y alcanzó a 39 provincias el 12 de febrero de 2012.

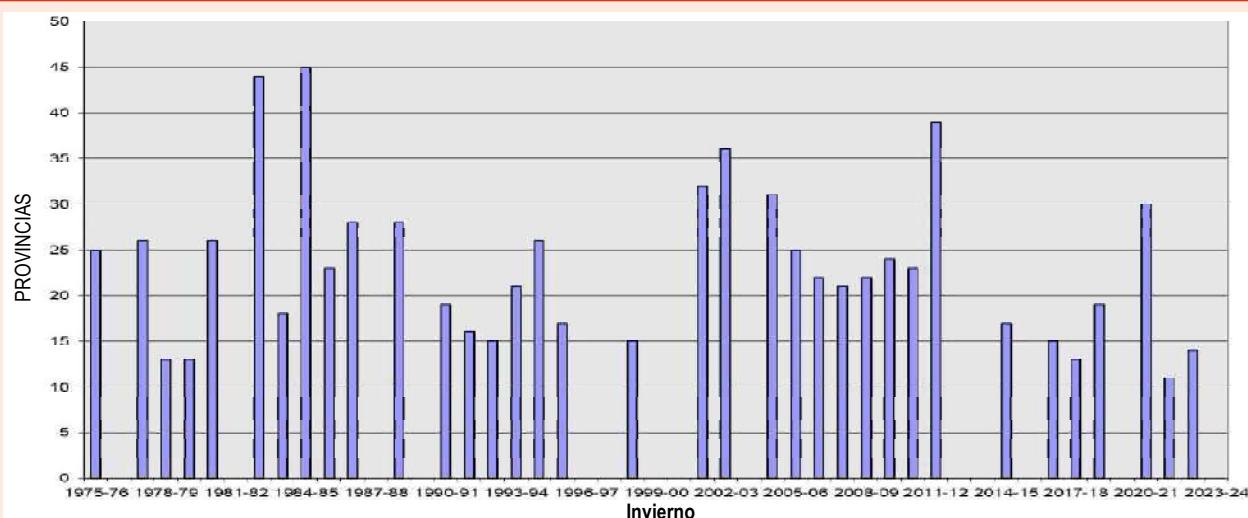


Figura A11 — Número máximo de provincias afectadas en días con ola de frío desde 1975.

El gráfico de la figura A12 representa la temperatura mínima de la ola más baja para cada invierno, desde 1975. El valor más bajo, con -9.0°C , corresponde al invierno 2008-2009, concretamente al día 20 de diciembre; en segundo lugar figura el invierno 2007-2008, con un valor de -8.8°C el 17 de noviembre.

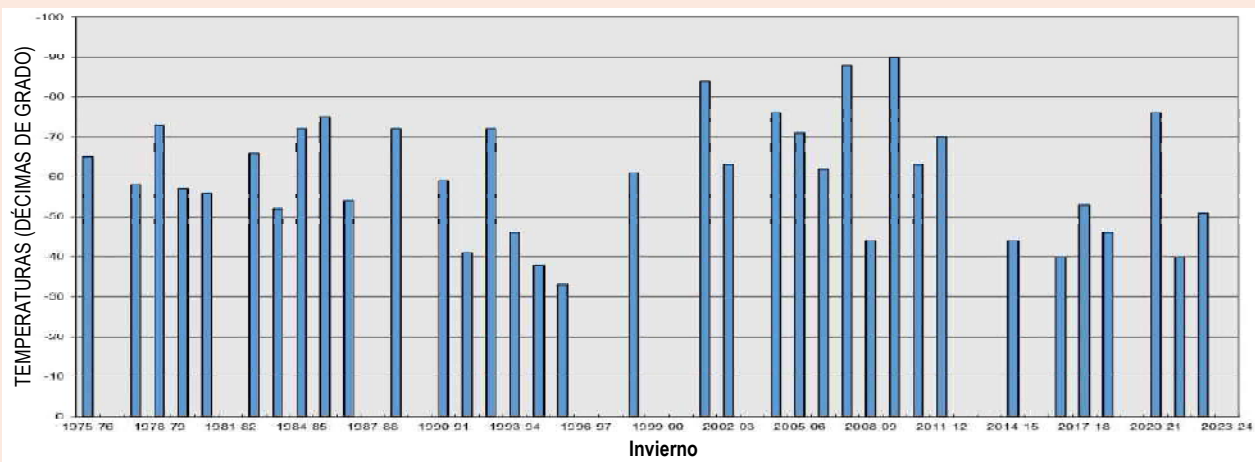


Figura A12 — Temperatura media de las mínimas correspondiente al día más frío, calculada para las estaciones con ola de frío, desde 1975.

Si bien la temperatura mínima de la ola es un indicador de la intensidad de una ola de frío, está muy influenciada por las estaciones que la registren, de manera que olas de frío que afecten solo al norte peninsular tendrán en general valores más bajos que las que se extiendan también por el sur o solo por el sur, por lo que a la hora de valorar la intensidad de una ola de frío es mejor indicador la anomalía de la ola y por ello la figura A13 muestra la anomalía de la ola más baja de cada invierno. Las olas de frío más destacadas son las registradas en los inviernos 1984-1985, con una anomalía de la ola de -5.5°C , 2004-2005 con -5.1°C , 2001-2002 con -5.0°C y 1982-1983 con -4.8°C .

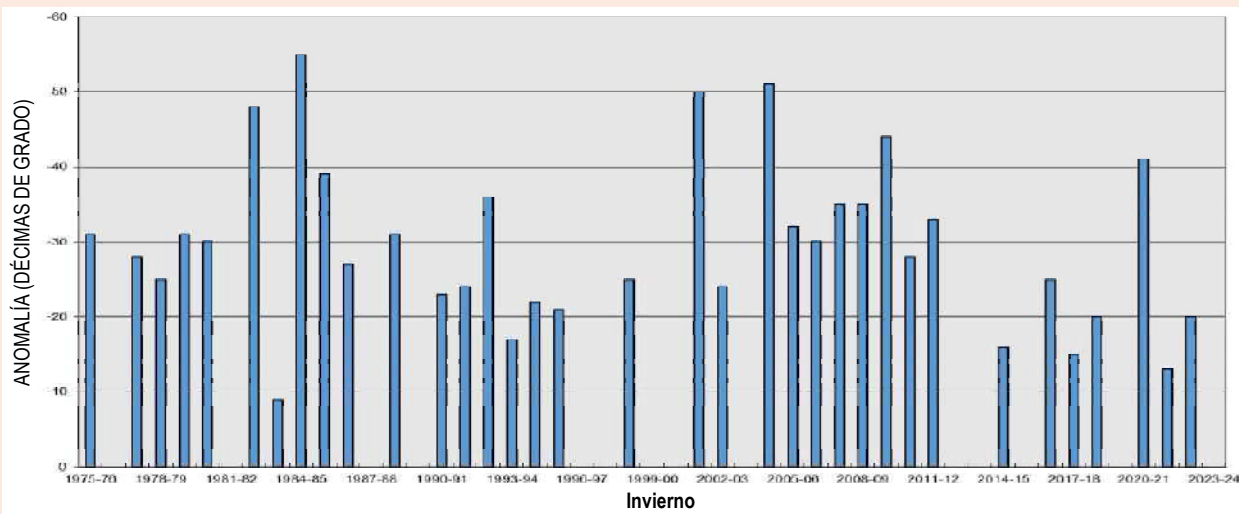


Figura A13 — Anomalía de la ola más baja de cada invierno desde 1975.

ANEXO B. EFEMÉRIDES CLIMATOLÓGICAS

Efemérides de temperatura media anual más alta registradas en el año 2024

Indicativo	Estación	Altitud (m)	Provincia	Media 2024 (°C)	Efeméride anterior		Diferencia (°C)	Datos desde
					°C	Año		
8025	Alicante	81	Alicante	20.0	19.6	2022	0.4	1940
6325O	Almería/Aeropuerto	21	Almería	20.6	20.2	2022	0.4	1969
5514	Granada/Base aérea	687	Granada	17.4	17.3	2022	0.1	1935
7178I	Murcia	62	Murcia	20.9	20.6	2023	0.3	1985
7228	Murcia/Alcantarilla	75	Murcia	20.2	19.9	2023	0.3	1943
7031	Murcia/San Javier	4	Murcia	19.1	18.8	2023	0.3	1947
1690A	Ourense	146	Ourense	16.7	16.6	2023	0.1	1973
C430E	Izaña	2369	Santa Cruz de Tenerife	12.1	11.6	2017	0.5	1920
8416	Valencia	11	Valencia	19.9	19.6	2022	0.3	1938
8414A	Valencia/Aeropuerto	56	Valencia	19.3	19.2	2022	0.1	1966

Listado de una selección de estaciones principales de AEMET en las que se ha superado el anterior valor más elevado de temperatura media anual.

Efemérides de temperatura media anual de las máximas más alta registradas en el año 2024

Indicativo	Estación	Altitud (m)	Provincia	Media máximas 2024 (°C)	Efeméride anterior		Diferencia (°C)	Datos desde
					°C	Año		
6325O	Almería/Aeropuerto	21	Almería	24.7	24.5	2023	0.2	1969
C430E	Izaña	2369	Santa Cruz de Tenerife	16.2	15.5	2017	0.7	1920

Listado de una selección de estaciones principales de AEMET en las que se ha superado el anterior valor más elevado de temperatura media anual de las máximas.

Efemérides de temperatura media anual de las mínimas más alta registradas en el año 2024

Indicativo	Estación	Altitud (m)	Provincia	Media mínimas 2024 (°C)	Efeméride anterior		Diferencia (°C)	Datos desde
					°C	Año		
8175	Albacete/Los Llanos	702	Albacete	9.5	9.3	2022	0.2	1940
8025	Alicante	81	Alicante	15.0	14.5	2022	0.5	1940
8019	Alicante-Elche/Aeropuerto	43	Alicante	14.6	14.4	2016	0.2	1967
6325O	Almería/Aeropuerto	21	Almería	16.4	15.9	2022	0.5	1969
0076	Barcelona/Aeropuerto	4	Barcelona	14.0	13.9	2018	0.1	1925
4121	Ciudad Real	626	Ciudad Real	11.1	11.0	2022	0.1	1971
5514	Granada/Base aérea	687	Granada	10.2	10.0	1955	0.2	1935
3013	Molina de Aragón	1062	Guadalajara	4.7	4.3	2022	0.4	1951
3195	Madrid, Retiro	667	Madrid	11.6	11.4	2023	0.2	1920
7178I	Murcia	62	Murcia	14.8	14.3	2022	0.5	1985
7228	Murcia/Alcantarilla	75	Murcia	13.6	13.2	2022	0.4	1943
7031	Murcia/San Javier	4	Murcia	14.5	14.4	2016	0.1	1947
1690A	Ourense	146	Ourense	10.4	10.2	2023	0.2	1973
C430E	Izaña	2369	Santa Cruz de Tenerife	8.0	7.6	2017	0.4	1920
8368U	Teruel	902	Teruel	6.8	6.6	2022	0.2	1987
8416	Valencia	11	Valencia	15.7	15.3	2022	0.4	1938
8414A	Valencia/Aeropuerto	56	Valencia	14.0	13.7	2022	0.3	1966
2614	Zamora	656	Zamora	8.7	8.6	2023	0.1	1921

Listado de una selección de estaciones principales de AEMET en las que se ha superado el anterior valor más elevado de temperatura media anual de las mínimas.

Efemérides de temperatura mínima diaria más alta registradas en el año 2024 (extremos absolutos de la serie)

Indicativo	Estación	Altitud (m)	Provincia	Mínima 2024		Efeméride anterior		Diferencia (°C)	Datos desde
				°C	Día	°C	Fecha		
3200	Madrid/Getafe	620	Madrid	26.8	25-julio	26.6	14/07/2022	0.2	1951
C430E	Izaña	2369	Santa Cruz de Tenerife	21.4	12-julio	20.8	18/07/1998	0.6	1920
9434	Zaragoza/Aeropuerto	249	Zaragoza	28.1	30-julio	25.7	23/08/2023	2.4	1951

Listado de una selección de estaciones principales de AEMET en las que se ha superado el anterior valor más elevado de temperatura mínima diaria.

Efemérides de precipitación anual más alta registradas en el año 2024

Indicativo	Estación	Altitud (m)	Provincia	Precipitación 2024 (mm)	Efeméride anterior		Diferencia (mm)	Datos desde
					mm	Año		
9170	Logroño/Aeropuerto	353	La Rioja	639.4	630.4	2008	9.0	1948

Listado de una selección de estaciones principales de AEMET en las que se ha superado el anterior valor más alto de precipitación anual.

Efemérides de precipitación anual más baja registradas en el año 2024

Indicativo	Estación	Altitud (m)	Provincia	Precipitación 2024 (mm)	Efeméride anterior		Diferencia (mm)	Datos desde
					mm	Año		
6000A	Melilla	52	Melilla	149.0	177.0	1983	-28.0	1948
C447A	Tenerife/Los Rodeos	632	Santa Cruz de Tenerife	270.8	287.6	2023	-16.8	1945

Listado de una selección de estaciones principales de AEMET en las que se ha superado el anterior valor más bajo de precipitación anual.

Efemérides de precipitación máxima diaria registradas en el año 2024 (extremos absolutos de la serie)

Indicativo	Estación	Altitud (m)	Provincia	Máxima 2024		Efeméride anterior		Diferencia (mm)	Datos desde
				mm	Día	mm	Fecha		
5960	Jerez de la Frontera/Aeropuerto	27	Cádiz	116.4	30-octubre	112.2	07/01/1947	4.2	1946
5530E	Granada/Aeropuerto	560	Granada	82.6	13-noviembre	68.2	06/06/1986	14.4	1972

Listado de una selección de estaciones principales de AEMET en las que se ha superado el anterior valor más elevado de precipitación máxima diaria.

Efemérides de racha máxima diaria registradas en el año 2024 (extremos absolutos de la serie)

Indicativo	Estación	Altitud (m)	Provincia	Máxima 2024		Efeméride anterior		Diferencia (km/h)	Datos desde
				km/h	Día	km/h	Fecha		
5000C	Ceuta	87	Ceuta	109	9-febrero	93	08/03/2010	16	2003

Listado de una selección de estaciones principales de AEMET en las que se ha superado el anterior valor anual más elevado de racha máxima diaria.

Efemérides de número de días de precipitación apreciable (≥ 0.1 mm) más alto registradas en el año 2024

Indicativo	Estación	Altitud (m)	Provincia	N.º días 2024	Efeméride anterior		Diferencia (días)	Datos desde
					N.º días	Año		
9771C	Lleida	186	Lleida	115	107	1987	8	1984

Listado de una selección de estaciones principales de AEMET en las que se ha superado el anterior valor anual más alto de número de días de precipitación apreciable.

Efemérides de número de días de granizo más alto registradas en el año 2024

Indicativo	Estación	Altitud (m)	Provincia	N.º días 2024	Efeméride anterior		Diferencia (días)	Datos desde
					N.º días	Año		
2331	Burgos/Villafría	891	Burgos	11	10	1972	1	1944
8500A	Castellón-Almassora	43	Castellón	7	5	2020	2	1976

Listado de una selección de estaciones principales de AEMET en las que se ha superado el anterior valor anual más alto de número de días de granizo.

Efemérides de número de días de niebla más alto registradas en el año 2024

Indicativo	Estación	Altitud (m)	Provincia	N.º días 2024	Efeméride anterior		Diferencia (días)	Datos desde
					N.º días	Año		
4642E	Huelva, Ronda este	18	Huelva	27	22	2023	5	1985

Listado de una selección de estaciones principales de AEMET en las que se ha superado el anterior valor anual más alto de número de días de niebla.

ANEXO C.

FENOLOGÍA DE LA FLORACIÓN DE LOS PRIMEROS ALMENDROS Y DE LA LLEGADA DE LA GOLONDRINA COMÚN EN EL CENTRO Y SUR DE MADRID

C1. Almendro (*Prunus dulcis*)

El almendro es una especie originaria del suroeste de Asia que se cultiva en España desde hace milenios y fue muy difundida por los romanos. Propio de climas templado-cálidos y secos, se trata de un pequeño árbol de la familia de las rosáceas. Sus flores, con cinco pétalos de color blanco o rosáceo, dependiendo de las variedades, aparecen en pleno invierno antes de que broten las hojas. Los primeros almendros con flores pueden observarse en el mes de enero en las zonas de mayor abrigo, aunque lo más frecuente es que lo hagan en febrero, considerado este como el mes de la floración en Madrid. En la figura C1 se muestra la serie histórica de las fechas en las que se han observado los primeros almendros en flor en el centro y sur de Madrid en el período 1981-2024. El valor normal, la mediana del período 1991-2020, corresponde al 7 de febrero, fecha que sirve de referencia para compararla con el resto de la serie histórica e identificar las anomalías, es decir, averiguar cuánto se ha adelantado o atrasado (figura C2).

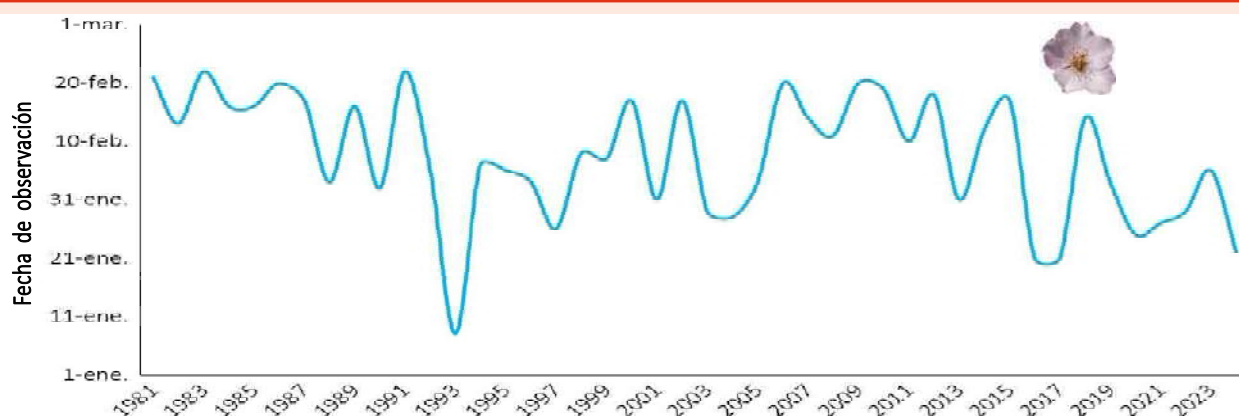


Figura C1 — Serie histórica de las fechas en las que se han observado los primeros almendros en flor en el centro y sur de Madrid (período 1981-2024).

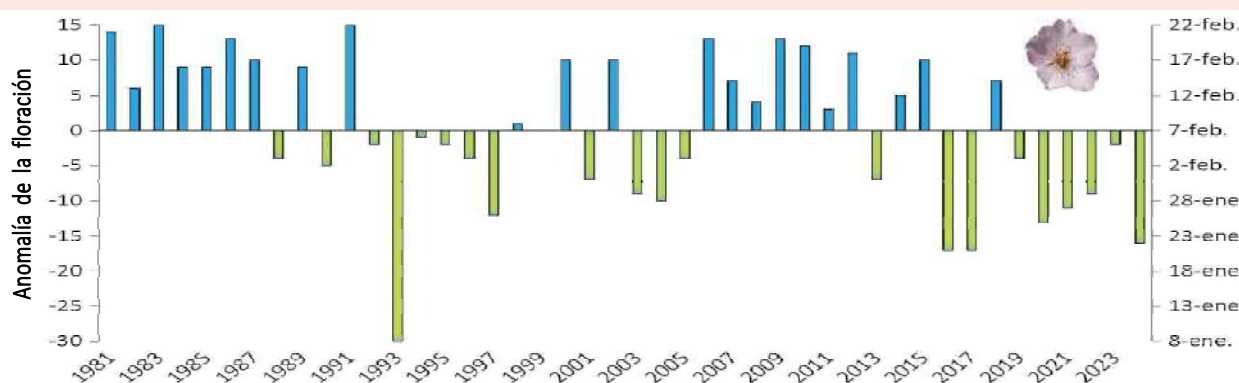
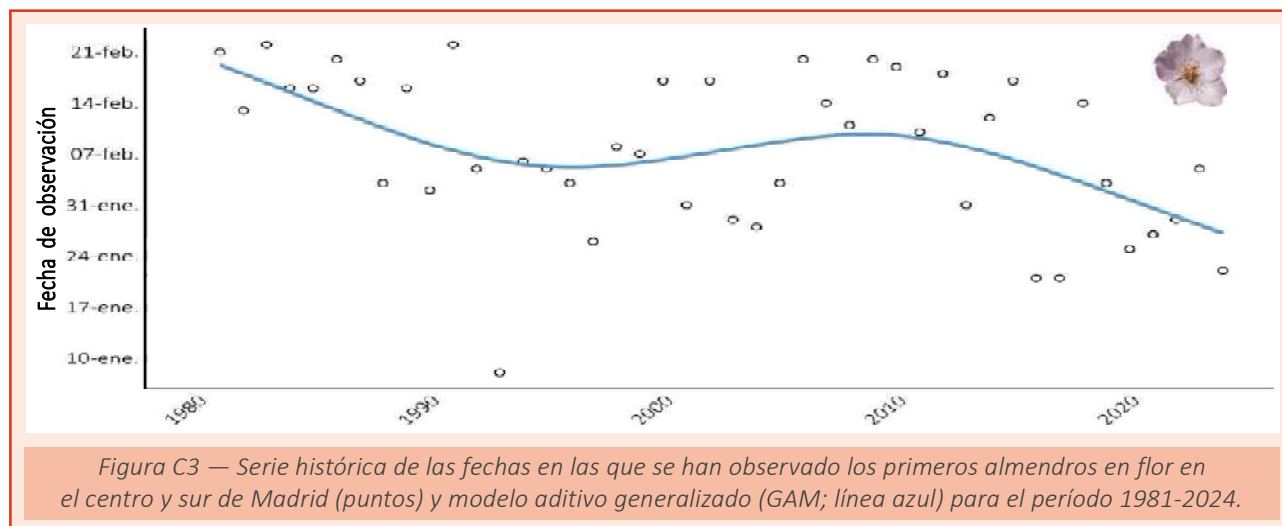


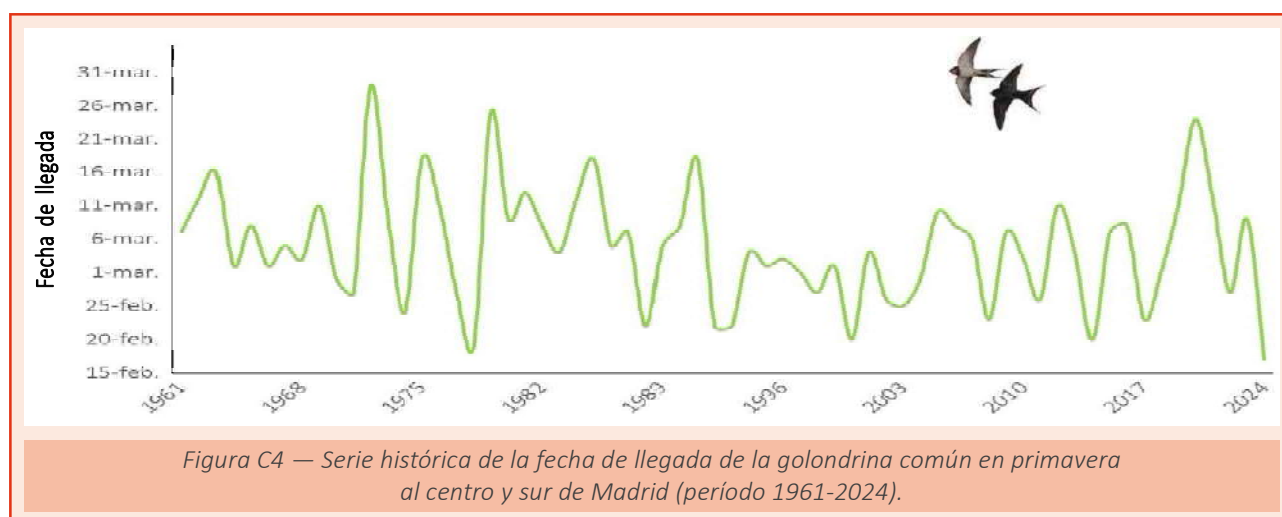
Figura C2 — Anomalías del primer día de floración del almendro en el centro y sur de Madrid (período 1981-2024). En el eje de ordenadas principal se expresa el número de días de adelanto (en negativo) o de atraso con respecto al valor normal.

En la figura C3, se muestra la serie histórica de las fechas en las que se han observado los primeros almendros en flor en el centro y sur de Madrid (puntos) y modelo aditivo generalizado (GAM; línea azul) para el período 1981-2024. El resultado es que el modelo muestra tendencia decreciente significativa (P -valor = 0.007) especialmente entre los años 1980 y 1990, y a partir de 2010, con lo que se puede concluir que se observa un adelantamiento significativo de la floración.

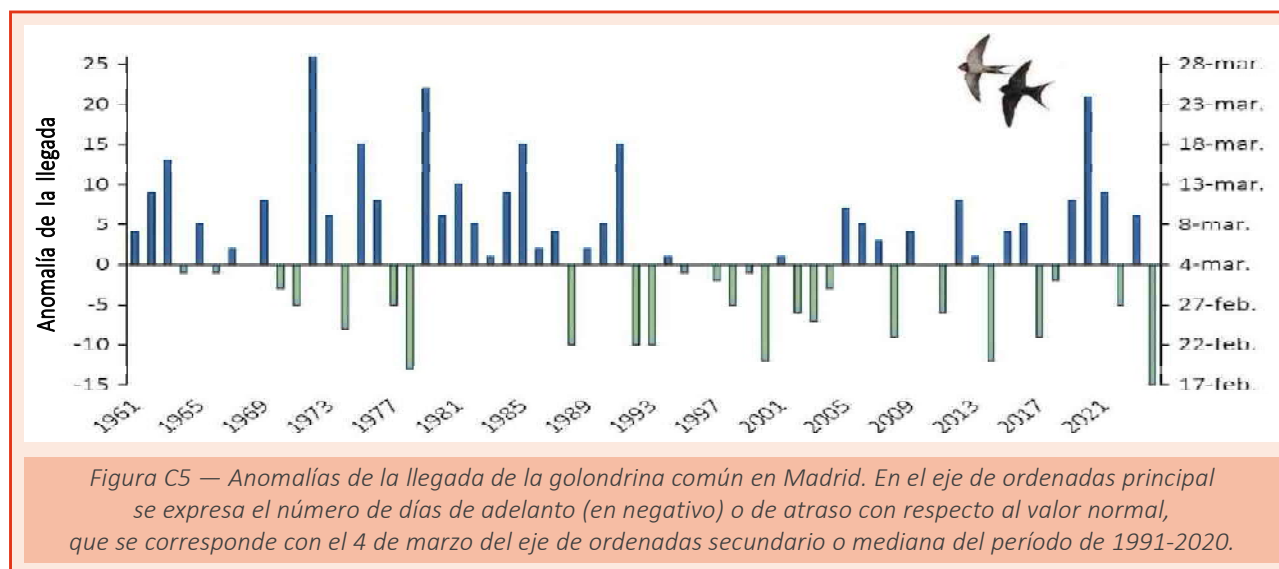


C2. Golondrina común (*Hirundo rustica*)

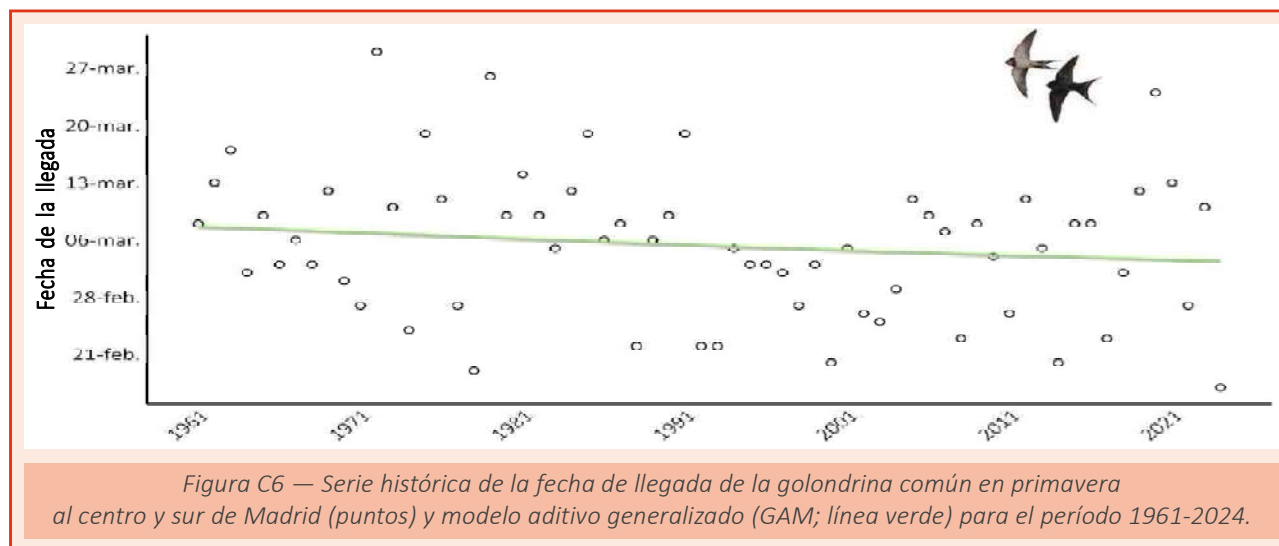
La golondrina común es un pequeño pájaro muy conocido y popular por su estrecha relación con el hombre, protagonista de refranes y dichos tradicionales. Una de las paremias más extendidas es «una golondrina no hace primavera», que se puede interpretar como que la golondrina común es la anunciadora de la primavera, aunque alguna se haya adelantado a la estación. Se trata de una especie migratoria de larga distancia, que pasa el invierno al sur del desierto del Sahara, aunque una reducida población permanece durante el invierno en la región suroccidental de la península ibérica. La figura C4 muestra la serie histórica de la fecha de llegada de la golondrina común en primavera al centro y sur de Madrid durante el período 1961-2024. En esta figura, se observa que los primeros individuos llegan antes del comienzo de la primavera, a finales del mes de febrero o principios de marzo, concretamente el 4 de marzo como valor central del período 1991-2020.



Por otra parte, en la figura C5 se muestran las anomalías de la llegada de la golondrina común en Madrid. Se observa que la fecha más temprana de llegada de la golondrina se registró en 2024 con 15 días de adelanto.



Finalmente, en la figura C6 se muestra la serie histórica de la fecha de llegada de la golondrina común en primavera al centro y sur de Madrid (puntos) y modelo aditivo generalizado (GAM; línea verde) para el período 1961-2024. A pesar de que la fecha más temprana se registró en 2024 con 15 días de adelanto, el modelo no muestra un cambio significativo (P-valor = 0.100) en la fecha de llegada de las golondrinas.



ANEXO D.

¿QUÉ SON LAS NORMALES CLIMÁTICAS?

Las normales climáticas se definen como promedios de variables climáticas calculadas para un período de 30 años y constituyen un estándar para evaluar el clima. Permiten identificar tendencias, anomalías y cambios en los patrones climáticos que son esenciales para el estudio del cambio climático. Estos valores normales no son meramente estadísticos descriptivos, sino que encarnan la variabilidad inherente al clima de una región, proporcionando un marco para comparar condiciones climáticas actuales y pasadas e identificar tendencias climáticas. A medida que el cambio climático acelera las transformaciones en los patrones climáticos globales y regionales, las normales deben adaptarse para capturar estas tendencias emergentes y proporcionar una base actualizada para la comparación climática. Este proceso asegura que las normales reflejen de manera más precisa el «nuevo normal», para lo que se recalculan cada 10 años.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) establece directrices detalladas para realizar el cálculo de las normales climáticas, incluyendo recomendaciones sobre la selección de períodos de referencia, la integridad de los datos y el tratamiento de datos faltantes. Estas directrices aseguran la comparabilidad y la coherencia de las normales climáticas a nivel internacional, facilitando así su uso en diversos campos, desde la meteorología y la hidrología hasta la agricultura, la planificación urbana y la salud pública.

El proceso de cálculo de las normales climáticas comienza con la recolección de registros climatológicos diarios y mensuales de numerosas estaciones meteorológicas. Estos datos deben cubrir completamente el período de referencia y ser lo más completos y homogéneos posible. La recolección incluye variables climáticas como temperatura, precipitación, humedad, presión atmosférica, radiación solar y viento, entre otras.

Los datos registrados pasan por un riguroso control de calidad para identificar y corregir errores, datos faltantes y valores atípicos. Este proceso incluye la comparación con registros de estaciones cercanas y la detección de inconsistencias temporales. El control de calidad es crucial para asegurar la fiabilidad de las normales climáticas generadas.

El siguiente paso es la homogeneización que es esencial para corregir los sesgos introducidos por cambios en las metodologías de medición, ubicación de las estaciones, prácticas de observación, y otros factores no climáticos. Se utilizan métodos estadísticos para ajustar las series temporales, garantizando que las variaciones en los datos reflejen únicamente cambios en el clima. Este paso es fundamental para asegurar la comparabilidad de las normales a lo largo del tiempo.

Con los datos homogeneizados, se calculan las medias y otros estadísticos de interés para cada mes, estación (invierno, primavera, verano, otoño) y el año completo. Para parámetros como la precipitación total, la suma se calcula directamente. Para otros, como la temperatura media, se calcula la media aritmética de los valores diarios. Las normales de otros parámetros, como los percentiles, se derivan de la distribución de los datos durante el período de referencia. Finalmente, se evalúa la integridad de los conjuntos de datos para asegurar que los cálculos de las normales sean representativos.

La metodología de cálculo de las normales climáticas para el período 1991-2020 seguida en AEMET viene descrita en la guía de la OMM (WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals. WMO-No. 1203, 2017), que establece los principios fundamentales para el cálculo de normales climáticas. El procedimiento detallado seguido en AEMET y la descripción de los datos utilizados se pueden consultar en Lorenzo *et al.* (2023) y Lorenzo *et al.* (2024).

ANEXO E.

CARACTERIZACIÓN DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN MEDIANTE PERCENTILES

Con el fin de caracterizar las variables meteorológicas de temperatura y precipitación, se utilizan valores estadísticos que no tengan en cuenta la función de distribución de las variables estudiadas. Para obtener una descripción completa de la distribución, además de un valor que mida la tendencia central, es necesario indicar la dispersión. En este informe, para la tendencia central se ha calculado la media y para medir la dispersión los percentiles correspondientes al 20 % (P20), 40 % (P40), 60 % (P60) y 80 % (P80) calculados a partir del período de referencia (1991-2020), basándose en el método de GIBBS y MAHER (1967). Estos percentiles dividen el período de referencia en cinco intervalos y la caracterización del año estudiado se lleva a cabo asignando el valor medio de la variable al intervalo de percentiles correspondiente. De este modo, en el caso de la temperatura (T) del año estudiado, la caracterización de un año, de acuerdo con los percentiles indicados, es la siguiente:

- EC = Extremadamente cálido. $T > T_{\max}$. La temperatura sobrepasa el valor máximo registrado en el período de referencia 1991-2020.
- MC = Muy cálido: $P80 < T \leq T_{\max}$. La temperatura se encuentra en el intervalo correspondiente al 20 % de los años más cálidos.
- C = Cálido: $P60 < T \leq P80$.
- N = Normal: $P40 < T \leq P60$.
- F = Frío: $P20 < T \leq P40$.
- MF = Muy frío: $T_{\min} \leq T \leq P20$. La temperatura se encuentra en el intervalo correspondiente al 20 % de los años más fríos.
- EF = Extremadamente frío. $T < T_{\min}$. La temperatura no alcanza el valor mínimo registrado en el período de referencia 1991-2020.

Donde los valores de los percentiles del período de referencia 1991-2020 vienen reflejados en la tabla E1.

Tabla E1. Percentiles correspondientes a la temperatura para el período de referencia 1991-2020.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Mínimo $T_{\min}$	4.0	4.2	8.2	10.2	13.1	15.8	20.9	21.2	16.8	11.4	7.5	4.6
P20	5.4	5.8	9.1	10.8	14.4	19.3	22.1	22.4	18.3	13.6	8.6	6.2
P40	5.9	6.6	9.5	12.0	15.4	19.9	22.8	23.0	19.1	14.4	9.4	6.5
P60	6.5	7.6	10.3	12.2	16.3	20.2	23.4	23.4	19.6	15.1	9.9	7.0
P80	7.1	8.6	10.7	13.0	16.9	21.2	23.9	23.8	20.2	16.1	11.0	7.8
Máximo $T_{\max}$	8.2	10.6	12.5	14.8	17.8	22.8	25.4	24.9	21.5	17.3	11.7	9.3

En el caso de la precipitación (PR), la caracterización del año, de acuerdo con los percentiles, es la siguiente:

- EH = Extremadamente húmedo. $PR > PR_{\max}$. La precipitación sobrepasa el valor máximo registrado en el período de referencia 1991-2020.
- MH = Muy húmedo: $P80 < PR \leq PR_{\max}$. La precipitación se encuentra en el intervalo correspondiente al 20 % de los años más húmedos.
- H = Húmedo: $P60 < PR \leq P80$.
- N = Normal: $P40 < PR \leq P60$.
- S = Seco: $P20 < PR \leq P40$.
- MS = Muy seco: $PR_{\min} \leq PR \leq P20$. La precipitación se encuentra en el intervalo del 20 % de los años más secos.
- ES = Extremadamente seco. $PR < PR_{\min}$. La precipitación no alcanza el valor mínimo registrado en el período de referencia 1991-2020.

Donde los valores de los quintiles, del período de referencia 1991-2020, utilizados vienen reflejados en la tabla E2.

Tabla E2. Percentiles correspondientes a la precipitación para el período de referencia 1991-2020.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Mínimo PR_{min}	11.5	8.1	3.2	22.6	16.6	10.0	7.3	7.9	14.5	21.7	23.0	17.7
P20	40.4	28.3	29.8	43.1	34.6	18.9	11.5	13.9	31.7	52.7	47.7	34.3
P40	49.3	45.0	47.1	50.5	49.5	23.0	13.9	18.3	40.7	69.2	62.2	49.7
P60	63.2	57.3	60.0	65.0	60.6	32.8	16.7	22.4	48.4	85.3	94.6	66.6
P80	89.2	72.2	74.6	89.4	75.6	39.6	20.5	27.8	57.9	100.2	104.2	110.5
Máximo PR_{max}	177.6	124.9	161.6	125.3	120.6	92.7	40.0	45.2	80.4	143.3	163.9	184.8

ANEXO F. REFERENCIAS

COPERNICUS CLIMATE CHANGE SERVICE (C3S). European State of the Climate 2019.

<https://climate.copernicus.eu/ESOTC/2019>.

COPERNICUS CLIMATE CHANGE SERVICE (C3S). European State of the Climate 2020.

<https://climate.copernicus.eu/ESOTC/2020>.

GIBBS, W. J. y MAHER, J. V., 1967. Rainfall deciles as drought indicators. *Bureau of Meteorology Bulletin*, 48, Melbourne: Bureau of Meteorology.

HERSBACH, H., BELL, B., BERRISFORD, P. *et al.*, 2020. The ERA5 global reanalysis. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, 146: 1999-2049.

<https://doi.org/10.1002/qj.3803>.

KENDALL, M. y GIBBONS, J., 1990. Rank Correlation Methods. Charles Griffin Book. Oxford Univ. Pr.

LORENZO, B. *et al.*, 2023. Operational homogenization of daily climate series in Spain: experiences with different variables. 11th Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases and 6th Interpolation Conference jointly organized with the 14th EUMETNET Data Management Workshop. Hungarian Meteorological Service.

LORENZO, B. *et al.*, 2024. Operational homogenization of daily climate series in Spain: experiences with different variables. *Journal IDÖJÁRÁS. Quarterly Journal of the HungaroMet*. Hungarian Meteorological Service, Vol. 128, No. 2, April-June, 2024, pp. 155-170.

<https://doi.org/10.28974/idojaras.2024.2.2>.

McKEE, T. B., DOESKEN, N. J. y KLEIST, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration of time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan17-23, 1993, Anaheim CA, pp. 179-186.

MONTZKA, S. A., 2024. The NOAA Annual Greenhouse Gas Index (AGGI). National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Earth System Research Laboratories Global Monitoring Laboratory. Recuperado el 8 de abril de 2025 de:

<https://gml.noaa.gov/aggi/aggi.html>.

NÚÑEZ MORA, J. Á., 2020. Una cuarentena en penumbra. Agencia Estatal de Meteorología.

<https://repositorio.aemet.es/handle/20.500.11765/11745>.

NÚÑEZ MORA, J. Á., 2020. Una cuarentena en penumbra. *Tiempo y Clima*, 5 (69), 8-10.

<https://pub.ame-web.org/index.php/TyC/article/view/2382/2583>.

PFEIFROTH, U., TRENTMANN, J., HOLLMANN, R., SELBACH, N., WERSCHECK, M. y MEIRINK, J. F., 2018. ICDR SEVIRI Radiation - based on SARAH-2 methods, Satellite Application Facility on Climate Monitoring.

https://wui.cmsaf.eu/safira/action/viewICDRDetails?acronym=SARAH_V002_ICDR.

SEN, P. K., 1968. Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, 63(324), 1379-1389.

<https://doi.org/10.237/2285891>.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO), 2017. WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals (WMO-No. 1203).

<https://library.wmo.int/idurl/4/55797>.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO), 2024. *Greenhouse Gas Bulletin (GHG Bulletin)*, No. 20: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2023.

<https://library.wmo.int/idurl/4/69057>.

ANEXO G.
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
C3S	Copernicus Climate Change Service (Servicio de Cambio Climático de Copernicus)
CFC	clorofluorocarbono
dana	depresión aislada en niveles altos
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio)
ESA	European Space Agency (Agencia Espacial Europea)
EUMETNET	European Meteorological Services Network (Red de Servicios Meteorológicos Europeos)
EUMETSAT	European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites (Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos)
GAM	generalized additive model (modelo aditivo generalizado)
GD	grado-día
GEI	gas de efecto invernadero
HF	hora-frío
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera (Instituto Portugués del Mar y la Atmosfera)
IPRC	International Pacific Research Center (Centro de Investigación Internacional del Pacífico)
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut / Royal Netherlands Meteorological Institute (Instituto Real de Meteorología de los Países Bajos)
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, de los Estados Unidos de América)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos de América)
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ppb	número de moléculas de un gas traza por mil millones (10^9) de moléculas de aire seco (del inglés <i>parts per billion</i>)
ppm	número de moléculas de un gas traza por millón (10^6) de moléculas de aire seco (del inglés <i>parts per million</i>)
ppt	número de moléculas de un gas traza por billón (10^{12}) de moléculas de aire seco (del inglés <i>parts per trillion</i>)
RGB	red-green-blue (imagen realizada en colores rojo, verde y azul)
SAF	Satellite Application Facilities
SCM	sistema convectivo de mesoescala
SDU	sunshine duration (duración de la insolación)
SIAR	Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España)
SPI	Standardized Precipitation Index (índice de precipitación estandarizado)
UH	Universidad de Hawái
UTC	universal time coordinated (tiempo universal coordinado)
VAG	Vigilancia de la Atmosfera Global de la OMM
WMO	World Meteorological Organization (Organización Meteorológica Mundial, OMM)

