



Informe completo

# 10 AÑOS, 10 EVENTOS EXTREMOS

**Cómo el cambio climático  
golpea a España**

**Atribución de eventos  
meteorológicos extremos al cambio  
climático entre 2015-2025**

**GREENPEACE**

# **10 años, 10 eventos extremos: cómo el cambio climático golpea a España**

**Atribución de eventos meteorológicos  
extremos al cambio climático entre  
2015-2025**

**Autores: David Barriopedro Cepero, Regina Ortiz-Martín, Bernat Jiménez-Esteve.  
Instituto de Geociencias (IGEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas -  
Universidad Complutense de Madrid (CSIC-UCM), PTI-Clima, y Greenpeace.**

Agradecimientos al proyecto de investigación titulado Desarrollo de Servicios Climáticos Operativos, financiado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) y la Comisión Europea NextGenerationEU (Reglamento UE 2020/2094), a través de la Plataforma Temática Interdisciplinar Clima (PTI-Clima) del CSIC.

## Resumen

En los últimos años, España ha vivido episodios meteorológicos extremos récord acompañados de un calentamiento continuado, que ponen de manifiesto una **nueva realidad climática con eventos extremos cada vez más intensos**.

La histórica borrasca Filomena en enero de 2021 cubrió de nieve gran parte del país y fue seguida por una ola de frío con temperaturas por debajo de  $-20^{\circ}\text{C}$ . A estos episodios se han sumado periodos de sequía cada vez más prolongados, como los de 2022 y 2023, cuando apenas llovió y se alcanzaron récords de temperaturas. La falta de lluvias favoreció olas de calor más largas, más extensas y más intensas, como la de julio de 2022 —la más severa registrada hasta entonces— o las de 2023 y 2025, que afectaron a prácticamente toda la península y las islas, así como incendios devastadores.

No solo el calor, la sequía y los incendios han sido protagonistas. También se han registrado episodios de lluvias torrenciales e inundaciones históricas, como la DANA de octubre de 2024 en la Comunidad Valenciana, que dejó más de 750 mm de lluvia en pocas horas y se convirtió en el desastre más costoso y letal de la historia reciente de España. Estos fenómenos extremos, cada vez más frecuentes y severos, son un recordatorio de la vulnerabilidad de nuestro territorio frente al cambio climático y de la necesidad de adaptar nuestras infraestructuras y políticas de gestión para reducir sus impactos sociales y económicos.

**Este informe analiza diez fenómenos extremos de gran impacto registrados en España durante la última década**, el mismo periodo transcurrido desde la firma del Acuerdo de París. Se incluyen episodios de distinta naturaleza, con especial atención a aquellos de mayor repercusión socioeconómica a escala nacional —como olas de calor, sequías e incendios forestales— y a los que resultan más abordables desde la ciencia de la atribución climática. No es casualidad que los eventos analizados estén concentrados en los últimos cinco años: en este período se han registrado las olas de calor y sequías repentinas más graves de la década, en línea con la tendencia observada hacia una intensificación de estos fenómenos.

Además, muchos de los eventos analizados ocurrieron de forma simultánea o secuencial, lo que indica un carácter compuesto con intensificación mutua. El análisis revela una **huella humana clara y medible en todos ellos, evidenciando que el cambio climático ya no es una amenaza futura, sino una realidad que condiciona nuestro presente**.

## Introducción

### ¿Qué se entiende por atribución de eventos extremos?

La atribución climática es el proceso de evaluar la importancia relativa de múltiples causas potenciales a un cambio o evento observado. Los primeros estudios de atribución se iniciaron en los años 90, y se centraban en los cambios observados a escala global o continental, como el calentamiento global o el aumento en la frecuencia de días cálidos [1]. Gracias a ello sabemos que la frecuencia, intensidad y/o duración de ciertos extremos climáticos han cambiado en muchas zonas por las actividades humanas, que están provocando un calentamiento global debido principalmente a las emisiones de combustibles fósiles [2]. Sin embargo, atribuir una tendencia en el clima (por ejemplo, el aumento en la frecuencia de olas de calor) a las actividades humanas no implica que cada evento individual se deba al cambio climático. Como los impactos suelen estar provocados por episodios individuales, cuando sucede un evento extremo, surge con frecuencia la pregunta de si existe una conexión con el cambio climático. Durante mucho tiempo la respuesta a esa pregunta era “no podemos atribuir un evento individual al cambio climático”, pero eso ya no es así.

En las últimas dos décadas, los avances científicos han permitido atribuir eventos concretos al cambio climático [3]. La atribución de eventos extremos se dedica a evaluar la influencia del cambio climático en eventos meteorológicos o climáticos individuales (p.ej. la ola de calor de 2003; [4]). Este tipo de atribución es más complejo que la atribución de tendencias porque se centra en un solo evento, cuyas causas son únicas, y a menudo incluyen múltiples factores (naturales y antropogénicos). Es posible atribuir eventos individuales al cambio climático, pero es importante formular las preguntas adecuadas porque no todas ellas tienen siempre una respuesta. Por ejemplo, la pregunta “¿el cambio climático causó este evento?” rara vez tiene una respuesta determinista (sí/no) ya que la mayoría de eventos podrían haber ocurrido en un clima sin cambio climático. Por eso, es más correcto formularla como “¿el cambio climático tuvo una influencia en este evento?”. No se trata de probar que el cambio climático fue el causante, sino de estimar cuánto más probable o más intenso se ha vuelto un evento por las actividades humanas. En resumen, **los estudios de atribución de extremos evalúan si y en qué medida el cambio climático ha afectado su magnitud, probabilidad o los procesos responsables del evento.**

## ¿Por qué se hace atribución?

Gracias a la ciencia de la atribución, sabemos que muchos fenómenos recientes no habrían ocurrido o no lo habrían hecho con la misma severidad o frecuencia sin el calentamiento global. Se trata de una poderosa herramienta para entender cómo el cambio climático está afectando nuestras vidas y ayudarnos a planificar el futuro con políticas de adaptación y resiliencia más efectivas. También sirve para que la ciudadanía sea consciente de las consecuencias del calentamiento global que estamos produciendo, y de la necesidad de actuar para evitar peores impactos en el futuro.

Desde el punto de vista climático, la atribución mejora la comprensión de los extremos y la capacidad de predicción y proyección. Desde el punto de vista de los impactos y las acciones, contribuye a la toma de decisiones y guía estrategias de adaptación, proporcionando información valiosa para gestores de emergencias, planificadores y responsables políticos en sectores como la gestión de suelos, el agua, la salud, la alimentación, la agricultura y ganadería, los seguros o el transporte.

## ¿Cómo se hace la atribución?

Para cuantificar la influencia antropogénica en un evento, se comparan “eventos similares” al observado en dos mundos (Figura 1): el mundo real (o factual), con cambio climático, y un “mundo alternativo” (o contrafactual) sin cambio climático (o con una menor influencia antropogénica). Los enfoques típicos de atribución se dividen principalmente en dos: los basados en registros observacionales o en simulaciones con modelos climáticos.

Los métodos basados en observaciones comparan periodos pasados (contrafactuales) y recientes (factuales). La ventaja es que no dependen de la fiabilidad de los modelos, y pueden resultar más fácilmente comprensibles ya que construyen el mundo contrafactual en base a condiciones climáticas reales experimentadas hace apenas unas décadas. No obstante, cuentan con pocas réplicas de “eventos similares”, necesitan datos de alta calidad y series temporales largas, y muestran dificultades para separar la influencia de factores naturales.

Por otro lado, los métodos basados en modelos permiten tratar explícitamente forzamientos antropogénicos (como los gases de efecto invernadero) y generar grandes muestras de datos. Las principales limitaciones son los sesgos de modelo, que pueden afectar los resultados de la atribución, y la necesidad de evaluar previamente su habilidad para reproducir el evento que se quiere atribuir. Por tanto, la disponibilidad y calidad de las observaciones, y la capacidad del modelo para reproducir el evento son clave para la fiabilidad de las estimaciones.

**Figura 1 Método de atribución de extremos meteorológicos al cambio climático**



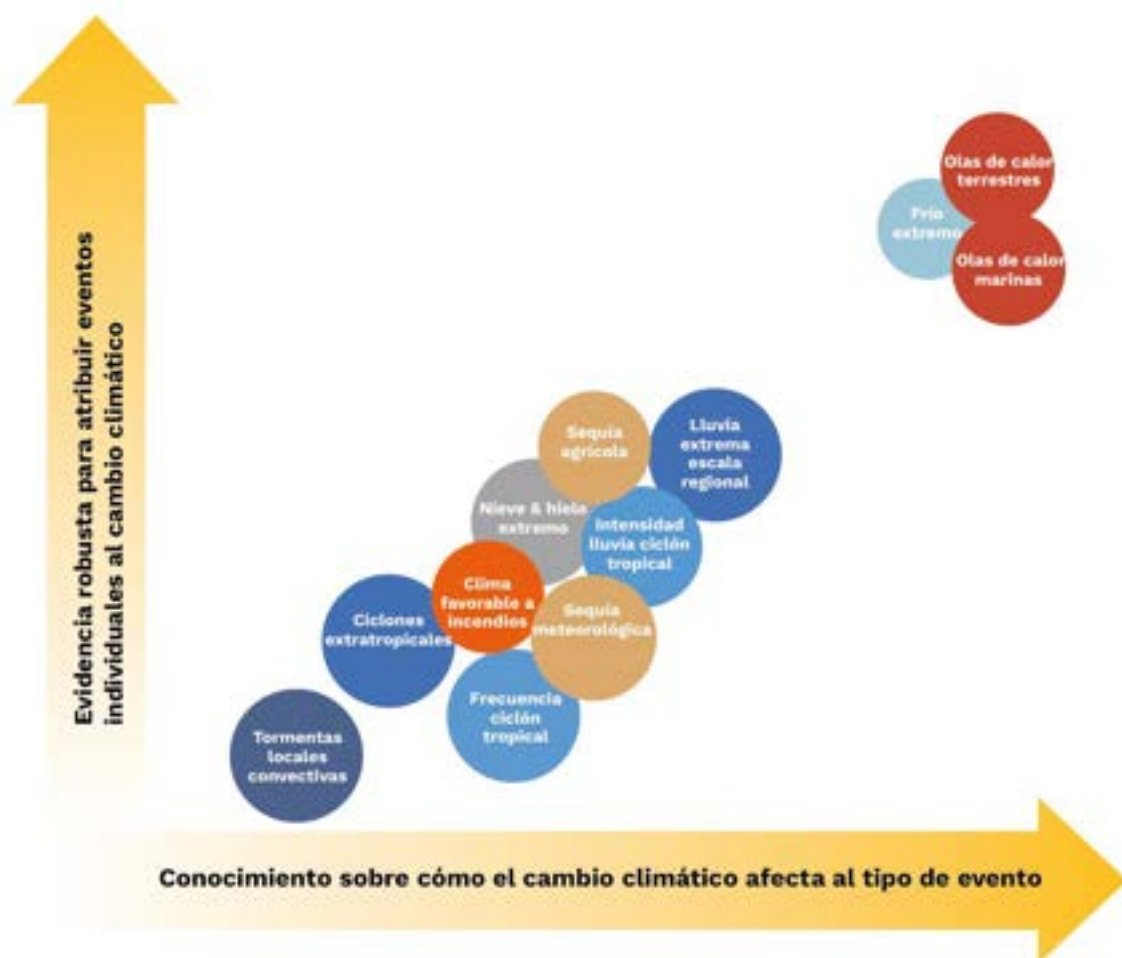
Para una variable climática se compara cómo sucede en las condiciones climáticas actuales (mundo actual, rojo) y cómo sucedería en un mundo sin cambio climático (mundo contrafactual, azul) definiendo un determinado umbral (por ejemplo, la intensidad) representado por la línea discontinua. La probabilidad de que se produzca esa variable a esa intensidad se indica en el mundo actual (sombreado en rojo) y en el mundo sin cambio climático (sombreado en azul) y la diferencia entre ambas indicaría la influencia del cambio climático. Según [5].

## ¿Qué extremos se pueden atribuir?

En general, la atribución es más fiable cuando existe un largo registro de observaciones, el evento se simula adecuadamente, se trata de un fenómeno puramente meteorológico/climático (o los factores no meteorológicos/climáticos son manejables), y se comprende y reproduce un mecanismo físico que conecta el evento con el cambio climático antropogénico.

Por tanto, no todos los tipos de eventos meteorológicos o climáticos extremos son igualmente atribuibles al cambio climático (Figura 2). Actualmente, se puede concluir que la confianza de la atribución es mayor en eventos relacionados con temperatura (olas de calor/frío o sequías hidrológicas) y menor en extremos con una fuerte componente dinámica (p.ej. ciclones), aunque muchos eventos muestran influencias termodinámicas y dinámicas (p.ej. precipitaciones intensas). Los avances futuros dependerán de las mejoras en las observaciones, la modelización y la comprensión de los complejos procesos que regulan la relación de los extremos con el cambio climático.

Como resultado, en muchos casos es posible cuantificar el grado de influencia del cambio climático antropogénico sobre la magnitud o probabilidad de ciertas clases de eventos. En otros, no es posible detectar una influencia antropogénica discernible (lo cual no quiere decir que no exista; simplemente que no podemos probarla con certeza).



### Capacidades de atribución de distintos tipos de extremos

**Figura 2** Capacidades de atribución de distintos tipos de extremos. Se representa la comprensión del cambio climático (eje horizontal) en una clase determinada de fenómenos extremos frente a la confianza en la capacidad de atribuir un fenómeno específico de esa clase al cambio climático (eje vertical). Tomada de [6]

## ¿Qué preguntas se pueden responder?

Algunas preguntas típicas en atribución son: ¿Son estos eventos más o menos probables debido al cambio climático?, ¿En qué medida se intensificó el evento por el cambio climático?, ¿Cómo habría evolucionado el evento en un mundo con una menor influencia de las actividades humanas (con menores emisiones de gases de efecto invernadero)? Puede ocurrir que, para un mismo evento, seamos capaces de abordar algunas de estas preguntas, pero otras no, y que ciertos aspectos del evento sean atribuibles al cambio climático y otros no lo sean con suficiente confianza. Ello es así porque la pregunta formulada condiciona el tipo de datos, el diseño de experimentos, la elección de “eventos similares” y la definición del “mundo contrafactual” (“sin” cambio climático), y por tanto las conclusiones del estudio. Por eso, diferentes enfoques complementarios pueden dar resultados aparentemente contradictorios para un mismo evento. Aunque eso puede dificultar la interpretación, no debe malinterpretarse; simplemente refleja el hecho de que diferentes preguntas pueden tener diferentes respuestas.

**Este informe analiza en qué medida el cambio climático reciente ha influido en la magnitud de 10 eventos extremos de los últimos 10 años.** Para ello, se usan datos basados en observaciones, definiendo el cambio climático como la diferencia entre el clima presente (factual, 1993-2024) y el pasado reciente (contrafactual, 1961-1992). El método de atribución se describe en la sección de metodología. Para todos los eventos se ha seguido el mismo método de análogos basado en observaciones a excepción de la DANA de 2024, cuya metodología concreta se describe en la propia ficha.

Este estudio aporta por tanto conclusiones conservadoras, ya que a) en el primer periodo, usado de referencia, ya había cierto grado de calentamiento global; y b) a lo largo del segundo periodo el planeta ha seguido calentándose más rápidamente, siendo el calentamiento en 2020-2025 superior al de 1990-2000. Por ejemplo, según el informe “State of the Global Climate 2024” de la WMO (Organización Meteorológica Mundial en sus siglas en inglés) la temperatura media global en 1961 ya era 0,35 °C superior a la preindustrial (media de 1850-1900) y en 1992 era 0,49 °C. En contraste, la temperatura en el 2000 era 0,63 °C superior a la preindustrial, en 2010 alcanzó 1,01 °C, y en 2024 llegó a ser 1,60 °C superior.

## Atribución de 10 eventos meteorológicos extremos al cambio climático

A continuación, se presentan las fichas de los 10 eventos analizados. Cada una incluye una descripción del fenómeno (situación meteorológica, efemérides y contexto histórico), los impactos principales (como mortalidad, daños en la agricultura, superficie quemada o costes económicos) y un análisis de atribución basado en gráficos y tablas. Las figuras muestran el promedio ( $\bar{X}$ ) de la variable X en cuestión que define el evento (por ejemplo, la temperatura máxima en una ola de calor o el índice FWI en incendios) para el evento observado,  $X_f$ , y su reconstrucción contrafactual,  $X_c$ , que estima cómo habría sido el evento bajo las mismas condiciones meteorológicas en un periodo pasado (1961-1992) con menor influencia humana. Las tablas también hacen referencia a los valores medios durante el evento y comparan ambos escenarios mediante el promedio de la variable estudiada para España,  $[X]$ , y el porcentaje del territorio afectado por encima o debajo de determinados umbrales ( $A_u$  y  $A_p$ ). Respecto a  $A_p$ , se emplean tres umbrales relativos basados en percentiles que identifican el 10 % (p10, p90), 5 % (p5, p95) y 1 % (p1, p99) de los valores más extremos registrados en el periodo de referencia (1981-2010), denominados cualitativamente como intensos, muy intensos y excepcionales, respectivamente. Los percentiles se determinan para cada punto y para cada día del año. Así, por ejemplo, un porcentaje del 40 % en el percentil p90 significa que el 40 % de los puntos del territorio experimentó valores intensos (mayores que el 90 % de todos los datos registrados en el periodo histórico en ese punto y día).

Los principales resultados de la atribución se destacan al inicio de cada ficha. Nótese que la atribución del evento no implica necesariamente una atribución de sus impactos al cambio climático. Los impactos se presentan para los periodos disponibles en los registros de mayúscula en todos los organismos oficiales (habitualmente con frecuencia mensual). Por ello, no siempre corresponden exclusivamente al periodo del evento por lo que no deben atribuirse en su totalidad al extremo analizado. La lista de impactos es solo ilustrativa y no exhaustiva, ya que depende de la información disponible, la cual a menudo no abarca todas las áreas afectadas (p.ej. consecuencias ambientales en espacios de valor ecológico, costes indirectos sobre actividades económicas, o efectos sociales y en los servicios, etc.).

## CRONOLOGÍA DE LOS EVENTOS EXTREMOS ANALIZADOS



# OLA DE FRÍO 2021



**FECHA** 11/01/2021 - 18/01/2021

**EXTENSIÓN TERRITORIAL** Península



## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FENÓMENO Y SUS IMPACTOS

La borrasca extratropical Filomena dio lugar a nevadas intensas los días 8 y 9 de enero de 2021 en el centro y noreste, y a lluvias muy fuertes en Andalucía. Al retirarse la borrasca se estableció sobre la península un anticiclón. Los cielos despejados y ausencia de viento asociados al anticiclón, unidos a la capa de nieve dejada por Filomena, favorecieron un enfriamiento nocturno en gran parte del centro peninsular [7, 8]. Las condiciones propiciaron una ola de frío entre el 11 y el 18 de enero, con una anomalía de la ola de  $-4.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , una temperatura mínima promedio de  $-7.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  el día 12 y un total de 30 provincias afectadas el día 13 [9]. Como consecuencia, el mes de enero fue frío en la península ( $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  por debajo de la media del mes en 1981-2010).

Destacaron las fuertes heladas generalizadas en amplias zonas bajas del centro, y en el interior del este peninsular, coincidiendo con las zonas donde se habían registrado las nevadas más importantes [10]. El 12 de enero casi toda la península estuvo bajo cero, con mínimas por debajo de  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$  en las provincias de Teruel, Guadalajara y Soria, alcanzando  $-26.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  en Torremocha de Jiloca (Teruel). [9].

Algunos observatorios de la zona centro de la península batieron su récord de temperatura mínima absoluta desde el comienzo de las respectivas series, como Teruel ( $-21.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), Madrid Torrejón ( $-13.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) o Toledo ( $-13.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), todos ellos el día 12 [8]. Las temperaturas frías continuaron hasta el día 20 en el que llegó una borrasca atlántica con aire templado [10].

## ATRIBUCIÓN

→ Las temperaturas mínimas fueron en promedio  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  más cálidas de lo que habrían sido en el pasado.

→ El frío muy intenso cubrió más de un cuarto del país, cuando en el pasado habría afectado a casi la mitad.

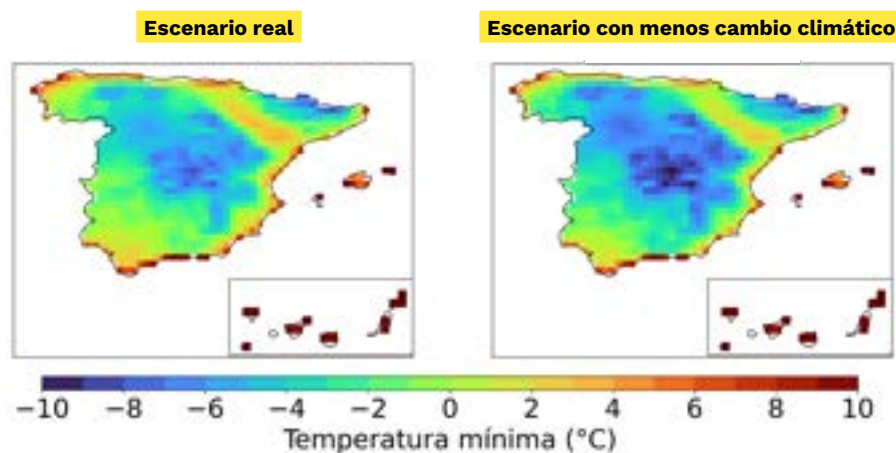


Figura.

Mapa promedio de temperatura mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) durante la ola de frío de 2021 (izquierda) comparado con lo que hubiera sucedido sin el aumento de temperatura de los últimos 30 años (derecha).

|                                     | <b>% de la superficie de España afectada por la ola de frío</b> |                                                               |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Umbral de temperatura mínima</b> | <b>Ola de frío 2021</b>                                         | <b>Ola de frío equivalente con menor calentamiento global</b> |
| -2oC                                | 48 %                                                            | 62.2±9.2 oC                                                   |
| -4 oC                               | 28.5 %                                                          | 42.9±10.3 oC                                                  |
| -6 oC                               | 8.3 %                                                           | 22.9±10.2 oC                                                  |
| Frío Intenso (P10)                  | 40.7 %                                                          | 55.1±9.9 oC                                                   |
| Frío Muy Intenso (P5)               | 28.3 %                                                          | 42.4±10.3 oC                                                  |
| Frío Excepcional (P1)               | 1.3 %                                                           | 11.6±8.4 oC                                                   |
|                                     | <b>Temperatura mínima (oC)</b>                                  |                                                               |
| <b>Promedio España</b>              | -1.4 oC                                                         | -2.7±1.0 oC                                                   |

Tabla. Porcentaje de territorio estatal con temperatura mínima inferior a los umbrales indicados, y promedio de la temperatura mínima nacional (oC). La segunda columna indica los valores de la ola de frío de 2021 y la tercera columna incluye los valores que habrían ocurrido en una ola de frío con las mismas condiciones meteorológicas, pero sin el aumento de la temperatura ocurrido en los últimos 30 años (media ± la desviación estándar). Todas las diferencias son significativas al 90%.

| <b>IMPACTOS</b>                              | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Fuente de datos</b> |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Muertes</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>En 2021, los deslizamientos de terreno, aludes y el temporal de nieve por Filomena fueron la principal causa de mortalidad por fenómenos naturales. Se registraron 2 muertes por nieve/frío (de un total de 19 por catástrofes naturales), aunque no se atribuyen directamente a Filomena.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                  | <b>[11]</b>            |
| <b>Personas afectadas</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Servicios de salud: aumento de la demanda en emergencias, falta de personal sanitario, condiciones laborales precarias (como problemas de calefacción) y dificultades de acceso.</li> <li>Suministro energético: interrupciones temporales de electricidad y gas en varias regiones, especialmente Madrid, Castilla-La Mancha, Aragón y Cataluña.</li> <li>Telecomunicaciones: fallos por congelación de sistemas, con cortes de telefonía e internet, incluyendo zonas en las que también sufrían problemas de luz y agua.</li> </ul> | <b>[12]</b>            |
| <b>Infraestructuras o sectores afectados</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Infraestructuras y sector primario: Roturas de tuberías, cortes de suministro, daños en cultivos y ganadería, incidencias en redes eléctricas y de agua en zonas rurales.</li> <li>El máximo de demanda eléctrica horaria anual se produjo el 8 de enero, y superó en un 3.7% al registrado el año anterior, siendo el más alto desde el año 2012.</li> </ul>                                                                                                                                                                          | <b>[7, 11, 13]</b>     |
| <b>Consecuencias económicas</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Los costes están incluidos en los 1.157 M€ de Filomena, de los cuales 505 M€ corresponden a daños asegurados; no hay desglose específico para la ola de frío.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>[11, 14]</b>        |

# SEQUÍA REPENTINA 2022



**FECHA** 23/05/2022 - 08/07/2022

**EXTENSIÓN TERRITORIAL** Península y archipiélagos



## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FENÓMENO Y SUS IMPACTOS

- El mes de junio de 2022 fue muy cálido, con una temperatura media sobre la península 2.0 ° C por encima de la media (periodo de referencia: 1981-2010), siendo el cuarto junio más cálido desde 1961 [1]. También fue cálido en Canarias (0.4o C) y muy cálido en Baleares (+1.4 oC). En quince estaciones principales la media de las máximas diarias fue la más alta de un mes de junio desde el comienzo de las observaciones, y en cinco la media de las mínimas fue récord de junio. Destacó la ola de calor entre el 12 y 18 de junio, con temperaturas tanto máximas como mínimas muy por encima de las normales debido a una invasión de aire cálido africano.

- Junio de 2022 también tuvo un carácter muy seco, siendo el octavo mes de junio más seco, con un 47 % menos de precipitación media sobre la península (periodo de referencia: 1981-2010) [9]. El mes fue seco en Baleares (21 %) y la vertiente atlántica (77 %), y

muy seco en la mediterránea (43 %). Las cuencas del Sur, Guadiana y del Guadalquivir apenas registraron un 10 % de la precipitación media del periodo 1981-2010, respectivamente [9].

- Además, la insolación acumulada a lo largo del mes superó en más de un 10 % al valor normal (periodo de referencia 1981-2010) en numerosas zonas centro, sur y este de la península [9].

- El periodo de la sequía se caracterizó por largos periodos de estabilidad atmosférica en forma de altas presiones subtropicales, o dorsales asociadas con la entrada de masas de aire cálido y seco de origen africano, interrumpidos por el paso de sistemas frontales o tormentas.

- Estas condiciones de altas temperaturas y escasez de lluvias dieron lugar a una sequía repentina, que se caracterizan por un desarrollo relativamente rápido [43], generalmente durante un periodo de sequía más

largo y persistente. Las altas temperaturas y la falta de precipitaciones continuaron durante el verano [15].

## ATRIBUCIÓN

➔ **El déficit hídrico medio aumentó un 23 % debido al cambio climático.**

➔ **La superficie en condiciones de sequía intensa se cuadruplicó con respecto a 1961-1992, afectando a casi un tercio del país.**

Escenario real



Escenario con menos cambio climático



-300 -240 -180 -120 -60 0 60 120 180 240 300  
Precipitación - Evaporación potencial (mm)

**Figura. Mapa de balance hídrico medio mensual (mm mes<sup>-1</sup>) durante la sequía de primavera de 2022 (izquierda) comparado con lo que hubiera sucedido sin el aumento de temperatura de los últimos 30 años (derecha).**

### % de la superficie de España afectada por la sequía

| Umbral balance              | Sequía de 2022 | Sequía equivalente con menor calentamiento global |
|-----------------------------|----------------|---------------------------------------------------|
| -100 mm                     | 81.4 %         | 72.6 % $\pm 4.4$                                  |
| -150 mm                     | 70.3 %         | 55.8 % $\pm 7.9$                                  |
| -200 mm                     | 46.4 %         | 27.3 % $\pm 11.1$                                 |
| Sequía intensa (P10)        | 30.9 %         | 7.4 % $\pm 8.4$                                   |
| Sequía muy intensa (P5)     | 19.8 %         | 3.1 % $\pm 5.3$                                   |
| Sequía excepcional (P1)     | 5.2 %          | 0.7 % $\pm 2.3$                                   |
| <b>Balance hídrico (mm)</b> |                |                                                   |
| Valores                     | Sequía de 2022 | Sequía equivalente con menor calentamiento global |
| Promedio España             | -170.1 mm      | -138.2 mm $\pm 14.5$                              |

Tabla. Porcentaje de España con balance hídrico mensual inferior a los umbrales indicados, y promedio del balance hídrico para España (mm mes<sup>-1</sup>). La segunda columna indica los valores de la sequía de 2022 y la tercera columna incluye los valores que habrían ocurrido en una sequía con las mismas condiciones meteorológicas, pero sin el aumento de la temperatura ocurrido en los últimos 30 años (media  $\pm$  la desviación estándar). Todas las diferencias son significativas al 90%.

| IMPACTOS                                     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Fuente de datos  |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Superficie afectada</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Durante las seis semanas de la sequía ardieron 65.867 ha, más de 54.000 ha más que la media del periodo 2006-2024. Las tres semanas entre el 4 y el 24 de junio marcaron récords históricos de área ardida, alcanzando 38.215 ha la semana del 18 al 24 de junio.</li> <li>El 32.6 % del territorio estuvo en situación de sequía prolongada.</li> <li>La mayor parte de las cuencas cerraron junio de 2022 en sequía meteorológica, principalmente las de la vertiente atlántica.</li> <li>En 2022, Agroseguro registró 1.677.044 siniestros, 53.300 más que en 2021, afectando a 1.995.589 ha, lo que representa un 47 % más que en 2021, destacando la falta de precipitaciones y las altas temperaturas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                   | [9, 16, 45, 17]  |
| <b>Infraestructuras o sectores afectados</b> | <p>Con un volumen de 25.968 hm<sup>3</sup>, los embalses se encontraban al 46.3 % de su capacidad, 14 puntos porcentuales por debajo de la media de los últimos 5 años. En la vertiente atlántica la situación fue crítica, con solo 37.3 % de reserva (de los embalses consuntivos), 16 puntos por debajo de la media.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La cosecha de cereales de otoño-invierno cayó un 26.3 %, con descensos marcados en centeno (-38.5 %), avena (-29.9 %), trigo blando (- 27.7 %) y cebada de dos carreras (-25.6 %).</li> <li>La producción de arroz se redujo un 38.9 % con respecto a la campaña anterior.</li> <li>La cosecha de cítricos también disminuyó, principalmente en naranja (-19.4 %) y limón (-17.8 %).</li> <li>La producción de aceite de oliva alcanzó 675.093 t, un 54,7 % menos que la campaña anterior y la segunda cifra más baja de la serie histórica (desde 2005).</li> <li>La generación hidroeléctrica mensual cayó un 49.9 % en junio 2022 respecto a la media histórica</li> </ul> | [16, 17, 18, 19] |
| <b>Consecuencias económicas</b>              | <p>Las indemnizaciones agrarias en 2022 superaron los 750 M€, la cifra más alta en los 42 años de historia del sistema de Seguros Agrarios Combinados, superando la de la sequía de 2012.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En total, Agroseguro abonó 117 M€ a agricultores y ganaderos por daños por sequía.</li> <li>La siniestralidad en cultivos herbáceos fue de 137.35 M€ (un aumento de más del 90 % respecto al año anterior) y en olivar de 24 M€ (+55.64 % respecto a 2021).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | [16]             |

# RIESGO DE INCENDIOS 2022



**FECHA** 09/07/2022 - 22/07/2022

**EXTENSIÓN TERRITORIAL** Península y Canarias

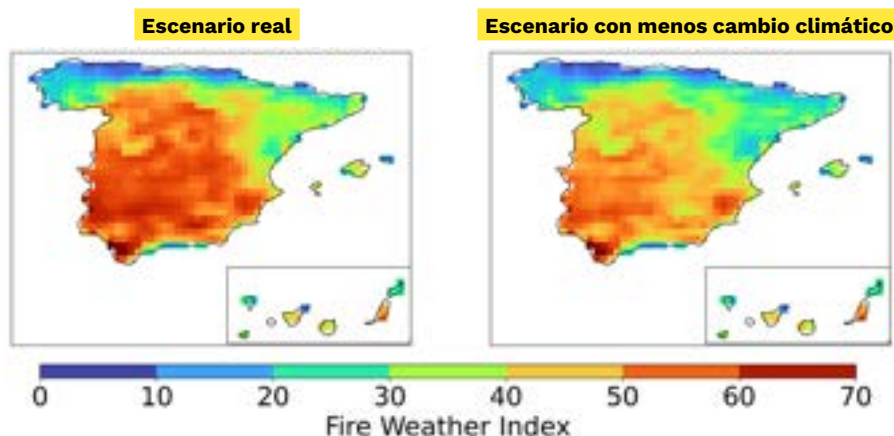


## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FENÓMENO Y SUS IMPACTOS

- En 2022, los seis primeros meses (excepto marzo y abril) fueron muy secos: enero (26 % del promedio mensual), febrero (21 %), mayo (-35 %, el segundo mayo más seco de la serie) y junio (52 %). Julio, normalmente poco lluvioso, también registró un déficit del 51 % respecto al promedio 1981-2010, siendo el tercer julio más seco del siglo XXI [9]. Esta situación dio lugar a una sequía meteorológica desde el invierno que se prolongó todo el año.
- Durante el evento, se establecieron condiciones anticiclónicas persistentes, con alta insolación, subsidencia, estancamiento atmosférico y advección de aire cálido y seco de origen africano. Esto elevó las temperaturas en gran parte del interior peninsular (véase la ola de calor de julio de 2022) [9].
- La combinación de calor extremo y ausencia de lluvias disparó el riesgo de incendios en verano. En cuanto a extensión, destacaron los de Zamora (Losacio, 26.182 ha), Lugo (A Pobra do Brollón/Saa, 12.768 ha), Ourense (Carballada de Valdeorras/Riodolas, 12.607 ha), Zaragoza (Ateca, 11.004 ha) y Cáceres/Salamanca (Ladrillar/Monsagro, 10.439 ha) [20].

### ATRIBUCIÓN

- **El cambio climático incrementó el riesgo medio de incendios en España en un 16 %.**
- **La superficie con riesgo muy intenso se triplicó respecto a 1961-1992, pasando de una décima parte a casi un tercio del país.**



**Figura. Mapa promedio del Fire Weather Index (FWI) durante los incendios de julio de 2022 (izquierda) comparado con lo que hubiera sucedido sin el aumento de temperatura de los últimos 30 años (derecha).**

### % de la superficie de España afectada

| Umbral FWI               | Incendios julio 2022 | Episodio equivalente con menor calentamiento global |
|--------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|
| 30                       | 80.9 %               | 72.0 % $\pm 4.6$                                    |
| 40                       | 68.9 %               | 54.1 % $\pm 8.0$                                    |
| 50                       | 49.9 %               | 24.3 % $\pm 11.0$                                   |
| Riesgo intenso (P90)     | 45.2 %               | 18.4 % $\pm 10.2$                                   |
| Riesgo muy intenso (P95) | 30.4 %               | 9.3 % $\pm 7.4$                                     |
| Riesgo excepcional (P99) | 4.9 %                | 2.0 % $\pm 2.4$                                     |
|                          | <b>Umbral FWI</b>    |                                                     |
| Promedio España          | 44.7                 | 38.6 $\pm 2.7$                                      |

Tabla. Porcentaje de España con Fire Weather Index (FWI) superior a los umbrales indicados, y promedio de FWI para España. La segunda columna indica los valores de los incendios de julio de 2022 y la tercera columna incluye los valores que habrían ocurrido en un episodio de incendios con las mismas condiciones meteorológicas, pero sin el aumento de la temperatura ocurrido en los últimos 30 años (media  $\pm$  la desviación estándar). Todas las diferencias son significativas al 90 %

| IMPACTOS                                     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Fuente de datos |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Muertes</b>                               | En el incendio de Losacio (Zamora) hubo cuatro fallecidos, uno de ellos perteneciente a los dispositivos de extinción y tres ajenos a ellos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | [21]            |
| <b>Personas afectadas</b>                    | En 27 incendios forestales, al menos 92 personas debieron ser atendidas por equipos sanitarios por afecciones de mayor o menor envergadura, 48 de ellas pertenecientes al dispositivo de extinción, siendo la cifra más alta de los últimos cinco años.<br>Hubo evacuaciones preventivas en 94 incendios, afectando a más de 30.000 personas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | [21]            |
| <b>Superficie afectada</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Durante este periodo de incendios ardieron 130.480 ha, casi la mitad (el 48,7 %) de lo que ardió en todo el año 2022 y doce veces la media del periodo 2006-2024. Con más de 60.000 ha quemadas cada una, las dos semanas del evento fueron la segunda y tercera con mayor superficie arrasada desde 2006.</li> <li>En el caso de Canarias el 98.9 % de la superficie quemada se debió a grandes incendios.</li> <li>La superficie forestal quemada en 2022 triplicó la media del decenio 2012-2021 y manteniéndose como año de récord hasta 2025. La región Noroeste concentró casi la mitad de la superficie afectada (45.1 %).</li> <li>A lo largo del año se registraron 57 grandes incendios (más de 500 ha), que supusieron el 80.8 % del área total quemada, el porcentaje más alto del decenio. El 82 % de ellos coincidió con olas de calor. Solo entre el 9 y el 26 de julio ocurrieron 28 grandes incendios, que arrasaron 111.750 ha, más de la mitad de toda la superficie quemada por grandes fuegos ese año.</li> <li>Ocho incendios superaron las 10.000 ha, cinco de ellos en la semana del 11 al 18 de julio que en conjunto arrasaron 73.000 ha.</li> </ul> | [20, 45]        |
| <b>Infraestructuras o sectores afectados</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>En la campaña de 2022, las Brigadas de Refuerzo contra Incendios Forestales trabajaron más de 2.500 horas en incendio, con 507 intervenciones y más de 610 km de líneas de fuego combatidas.</li> <li>Los medios aéreos del MITECO realizaron 2.590 intervenciones y volaron 9.502 horas, casi triplicando los registros de años anteriores. En la semana del 16 al 21 de julio se superaron las 250 horas de vuelo diarias, alcanzando un máximo anual de 294 horas el día 17.</li> <li>En 81 incendios se procedió al corte de carreteras, afectando a un total de 142 tramos, en su mayoría autonómicas y locales, pero 39 tramos de la Red de Carreteras del Estado se vieron afectados en 30 incendios. Se vio interrumpido el servicio de ferrocarril en 20 incendios. 29 incendios forestales causaron daños sobre dichas infraestructuras.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | [20, 21]        |
| <b>Otros</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>En esas semanas se produjeron más de 30 incendios semanales, el máximo registrado en cualquier julio desde 2006, destacando los de la Sierra de la Culebra, Tábara, Riopar, Sierra Calderona y Montes de Toledo.</li> <li>Las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron también excepcionales: 5.3 Mt durante el evento, con un récord semanal de 3.9 Mt en julio, el segundo valor más alto desde 2006.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | [20, 45]        |

# OLA DE CALOR 2022

**FECHA** 09/07/2022 - 26/07/2022

**EXTENSIÓN TERRITORIAL** Península y archipiélagos



## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FENÓMENO Y SUS IMPACTOS

- España experimentó en 2022 el verano más caluroso con una temperatura media de 24.6 °C (0.5 °C más que el anterior récord de 2003 y 2.1 °C más que la media del periodo 1981-2010) [8]. A lo largo del verano se produjeron varios episodios de ola de calor, y un total de 42 días en condiciones de ola de calor (el año con más días de ola de calor) [22]. El mes de julio fue el más cálido desde el comienzo de la serie en 1961, superando en 0.2 °C al anterior récord (julio de 2015), debido principalmente a la ola de calor ocurrida en dicho mes. Julio fue también muy cálido en Baleares (+1.7 °C) y Canarias (+1.6 °C).

- La ola de calor afectó a la península y Baleares entre los días 9 y 26 de julio, y estuvo causada por el desplazamiento de una masa de aire muy cálida de origen africano, arrastrada por una dorsal sub-

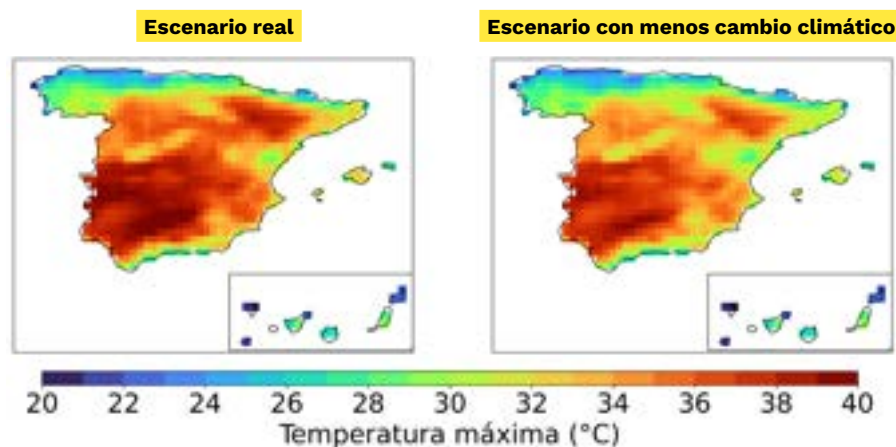
tropical. Canarias también se vio afectada durante este periodo por dos olas de calor sucesivas [22]. La severidad de la ola de calor se vio agravada por las condiciones de sequía que se arrastraban desde el invierno 2021/2022 [23].

- La ola de calor de julio fue la más extensa de la serie histórica, con 44 provincias afectadas el 16 de julio, la más intensa hasta esa fecha (anomalía de 4.5 °C) y la segunda más larga, con 18 días de duración [22]. Se superaron los 45 °C en la mitad sur de la península (destacando los 46.0 °C en Morón de la Frontera el día 24, los 45.1 °C el día 25 en Murcia, y los 44.8 °C de Sevilla/aeropuerto el día 13).

- El día más intenso fue el 14 de julio, en el que se alcanzaron los 45 °C en estaciones de los valles del Tajo, Guadiana y Guadalquivir. Esa jornada, las mínimas no bajaron de

20 °C en gran parte de la península y Baleares, y superaron los 25 °C en áreas de Andalucía, Extremadura, Murcia, Madrid, Comunidad Valenciana y el suroeste de Galicia.

- Durante la ola de calor numerosas estaciones de la red principal alcanzaron su temperatura máxima más elevada para un mes de julio, destacando Ourense con 44.1 °C el día 14, Huelva con 43.9 °C el día 25, Cáceres con 43.4 °C el día 14, Alicante con 42.4 °C el día 25, Madrid/Torrejón también con 42.4 °C el día 14, Pamplona con 42.3 °C el día 17, Madrid/Getafe con 42.0 °C y Zamora con 41.8 °C, ambos el día 14. También se registraron récords de temperatura mínima más alta para un mes de julio, destacando Rota y Vigo con 28.2 °C y 24.6 °C el día 13, y Colmenar Viejo, Madrid/Getafe y Madrid/Retiro con 26.7 °C, 26.6 °C y 26.2 °C, el día 14 en los tres casos.



**Figura. Mapa promedio de temperatura máxima (OC) durante la ola de calor de 2022 (izquierda) comparado con lo que hubiera sucedido sin el aumento de temperatura de los últimos 30 años (derecha).**

|                                     | <b>% de la superficie de España afectada por la ola de calor</b> |                                                                |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>Umbral de temperatura máxima</b> | <b>Ola de calor 2022</b>                                         | <b>Ola de calor equivalente con menor calentamiento global</b> |
| 34 °C                               | 60.7 %                                                           | 46.3 % ±7.8                                                    |
| 36 °C                               | 41.1 %                                                           | 26.6 % ±6.5                                                    |
| 38 °C                               | 21.4 %                                                           | 9.5 % ±6.2                                                     |
| Calor intenso (P90)                 | 37.8 %                                                           | 24.6 % ±6.4                                                    |
| Calor muy Intenso (P95)             | 25.0 %                                                           | 12.9 % ±6.6                                                    |
| Calor Excepcional (P99)             | 3.2 %                                                            | 0.9 % ±1.8                                                     |
|                                     | <b>Temperatura máxima (°C)</b>                                   |                                                                |
| <b>Promedio España</b>              | 34.3 °C                                                          | 33.0 °C ±0.7                                                   |

• En 23 estaciones principales la temperatura máxima del mes fue la temperatura más alta registrada desde el comienzo de las observaciones (14 julio: Ourense, 44.1 °C; Cáceres, 43.4°C; Madrid/Torrejón, 42.4°C; Zamora, 41.8 °C; 15 julio: Valladolid 41.1°C; 17 julio: Ponferrada, 41.5 °C; Salamanca, 40.9 °C; Pamplona, 42.3 °C) y en catorce estaciones se registró la noche más calurosa de la serie (13 julio: Rota 28.2 °C; 14 Julio: Colmenar Viejo, 26.7 °C; 15 julio: Segovia, 27.4 °C; 16 Julio: Valladolid, 22.8 °C; 17 julio: León, 24.5 °C).

## ATRIBUCIÓN

➔ **En promedio, las temperaturas máximas fueron 1.3 °C más altas por efecto del cambio climático.**

➔ **El área con temperaturas máximas superiores a 38 °C se duplicó alcanzando a una quinta parte del país.**

Tabla. Porcentaje de España con temperatura máxima superior a los umbrales indicados, y promedio de temperatura máxima para España (°C). La segunda columna indica los valores de la ola de calor de 2022 y la tercera columna incluye los valores que habrían ocurrido en una ola de calor con las mismas condiciones meteorológicas, pero sin el aumento de la temperatura ocurrido en los últimos 30 años (media ± la desviación estándar). Todas las diferencias son significativas al 90%.

| <b>IMPACTOS</b>                              | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Fuente de datos</b> |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Muertes</b>                               | 1.889 atribuibles al calor durante la ola de calor (2.294 si se incluyen los efectos acumulados hasta 02/08/2022).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | [24]                   |
| <b>Personas afectadas</b>                    | • 168 bajas laborales y 5 accidentes laborales mortales asociados a las temperaturas extremas durante el verano de 2022.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | [25]                   |
| <b>Superficie afectada</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La ola de calor afectó a 44 provincias.</li> <li>• Durante la ola de calor, se produjeron decenas de incendios forestales en Galicia, Castilla y León, Extremadura o Cataluña, con más de 130.000 ha quemadas, incluyendo hábitats naturales y seminaturales. Ello convirtió a 2022 en el segundo año con mayor superficie quemada en España.</li> <li>• Las semanas del 9 y el 22 de julio registraron máximos históricos de área arrasada por incendios en España, alcanzando 70.307 ha, la mayor extensión en cualquier semana de julio desde 2006.</li> </ul> | [22, 26, 45]           |
| <b>Infraestructuras o sectores afectados</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los incendios provocaron el corte de autovías y líneas del AVE.</li> <li>• Se registró el máximo anual de demanda de electricidad por los sistemas de climatización y una disminución de la participación de las renovables en el mix eléctrico, lo que incrementó el uso del gas y el precio de la electricidad.</li> <li>• El valor máximo anual de demanda peninsular se registró en verano (14 de julio), lo que no ocurría desde 2016, con un incremento del 2,9 % respecto al máximo estival de 2021.</li> </ul>                                            | [26, 13]               |
| <b>Otros</b>                                 | • Se detectan altos niveles de ozono troposférico en Madrid, Cataluña, Castilla-La Mancha, Andalucía y Extremadura, superando los límites en Madrid, así como episodios de contaminación por partículas provenientes de los incendios forestales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | [26]                   |

# SEQUÍA REPENTINA PRIMAVERA 2023



**FECHA** 01/04/2023 - 22/05/2023

**EXTENSIÓN TERRITORIAL** Península y archipiélagos



## ATRIBUCIÓN

➔ **El cambio climático intensificó la sequía, aumentando el déficit hídrico un 23 %.**

➔ **La superficie del territorio en situación de sequía muy intensa se duplicó afectando a la mitad del territorio en lugar de apenas una cuarta parte.**

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FENÓMENO Y SUS IMPACTOS

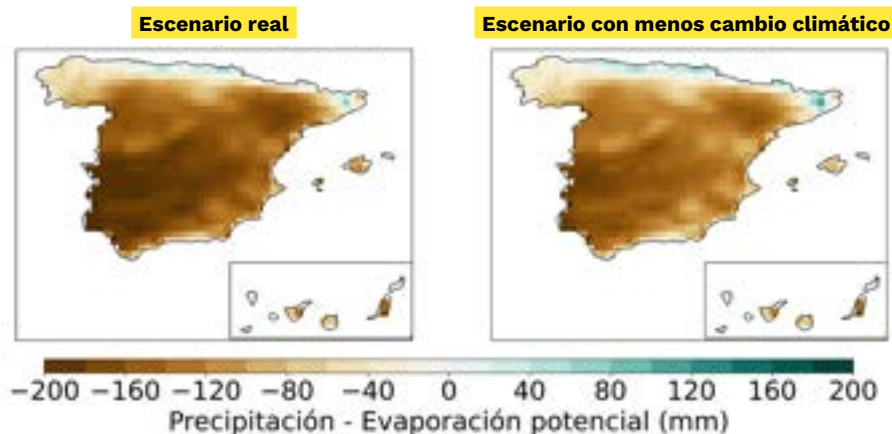
- La primavera de 2023 (periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 31 de mayo de 2023) tuvo un carácter extremadamente cálido, con una temperatura media en la península de 1.8 °C por encima de la media de esta estación (periodo de referencia 1991-2020). Fue la primavera más cálida desde el comienzo de la serie en 1961. También fue muy cálida en Baleares (+0.7 °C) y Canarias (+1.9 °C). En treinta y ocho estaciones principales la temperatura media fue la más alta de las respectivas series de primavera [8]. Además, llovió un 47 % menos que la media (periodo de referencia 1991-2020), siendo la segunda primavera más seca en la península desde el comienzo de la serie en 1961. La primavera también fue seca en Baleares (59 %) y Canarias (21 %). Al menos 12 estaciones de la red principal registraron los valores mínimos de

precipitación de sus series estivales [8].

- El periodo abril-mayo en su conjunto fue cálido y seco, con una temperatura promedio de 1.7 °C por encima de la media, y una precipitación del 64 % de su valor normal. El periodo de sequía estuvo dominado por la influencia del anticiclón subtropical. En concreto, el mes de abril fue extremadamente cálido, con una temperatura en la península de 3.0 °C superior a la media de este mes (periodo de referencia: 1991-2020). Las temperaturas máximas diarias estuvieron en promedio 4.7 °C por encima del valor normal, resultando en el mes de abril más cálido desde el comienzo de la serie en 1961 [8]. En 45 estaciones la media mensual de la temperatura máxima fue la más alta de cualquier

abril registrado. En 33 estaciones principales se batieron récords de temperatura diaria de abril debido a la entrada de aire muy cálido y seco del norte de África que causó valores por encima de 35 °C en muchas zonas del sur peninsular [8]. La insolación acumulada a lo largo del mes de abril fue superior en más de un 10 % al valor normal (periodo de referencia 1991-2020) en todo el territorio español.

- Abril también fue extremadamente seco, con un 77 % menos de precipitación, siendo el mes de abril más seco desde el comienzo de la serie en 1961 [8]. Al menos 14 estaciones de la red principal registraron las precipitaciones más bajas de un mes de abril. El mes



**Figura. Mapa de balance hídrico medio mensual (mm mes-1) durante la sequía de primavera 2023 (izquierda) comparado con lo que hubiera sucedido sin el aumento de temperatura de los últimos 30 años (derecha).**

|                               | <b>% de la superficie de España afectada por la sequía</b> |                                                          |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Umbral balance hídrico</b> | <b>Sequía primavera 2023</b>                               | <b>Sequía equivalente con menos calentamiento global</b> |
| -50 mm                        | 87.0 %                                                     | 83.0 % ±3.1                                              |
| -100 mm                       | 76.7 %                                                     | 65.0 % ±8.2                                              |
| -150 mm                       | 48.1 %                                                     | 23.6 % ±12.4                                             |
| Sequía intensa (P10)          | 62.8 %                                                     | 38.5 % ±13.3                                             |
| Sequía muy intensa (P5)       | 50.8 %                                                     | 26.0 % ±12.7                                             |
| Sequía excepcional (P1)       | 27.5 %                                                     | 8.8 % ±8.1                                               |
|                               | <b>Balance hídrico (mm)</b>                                |                                                          |
| <b>Valores</b>                | <b>Evento</b>                                              | <b>Evento contrafactual</b>                              |
| Promedio España               | -130.5 mm                                                  | -106.2 mm ±12.6                                          |

tuvo un carácter extremadamente seco tanto en la vertiente atlántica como en la vertiente mediterránea, con precipitaciones del 23 % y del 22 % de su valor medio (periodo 1991-2020), respectivamente. El mes resultó extremadamente seco en algunas cuencas de la vertiente atlántica como la del Guadalquivir (5 %) y en casi todas las mediterráneas, destacando la cuenca Sur (1 % de la precipitación normal de 1991-2020) [8].

• Estas condiciones de altas temperaturas y escasez de lluvias dieron lugar a una sequía repentina, dentro de un contexto de sequía hidrológica, que se arrastraba desde 2021-2022 (ver sequía de invierno de 2022).

Tabla. Porcentaje de España con balance hídrico mensual inferior a los umbrales indicados, y promedio de balance hídrico para España (mm mes<sup>-1</sup>). La segunda columna indica los valores de la sequía de primavera de 2023 y la tercera columna incluye los valores que habrían ocurrido en una sequía con las mismas condiciones meteorológicas, pero sin el aumento de la temperatura ocurrido en los últimos 30 años (media ± la desviación estándar). Todas las diferencias son significativas al 90 %.

| <b>IMPACTOS</b>                              | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Fuente de datos</b>      |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Superficie afectada</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La superficie agrícola siniestrada alcanzó 3.5 Mha, casi el 60 % de la superficie asegurada total y un 71 % más que en 2022.</li> <li>• Durante las siete semanas de la sequía ardieron 15.271 ha, 11.975 ha más que la media de 2006-2024.</li> <li>• A 31 de mayo de 2023, el 33 % del territorio estaba en sequía prolongada, el 17.9 % en alerta y el 22.0 % en estado de emergencia.</li> <li>• Todas las cuencas principales, excepto la del Tago, cerraron mayo en condición de sequía meteorológica a escala anual.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>[16, 27, 45, 17]</b>     |
| <b>Infraestructuras o sectores afectados</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La producción de cereales de otoño-invierno se redujo un 51.5 % y la superficie cultivada descendió un 7.4 % respecto a 2018-2022. Las cosechas más afectadas fueron las de la cebada de seis carreras (-72.3 %) y el centeno (-60.4 %). Se estimó una importación de ~20 Mt de cereales para satisfacer la demanda.</li> <li>• La producción de vino y mosto fue un 24.9 % inferior a la media de 2018-2022. La producción de uva de vinificación se redujo un 23.4 % con respecto a la media de 2018-2022, siendo el valor más bajo de la serie histórica (desde 2005).</li> <li>• Pese al repunte con respecto a la campaña anterior, la producción de aceite fue un 35.2 % inferior a la media de 2018-2022.</li> <li>• La producción de algunos cítricos como las naranjas y las mandarinas descendió un 21.4 % y 16.7 % respecto a la media de las cinco campañas anteriores.</li> <li>• Con un volumen de 26.588 hm<sup>3</sup>, los embalses se encontraban al 47.4 % de su capacidad máxima, 14 puntos porcentuales por debajo de la media de los 5 años anteriores. En la vertiente atlántica la reserva cayó al 36.8 % en los embalses de uso consuntivo, 16 puntos por debajo de la media.</li> <li>• La generación hidroeléctrica mensual cayó un 52.2 % en marzo-abril 2023 respecto a la media histórica</li> </ul> | <b>[16, 27, 17, 18, 19]</b> |
| <b>Consecuencias económicas</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• En 2023, el seguro agrario registró 1.709.084 indemnizaciones (47.207 más que el año anterior) por valor de 1.241 M€ (un 56 % más que en 2022) lo que representa el mayor valor histórico. De ellos, 496 M€ correspondieron a indemnizaciones por sequía.</li> <li>• La sequía fue la catástrofe natural más costosa de 2023 en agricultura. Los daños en cultivos herbáceos (476 M€) representan el evento más caro del seguro agrario. Los costes en olivares y vid ascendieron a 33 M€ y 30 M€, respectivamente.</li> <li>• Las altas temperaturas a finales de abril y principios de mayo afectaron a la floración de olivares, contribuyendo a la inflación del aceite [Prensa]</li> <li>• La sequía provocó un descenso del valor de los cereales (-50 %) y sus precios (-23.7 %).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>[16, 27, 11]</b>         |

# OLA DE CALOR 2023



**FECHA** 17/08/2023 - 25/08/2023

**EXTENSIÓN TERRITORIAL** Península y archipiélagos



## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FENÓMENO Y SUS IMPACTOS

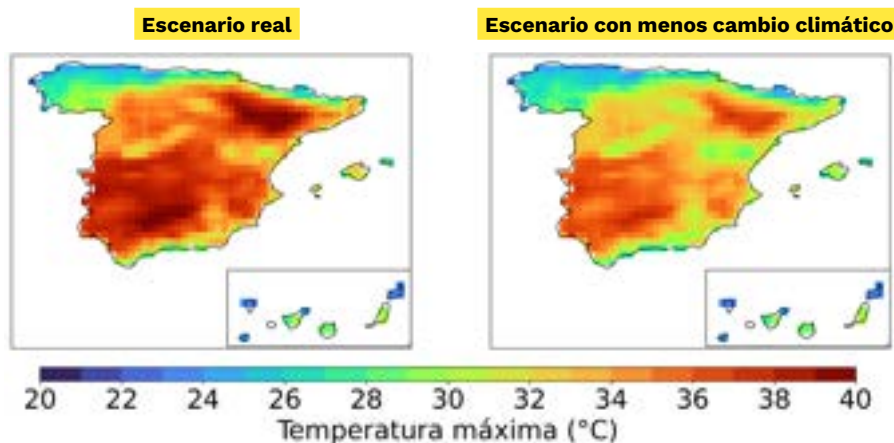
- El mes de agosto fue muy cálido sobre la península y extremadamente cálido en Canarias, con temperaturas 1.8 °C y 2.3 °C por encima de la media de este mes (periodo de referencia: 1991-2020), respectivamente, siendo el agosto más cálido de la serie, junto con agosto de 2003. También fue cálido en Baleares (0.4 °C) y extremadamente cálido en Canarias (2.3° C). En veintiséis estaciones principales la media mensual de las temperaturas máximas fue la más alta de todos los meses de agosto, y en seis la media de las mínimas fue también la más alta desde el comienzo de las respectivas series [8]. Canarias registró el segundo año con más días de ola de calor (26), superado tan solo por 2012 [22].

- A finales de agosto se registró una ola de calor en la península y Balea-

res, y otra en Canarias, superando los 40.0 °C en amplias zonas del interior peninsular y del Cantábrico, y los 38 °C en las dos provincias canarias [8]. La ola peninsular estuvo ligada a una dorsal en altura y a vientos de suroeste en superficie, mientras que la de Canarias se debió a la entrada de aire sahariano. A fecha del informe, la ola de calor de la península fue la cuarta más extensa de la serie histórica, afectando a 39 provincias el 22 de agosto, y la cuarta más intensa (empatada con la del 2019 y 1987), con una anomalía de 4.0 °C [22].

- El 23 de agosto, fue el día más cálido en la península, cuando las máximas superaron los 40 °C y las mínimas 20 °C en buena parte del país, mientras que en Canarias el día más cálido fue el 22, con temperaturas máximas y mínimas por

encima de 38 °C y 25 °C, respectivamente. En dieciocho estaciones principales se registró la temperatura máxima diaria más alta de un mes de agosto de las respectivas series [8], incluyendo Lleida (41.4 °C), Salamanca/Matacan (41.1 °C), Zamora (41.1 °C) o Valladolid (40.0 °C) el día 22, Bilbao Aeropuerto (44.0 °C), Tortosa-Tarragona (43.9 °C), Girona/Costa Brava (42.5 °C), Pamplona, Aeropuerto (42.0 °C), Ponferrada-León (41.0 °C) o Santander/Parayas (40.6 °C) el día 23, y Logroño, Aeropuerto (43.3 °C) el día 24. Asimismo, se registraron récords de temperatura mínima más alta de un mes de agosto en Segovia (25.9 °C), Zaragoza, Aeropuerto (25.7 °C), Girona/Costa Brava (23.7 °C) o Santiago de Compostela/Labacolla (21.0 °C) la noche del 23, o Lleida (24.6 °C) la del 24 [8].



**Figura. Mapa promedio de temperatura máxima (oC) durante la ola de calor de 2022 (izquierda) comparado con lo que hubiera sucedido sin el aumento de temperatura de los últimos 30 años (derecha).**

# ATRIBUCIÓN

- ➔ La ola de calor fue 2.2 °C más cálida de lo que habría sido en 1961-1992.
- ➔ Las temperaturas extremas (calor muy intenso) afectaron a un tercio del país, casi cuatro veces más territorio.

|                              | % de la superficie de España afectada por la ola de calor |                                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Umbral de temperatura máxima | Ola de calor 2023                                         | Ola de calor equivalente con menor calentamiento global |
| 34 °C                        | 65.2 %                                                    | 36.7 % ±14.4                                            |
| 36 °C                        | 42.8 %                                                    | 16.2 % ±12.7                                            |
| 38 °C                        | 18.3 %                                                    | 3. % 4±6.3                                              |
| Calor intenso (P90)          | 46.4 %                                                    | 19.3 % ±13.3                                            |
| Calor muy Intenso (P95)      | 32.0 %                                                    | 8.4 % ±10.0                                             |
| Calor excepcional (P99)      | 5.3 %                                                     | 1.0 % ±3.1                                              |
|                              | Temperatura máxima (°C)                                   |                                                         |
| Promedio España              | 34.5 °C                                                   | 32.3 °C ±1.2                                            |

Tabla. Porcentaje de España con temperatura máxima superior a los umbrales indicados, y promedio de temperatura máxima para España (°C). La segunda columna indica los valores de la ola de calor de 2023 y la tercera columna incluye los valores que habrían ocurrido en una ola de calor con las mismas condiciones meteorológicas, pero sin el aumento de la temperatura ocurrido en los últimos 30 años (media ± la desviación estándar). Todas las diferencias son significativas al 90 %.

| IMPACTOS            | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Fuente de datos |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Muertes             | • 674 muertes atribuibles a temperatura durante el periodo de ola de calor (1.330 si se considera el periodo 17/08/2023-31/08/2023)                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | [24]            |
| Superficie afectada | • Entre las semanas del 13 al 26 de agosto ardieron más de 13.000 ha, un 40 % más que la media de 2006-2024<br>• Canarias vivió el incendio más grave de su historia. Se inició el 15 de agosto en Tenerife, tras una ola de calor que elevó las temperaturas por encima de 40 °C en zonas de medianías, y de 46 °C en Tenerife. El fuego arrasó ~15.000 ha a lo largo de un perímetro de 90 km y tardó casi un mes en ser controlado. | [8, 45]         |

# SEQUÍA REPENTINA VERANO 2023



**FECHA** 16/07/2023 - 31/08/2023

**EXTENSIÓN TERRITORIAL** Península



## ATRIBUCIÓN

- ➔ El déficit hídrico medio sobre España se agravó casi un 10 % por el cambio climático.
- ➔ La superficie en sequía excepcional se duplicó y las condiciones de sequía muy intensa cubrieron una décima parte adicional del territorio.

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FENÓMENO Y SUS IMPACTOS

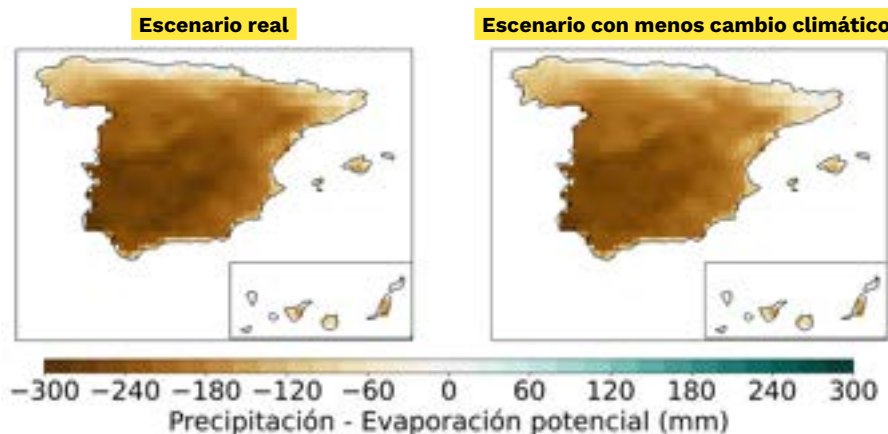
- Los meses de julio y agosto fueron muy cálidos sobre la península, con temperaturas 1.5 °C por encima de la media de ese periodo (periodo de referencia: 1991-2020)[8]. Se trató del agosto más cálido de la serie (ver ola de calor de 2023), y el sexto julio más cálido desde 1961. El periodo también fue cálido en Baleares (+1.3 °C) y Canarias (+1.7 °C).
- La sequía coincidió con varias olas de calor e intrusiones de aire africano provocadas por altas presiones, la ausencia de nubes y el estancamiento del aire en superficie. Como resultado, el verano de 2023 fue el tercero de la serie histórica con mayor número de días de olas de calor en península-Baleares (25 días), junto con 2017, y el segundo en Canarias (26) [8, 22].
- En seis estaciones principales se registró la temperatura máxima

diaria más alta de un mes de julio de las respectivas series, y en doce se observó la temperatura mínima más alta (la noche más calurosa) de un mes de julio desde que se tienen registros [8]. Entre las temperaturas máximas y mínimas más altas destacan las registradas en Lleida (43.2 °C) el día 18, y en Málaga, Aeropuerto (31.6 °C) la noche del 20 de julio, respectivamente.

- Además, los meses de julio y agosto fueron muy secos, con una precipitación media sobre la península de 20 mm, lo que representa el 53 % del valor normal de julio-agosto (periodo de referencia: 1991-2020). Fueron el cuarto mes de julio y el tercer mes de agosto más secos del siglo XXI [8]. El periodo julio-agosto fue particularmente seco en la vertiente atlántica, con una precipitación estimada del 43 % sobre

su valor medio para el periodo 1991-2020.

- En las estaciones de Guadalajara y Segovia el mes de agosto no registró precipitación alguna, siendo el valor más bajo de precipitaciones del mes de agosto de su serie histórica. En ese mismo mes, las cuencas del Tajo, Guadiana y Guadalquivir apenas registraron al 3 % de sus valores normales, y la cuenca Sur de la vertiente mediterránea solo alcanzó al 13 % [8].
- En el conjunto de los 11 meses transcurridos del año hidrológico 2022-23, el valor global de la precipitación fue de 493.6 mm, un 17.1 % inferior al valor medio del periodo de referencia [17].



**Figura. Mapa de balance hídrico medio mensual (mm mes<sup>-1</sup>) durante la sequía de verano 2023 (izquierda) comparado con lo que hubiera sucedido sin el aumento de temperatura de los últimos 30 años (derecha).**

## % de la superficie de España afectada por la sequía

| Umbral balance hídrico  | Sequía verano 2023          | Sequía equivalente con menos calentamiento global |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|
| -150 mm                 | 78.3 %                      | 73.2 % $\pm 3.5$                                  |
| -200 mm                 | 63.6 %                      | 51.8 % $\pm 7.3$                                  |
| -250 mm                 | 27.6 %                      | 17.1 % $\pm 8.2$                                  |
| Sequía intensa (P10)*   | 31.4 %                      | 22.2 % $\pm 7.7$                                  |
| Sequía muy intensa (P5) | 26.8 %                      | 15.7 % $\pm 8.3$                                  |
| Sequía excepcional (P1) | 13.6 %                      | 5.8 % $\pm 6.1$                                   |
|                         | <b>Balance hídrico (mm)</b> |                                                   |
| Promedio España         | -197.6 mm                   | -182.2 mm $\pm 10.0$                              |

Tabla. Porcentaje de España con balance hídrico mensual inferior a los umbrales indicados, y promedio de balance hídrico para España (mm mes<sup>-1</sup>). La segunda columna indica los valores de la sequía de primavera de 2023 y la tercera columna incluye los valores que habrían ocurrido en una sequía con las mismas condiciones meteorológicas, pero sin el aumento de la temperatura ocurrido en los últimos 30 años (media  $\pm$  la desviación estándar). Todas las diferencias son significativas al 90 %, excepto las correspondientes a las filas marcadas con \*.

| IMPACTOS                                     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Fuente de datos      |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Superficie afectada</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se siniestraron 3.5 Mha, casi el 60 % de la superficie asegurada total.</li> <li>A finales de agosto, el 25.8 % del territorio estaba en situación de sequía prolongada, el 14.6 % en emergencia por escasez de agua y el 27.4 %, en alerta.</li> <li>Hasta 67 Unidades Territoriales de Sequía llegaron a estar en situación de sequía prolongada.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | [16, 17]             |
| <b>Infraestructuras o sectores afectados</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>El maíz registró un descenso del 28.8 % en producción y del 26.8 % en superficie cultivada respecto a 2018-2022. El arroz mostró un leve descenso respecto a la campaña anterior, agravando su tendencia a la baja (-49.9 % en producción respecto a 2018-2022). Las oleaginosas (girasol y colza) sufrieron una caída en sus rendimientos del 30 %.</li> <li>Con un volumen de 20.763 hm<sup>3</sup>, los embalses se encontraban al 37 % de su capacidad máxima, 8 puntos porcentuales por debajo de la media de los últimos cinco años. La situación era particularmente crítica en los embalses de uso consuntivo con una reserva de 28.7 %, 11 puntos por debajo de la media de los últimos 5 años. Las cuencas del Guadalquivir (19.1 %) y las internas de Cataluña (23.3 %) presentaban los niveles más bajos.</li> <li>La generación hidroeléctrica mensual descendió un 37.2 % en julio-agosto 2023 respecto a la media histórica.</li> </ul>                                                                                                                                                 | [16, 27, 17, 18, 19] |
| <b>Consecuencias económicas</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se adoptaron medidas extraordinarias, incluyendo la ejecución de obras de emergencia, con una dotación de 1.400 M€. Este paquete incluyó ayudas directas por valor de 636.7 M€ destinadas a ayudar a agricultores y ganaderos.</li> <li>La sequía fue la catástrofe con más daños en el sector agrícola del 2023, representando el 31 % del coste total asegurado. La falta de lluvias y las altas temperaturas al final de la primavera (mayo) y el verano (junio-septiembre) provocaron daños por un valor de casi 1.900 M€, un 73 % del total de pérdidas aseguradas.</li> <li>La sequía tuvo un impacto sobre las rentas agrarias (pérdida del 42 %). La producción agraria total se redujo un 9.1 % entre 2022 y 2023, y el rendimiento medio por hectárea cayó un 11.7 %. Como consecuencia, los alimentos afectados por la sequía se encarecieron un 11.1 %.</li> <li>En la última semana de la campaña 2022-23 el precio del aceite de oliva acumulaba una subida del 98.5 % frente a la misma semana de la campaña anterior, y de un 153.0 % con respecto a la campaña de 2020-21.</li> </ul> | [16, 11, 27]         |
| <b>Otros</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se activaron Comisiones Permanentes en las cuencas hidrográficas para garantizar el abastecimiento y mantener los caudales ecológicos, mediante medidas como restricciones de suministro, limitaciones al riego, ceses en la producción hidroeléctrica, trasvases puntuales, obras de emergencia o activación de pozos de sequía.</li> <li>Durante el año hidrológico 2022/2023, la superficie media inundada en los acuíferos de Doñana se redujo hasta 14.3 ha, menos de la mitad del valor de referencia, y la mayoría de los sectores del parque estuvieron en situación de alarma.</li> <li>A 1 de septiembre 2023 la zona inundada del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel caía a mínimos históricos (desde al menos 2010), con solo 6.3 ha, menos del 1 % del humedal.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | [28, 29, 30]         |

# DANA 2024

**FECHA** 28/10/2024 - 04/11/2024

**EXTENSIÓN TERRITORIAL** sur, centro y este de la península e islas Baleares

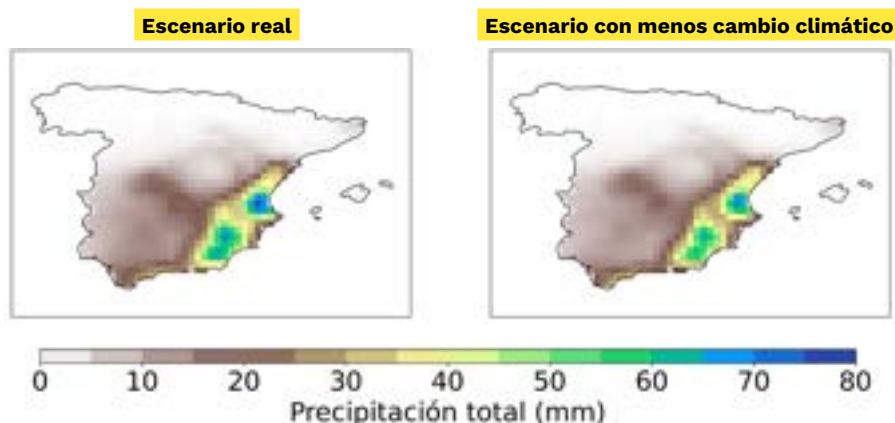


## ATRIBUCIÓN

- ➔ **El cambio climático antropogénico aumentó la intensidad del evento hasta casi 10 mm en algunas zonas, lo que representa un incremento de aproximadamente un 20 % respecto a un clima sin influencia humana.**
- ➔ **El área con precipitación diaria muy intensa aumentó un 10 % por el cambio climático, y la superficie con más de 60 mm se duplicó.**

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FENÓMENO Y SUS IMPACTOS

- Entre el 28 de octubre y el 4 de noviembre de 2024, una serie de tormentas intensas y persistentes afectaron el sur, centro y este de la península y Baleares, provocando lluvias torrenciales, granizadas, tornados y rachas de viento de hasta 100 km/h principalmente en Valencia, Cuenca, Albacete y Murcia. El episodio más grave ocurrió el 29 de octubre en la provincia de Valencia, donde se registraron más de 300 mm de lluvia en un solo día en amplias zonas de Valencia [31], superando incluso el total anual normal en muchas localidades (por ejemplo, 772 mm en Turís, donde se batieron varios récords históricos de intensidad de precipitación, incluyendo 185 mm en una hora, 621 mm en seis horas y 720 mm en doce horas, valores que duplican los registros máximos previos medidos en España [8]. Las precipitaciones más importantes se dieron en Turís (Valencia, 772 mm), Chiva-La Pailla (Valencia 615 mm), Buñol (447 mm), Mira (Cuenca, 174 mm), Álora-Las Pelonas (Málaga, 167 mm), Dólar (Granada, 156 mm), Caravaca de la Cruz (Murcia, 153 mm) o Embalse de la Fuensanta (Albacete, 150 mm) [32].
- Estas lluvias excepcionales se debieron a una DANA en altura, que generó gran inestabilidad, junto con una baja presión en superficie que arrastró aire muy húmedo desde un Mediterráneo inusualmente cálido. El choque de este aire cálido y húmedo con las montañas del litoral oriental favoreció tormentas muy intensas y persistentes, que causaron desbordamientos de ramblas y ríos e inundaciones en zonas bajas [32].



**Figura. Mapa de precipitación diaria (mm) para el 29 de octubre de 2024. El evento real (izquierda) y en el pasado (derecha) representa la predicción media de precipitación a 1-4 días para el 29 de octubre en condiciones de clima presente (izquierda) y preindustrial (derecha). Figura adaptada de [35].**

• Como resultado, el mes de octubre tuvo un carácter extremadamente húmedo, con una precipitación media sobre la península de 147,0 mm, un 89 % más de la media del mes (periodo de referencia: 1991-2020), siendo el mes de octubre más húmedo desde 1961. Fue extremadamente húmedo en la vertiente mediterránea, con unas precipitaciones estimadas del 218 % sobre su valor medio para el periodo 1991-2020, siendo especialmente notables en la cuenca del Júcar (279 % de su valor normal) [8].

| Umbral precipitación           | Área (%)           |                                            |
|--------------------------------|--------------------|--------------------------------------------|
|                                | DANA de 2024       | DANA equivalente en un clima preindustrial |
| 15 mm                          | 27.5 % ±2.2        | 24.7 % ±3.5                                |
| 30 mm                          | 10.8 % ±0.7        | 9.5 % ±1.5                                 |
| 60 mm                          | 2.0 % ±0.6         | 1.0 % ±0.6                                 |
| Precipitación intensa (p10)*   | 48.1 % ±1.3        | 49.1 % ±2.3                                |
| Precipitación muy intensa (p5) | 31.2 % ±2.7        | 28.3 % ±3.9                                |
| Precipitación excepcional (p1) | 11.7 % ±0.8        | 10.7 % ±1.5                                |
|                                | Precipitación (mm) |                                            |
| Promedio                       | 11.3 ±0.5          | 10.6 ±0.9                                  |

Tabla. Porcentaje de España con precipitación diaria superior a los umbrales indicados, y promedio de precipitación para España (mm). La segunda columna indica los valores de la DANA de 2024 y la tercera columna incluye los valores que habrían ocurrido en una DANA con las mismas condiciones meteorológicas en un clima preindustrial (media ± la desviación estándar). Todas las diferencias son significativas al 90%, excepto las correspondientes a las filas marcadas con \*.

| IMPACTOS                              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                       | Fuente de datos |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Muertes                               | 237* personas fallecidas en lo que se considera la inundación más mortal en Europa desde 1985                                                                                                                                                                                     | [33]            |
| Personas afectadas                    | Más de 306.000 personas se vieron afectadas. 117.000 recibieron atención médica y 37.000 fueron rescatadas                                                                                                                                                                        | [34]            |
| Superficie afectada                   | 552 km2 en la Comunitat Valenciana con 337 municipios afectados de los cuales 103 municipios estuvieron en estado de emergencia                                                                                                                                                   | [34]            |
| Infraestructuras o sectores afectados | En la Comunitat Valenciana 830 km carreteras, 560 km de vías ferroviarias, 123 EDARS, 380 puentes y pontones                                                                                                                                                                      | [34]            |
| Consecuencias económicas              | El impacto económico en activos solo en la Comunitat Valenciana se estima en 17,8 MM€                                                                                                                                                                                             | [34]            |
| Otros                                 | Más de 11.000 viviendas, 141.000 vehículos, 106 centros educativos, 61 centros de salud y 3 hospitales afectados.<br>Impactos sobre espacios naturales como el Parque Natural de l'Albufera de València, el Parque Natural del Túria o el Parque Natural de Las Hoces del Cabriel | [34]            |

\* Al dato oficial de víctimas proporcionado por el Gobierno se han sumado las dos víctimas incluidas por el proceso judicial en curso a fecha de elaboración de este informe <https://elpais.com/espana/comunidad-valenciana/2025-09-12/la-jueza-de-la-dana-eleva-a-229-las-vidas-perdidas-en-la-catastrofe-al-incluir-al-nonato-de-una-embarazada.html>

## MÉTODO

En el caso de la DANA de 2024, no se ha seguido la misma metodología que en los otros eventos, basados en observaciones, por lo que se explica brevemente en este apartado la metodología para este evento.

Un estudio reciente analizó cómo el cambio climático influyó en la precipitación asociada a la DANA, utilizando un enfoque que tiene en cuenta las condiciones concretas en las que ocurrió el evento [35]. Este método, conocido como storyline, está especialmente diseñado para atribuir extremos complejos, como eventos de precipitación intensa. Emplea modelos meteorológicos para simular el mismo evento en dos escenarios climáticos: uno actual y otro sin calentamiento global (clima preindustrial). Para ello, se comparan predicciones reales del evento con otras que simulan cómo habría sido el evento sin cambio climático antropogénico. Estas simulaciones se repiten varias veces y se comparan los resultados medios para determinar si las diferencias son significativas.

# OLA DE CALOR 2025

**FECHA** 03/08/2025 - 18/08/2025

**EXTENSIÓN TERRITORIAL** Península y Baleares



## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FENÓMENO Y SUS IMPACTOS

- El mes de agosto de 2025 fue en conjunto extremadamente cálido, con una temperatura media sobre la península de 2.0 °C por encima de la media de este mes (periodo de referencia: 1991-2020), siendo, junto con agosto de 2024, el mes de agosto más cálido desde el comienzo de la serie en 1961. También fue muy cálido en Baleares (+0.8 °C) y Canarias (+1.3 °C).

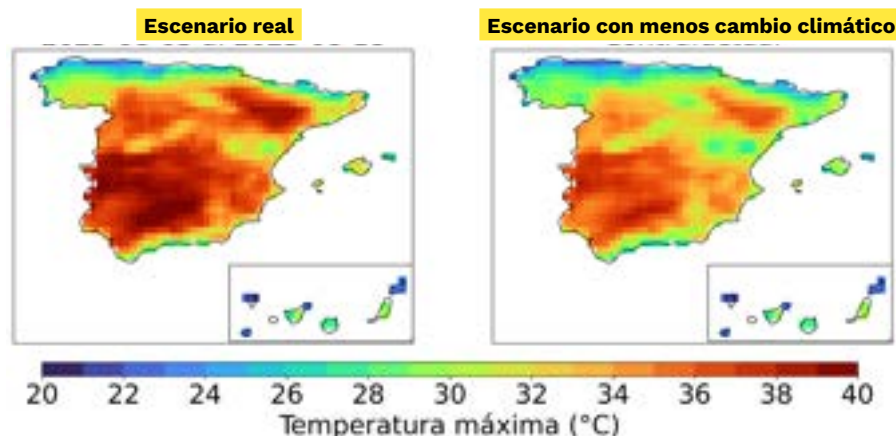
- Las temperaturas máximas diarias de agosto se situaron 2.3 °C por encima del valor normal, mientras que las mínimas estuvieron 1.5 °C por encima de la media. En once estaciones principales la temperatura media mensual fue la más alta de un mes de agosto desde el comienzo de las observaciones. En trece estaciones, la media mensual de las temperaturas máximas diarias fue la más alta de agosto desde que se tienen registros [36].

- En el conjunto del verano se registraron 33 días bajo ola de calor, siendo el segundo verano con mayor número de días, tras el de 2022. La ola de calor de agosto afectó a la península y Baleares, con valores que superaron los 45 °C en el sur peninsular, y destacó por tener valores anómalos en todos sus parámetros [22]. Fue la segunda más intensa, la segunda con mayor extensión, detrás de la de 2022, y una de las más duraderas, con una anomalía de 4.2 °C, 42 provincias afectadas y 16 días de duración.

- La ola de calor estuvo causada por una dorsal en las capas medias de la atmósfera que favoreció la estabilidad atmosférica, cielos despejados, descensos de aire, y la entrada de una masa de aire cálido y seco de origen africano muy estacionaria. Durante la ola de calor, las temperaturas máximas y mínimas llegaron

a situarse 6 °C por encima de la media [36]. Las temperaturas más altas entre estaciones principales correspondieron a Jerez de la Frontera/aeropuerto (45.8 °C) y Morón de la Frontera (45.2 °C), ambos el día 17, y Murcia (45.1 °C) y Alcantari-lla/base aérea (45.0 °C), el día 18.

- Durante la ola de calor, varias estaciones superaron el anterior valor más alto de temperatura máxima diaria desde el inicio de las observaciones, como Jerez de la Frontera/aeropuerto (45.8 °C, 17 agosto), Rota B.N. Observatorio - Cádiz (42.7 °C, 12 agosto), Oviedo (41.2 °C, 15 agosto) o Murcia, San Javier (41.0 °C, 18 agosto) [36]. Asimismo, Castellón-Almassora (27.1 °C, día 11) y Madrid/Getafe (27.3 °C, día 12) registraron récords absolutos de temperatura mínima diaria.



**Figura. Mapa promedio de temperatura máxima (°C) durante la ola de calor de 2025 (izquierda) comparado con lo que hubiera sucedido sin el aumento de temperatura de los últimos 30 años (derecha).**

## ATRIBUCIÓN

- Las temperaturas máximas fueron 2.2 oC más altas de lo que habrían sido en el pasado.
- Las condiciones de calor intenso se dieron en un 25 % más de territorio que en el pasado.

|                              | % de la superficie de España afectada por la ola de calor |                                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Umbral de temperatura máxima | Ola de calor 2025                                         | Ola de calor equivalente con menor calentamiento global |
| 34 °C                        | 61.7 %                                                    | 38.7 % ±9.0                                             |
| 36 °C                        | 43.4 %                                                    | 17.8 % ±8.4                                             |
| 38 °C                        | 21.4 %                                                    | 3.3 % ±4.1                                              |
| Calor intenso (P90)          | 43.1 %                                                    | 17.5 % ±8.4                                             |
| Calor muy intenso (P95)      | 27.3 %                                                    | 6.5 % ±5.7                                              |
| Calor excepcional (P99)      | 4.0 %                                                     | 0.2 % ±0.7                                              |
|                              | Temperatura máxima (oC)                                   |                                                         |
| Promedio España              | 34.5 °C                                                   | 32.3 °C ±0.8                                            |

| IMPACTOS            | Descripción                                                                                                    | Fuente de datos |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Muertes             | • 1.432 durante la ola de calor (2.127 si se incluyen efectos acumulados hasta una semana después, 25/08/2025) | [24]            |
| Superficie afectada | • El sector agrícola y ganadero estima impactos en cultivos como el olivo, la vid, cereales y frutales         | [37]            |

\*Nota: se proporcionan los datos oficiales disponibles a fecha del informe.

# RIESGO DE INCENDIOS 2025



**FECHA** 06/08/2025 - 19/08/2025

**EXTENSIÓN TERRITORIAL** Península



## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FENÓMENO Y SUS IMPACTOS

- El invierno 2024/2025 resultó seco (77 % de la precipitación normal del periodo 1991-2020), destacando diciembre como el segundo más seco del siglo XXI. En contraste, la primavera fue muy húmeda, especialmente en marzo, que fue el tercero más lluvioso desde 1961. El verano volvió a ser seco (81 % de la media del trimestre), sobre todo en junio (68 %) y agosto (66 %). En seis estaciones principales se registraron las precipitaciones más bajas de cualquier verano desde al menos 1961.

- Además, con +2.1 °C por encima de la media 1991-2020, el verano fue el más cálido desde 1961, por encima incluso del de 2022. Junio y agosto (empatado con agosto 2024) batieron récords de calor en sus series. En concreto, entre el 3 y el 18 de agosto, las temperaturas máximas y mínimas estuvieron muy por encima de lo normal, llegando a superar los 6 °C de anomalía el día 17 (ver descripción de la ola de calor de 2025).

- Las condiciones secas y las altas temperaturas, junto al aumento de vegetación a consecuencia de las lluvias primaverales previas, propiciaron el riesgo de incendios y su propagación.

## ATRIBUCIÓN

→ El riesgo medio de incendios aumentó un 6 % debido al cambio climático.

→ La superficie con condiciones de riesgo muy alto de incendio se incrementó en más de un 10 %, y el área con riesgo extremo se triplicó.

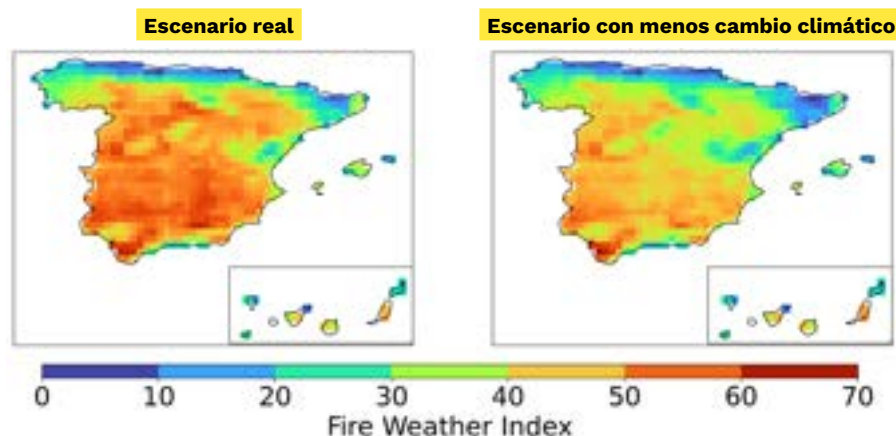


Figura. Mapa promedio del Fire Weather Index (FWI) durante los incendios de julio de 2025 (izquierda) comparado con lo que hubiera sucedido sin el aumento de temperatura de los últimos 30 años (derecha).

### % de la superficie de España afectada

| Umbral FWI               | Incendios agosto de 2025  | Episodio equivalente con menor calentamiento global |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------|
| 30                       | 83.7 %                    | 75.3 % $\pm 4.2$                                    |
| 40                       | 71.8 %                    | 51.9 % $\pm 10.5$                                   |
| 50                       | 42.2 %                    | 12.9 % $\pm 9.4$                                    |
| Riesgo intenso (P90)     | 40.1 %                    | 12.2 % $\pm 9.1$                                    |
| Riesgo muy intenso (P95) | 18,9 %                    | 4.9 % $\pm 5.1$                                     |
| Riesgo excepcional (P99) | 1.5 %                     | 0.9 % $\pm 1.3$                                     |
|                          | <b>Fire Weather Index</b> |                                                     |
| Promedio España          | 43.6                      | 37.5 $\pm 2.6$                                      |

Tabla. Porcentaje de España con Fire Weather Index (FWI) superior a los umbrales indicados, y promedio de FWI para España. La segunda columna indica los valores de los incendios de julio de 2022 y la tercera columna incluye los valores que habrían ocurrido en un episodio de incendios con las mismas condiciones meteorológicas, pero sin el aumento de la temperatura ocurrido en los últimos 30 años (media  $\pm$  la desviación estándar). Todas las diferencias son significativas al 90 %, excepto las correspondientes a las filas marcadas con \*.

| IMPACTOS                                     | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Fuente de datos |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Muertes</b>                               | • Entre el 1 de julio y principios de septiembre de 2025, fallecieron 9 personas a causa de incendios forestales.                                                                                                                                                                                                                                                                               | [21]            |
| <b>Personas afectadas</b>                    | • Del 7 de julio al 10 de septiembre, 57 personas resultaron heridas como consecuencia directa de los incendios.<br>• Desde el 1 de enero hasta el 14 de septiembre se llevaron a cabo evacuaciones preventivas en 66 incendios, afectando a más de 38.988 personas.                                                                                                                            | [21]            |
| <b>Superficie afectada</b>                   | • La cifra provisional de superficie forestal afectada (hasta el 14 septiembre de 2025) fue de 354.005,11 ha, las peores cifras desde 1994.<br>• Se registraron 61 grandes incendios (más de 500 ha), la cifra más alta desde al menos 2015.<br>• En solo dos semanas se quemaron 321.242 ha, con más de 140.000 ha por semana, la cifra semanal más alta jamás registrada desde al menos 2006. | [20, 45]        |
| <b>Infraestructuras o sectores afectados</b> | • Sin datos oficiales a fecha del informe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                 |
| <b>Consecuencias económicas</b>              | • A falta de cifras oficiales, la superficie afectada, 354.005,11 hectáreas, se estima entre 3.540.051.100 €- 6.726.097.090 € (en base a la estimación de la Agencia Forestal de Navarra que estima el coste de extinción en 10.000 euros por hectárea y ASEMFO que lo amplía en 19.000 euros la hectárea)                                                                                      |                 |
| <b>Otros</b>                                 | • Entre el 13 y el 19 de agosto se registraron hasta 65 incendios en España, generando una emisión semanal récord de más de 12 Mt de CO <sub>2</sub> .<br>• El Ministerio para la Transición Ecológica estimó el 27 de agosto que los hábitats de 395 especies en peligro se han visto dañados así como una superficie de 160.000 hectáreas de espacios protegidos afectados por el fuego.      | [45, 38]        |

#### Referencias

- [1] Informe de Seguimiento de Incendios Forestales 14/09/2025. Protección Civil <https://www.proteccioncivil.es/documents/20121/0/Informe%20de%20Seguimiento%20de%20Incendios-forestales/Avance%20informativo%2014%20de%20septiembre%202025.pdf/9dfc2235-b649-100d-9f10-9510dc628ac8>
- [2] Avance Informativo de Incendios Forestales del 1 de enero al 14 de septiembre de 2025. MITECO. <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/Avance%20informativo%2014%20de%20septiembre%202025.pdf>
- [3] Statistics Portal. European Forest Fire Information System (EFFIS). Copernicus. <https://forest-fire.emergency.copernicus.eu/apps/effis.statistics/>
- [4] Noticias. Heraldo de Aragón. <https://www.heraldodeleon.es/articulo/el-bierzo/medulas-fuego-ano-i/20250822081935043467.html>

# Metodología

## Datos

En este informe se emplean datos de ERA5 [39, 40], un reanálisis global desarrollado por el Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (ECMWF) dentro del programa Copernicus. El reanálisis combina observaciones procedentes de satélites, estaciones meteorológicas, globos, aviones y boyas con modelos numéricos de la atmósfera, el océano y la superficie terrestre para generar un conjunto consistente de datos climáticos. ERA5 proporciona información detallada de variables atmosféricas y de superficie como temperatura, presión, humedad, viento, radiación, precipitación, cobertura de nubes o flujos de energía. ERA5 ofrece datos con una resolución espacial de  $0.25^\circ$  y temporal de una hora, además de una amplia cobertura histórica, desde 1940 hasta la actualidad, con actualizaciones casi en tiempo real, lo que permite analizar eventos recientes en el contexto actual del cambio climático.

Para describir los eventos extremos se utilizaron datos diarios de temperatura máxima (TX), temperatura mínima (TN), precipitación, y evapotranspiración potencial. Los patrones atmosféricos asociados a los eventos extremos se describen a partir de datos diarios de altura geopotencial a 500 hPa (Z500) y presión media a nivel del mar (SLP), también procedentes del reanálisis ERA5 con una resolución de  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ . Para los análisis basados en anomalías, estas se calculan como la diferencia entre cada valor diario y la media climatológica de 15 días centrada en el día de calendario correspondiente. Para los eventos de olas de calor y frío, con el fin de caracterizar y atribuir aspectos locales, también se ha utilizado la base ECA&D (European Climate Assessment & Dataset; [41]), que ofrece series diarias homogéneas de temperatura máxima, mínima y otras variables de estaciones europeas, la mayoría con datos desde 1950. En este informe el periodo de análisis se limita a 1961-2025, considerando la disponibilidad y calidad de datos en España.

## Selección de eventos

El informe contempla 10 eventos meteorológicos o climáticos extremos de alto impacto acontecidos en los últimos 10 años (2015-2024) (ver tabla resumen en Anexo). La selección considera distintos eventos de acuerdo a los siguientes criterios: i) Frecuencia: que sucedan de manera recurrente en nuestro territorio; ii) Representatividad: que afecten a amplias regiones; iii) Riesgo: que impliquen un alto riesgo o hayan generado grandes impactos en la sociedad, los ecosistemas o sectores económicos clave; iv) Utilidad: que el evento sea de especial interés (p.ej. porque su frecuencia o intensidad vaya a aumentar en el futuro debido al cambio climático).

En base a ello, se consideran varios casos de ola de calor, sequías e incendios forestales. También se analiza una ola de frío, para mostrar que el cambio climático no es incompatible con este tipo de fenómenos, aunque sí influye en su intensidad. Como caso especial, se describe la DANA de Valencia de 2024, considerada la mayor catástrofe de la historia reciente en España. Debido a la complejidad de este fenómeno, su análisis requiere un enfoque distinto, por lo que se presenta en un apartado específico. En la medida de lo posible, la delimitación temporal y caracterización de los eventos se ha basado en criterios objetivos y/o bases de datos independientes, con el fin de minimizar sesgos, tal y como se describe a continuación:

1. **Olas de calor y frío.** Se han seleccionado casos destacados procedentes de los catálogos de olas de calor y frío de AEMET [42], que se elaboran para el conjunto de la península y Baleares, y para Canarias. Las olas de calor y frío se definen a partir de la temperatura máxima (TX) y mínima (TN) diaria, respectivamente. Para ello se consideran periodos de al menos tres días con temperaturas máximas superiores al percentil 95 de julio y agosto, o bien con temperaturas mínimas inferiores al percentil 5 de enero y febrero, según las mediciones realizadas entre 1971 y 2000, en al menos el 10 % de las estaciones consideradas. Los eventos se identifican para el conjunto de España y Baleares, y de forma separada para Canarias. Para cada evento, se proporciona información de su duración (fechas de inicio y fin), que son las empleadas para la atribución, así como otros parámetros. El “máximo” del evento corresponde al día en el que el promedio de temperatura máxima o mínima en España alcanza su valor más extremo. **En este informe se analizan tres olas de calor récord (las de julio de 2022, agosto de 2023 y agosto de 2025) y la ola de frío inusualmente persistente que siguió a la tormenta Filomena (enero de 2021).**

2. **Sequías.** Este informe se ha centrado en las sequías repentinas, que se caracterizan por un desarrollo relativamente rápido (en unas pocas semanas), lo que facilita su identificación. Se pueden producir en cualquier momento del año, y a menudo representan periodos cortos de intensificación de sequías de mayor duración. Para su identificación, se ha empleado el criterio de [43], que utiliza datos semanales del índice Standardized Precipitation Evapotranspiration Index SPEI-1 [44], un indicador del balance entre la precipitación y la demanda de evaporación acumulados durante el mes anterior (valores negativos indican déficit hídrico). Para identificar una sequía repentina a nivel local se deben cumplir dos condiciones: 1) Una caída rápida del SPEI-1 de al menos 2 unidades en 4 semanas (fase de desarrollo); 2) Un valor final igual o menor a -1.28 (que representa condiciones de sequía). El inicio del evento se marca cuando el SPEI cae por primera vez a -1.28 o menos. A nivel nacional, se considera sequía repentina cuando al menos el 20 % del territorio cumple las condiciones anteriores. Este mismo umbral se emplea para definir el inicio y el final del evento. Para este tipo de extremo la variable a analizar es el balance hídrico, definido como la diferencia entre la precipitación y evapotranspiración potencial acumulada durante el periodo de la sequía, y expresada en mm/mes. El “máximo” del evento corresponde a la semana con mayor extensión espacial en condiciones de sequía repentina. En lo que respecta a los eventos a analizar, se consideran los de mayor área afectada, que incluyen las **sequías repentinas de primavera-verano de 2022, la primavera del 2023 y el verano de 2023.**
3. **Incendios.** EFFIS (European Forest Fire Information System; [45]) es el Sistema Europeo de Información sobre Incendios Forestales, gestionado dentro del marco del Servicio de Gestión de Emergencias del programa Copernicus de la Unión Europea. Incluye datos sobre peligro de incendios, detección de incendios activos, áreas quemadas, evaluación de daños, emisiones, etc. Para la identificación de incendios se utilizan las series semanales de la superficie arrasada por incendios en España proporcionados por EFFIS, seleccionando como eventos aquellos periodos (semanas) con mayor área afectada. En concreto, se han considerado los **incendios de las quincenas de julio de 2022 y agosto de 2025**, que corresponden a los años más devastadores registrados en España desde al menos 2006. La variable a atribuir es el Fire Weather Index (FWI), un índice adimensional que estima el riesgo de incendios forestales en función de las condiciones meteorológicas [46]. Se calcula a partir de la temperatura, la humedad del aire, la velocidad del viento y la precipitación y mide la facilidad con la que la vegetación puede arder y cómo se propaga el fuego. Sus valores se interpretan en una escala

que va desde riesgo bajo (valores pequeños,  $\text{FWI} < 10$ ) hasta riesgo extremo (con valores superiores a 50 o más en algunas zonas), siendo este último indicativo de condiciones muy peligrosas para la aparición y rápida expansión de incendios. Los datos diarios de FWI se han obtenido a partir de ERA5 y están disponibles en Copernicus [47]. El día “máximo” del evento corresponde al de mayor valor promedio de FWI sobre el conjunto de España.

Dado que la severidad de los extremos ha influido en la selección de casos, la lista seleccionada tiende a incluir casos recientes. Así, todos los casos de incendios, sequías repentinas y olas de calor corresponden a eventos de los últimos 5 años. Varios de los extremos analizados ocurrieron de forma simultánea, lo que evidencia su carácter compuesto y las interacciones complejas entre ellos. Por ejemplo, las olas de calor pueden intensificarse en presencia de sequías, y la combinación de calor extremo y falta de humedad aumenta notablemente el riesgo en la propagación de incendios.

**Tabla 1.** Selección y descripción de eventos, incluyendo el tipo de extremo, identificador (nombre o fecha), variable descriptiva del evento (y entre paréntesis la variable empleada para la búsqueda de análogos del evento), fechas de inicio y final, día de máximo impacto y dominio del sistema meteorológico responsable del evento. El máximo impacto se determina a partir de los valores más extremos a escala nacional. Acrónimos: TX (temperatura máxima), TN (temperatura mínima). WB (balance hídrico, definido como la diferencia entre precipitación y evapotranspiración potencial). FWI (Fire Weather Index), SLP (presión media a nivel del mar), Z500 (altura geopotencial a 500 hPa).

## Método de análogos

El método de análogos compara situaciones atmosféricas similares pasadas y presentes. Más concretamente, permite estimar la distribución de probabilidad de una variable climática de un determinado día o conjunto de días a partir de días parecidos o análogos –con un patrón atmosférico similar al observado [48, 49, 50]. Los análogos se consideran “réplicas” del día o evento original, lo que permite reconstruir los posibles valores de la variable compatibles con la circulación atmosférica responsable del extremo (ver Figura 4 en Anexo).

Para cuantificar cambios en la intensidad del evento debidos al cambio climático, se comparan las distribuciones de la variable obtenidas a partir de análogos en dos subperiodos: uno reciente, representativo del clima actual (o factual), y otro pasado caracterizado por un menor calentamiento global (contrafactual). Si los subperiodos son suficientemente largos, y existen buenos análogos, la diferencia entre el presente y el pasado representa la señal de cambio climático. Esta señal puede sustraerse del evento original para estimar cómo habría sido el evento en el pasado. Un evento se considera atribuible al cambio climático cuando las diferencias entre el escenario factual y el contrafactual son significativas (ver Anexo).

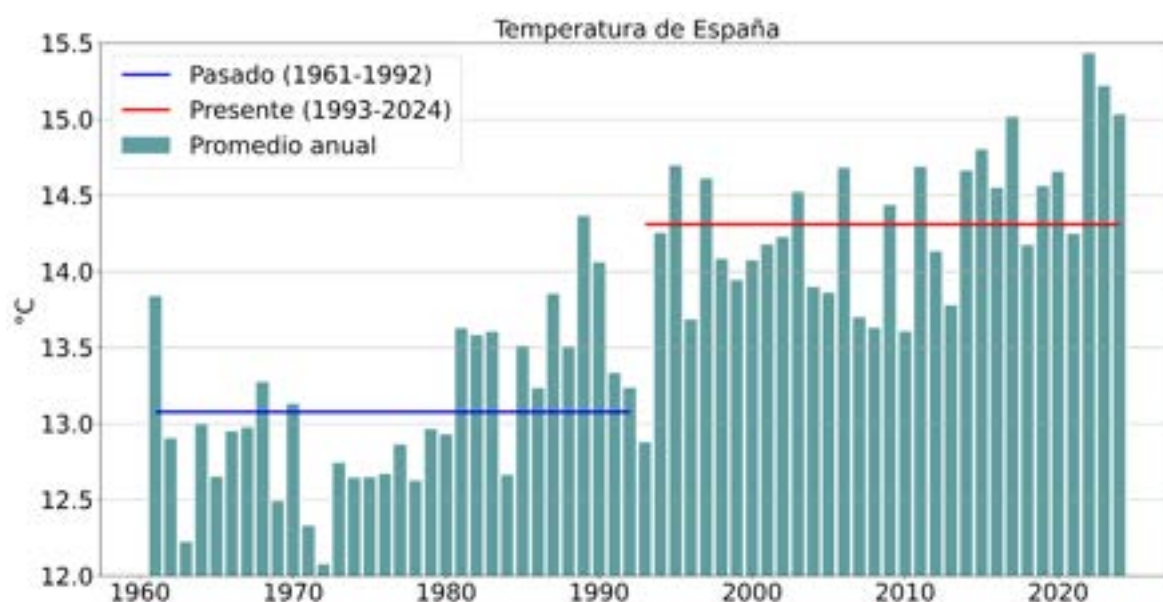
El método presenta varias ventajas. La primera es que es sencillo y fácilmente interpretable, ya que estima la evolución esperada del evento en un clima pasado real. Además, el método no depende de modelos que pueden contener sesgos, sino en datos observados. Por tanto, las condiciones contrafactuales no representan un mundo ficticio, o un clima preindustrial que nunca hemos vivido. Simplemente se construye el mundo contrafactual (con menor calentamiento global) a partir de un período observado del pasado con menor influencia antropogénica, de forma que se reconstruye cómo se espera que hubiera sido el evento hace apenas unas décadas.

En contrapartida, este método tiene algunas limitaciones. En primer lugar, los cambios encontrados solo se pueden atribuir al cambio climático durante el periodo considerado (sin especificar la causa exacta), bajo el supuesto de que los subperiodos son lo suficientemente largos como para eliminar la variabilidad natural. Además, como el mundo contrafactual está relativamente próximo al factual, los cambios solo reflejan una parte de las influencias humanas (las experimentadas recientemente), lo que podría llevar a atribuciones conservadoras (una infraestimación en la señal de cambio climático) o negativas (ausencia de una influencia discernible del cambio climático) (Figura 3). Así, para ciertos eventos con influencias limitadas, la elección del mundo contrafactual podría no representar de manera justa las condiciones de un mundo sin cambio climático. Todas estas

limitaciones hacen que el método no sea el más adecuado para analizar eventos cuya atribución resulta especialmente compleja, como los relacionados con ciclones o precipitaciones convectivas (Figura 2).

Debido a la resolución de los datos, los resultados de atribución sobre los archipiélagos deben interpretarse con cautela, especialmente en las islas más pequeñas o con una orografía compleja. En el caso de Canarias, la atribución presenta limitaciones adicionales debido a su ubicación en latitudes subtropicales, lejos de las latitudes medias y de los sistemas meteorológicos que afectan a la península ibérica, para la cual han sido diseñados los experimentos.

**Figura 3 Evolución de la temperatura media anual en España entre 1961 y 2024.**



La línea azul muestra el periodo factual (1961–1992), mientras que la línea roja representa el periodo contrafactual (1993–2024). La diferencia entre ambos periodos es de 1.2 °C, menor que el calentamiento de ~1.7 °C observado en España desde la era preindustrial (1850–1900).

## Proyecciones

La atribución constituye una herramienta útil para el diseño de estrategias de adaptación y planes de resiliencia, ya que permite cuantificar la huella humana en la frecuencia con la que se superan determinados umbrales o en la severidad de fenómenos extremos. Dicha información se complementa con las proyecciones de cambios futuros de estos fenómenos. Esta sección describe las proyecciones de los principales extremos analizados, basadas en los informes de evaluación internacionales [2] y nacionales [51], que sintetizan el conocimiento actual sobre los cambios observados en el clima y la influencia de las actividades humanas. La información proporcionada en la Tabla 2 se refiere a España, la Península Ibérica o la región Mediterránea, según su disponibilidad. Además, se presenta de manera cualitativa (expresada como tendencias en función del calentamiento global) y sencilla, por lo que no debe generalizarse a todas las regiones ni estaciones del año.

Como se describe en la introducción, la confianza en la atribución de un evento específico aumenta si existen evidencias de cambios en su frecuencia o severidad, una comprensión física sólida de los procesos implicados y modelos capaces de reproducir dichos eventos y sus tendencias. Por ello, esta sección resume las evidencias sobre los cambios observados en olas de calor y frío, sequías, incendios y precipitaciones intensas, y la capacidad de los modelos para representarlas, con el objetivo de respaldar los resultados de la atribución.

**Tabla 1. Evaluación de los cambios en eventos extremos en el Mediterráneo / España.**

Se analizan los mismos tipos de eventos tratados en este informe: olas de calor y frío, sequías, incendios y precipitaciones intensas. Las columnas resumen de forma descriptiva aspectos relevantes para la atribución: disponibilidad de observaciones, cambios recientes, evaluación de modelos, comprensión de procesos, proyecciones futuras y grado de confianza sobre los cambios observados. La tabla muestra tendencias generales asociadas al calentamiento global sin referirse a un escenario o periodo específico. No proporciona un análisis exhaustivo y no debe generalizarse a todas las regiones o estaciones. Las sequías se basan mayoritariamente en las de tipo agrícola / ecológica, y las precipitaciones intensas no se limitan a danas o fenómenos convectivos.

| Evento Extremo                                                                                          | Cambios observados                                                                                                                           | Evaluación de modelos                                                                                              | Cambios Futuros                                                                                                          | Procesos                                                                                                                                 | Nivel de Confianza                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>Olas de calor</b> | Aumento marcado en frecuencia, intensidad, duración y extensión desde al menos 1980. Algunos eventos serían imposibles sin influencia humana | Los modelos reproducen bien las tendencias observadas y su distribución espacial                                   | Olas de calor más frecuentes y/o duraderas e intensas; mayor riesgo en zonas secas y con eventos calor-sequía combinados | Principios termodinámicos; cambios amplificados por intensificación de sequías                                                           | Alta confianza en el aumento de frecuencia e intensidad; menor en métricas combinadas                             |
|  <b>Olas de frío</b> | Disminución de frecuencia e intensidad de días fríos y heladas, más marcada en regiones montañosas                                           | Los modelos reproducen bien la tendencia general, aunque con sesgos en mecanismos dinámicos clave (teleconexiones) | Disminución de frecuencia en todos los escenarios, con eventos extremos fríos menos severos                              | El calentamiento reduce su frecuencia e intensidad; posible influencia del deshielo ártico y de cambios en la circulación estratosférica | Alta confianza en la disminución de severidad; confianza media en cambios de frecuencia y circulación atmosférica |

|                                                                                                                          |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Sequías</b></p>                  | <p>Sequías más frecuentes y/o duraderas e intensas desde mediados del siglo XX</p>                                                       | <p>Los modelos capturan el aumento de demanda evaporativa y el acoplamiento suelo-atmósfera, pero presentan sesgos en humedad del suelo y precipitación regional</p>           | <p>Mayor frecuencia y severidad, sobre todo en verano; riesgo de sequías más duraderas bajo escenarios cálidos</p>                                                                                                                      | <p>Las altas temperaturas aumentan la demanda evaporativa y reducen la humedad del suelo; posible reducción de precipitación estival asociada a la expansión tropical</p>          | <p>Confianza media-alta en el aumento de gravedad de sequías por aumento de demanda evaporativa; menor confianza en cambios de precipitación</p> |
|  <p><b>Precipitaciones intensas</b></p> | <p>Aumento moderado de intensidad y severidad de eventos convectivos en algunas regiones; posibles cambios estacionales</p>              | <p>Los modelos reproducen las tendencias generales, aunque con sesgos regionales; los fenómenos convectivos requieren modelos de alta resolución</p>                           | <p>Previsible intensificación de precipitaciones intensas, especialmente en eventos de corta duración; posible disminución de eventos de precipitación moderada; incertidumbres sobre cambios en frecuencia y distribución espacial</p> | <p>El aire más cálido retiene más humedad y energía disponible para convección; mayor evaporación en el Mediterráneo; cambios dinámicos (sinópticos y mesoescalares) inciertos</p> | <p>Confianza media en el aumento de intensidad y convección potenciales (efecto termodinámico); baja en cambios dinámicos a escala regional</p>  |
|  <p><b>Incendios forestales</b></p>   | <p>Temporadas más largas y mayor riesgo de grandes incendios; diferencias regionales ligadas al uso del suelo y políticas de gestión</p> | <p>Los modelos reproducen el aumento del riesgo meteorológico y la duración de la temporada, pero no incluyen factores no climáticos asociados al comportamiento del fuego</p> | <p>Más días con riesgo extremo, temporadas más largas y mayor probabilidad de incendios grandes (bajo un mismo uso del suelo y fuentes de ignición)</p>                                                                                 | <p>El calentamiento, el deshielo temprano y las sequías prolongadas aumentan la probabilidad y severidad de incendios</p>                                                          | <p>Confianza media-alta en el aumento del riesgo por condiciones cálidas / secas; menor para la superficie quemada</p>                           |

## Conclusiones

En los últimos años, España ha experimentado fenómenos extremos que han batido récords en intensidad, extensión y/o duración, incluyendo sequías históricas, olas de calor sin precedentes, incendios devastadores e inundaciones catastróficas. Estos episodios subrayan la **necesidad urgente de mejorar la preparación** para reducir sus impactos en la sociedad, los ecosistemas y la economía.

El informe analiza diez eventos extremos ocurridos entre 2015 y 2025 –tres olas de calor, tres sequías repentinas, dos periodos de incendios, una ola de frío y una DANA– seleccionados por su relevancia e impacto socioeconómico, teniendo en cuenta las capacidades actuales de atribución de extremos al cambio climático.

Para estimar cómo habrían sido los mismos eventos en un periodo con una menor influencia de las actividades humanas (1961–1992), el informe emplea datos del reanálisis ERA5 y de la red ECA&D, aplicando el método de análogos. Los resultados muestran que **todos los eventos analizados se vieron afectados por el cambio climático, y que, excepto la ola de frío, se intensificaron con el calentamiento global**. Entre los principales hallazgos destacan:

- Durante las olas de calor de 2022, 2023 y 2025 se duplicó o triplicó el área afectada por calor extremo y se registraron temperaturas medias entre 1,3 y 2,2 °C más altas que las que se habrían producido décadas atrás.
- La sequía repentina de 2022 y las de primavera y verano de 2023 presentaron déficits hídricos un 10–25 % mayores que en el pasado, de forma que las condiciones de sequía intensa afectaron hasta un 25 % más de la superficie de España.
- Los incendios de 2022 y 2025, fuertemente vinculados a unas condiciones de calor y sequedad extremas, experimentaron incrementos del riesgo (FWI) superiores al 15–20 %, colocando una cuarta parte más del país en situación de riesgo crítico (FWI>50).
- La ola de frío de enero de 2021, aunque severa, fue al menos 1 °C menos fría de lo que debería haber sido según las condiciones meteorológicas observadas, lo que evidencia que el calentamiento global no es incompatible con la ocurrencia de extremos fríos, pero sí reduce su intensidad.

El informe confirma que **la huella del cambio climático ya es detectable en España**, en concordancia con la literatura científica [2, 51], y que **muchos de los fenómenos térmicos e hidrometeorológicos más severos de la última década se han**

**intensificado por el calentamiento global.** Aunque los resultados no deben generalizarse, ponen de manifiesto una realidad muy preocupante ante el continuo aumento de la temperatura global por las emisiones procedentes de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón).

Según los escenarios de UNEP [52], si se cumplieran los compromisos políticos actuales, **el mundo se dirige a un calentamiento de más de 2 °C** (entre 2,4 °C y 2,9 °C) respecto al período preindustrial a finales de siglo, incumpliendo el Acuerdo de París. Incluso si se detuvieran por completo las emisiones de CO<sub>2</sub>, los cambios en los extremos persistirían durante décadas debido al calentamiento ya comprometido [53]. Sabiendo esto, cada gramo de emisiones que se ahorre minimizará las consecuencias negativas del cambio climático en el futuro y por eso es muy urgente reducir las máximas emisiones lo antes posible, disminuyendo el uso de combustibles fósiles hasta su abandono.

**En España, el calentamiento se está produciendo a un ritmo superior a la media global,** lo que está dando lugar a sequías más severas y olas de calor más intensas y prolongadas. De hecho, **muchos de los eventos más extremos de la última década han ocurrido en los últimos cinco años,** lo que evidencia que el calentamiento y sus consecuencias se está acelerando, lo que concuerda con que cada año sigan aumentando las emisiones globales en lugar de comenzar a disminuir; y con un agotamiento del efecto sumidero de los ecosistemas naturales. Además, estos eventos extremos se dan con frecuencia de forma simultánea, lo que revela su naturaleza compuesta. Estos eventos compuestos incluyen sequías que agravan olas de calor, y olas de calor que alimentan incendios. Esta relación entre fenómenos extremos ha sido documentada por el IPCC [2], que advierte del **aumento de eventos compuestos en el área mediterránea.**

Estos fenómenos se desarrollan en escalas temporales diferentes: las sequías pueden prolongarse durante meses, los incendios se intensifican en quincenas concretas, y las olas de calor duran típicamente una semana. Sin embargo, todos están interconectados: una sequía previa favorece incendios y agrava los impactos sanitarios del calor extremo. Esto evidencia interacciones multiescales entre procesos climáticos y socioeconómicos capaces de generar una intensificación desproporcionada de sus impactos y efectos de cascada en múltiples sectores. Esta realidad destaca la necesidad de desarrollar nuevos métodos que permitan atribuir aspectos multivariados de los extremos. A su vez, los límites a los que el cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos somete a los ecosistemas contribuyen a su vez a acelerar procesos que favorecen mayores emisiones (como las emisiones por incendios forestales) y mayor calentamiento global (como las sequías que limitan la cantidad de CO<sub>2</sub> que puede absorber un bosque).

Hasta ahora, las tímidas estrategias de respuesta, prevención y adaptación al cambio climático se han diseñado individualmente según el tipo de extremo, centrándose en gestión del agua y de los cultivos en sequías, salud pública ante olas de calor, preservación de ecosistemas y gestión forestal en incendios. Sin embargo, la naturaleza compuesta de estos fenómenos hace necesaria la adopción de un nuevo sistema de gestión de riesgos ya que implica avanzar hacia un enfoque multisectorial y multiescalar basado en la coordinación entre distintos sectores clave (agricultura, sanidad, energía, protección civil y gestión ambiental). [54]. En ese sentido, el último informe ERICC [55] identifica más de 1.700 interacciones entre un total de 141 riesgos climáticos que afectan a 14 sectores socioeconómicos y naturales en España. Muchos de ellos están relacionados con olas de calor (p.ej. sectores de salud, energía y turismo), incendios (p.ej. sectores forestal, cultural y biodiversidad), sequías (p.ej. sectores de agricultura, agua, industria y cohesión) o precipitaciones extremas (p.ej. sectores de costas, ciudades, transporte y financiero).

**En resumen, España se enfrenta a un futuro marcado por crecientes eventos meteorológicos y climáticos compuestos, con impactos multisectoriales sin precedentes. La reducción de emisiones y el abandono de combustibles fósiles es esencial para minimizar lo más posible la intensificación de estos fenómenos. La adaptación será más compleja de lo previsto, y exigirá una coordinación estrecha entre ciencia, políticas públicas y sociedad. En ese escenario, la atribución puede jugar un papel clave en la toma de decisiones guiando el desarrollo de estrategias encaminadas a una planificación efectiva.**

Cuanto más tardemos en reducir emisiones, más intensos y frecuentes serán los fenómenos. Del mismo modo, cuanto más retrasemos la adaptación mayores serán los impactos. Mitigar y adaptar es una inversión, que ahorrará gastos futuros, no es un gasto.

## Acciones para otros futuros posibles: propuestas de Greenpeace a las administraciones.

La crisis climática ya está aquí y, como muestra este informe, se está intensificando con dramáticas consecuencias. La buena noticia es que existen soluciones para atajarla y para aumentar la resiliencia y la protección de la población, de forma justa y con la biodiversidad como aliada fundamental.

### Acción climática urgente y ambiciosa

- Considerar el **presupuesto de carbono como la base para calcular los Objetivos de reducción de emisiones** de España y de la Unión Europea. Y acelerar la reducción de emisiones para atenerse a dicho presupuesto.
- Elevar el objetivo de reducción de emisiones nacional al menos a un 55 % respecto a los niveles de 1990 para 2030; y conseguir emisiones netas cero en 2040 para cumplir con las recomendaciones del IPCC y con el Acuerdo de París.
- Diseñar un plan de abandono completo de los combustibles fósiles: el carbón inmediatamente, el gas antes de 2035 y el petróleo antes de 2040 con objetivos, fechas, medidas y presupuestos concretos.
- Aprobar nuevos impuestos a la industria fósil, a otros grandes contaminadores y a multimillonarios, para financiar las políticas climáticas. Mientras la ciudadanía sufre los peores impactos de la crisis climática, la industria fósil obtiene beneficios obscenos y continúa impune a los daños y pérdidas que ha causado históricamente. Es el caso de Repsol, el mayor generador de cambio climático en España, que en 2024 superó los 1.756 millones de euros de beneficios.
- Garantizar el derecho a un transporte público asequible y accesible a toda la población. Y como medida para facilitarlo, implementar el billete único de transporte público asequible y para todo el territorio (como el “T-lleva” propuesto por Greenpeace).
- Impulsar el abandono de la dependencia de los combustibles fósiles en las viviendas de la ciudadanía, mediante un nuevo instrumento integral de rehabilitación urgente y masiva del parque existente que garanticen una calidad de vivienda digna, apostando así no solo por la adaptación de la ciudadanía al calor y frío, sino también por el papel de mitigación de las viviendas en la lucha contra el cambio climático.
- Aprobar un Plan Nacional de Restauración que impulse la protección y restauración de los ecosistemas, reconociendo su papel fundamental en la mitigación y la adaptación ante la crisis climática, priorizando los ecosistemas de alta densidad de carbono (ej. bosques, humedales y praderas marinas)

## Reducir la exposición al riesgo

- **Reforzar los servicios climáticos** en España mediante el co-desarrollo de herramientas junto a actores clave, apoyándose en las capacidades de instituciones existentes y en plataformas como la Infraestructura Estatal de Servicios Climáticos.
- Implementar **sistemas de gestión de riesgos con un enfoque multisectorial y multiescalar** basado en la coordinación entre distintos sectores clave.
- **Revisión de los protocolos y los sistemas de alerta temprana** para adaptarlos a la realidad de riesgos compuestos provocada por el cambio climático y difusión de los mismos para que toda la ciudadanía los conozca y esté familiarizada con ellos.
- **Educación en medidas de autoprotección** individuales, para que las personas sepan cómo actuar y alejarse del riesgo; y formación profesional para integrar los riesgos de los eventos extremos en los distintos ámbitos de gestión, planificación o cuidado de personas.
- **Adaptar la planificación y la gestión** al siglo XXI en el contexto de crisis climática integrando, tal y como indica la Ley 7/2021, de cambio climático y transición energética, los riesgos derivados del cambio climático en la planificación y políticas sectoriales.

## Adaptación transversal, local y participada

No existen recetas universales para luchar contra las consecuencias del cambio climático. Los procesos de adaptación vienen claramente marcados por las circunstancias locales, y es en esta clave en la que han de articularse los planes de prevención y las medidas de adaptación ajustados a la realidad socioeconómica, geográfica y climática de cada lugar. Sin embargo, sí se pueden establecer una serie de recomendaciones generales:

- **Diseñar y ejecutar planes de adaptación municipales**, que aborden la adaptación de forma transversal a los distintos ámbitos con objetivos y medidas concretas y presupuestos asignados que partan de un análisis de los riesgos y vulnerabilidades en cada municipio. Desde los distintos niveles de competencia se deben facilitar las **herramientas y financiación** tanto para el diseño como para la ejecución de estos planes, especialmente en los municipios con menos recursos.
- **Reducir la desigualdad** en la vulnerabilidad a los eventos extremos y los impactos del cambio climático priorizando las medidas sobre los colectivos con mayor riesgo.
- Considerar los **efectos combinados y acumulativos** de distintos factores de riesgo en su conjunto y establecer medidas priorizando aquellas que tengan beneficios múltiples sobre distintos riesgos
- **Priorizar soluciones basadas en la naturaleza y medidas sociales** por sus beneficios múltiples para abordar distintos riesgos, así como para mejorar el bienestar, la convivencia y reducir las desigualdades.
- Impulsar la participación pública con la creación de **espacios público-comunitarios vinculantes** que integren a administraciones, expertos, entidades y ciudadanía para diseñar e implementar políticas y medidas locales de prevención, adaptación y respuesta frente a emergencias ambientales, fortaleciendo la cooperación, la resiliencia y la participación social.
- **Coordinación y colaboración de las distintas administraciones** eliminando las barreras administrativas y de financiación para acelerar la implementación de medidas de adaptación a nivel local.
- **Educar y formar a la ciudadanía y a los colectivos profesionales** implicados sobre los impactos del cambio climático y los beneficios de la adaptación asegurando que la información llegue a las personas vulnerables.
- **Reforzar el sistema y las infraestructuras públicas** para que sean resilientes a los impactos de la crisis climática y puedan seguir proporcionando servicios fundamentales a la población incluso en momentos críticos.

## Medidas concretas para eventos extremos



### Sequías

Los impactos de las sequías deben mitigarse con medidas que mejoren la resiliencia y disminuyan la presión sobre los recursos hídricos tanto antes como durante los periodos de escasez de agua.

- **Transición hidráulica justa:** abandonar la política hidráulica tradicional (centrada en grandes infraestructuras de presas, canales, trasvases) y apostar por una transición hidráulica que tenga en cuenta el cambio climático y las soluciones basadas en la naturaleza.
- **Reducción del consumo total de agua, especialmente en el regadío intensivo e industrial:** dado que el 80 % del agua consumida en España va al regadío, se deben tomar medidas efectivas para reducir este uso, reduciendo su superficies y orientando las políticas agrícolas hacia modelos que consuman menos agua.
- **Cerrar pozos ilegales y controlar las aguas subterráneas:** se estima que hay más de un millón de pozos ilegales en toda España que deben ser cerrados, así como mejorar el seguimiento y gestión de las aguas subterráneas, que son reservas estratégicas, aunque poco conocidas y reguladas.



## Grandes incendios forestales

El cambio climático agrava los incendios forestales. Aumenta tanto las condiciones meteorológicas que favorecen el riesgo de incendios como las causas de ignición (incrementa las tormentas eléctricas [56]) y las causas de propagación (las masas forestales están fuera de su rango climático y por tanto más inflamables).

Los incendios de alta intensidad son difícilmente controlables, por lo que la prevención es aún más importante:

- **Actuar sobre las causas que originan los incendios.** La siniestralidad es muy alta en accidentes, negligencias e intencionados por lo que es necesario restringir actividades en el medio natural, así como abordar debates como el uso del fuego en un contexto de emergencia climática.
- **Actuar sobre las causas que propagan los incendios, destacando estas medidas:**
  - Gestionar anualmente al menos el 1 % de la superficie forestal nacional (260.000 hectáreas) para preparar el territorio frente al paso de los grandes incendios forestales, priorizando zonas estratégicas de actuación.
  - Destinar alrededor de 1.000 millones de euros al año para dicha gestión, con carácter urgente, inaplazable e imprescindible, y mantener esa inversión de forma periódica.
  - Impulsar reformas fiscales que frenen el abandono de los montes, incentiven la agrupación de pequeños propietarios y premien las externalidades positivas de las masas forestales, como la mejora de la fiscalidad aplicable a la actividad selvícola
  - Implantar una gestión forestal sostenible, con la biodiversidad como prioridad, fomentando el uso del fuego prescrito y medidas económicas que garanticen el desarrollo del mundo rural.
  - Cumplir con la planificación preventiva y de emergencias en las Zonas de Alto Riesgo (ZAR) como marca la Ley de Montes (planes preventivos) y la Directriz Básica de Protección Civil (planes de emergencia local) asegurando la implementación y financiación de los planes.



## Inundaciones

Las medidas para reducir el riesgo y los impactos de las inundaciones pasan por la recuperación del funcionamiento natural del ciclo del agua para ralentizar el flujo del agua y aumentar su captación, así como reducir la exposición directa de personas e infraestructuras esenciales en zonas de riesgo.

- **Revisar y adaptar los planes generales de ordenación urbana anteriores a 2015** para incorporar informes de inundabilidad y mapas de riesgo de inundación (fluvial, pluvial y marina) con el objeto de declarar las zonas inundables como no urbanizables.
- **Evitar reconstruir y habitar zonas gravemente afectadas** por inundaciones o temporales marítimos. Las infraestructuras críticas, como centros sanitarios y de cuidado de personas mayores o dependientes, centros educativos, puntos de transporte o de suministros básicos, junto con las viviendas, deben localizarse en zonas seguras.
- **Paralizar los proyectos urbanísticos en tramitación** que contemplen edificar en zonas con riesgo de inundación, hasta que no se haga un análisis de riesgo considerando tanto las condiciones actuales de cambio climático como su proyección futura.
- **Reubicación progresiva de usos de suelo y actividades** a otras zonas sin riesgo facilitando con ellos la restauración de ecosistemas fluviales y costeros que protegen de los impactos de la inundación.
- **Protección, restauración y la renaturalización de ecosistemas fluviales, costeros y marinos**, incluyendo los tramos en zonas urbanas.



## Olas de calor

La población en las ciudades es más vulnerable al calor extremo debido al intenso efecto de isla de calor urbana, a la escasez de zonas verdes y al efecto combinado sobre la salud de la contaminación con las altas temperaturas. Por ello las medidas deben estar encaminadas a transformar el parque de viviendas existentes y el espacio público de calles y barrios, priorizando aquellas zonas donde se concentra la población más vulnerable.

- **Acelerar la rehabilitación y descarbonización de las viviendas** a escala edificio y barrio, mediante la mejora del aislamiento de los edificios, la sustitución de calderas de gas por bombas de calor y la instalación de paneles solares en tejados o proximidades; priorizando a los barrios y colectivos más vulnerables.
- **Renaturalizar las ciudades** aumentar la cobertura vegetal urbana por todo el municipio de forma equitativa aplicando la regla 3-30-300<sup>1</sup>.
- **Desarrollar planes de sombra, mapas de vulnerabilidad y de desplazamientos confortables** para ir al colegio, trabajo o al centro de salud con menos riesgo de exposición a altas temperaturas.
- **Reducir el tráfico urbano** potenciando el transporte público asequible, fácil de utilizar e intermodal e implantando Zonas de Bajas Emisiones.
- **Fomentar la movilidad activa**, facilitando los desplazamientos a pie y en bicicleta, y la ciudad de proximidad.

---

<sup>1</sup> Toda persona debe ver tres árboles desde su casa, tener un 30 % de cobertura vegetal en cada barrio y tener un espacio verde a 300m (5 min andando) de al menos media hectárea, de calidad y accesible. C. Konijnendijk *The 3-30-300 rule for urban forestry and greener cities Biophilic Cities J.*, 4 (2) (2021)

## ANEXO: Detalles metodológicos

En este informe se utiliza el método de análogos para evaluar el papel del cambio climático en la intensidad del evento analizado. La variable “observable”  $X$  a analizar (por ejemplo, el mapa de TX) y la variable “predictora”  $Y$  (por ejemplo, el campo de SLP sobre un dominio espacial  $D$ ) varía con el tipo de extremo considerado (ver Tabla 2) en base a criterios meteorológicos y las características del evento en cuestión.

Para cada día del evento, se reconstruye el valor esperado de  $X$ ,  $\hat{X}$ , eligiendo aleatoriamente uno de los  $N$  días análogos con patrones atmosféricos  $Y$  más parecidos al del evento. Los días análogos se identifican en base a la distancia euclídea sobre un dominio espacial  $D$ . La búsqueda de análogos se restringe a todos los intervalos de  $[d-L, d+L]$  días disponibles en el periodo analizado (excluyendo el año de ocurrencia del evento), siendo  $d$  el día de calendario del evento. El proceso se repite  $M$  veces para construir una distribución de  $\hat{X}$  bajo condiciones atmosféricas  $Y$  similares.

El método se aplica por separado a los dos subperiodos: presente (o factual,  $f$ , 1993-2024) y pasado (o contrafactual,  $c$ , 1961-1992), lo que permite reconstruir las distribuciones correspondientes,  $\hat{X}_f$  y  $\hat{X}_c$ , a partir de los  $N$  mejores análogos del evento en cada subperiodo. La señal de cambio climático se define como la diferencia entre los valores esperados del presente y el pasado:

$$\Delta = \hat{X}_f - \hat{X}_c$$

La señal de cambio climático se sustrae del evento original  $X_f$  para estimar cómo habría sido en el pasado:

$$X_c = X_f - \Delta$$

siendo  $X_c$  el evento contrafactual. El procedimiento proporciona  $M$  estimaciones de  $X_c$  lo que permite evaluar el valor esperado (media) y la incertidumbre asociada (desviación típica), junto con un intervalo de confianza (rango de percentiles [p5-p95]).

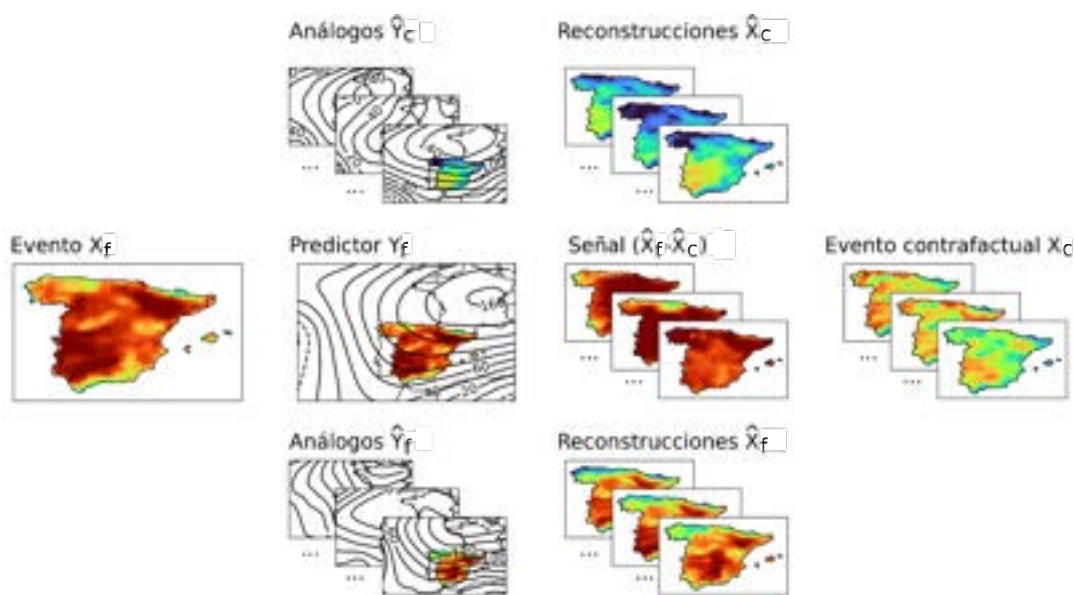
Por defecto, en este informe se usan los valores  $N = 30$ ,  $L = 45$  días,  $M = 5,000$ , aunque también se probaron otras combinaciones para evaluar la robustez del resultado, arrojando resultados similares. El dominio  $D$  es específico de cada caso y se elige según las condiciones atmosféricas del evento en cuestión (Tabla 2). Los

patrones atmosféricos Y se describen por campos de anomalía de Z500 o SLP, según el evento. Por lo general, los sistemas meteorológicos se representan adecuadamente mediante los campos meteorológicos en un solo nivel (SLP para ciclones, Z500 para dorsales, etc.).

Para cada evento, se analizan dos distribuciones del observable X:  $\bar{X}$ , que hace referencia al valor medio o acumulado (según el tipo de evento) durante la duración del evento, y  $X'$ , que se refiere al día de mayor impacto del evento (salvo para las sequías, para las que se considera la semana de mayor déficit hídrico).

Para ambas distribuciones se calculan varios estadísticos del observable X en condiciones factuales y contrafactuales, que incluyen:  $[X]$ , el valor medio de X sobre España, y  $A_u$  y  $A_p$ , que representan el porcentaje de España con valores de X mayores (o menores, según el tipo de evento) al umbral u y al percentil p, respectivamente.

Se considera que un evento es atribuible al cambio climático cuando se detectan diferencias significativas entre el evento factual y el contrafactual en los estadísticos de  $\bar{X}$  o  $X'$ . En concreto, se considera que la diferencia es estadísticamente significativa al 90 % cuando el valor del evento no está incluido dentro del intervalo de confianza definido por el rango de percentiles [p5-p95] de la distribución de M realizaciones del evento contrafactual.



**Figura 4** Ilustración del método de análogos: Un día con un campo dado de la variable  $X_f$  está asociado a una circulación atmosférica  $Y_f$  (mapa a su derecha). Los análogos (mapas arriba y abajo) son días en la base de datos con una circulación similar a  $Y_f$ . Los campos  $X$  correspondientes a estos análogos (mapas a su derecha) representan posibles valores de la variable,  $\hat{X}$ , bajo dicha circulación. Los análogos se buscan en dos periodos con diferente influencia humana: el presente (o factual, abajo) y el pasado (o contrafactual, arriba), de forma que la diferencia entre ambos  $\Delta = \hat{X}_f - \hat{X}_c$  representa la influencia del cambio climático en la variable  $X$  bajo condiciones similares a  $Y_f$ , lo que permite reconstruir cómo habría sido el evento en el pasado  $X_c = X_f - \Delta$ .

**Tabla 2.** Selección y descripción de eventos, incluyendo el tipo de extremo, identificador (nombre o fecha), variable descriptiva del evento (y entre paréntesis la variable empleada para la búsqueda de análogos del evento), fechas de inicio y final, día de máximo impacto y dominio del sistema meteorológico responsable del evento. El máximo impacto se determina a partir de los valores más extremos a escala nacional. Acrónimos: TX (temperatura máxima), TN (temperatura mínima). WB (balance hídrico, definido como la diferencia entre precipitación y evapotranspiración potencial). FWI (Fire Weather Index), SLP (presión media a nivel del mar), Z500 (altura geopotencial a 500 hPa).

| Tipo evento*                                                                                                      | Fecha                  | Variable   | Inicio     | Final      | Máximo        | Dominio                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------|------------|------------|---------------|---------------------------|
| <br><b>Ola de frío</b>           | Enero 2021             | TN (Z500)  | 11/01/2021 | 18/01/2021 | 12/01/2021    | [25, 50]ºN<br>[-25, 10]ºE |
| <br><b>Sequía repentina</b>      | Primavera -Verano 2022 | WB (SLP)   | 23/05/2022 | 08/07/2022 | 01-08/06/2022 | [30, 55]ºN<br>[-15, 15]ºE |
| <br><b>Riesgo de incendios</b> | Julio 2022             | FWI (Z500) | 09/07/2022 | 22/07/2022 | 18/07/2022    | [30, 55]ºN<br>[-25, 15]ºE |
| <br><b>Ola de calor</b>        | Julio 2022             | TX (Z500)  | 09/07/2022 | 26/07/2022 | 14/07/2022    | [30, 55]ºN<br>[-25, 15]ºE |
| <br><b>Sequía repentina</b>    | Primavera 2023         | WB (SLP)   | 01/04/2023 | 22/05/2023 | 16-22/04/2023 | [30, 50]ºN<br>[-20, 10]ºE |

|                                                                                                                  |             |            |            |            |               |                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|------------|------------|---------------|----------------------------|
| <br><b>Ola de calor</b>         | Agosto 2023 | TX (Z500)  | 17/08/2023 | 25/08/2023 | 23/08/2023    | [30, 55]ºN<br>[-20, 10]ºE  |
| <br><b>Sequía repentina</b>     | Verano 2023 | WB (SLP)   | 16/07/2023 | 31/08/2023 | 23-31/08/2023 | [25, 50]ºN;<br>[-15, 10]ºE |
| <br><b>Ola de calor</b>         | Agosto 2025 | TX (Z500)  | 03/08/2025 | 18/08/2025 | 16/08/2025    | [30, 50]ºN<br>[-15, 10]ºE  |
| <br><b>Riesgo de incendios</b> | Agosto 2025 | FWI (Z500) | 06/08/2025 | 19/08/2025 | 17/08/2025    | [30, 50]ºN<br>[-15, 10]ºE  |

**\*Nota:** La tabla presenta los nueve eventos analizados según el método descrito en el informe. La atribución de la DANA de 2024 se realizó con una metodología diferente (ver ficha correspondiente), por lo que no se incluye en esta tabla.

## Referencias

- [1] Hegerl, G. C., von Storch, H., Hasselmann, K., Santer, B. D., Cubasch, U., Jones, P. D. (1996). Detecting Greenhouse-Gas-Induced Climate Change with an Optimal Fingerprint Method. *J. Climate*, 9, 2281–2306, [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1996\)009<2281:DGGICC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1996)009<2281:DGGICC>2.0.CO;2)
- [2] Seneviratne, S. I., Zhang, X., Adnan, M., Badi, W., Dereczynski, C., Di Luca, A., et al. (2021): Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1513–1766. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.013>
- [3] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Committee on Extreme Weather Events and Climate Change Attribution, Board on Atmospheric Sciences and Climate, Division on Earth and Life Studies (2016). *Attribution of Extreme Weather Events in the Context of Climate Change*. National Academies Press, Washington, D.C. <https://doi.org/10.17226/21852>
- [4] Stott, P. A., Stone, D. A., Allen, M. R. (2004). Human contribution to the European heatwave of 2003. *Nature*, 432, 610–614. <https://doi.org/10.1038/nature03089>
- [5] Otto, F. E. L. (2017). Attribution of Weather and Climate Events. *Annual Review of Environment and Resources*, 42, 627–646. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060847>
- [6] Perkins-Kirkpatrick, S.E., Alexander, L.V., King, A.D., Kew, S.F., Philip, S.Y., Barnes, C., Maraun, D., Stuart-Smith, R.F., Jézéquel, A., Bevacqua, E., Burgess, S., Fischer, E., Hegerl, G.C., Kimutai, J., Koren, G., Lawal, K.A., Min, S.-K., New, M., Odoulami, R.C., Patricola, C.M., Pinto, I., Ribes, A., Shaw, T.A., Thiery, W., Trewin, B., Vautard, R., Wehner, M., Zscheischler, J. (2024). Frontiers in attributing climate extremes and associated impacts. *Front. Clim.* 6:1455023. <https://doi.org/10.3389/fclim.2024.1455023>
- [7] Borrascas Filomena. AEMET. [https://www.aemet.es/es/conocermas/borrascas/2020-2021/estudios\\_e\\_impactos/filomena#enlaces\\_asociados](https://www.aemet.es/es/conocermas/borrascas/2020-2021/estudios_e_impactos/filomena#enlaces_asociados)
- [8] Informes sobre el estado del clima en España. AEMET. [https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publicaciones/detalles/informe\\_estado\\_clima](https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/informe_estado_clima)
- [9] Olas de frío en España desde 1975. AEMET. [https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/estudios/detalles/olas\\_frio](https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/detalles/olas_frio)
- [10] Informe Filomena. AEMET. [https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/estudios/detalles/informe\\_filomena\\_ola\\_de\\_frio](https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/detalles/informe_filomena_ola_de_frio)
- [11] Barómetro de catástrofes. Fundación Aon España. [https://fundacionaon.es/?page\\_id=15564](https://fundacionaon.es/?page_id=15564)
- [12] Marcos Borges y Leire Labaka. Los efectos de la tormenta Filomena en las infraestructuras críticas. Universidad de Navarra. <https://www.unav.edu/documents/54596025/0/Los+efectos+de+la+Tormenta+Filomena+en+las+Infraestructuras+cr%C3%ADticas.pdf>

- [13] Análisis del comportamiento de la demanda. Red Eléctrica Española.  
<https://www.ree.es/es/datos/publicaciones/analisis-informes-demanda-electrica>
- [14] La Moncloa, Gobierno de España.  
<https://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/Paginas/enlaces/180521-enlace-filomena.aspx>
- [15] Garrido-Perez J.M., Vicente-Serrano S., Barriopedro D., García-Herrera R., Trigo R., Beguería S. (2024): Examining the outstanding Euro-Mediterranean drought of 2021–2022 and its historical context. *Journal of Hydrology*, 630, 130653. doi: 10.1016/j.jhydrol.2024.130653
- [16] Informe Anual. Agroseguro. <https://agroseguro.es/conocenos/informe-anual/>
- [17] Informes y mapas de seguimiento de la situación de sequía y escasez. MITECO.  
<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/informes-mapas-seguimiento.html>
- [18] Avances de superficies y producciones agrícolas. MAPA.  
<https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/avances-superficies-producciones-agricolas>
- [19] Red Eléctrica Española.  
<https://www.sistemaelectrico-ree.es/es/2023/informe-del-sistema-electrico/generacion/generacion-de-energia-electrica/generacion-renovable-de-energia-electrica>
- [20] Los Incendios Forestales en España. Avance Informativo. MITECO.  
<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/estadisticas-avances.html>
- [21] Informes. Dirección General de Protección Civil y Emergencias.  
<https://www.proteccioncivil.es/documentacion/informes>
- [22] Olas de calor en España desde 1975. AEMET.  
[https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/estudios/detalles/olascalor](https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/detalles/olascalor)
- [23] Trigo R.M., Barriopedro D., Garrido-Perez J.M., Simon A., Plecha S.M., Teles-Machado A., Russo A., García-Herrera R. (2025). The outstanding European and Mediterranean heatwave activity during summer 2022. *Atmospheric Research*, 323 (108195), doi: 10.1016/j.atmosres.2025.108195.
- [24] Mortality Monitoring (MoMo). Instituto de Salud Carlos III.  
[https://momo.isciii.es/panel\\_momo/#section-momo](https://momo.isciii.es/panel_momo/#section-momo)
- [25] CSIF. <https://www.csif.es/es/articulo/granada/general/72050>
- [26] Ola de calor de julio de 2022. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030, MITECO.  
[https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/oladecalorjulio2022\\_tcm30-543400.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/oladecalorjulio2022_tcm30-543400.pdf)
- [27] Evolución de los precios en aceite de oliva. MAPA.  
[https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/aceite-oliva-y-aceituna-mesa/evolucion\\_precios\\_ao\\_vegetales?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/aceite-oliva-y-aceituna-mesa/evolucion_precios_ao_vegetales?utm_source=chatgpt.com)
- [28] Informe de actuaciones de gestión de la sequía 2022-2023. MITECO.  
<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/informe-de-actuaciones-de-gestion-de-la-sequia--2022-2023.html>

- [29] Informe de estado de los acuíferos del entorno de Doñana. Año Hidrológico 2022-2023. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. MITECO.  
<https://www.chguadalquivir.es/estudios-tecnicos>
- [30] Informe de Situación Acueducto Tajo-Segura. Septiembre 2023. MITECO.  
<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/trasvase-tajo-segura.html>
- [31] Beguería, S., C. Azorín, and S.M. Vicente-Serrano, 2024: Ground records and spatial fields of the 2024/10/29 extreme precipitation event in Valencia, Spain [Dataset]. DIGITAL.CSIC,  
<https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/16716>
- [32] AEMET, 2024: Estudio sobre la situación de lluvias intensas, localmente torrenciales y persistentes, en la Península Ibérica y Baleares entre los días 28 de octubre y 4 de noviembre de 2024. 23 December 2024, 52 pp.,  
[https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/estudios/detalles/e\\_pisodio\\_dana\\_oct\\_nov24](https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/detalles/e_pisodio_dana_oct_nov24)
- [33] Moncloa, 2025: Actualización de datos del Gobierno de España.  
<https://www.lamoncloa.gob.es/info-dana/Paginas/2025/150425-datos-seguimiento-actuaciones-gobierno.aspx>
- [34] Generalitat Valenciana, 2025. Plan de recuperación y reconstrucción para la zona afectada por la DANA. Diagnóstico (resumen ejecutivo).  
[https://recuperacio.gva.es/documents/390664086/391046986/Presentacion\\_Resumen\\_Ejecutivo\\_Informe\\_Diagnostico\\_VP2.pdf/a2611eb7-103f-5680-58cf-1aa3cbb6f30b?t=1742559695224](https://recuperacio.gva.es/documents/390664086/391046986/Presentacion_Resumen_Ejecutivo_Informe_Diagnostico_VP2.pdf/a2611eb7-103f-5680-58cf-1aa3cbb6f30b?t=1742559695224)
- [35] Barriopedro D., Jiménez-Esteve B., Collazo S., Garrido-Perez J.M., Johnson J.E., García-Herrera R. (2025): A multi-method attribution analysis of the Spain's 2024 extreme precipitation event. Bulletin of the American Meteorological Society, doi: 10.1175/BAMS-D-25-0049.1
- [36] Resúmenes Climatológicos. AEMET.  
[https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/resumenes](https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes)
- [37] Noticias. EFE:agro.  
<https://efeagro.com/el-campo-teme-perdidas-notables-de-producciones-por-las-olas-de-calor-y-los-incendios/>
- [38] Noticias. El País.  
[https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2025-08-27/la-extraordinaria-oleada-de-incendios-de-agosto-ha-afectado-a-160000-hectareas-de-espacios-protegidos.html&sa=D&source=docs&ust=1761208045725967&usg=AOvVaw0oGShbAeHE\\_EvZ5J8p\\_7\\_4](https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2025-08-27/la-extraordinaria-oleada-de-incendios-de-agosto-ha-afectado-a-160000-hectareas-de-espacios-protegidos.html&sa=D&source=docs&ust=1761208045725967&usg=AOvVaw0oGShbAeHE_EvZ5J8p_7_4)
- [39] Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., ... et al. (2020). The ERA5 global reanalysis. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 146(730), 1999–2049. <https://doi.org/10.1002/qj.3803>
- [40] Bell, B., Hersbach, H., Simmons, A., Berrisford, P., Dahlgren, P., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., Nicolas, J., Radu, R., Schepers, D., Soci, C., Villaume, S., Bidlot, J.-R., Haimberger, L., Woollen, J., Buontempo, C., Thépaut, J.-N. (2021). The ERA5 global reanalysis: Preliminary extension to 1950. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 147(741), 4186 – 4227.  
<https://doi.org/10.1002/qj.4174>
- [41] Klein-Tank, A. M. G., Wijngaard, J. B., Klok, E. J., ... et al. (2002). Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European climate assessment. International Journal of Climatology, 22, 1441–1453.

- [42] AEMET. Olas de calor en España desde 1975.  
[https://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/estudios/detalles/olascalor](https://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/detalles/olascalor)
- [43] Noguera, I., Domínguez-Castro, F., Vicente-Serrano, S. M. (2020). Characteristics and trends of flash droughts in Spain, 1961–2018. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1472(1), 155–172.  
<https://doi.org/10.1111/nyas.14365>
- [44] Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., López-Moreno, J. I. (2010). A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI). *Journal of Climate*, 23, 1696-1718
- [45] European Forest Fire Information System. <https://forest-fire.emergency.copernicus.eu/>
- [46] Van Wagner, C. E. (1987). Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Canadian Forestry Service, Forestry Technical Report 35, Ottawa, 37 pp.
- [47] Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store (2019). Fire danger indices historical data from the Copernicus Emergency Management Service. <https://doi.org/10.24381/cds.0e89c522>
- [48] Cattiaux, J., R. Vautard, C. Cassou, P. Yiou, V. Masson-Delmotte, F. Codron (2010): Winter 2010 in Europe: A cold extreme in a warming climate. *Geophys. Res. Lett.*, 37(20),1–6,  
<https://doi.org/10.1029/2010GL044613>
- [49] Barriopedro, D., Sousa, P. M., Trigo, R. M., García-Herrera, R., Ramos, A. M. (2020). The exceptional Iberian heatwave of summer 2018. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 101(1), S29–S34,  
<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0159.1>
- [50] Faranda, D., Messori, G., Coppola, E., Alberti, T., Vrac, M., Pons, F., Yiou, P., Saint Lu, M., Hisi, A. N. S., Brockmann, P., Dafis, S., Mengaldo, G., Vautard, R. (2024). ClimaMeter: contextualizing extreme weather in a changing climate, *Weather Clim. Dynam.*, 5, 959–983,  
<https://doi.org/10.5194/wcd-5-959-2024>
- [51] Informe CLIVAR-SPAIN sobre el clima en España Edición 2024. Comité CLIVAR-España.  
<http://clivar.es/wp-content/uploads/2025/02/Libro-INFORME-CLIVAR-SPAIN-clima-en-Espana-v6.pdf>
- [52] Emissions Gap Report 2024. UNEP. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024>
- [53] IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- [54] Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030. MITECO.  
[https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030\\_tcm30-512163.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf)
- [55] Evaluación de riesgos e impactos derivados del cambio climático en España (ERICC-2025). Oficina Española de Cambio Climático, MITECO. <https://ericc.adaptecca.es/>
- [56] Pérez-Invernón, F.J., Gordillo-Vázquez, F.J., Huntrieser, H. et al. Variation of lightning-ignited wildfire patterns under climate change. *Nat Commun* 14, 739 (2023).  
<https://doi.org/10.1038/s41467-023-36500-5>

## Fotos

Portada. Collage con fotos incluidas en cada evento con su autoría correspondiente.

Página 8, 10, 12, 16 y 26 ©Greenpeace/Pedro Armestre

Página 14, 20 ©Greenpeace/Mario Gómez

Página 18 ©Greenpeace/Juan Carlos Muñoz

Página 22 © Gabriel Gallo/Greenpeace

Página 24 ©Greenpeace/Pablo Blázquez