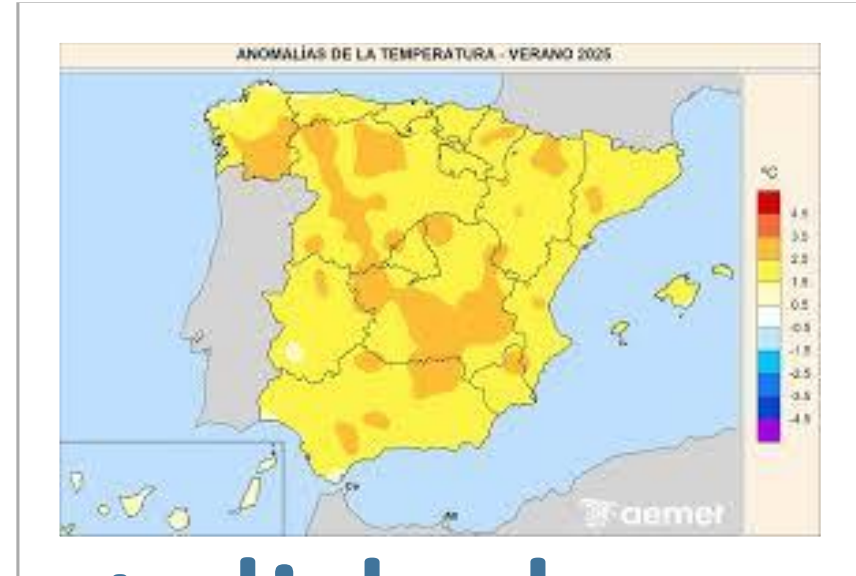
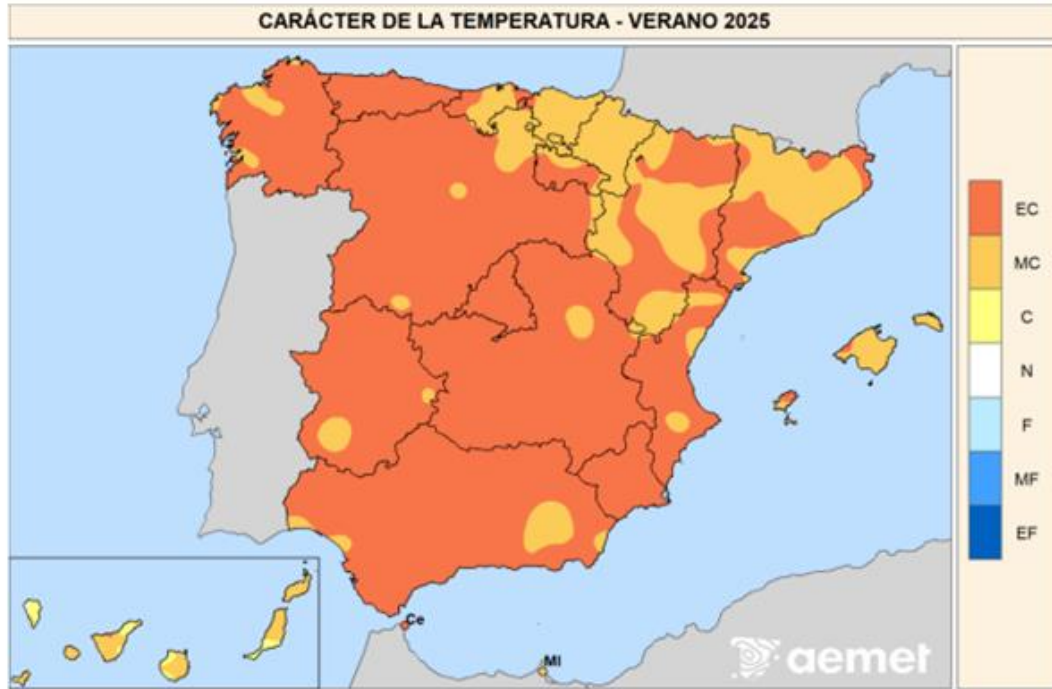


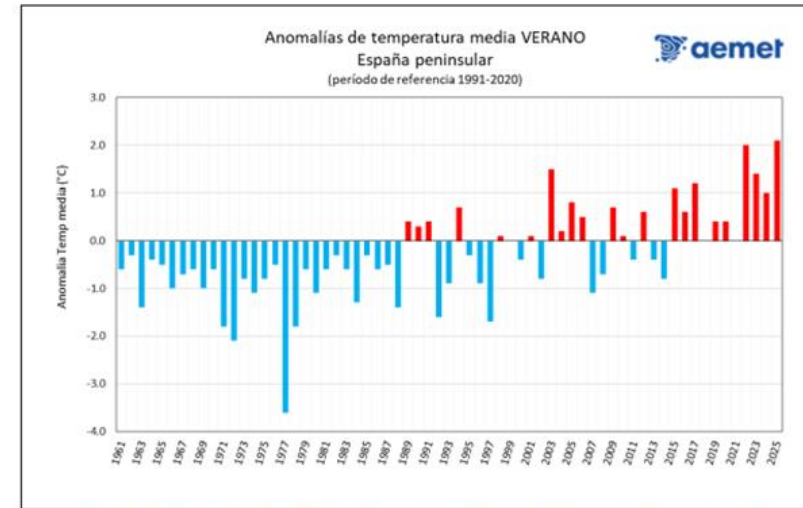
Verano 2025: ¿ha aumentado la mortalidad atribuible al calor?

DAVID GARCÍA-GARCÍA
DIANA GÓMEZ-BARROSO
EQUIPO MOMO





	Temperatura media		
	T media (°C)	Anomalia (°C)	Carácter
España peninsular	24,2	+2,1	Extremadamente cálido
Baleares	25,8	+1,5	Muy cálido
Canarias	22,7	+0,9	Muy cálido



Serie de anomalías de la temperatura media del verano en la España peninsular desde 1961 (período de referencia 1991-2020)

Verano 2025 en España extremadamente cálido

Ola de calor AEMET:

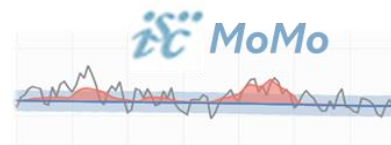
“Un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran máximas por encima del percentil del 95% de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del periodo 1971-2000”



33 días de olas
de calor y una
notable escasez
de
precipitaciones

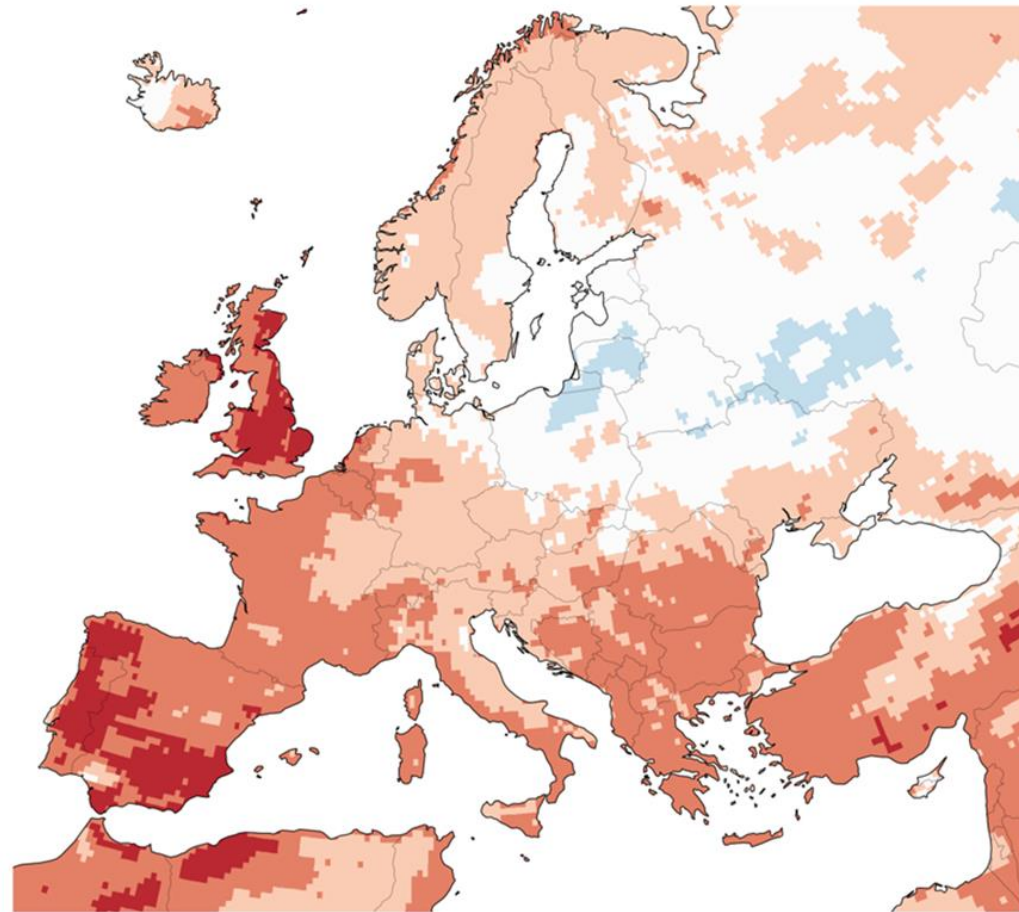
Verano más
cálido desde
1961

Ola de Calor	Periodo	Zonas Afectadas	Temperaturas Alcanzadas
Primera	18 de junio - 4 de julio	España peninsular y Baleares	40 °C en muchas regiones; más de 43 °C en el sur peninsular.
Segunda	16 - 18 de julio	Canarias	Temperaturas medias 6 °C por encima de lo habitual.
Tercera	3 - 18 de agosto	España peninsular y Baleares	Superiores a 45 °C en puntos del sur peninsular.



Anomalies and extremes in surface air temperature in summer 2025

Data: ERA5 (1979–2025) • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF



PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION

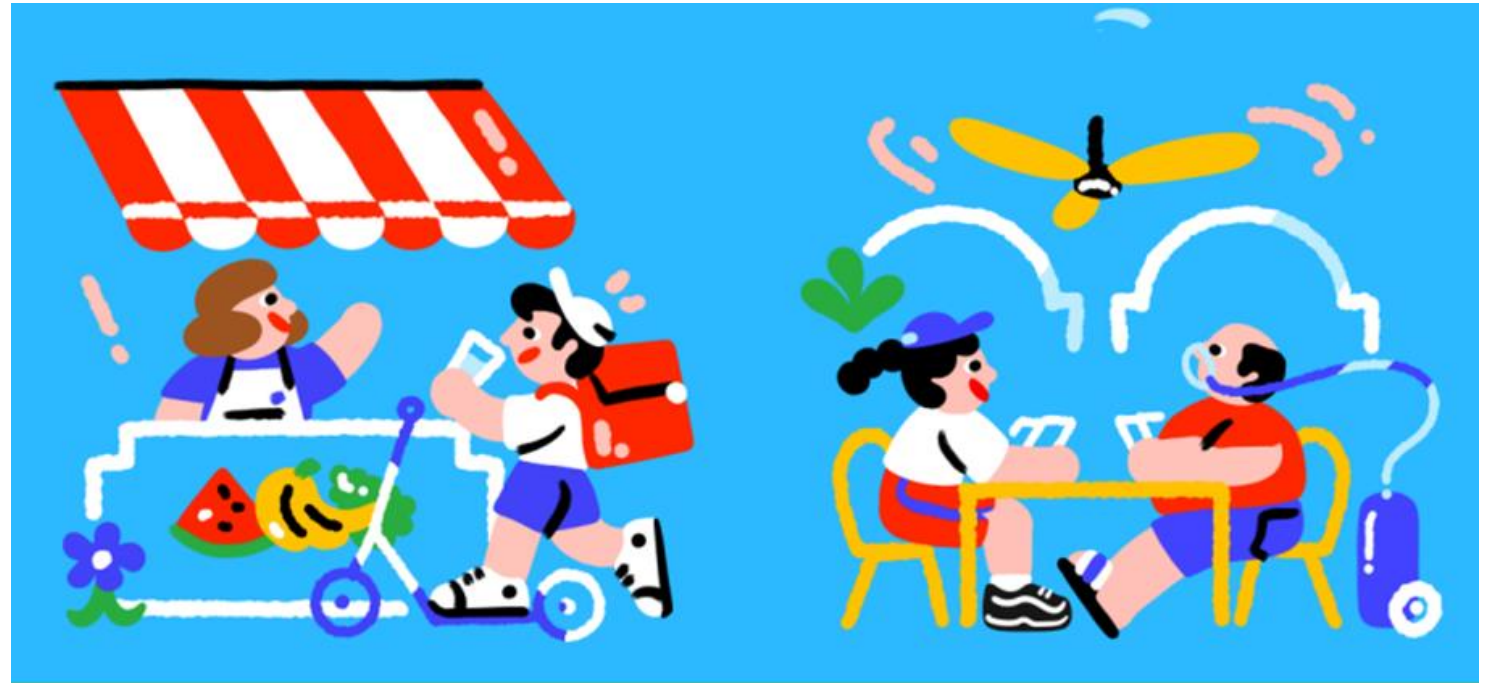


IMPLEMENTED BY



Desde 2004

15 mayo al 30
septiembre
Mortalidad
atribuible al
exceso de
temperatura



Plan nacional de actuaciones
preventivas de los efectos
del exceso de temperatura
sobre la salud

Plan Nacional de actuaciones preventivas por altas temperaturas
Umbrales de temperatura máxima de impacto en salud (°C)



159.273

Observadas

152.984

Estimadas base

6.289

Exceso por todas las causas

3.831

Atribuibles a temperatura

Mortalidad notificada, observada, esperada y atribuible a temperatura

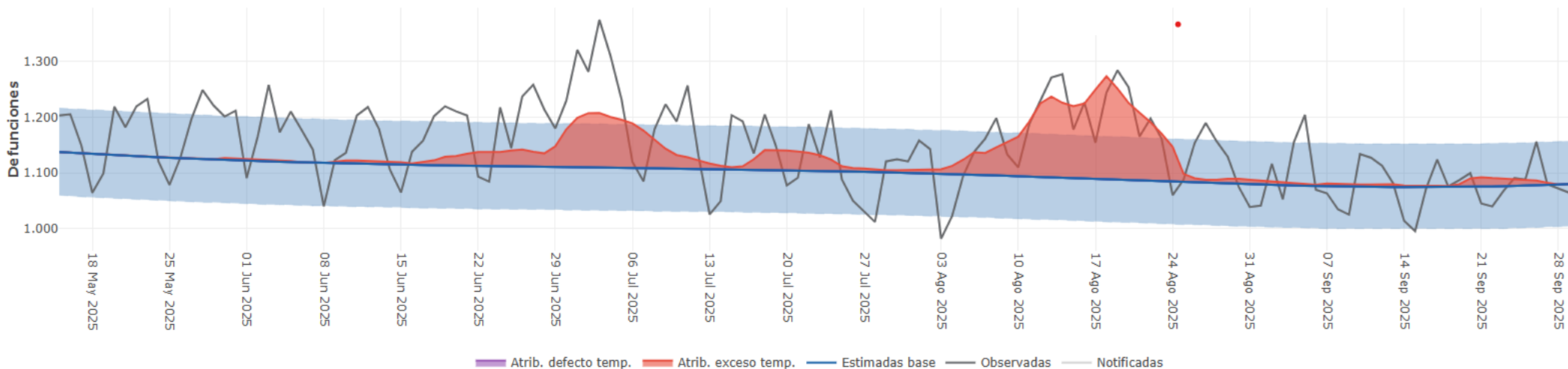


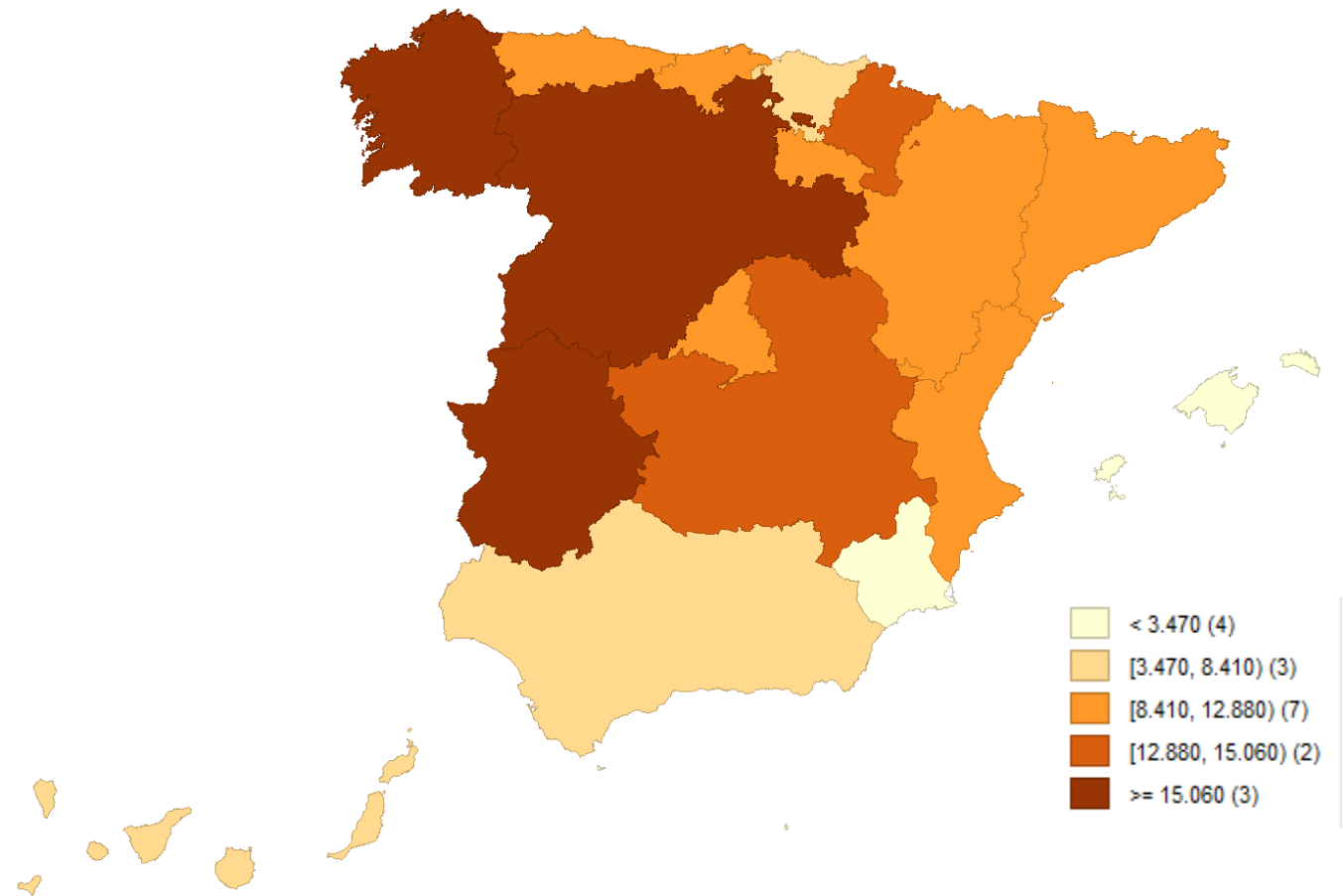
Figura de mortalidad notificada y observada por todas las causas, estimadas base con un intervalo de confianza del 1% al 99% y defunciones atribuibles al exceso o defecto de temperatura, para el ámbito territorial, sexo, grupo de edad y rango de fechas seleccionado. Tanto la figura como la tabla muestra los resultados según los filtros seleccionados; hacer zoom en la gráfica no modificará estos resultados. Los periodos se han definido correspondiendo con las fechas de activación más frecuentes de los "Planes nacionales de actuaciones preventivas de los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud" y los "Planes Nacionales de actuaciones preventivas por bajas temperaturas". Se pueden consultar sus rangos de fechas en la sección de documentación.

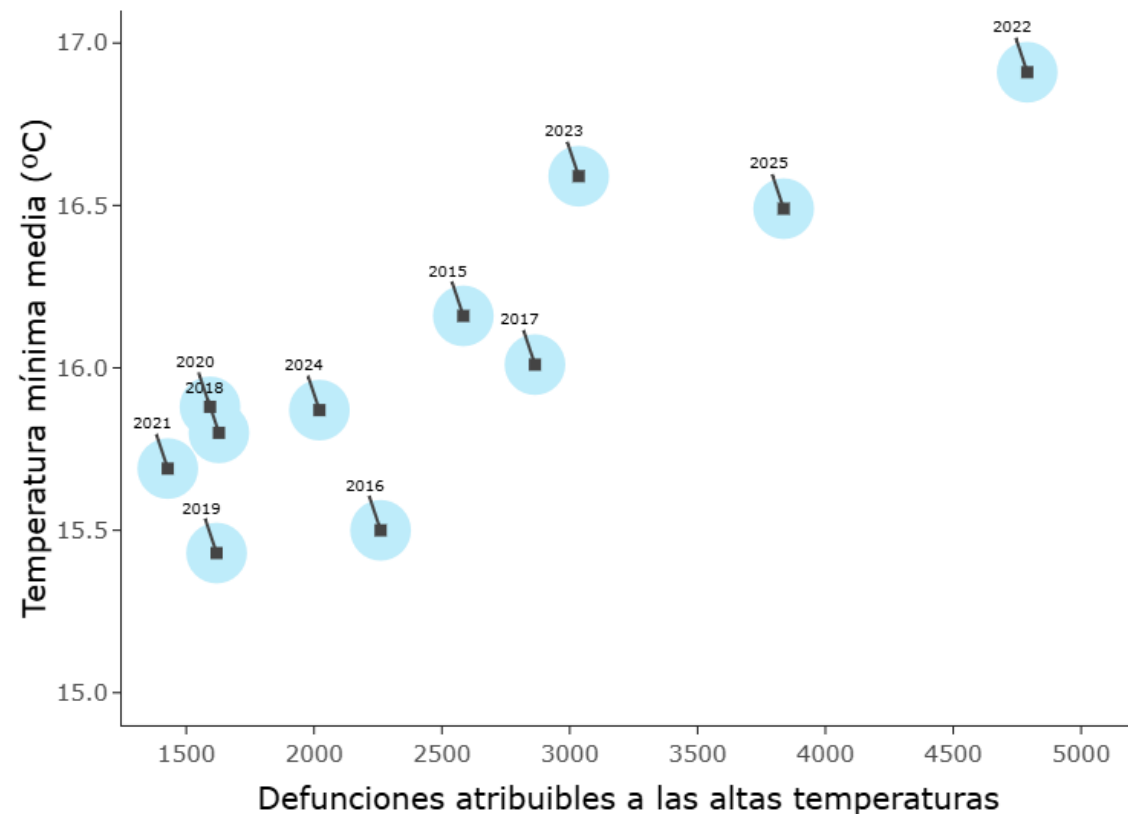
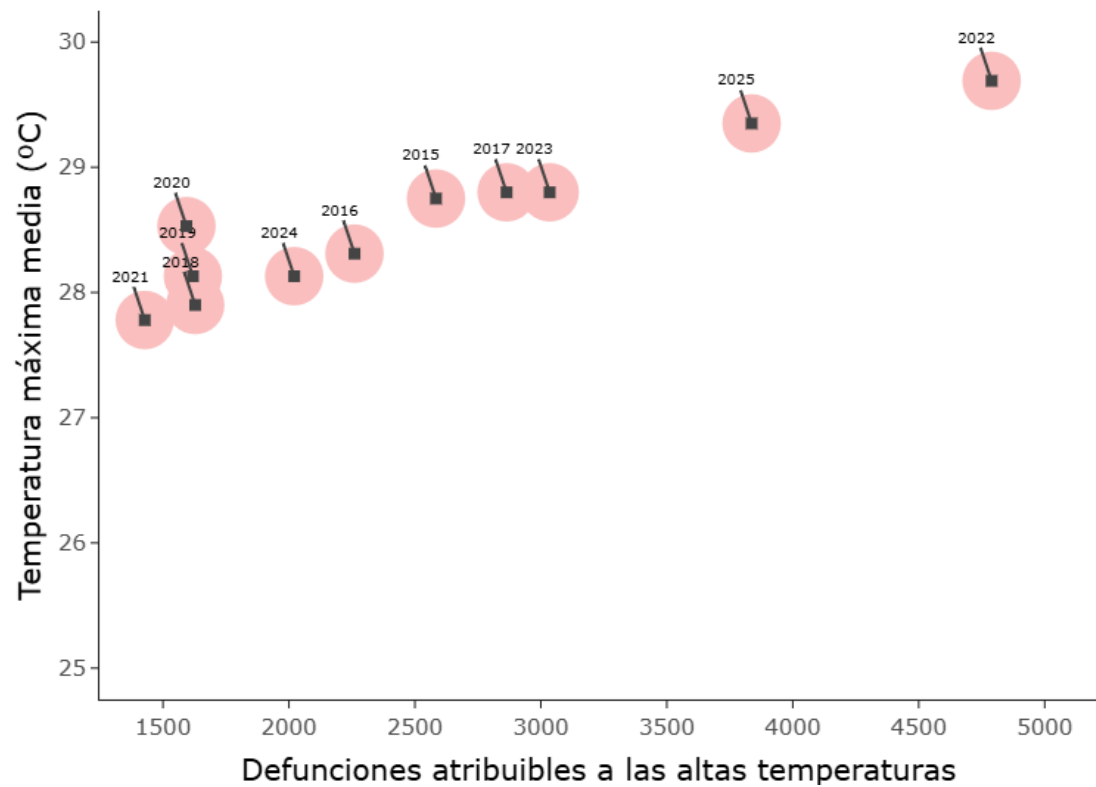
Mortalidad atribuible a calor Momo periodo estival 2025
95% mayores de 65
65% mayores de 85

Mes	Exceso todas las causas	Atribuible a temperatura	Hombres	Mujeres
Mayo	779	8	2	5
Junio	1618	406	154	252
Julio	1629	1059	446	613
Agosto	2084	2184	881	1303
Septiembre	180	173	72	101

Tasa de excesos de mortalidad atribuible a calor *100,000

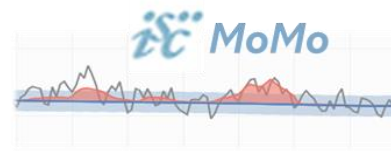
Periodo estival



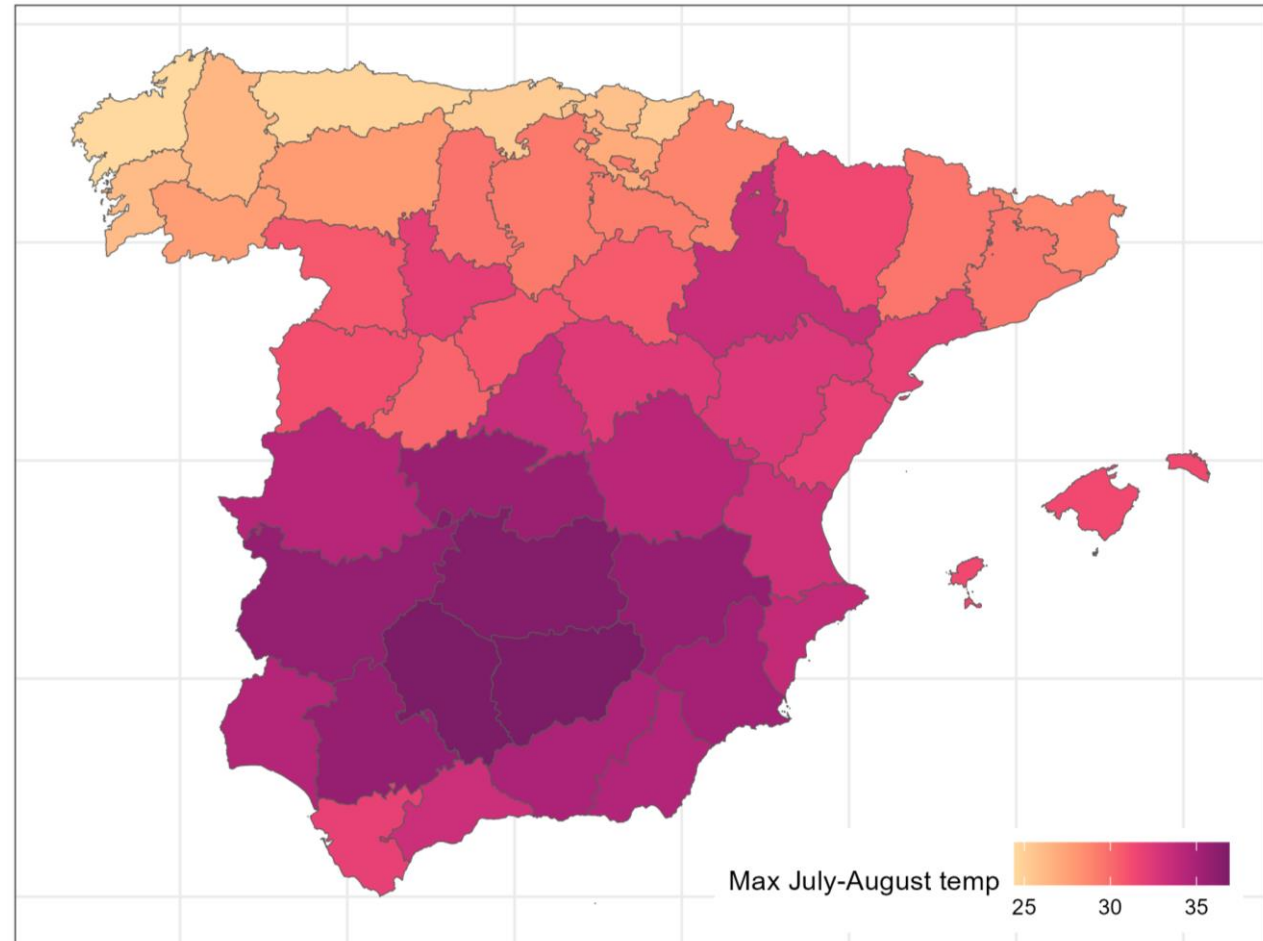


Otros años

Año	Excesos atribuibles a calor (MoMo)	Días ola de calor
2022	4789	22
2023	3007	26
2024	2012	22
2025	3831	33

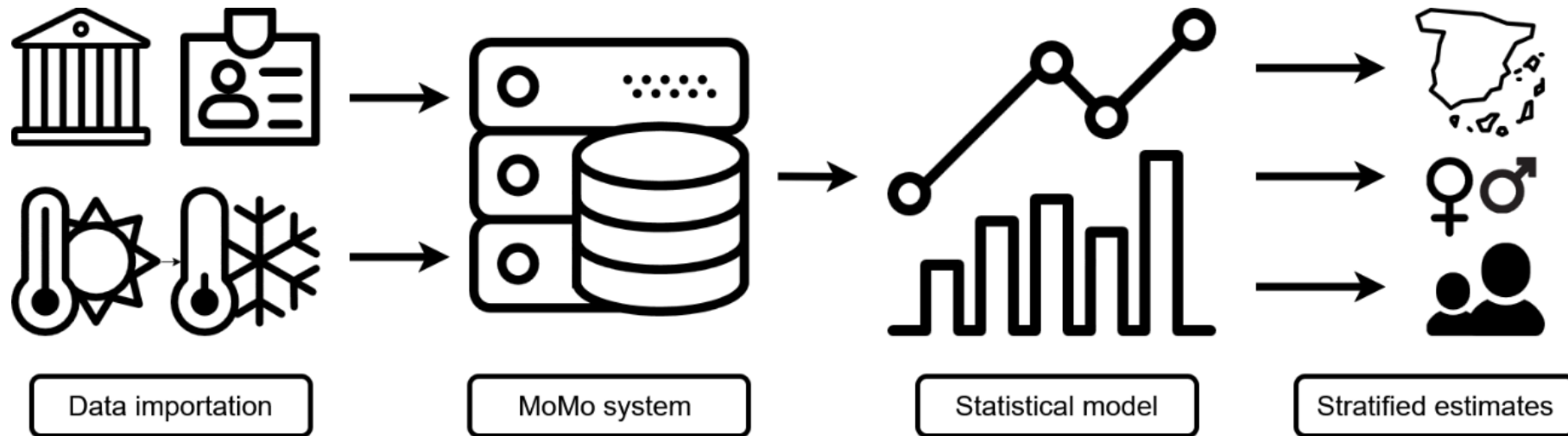


¿Futuro?



Mortalidad durante
las olas de calor de 2015-2025:
determinantes, patrones, y riesgos futuros

MoMo: Monitorización de la mortalidad en España



- Integración diaria de mortalidad y temperaturas con corrección por retraso en notificación
- Inferencia automatizada diaria de tendencia
- Inferencia automatizada diaria de mortalidad atribuible al exceso de la temperatura
- Diez años de datos en acceso abierto

MoMo: Monitorización de la mortalidad en España

159.273

Observadas

152.984

Estimadas base

6.289

Exceso por todas las causas

3.831

Atribuibles a temperatura

Mortalidad notificada, observada, esperada y atribuible a temperatura

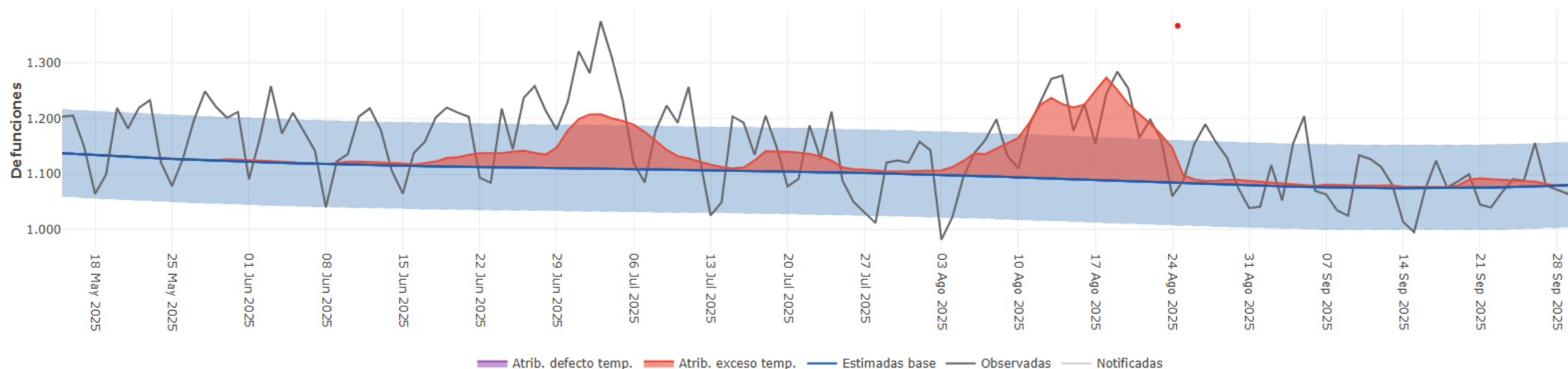
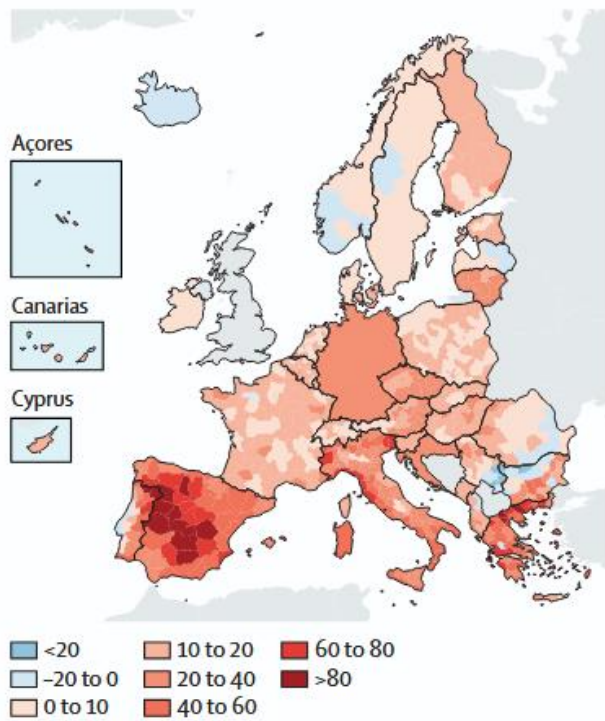
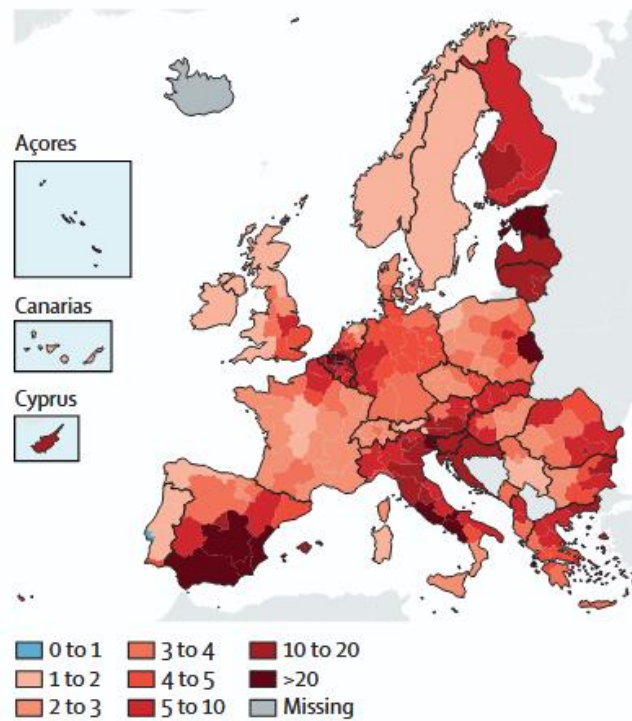


Figura de mortalidad notificada y observada por todas las causas, estimadas base con un intervalo de confianza del 1% al 99% y defunciones atribuibles al exceso o defecto de temperatura, para el ámbito territorial, sexo, grupo de edad y rango de fechas seleccionado. Tanto la figura como la tabla muestra los resultados según los filtros seleccionados; hacer zoom en la gráfica no modificará estos resultados. Los periodos se han definido correspondiendo con las fechas de activación más frecuentes de los "Planes nacionales de actuaciones preventivas de los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud" y los "Planes Nacionales de actuaciones preventivas por bajas temperaturas". Se pueden consultar sus rangos de fechas en la sección de documentación.

La relevancia de España en el contexto global



Cambios en tasa de mortalidad atribuible al calor: cociente entre tasas correspondientes al periodo 2013-2022 y al periodo 2003-2012.



Cambios en la probabilidad de episodios de calor extremo atribuibles al cambio climático: cociente entre la probabilidad de ocurrencia de eventos correspondiente al periodo 2003-2022 y al periodo preindustrial 1850-1900.

Source: *The 2024 Europe report of the Lancet Countdown on health and climate change*

Enfoque del análisis

- Estudiamos la mortalidad registrada durante eventos de ola de calor entre 2015 y 2025.

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

- Explicamos la mortalidad observada en función de varias variables que miden el alcance de las olas de calor: su duración, la población expuesta y las provincias afectadas.
- Estudiamos si existe una asociación estadística significativa y plausible entre **variables térmicas** y mortalidad.
- En caso de que exista, cuantificamos y comparamos las estimaciones. Utilizamos los modelos ajustados para deducir características de las olas de calor relevantes en salud pública.

Ajuste de modelos

mortalidad
exceso de mortalidad general
mortalidad atribuible al calor

Ajuste de modelos

mortalidad
exceso de mortalidad general
mortalidad atribuible al calor

T
w
ee
di
e

offset(poblacion expuesta)

f(duracion)

f(variable térmica)

tendencia anual

efecto provincial:

- intercepto local
- modificador suave

Ajuste de modelos

mortalidad
exceso de mortalidad general
mortalidad atribuible al calor

T
w
ee
di
e

offset(poblacion expuesta)

f(duracion)

f(variable térmica)

tendencia anual

efecto provincial:

- intercepto local
- modificador suave

Escala nacional
Temperatura máxima
Anomalía
Media de las máximas
Media de las mínimas
Amplitud térmica
Fecha de inicio

Escala provincial
Media de las máximas
Media de las mínimas
Amplitud térmica
ATO (acumulativo)
EHF (acumulativo + aclimatación)
Heat Index (humedad relativa)
Temperatura aparente (HR + viento)

Ajuste de modelos

mortalidad
exceso de mortalidad general
mortalidad atribuible al calor

T
w
ee
di
e

offset(poblacion expuesta)

f(duracion)

f(variable térmica)

tendencia anual

efecto provincial:

- intercepto local
- modificador suave

Escala nacional
Temperatura máxima
Anomalía
Media de las máximas
Media de las mínimas
Amplitud térmica
Fecha de inicio

Escala provincial
Media de las máximas
Media de las mínimas
Amplitud térmica
ATO (acumulativo)
EHF (acumulativo + aclimatación)
Heat Index (humedad relativa)
Temperatura aparente (HR + viento)

Proceso secuencial de ajuste y selección (2 variables, 2 escalas):

1. Estructura de modelo (media sobre variables térmicas)
2. Descarte asociaciones espurias
3. Selección modelo con mejor ajuste

Ajuste con 2015-2024 → estimación para 2025

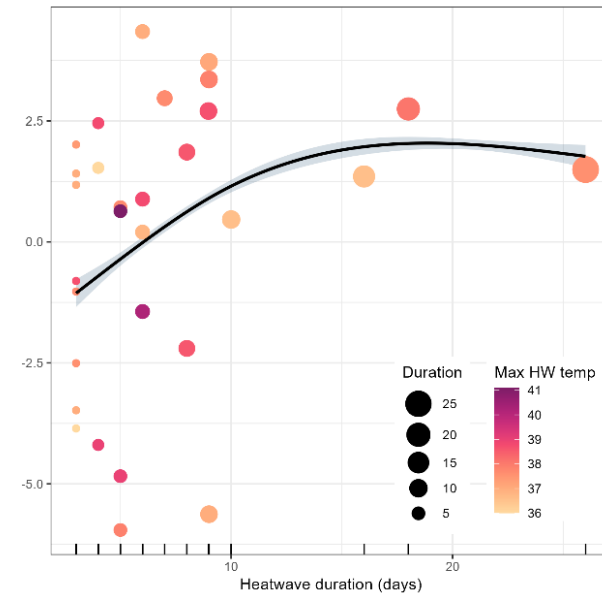
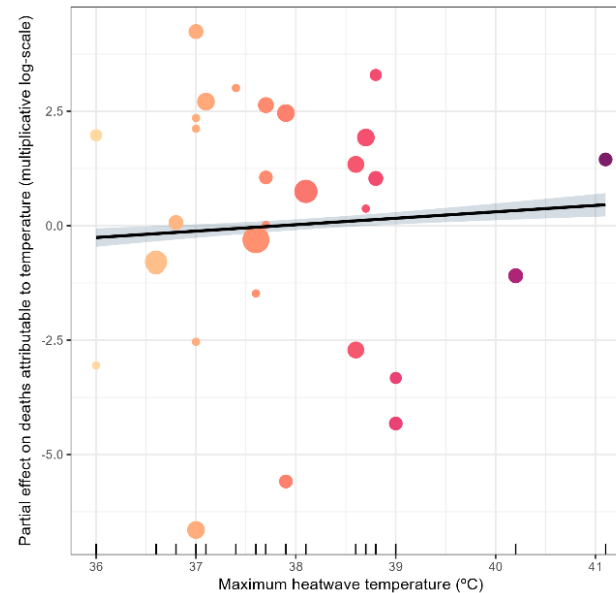
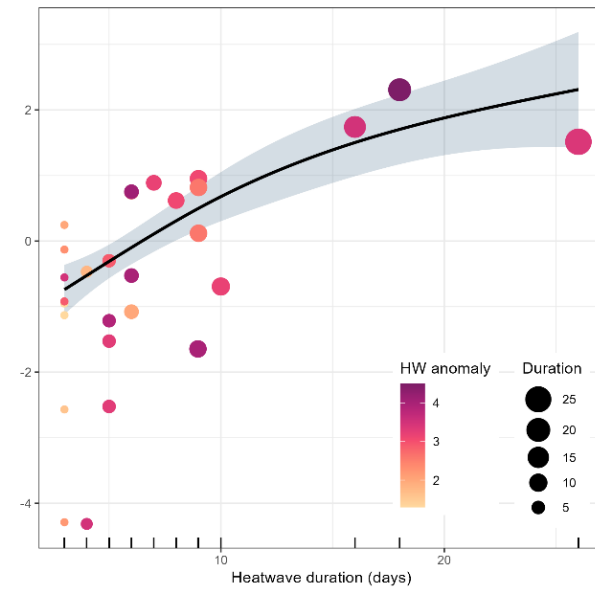
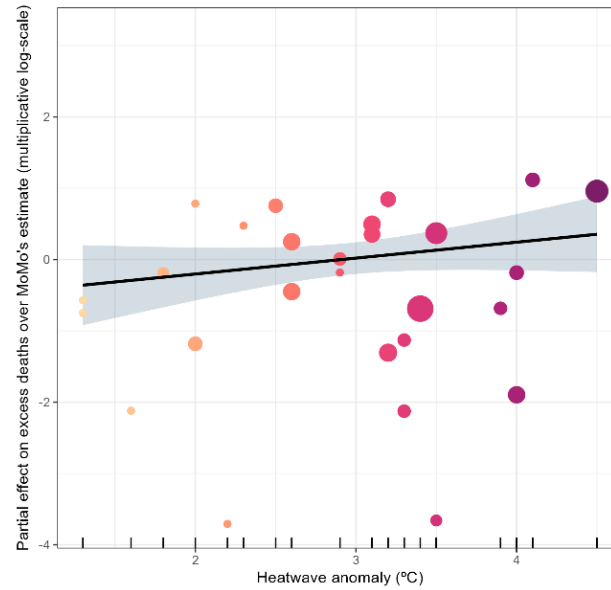
Olas de calor a escala nacional

Exceso general de mortalidad:

- Variable más precisa: anomalía (25% de incremento por 1°C).
- Asociación con la fecha de inicio de la ola (olas más tempranas causan mayor mortalidad).

Mortalidad atribuible a calor:

- Variable más precisa: temperatura máxima de la ola (15% de incremento por 1°C).
- Tendencia anual significativa, ~6% menos defunciones al año.



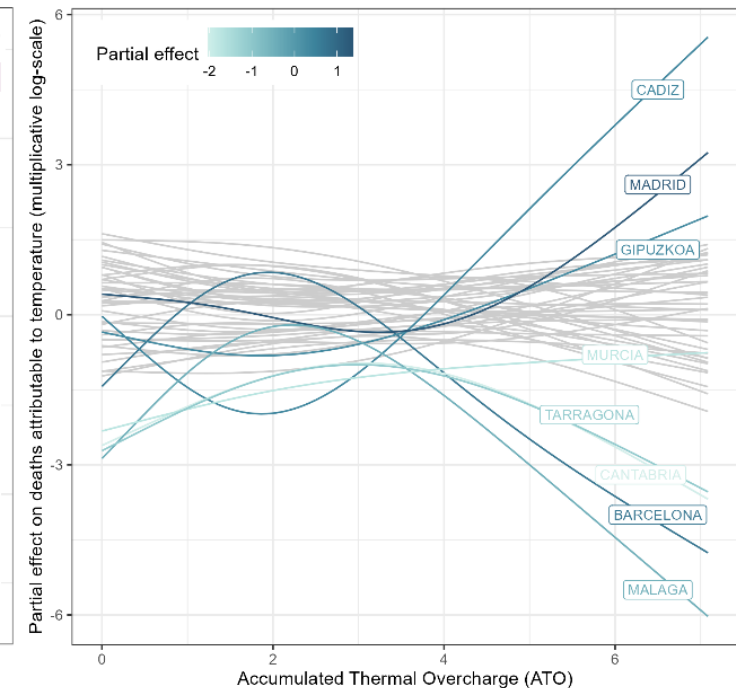
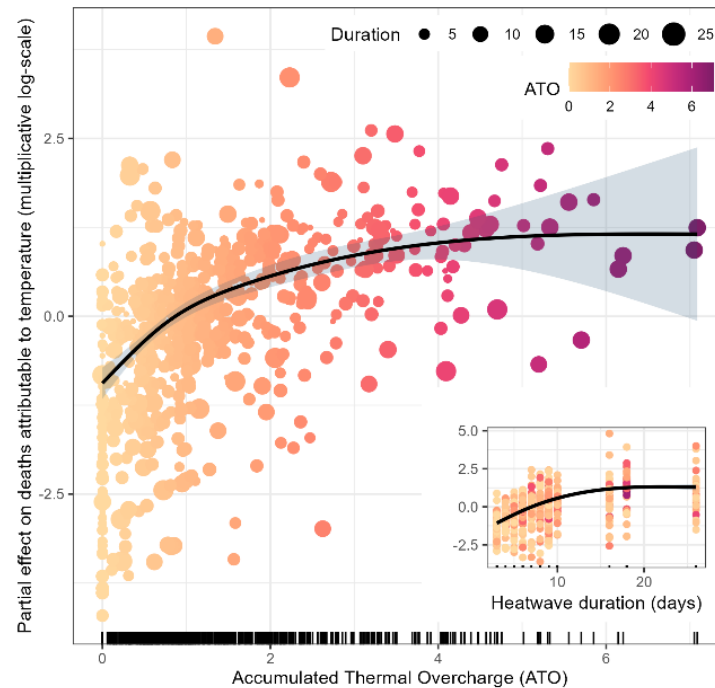
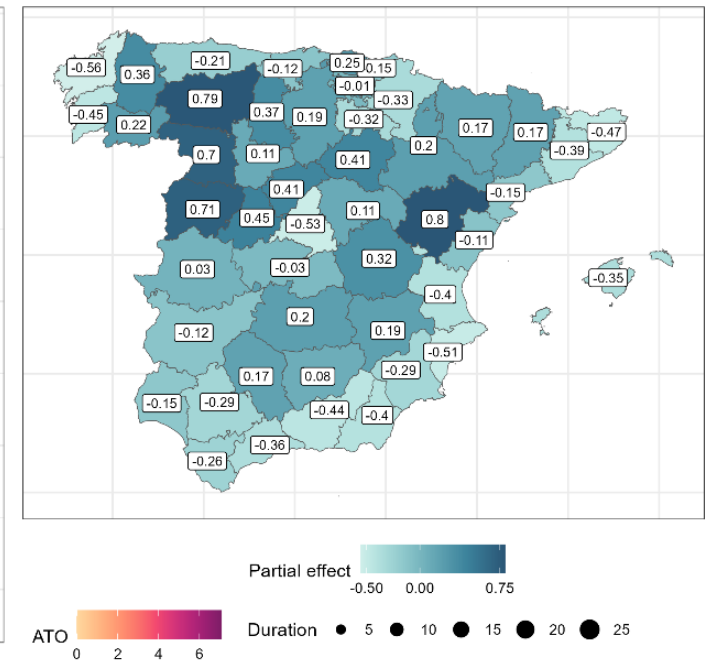
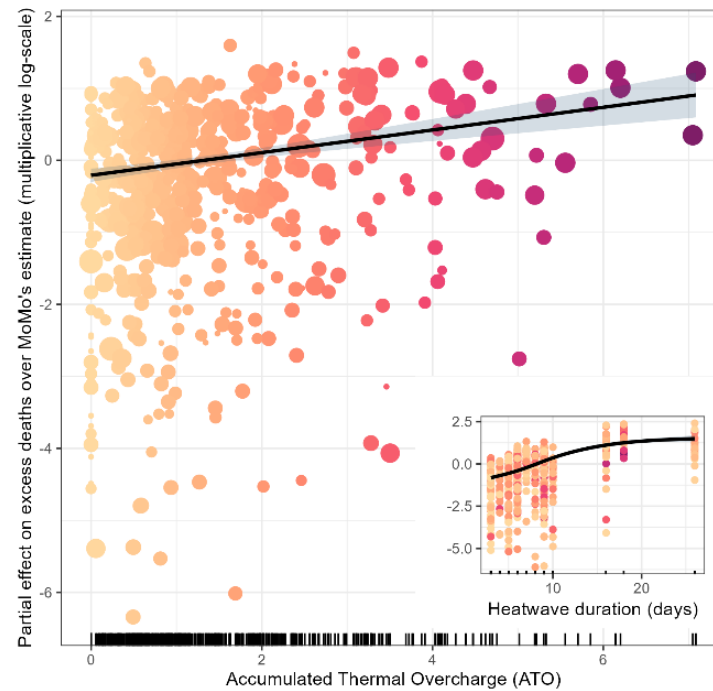
Olas de calor a escala provincial

Exceso general de mortalidad:

- Variable más precisa: ATO (EHF) (17% incremento por unidad).
- Patrón geográfico costa/interior.

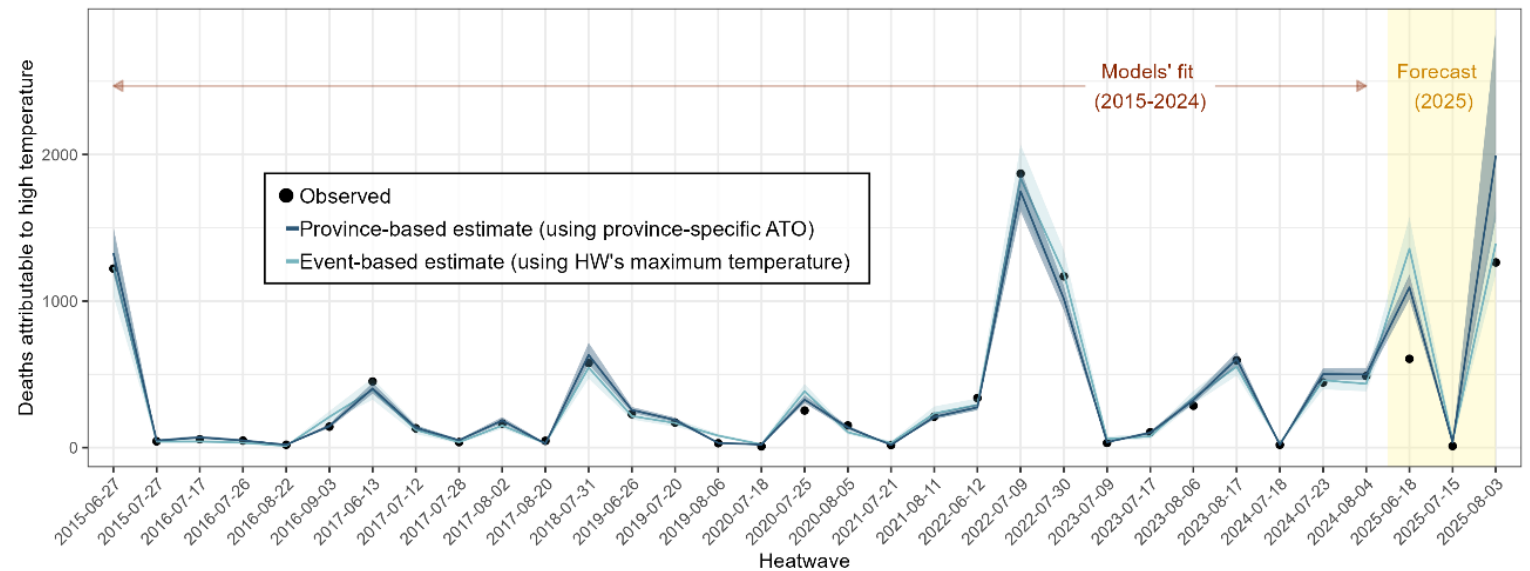
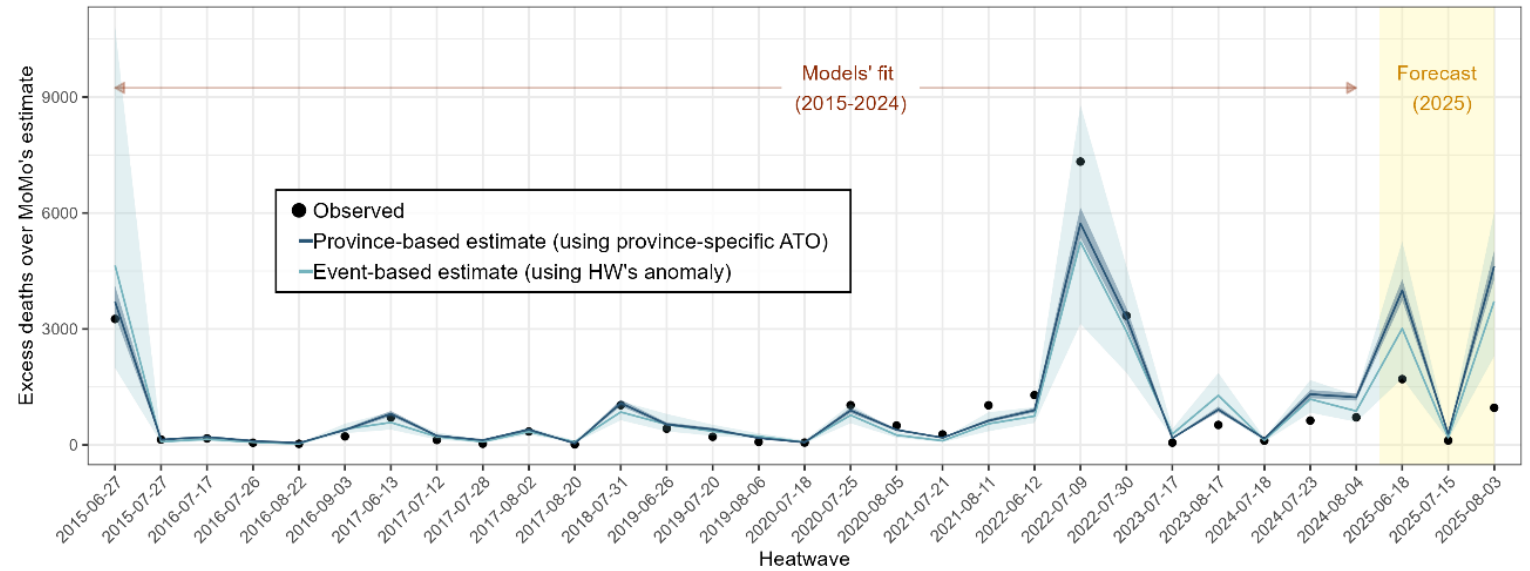
Mortalidad atribuible a calor:

- Variable más precisa: ATO (temp. max) con asociación lineal.
- Efectos provinciales suaves muy diferentes.
- Tendencia anual significativa, ~4% menos defunciones al año.



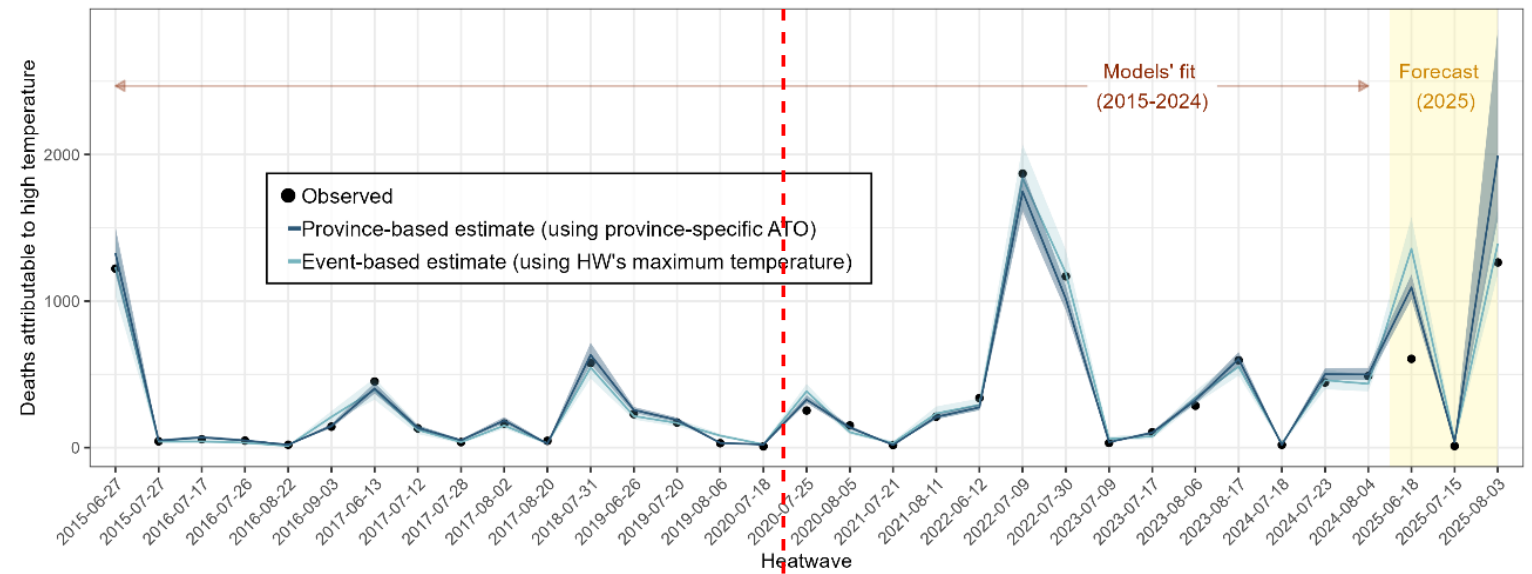
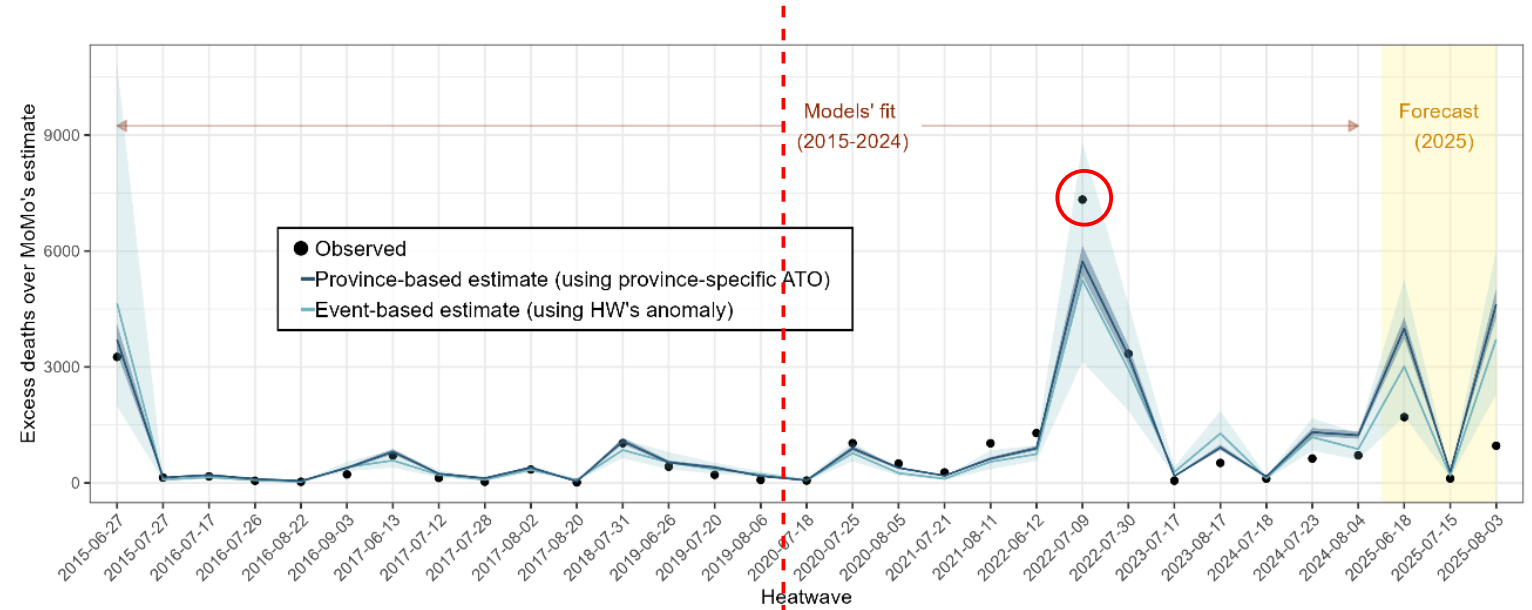
Mortalidad prevista y observada en 2025

- El ajuste de los modelos es bueno entre 2015 y 2020.
- Entre 2020 y 2024 observamos infraestimación de la mortalidad, particularmente en el exceso general.
- Las estimaciones de 2025 sobreestiman sustancialmente la mortalidad durante olas de calor.

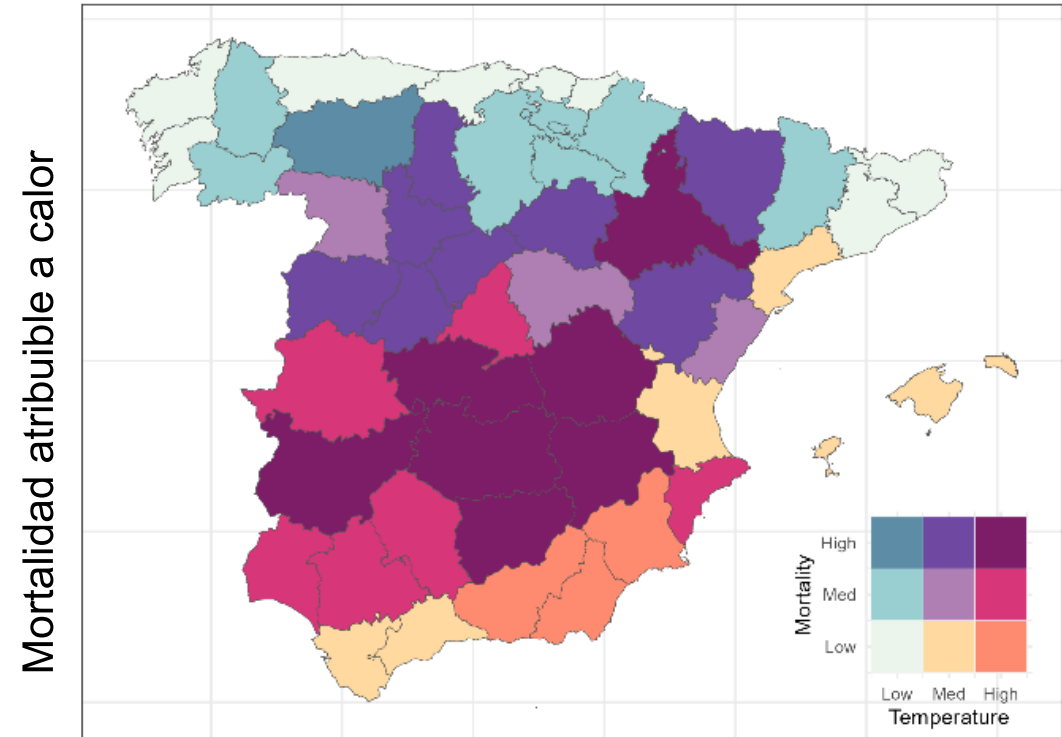
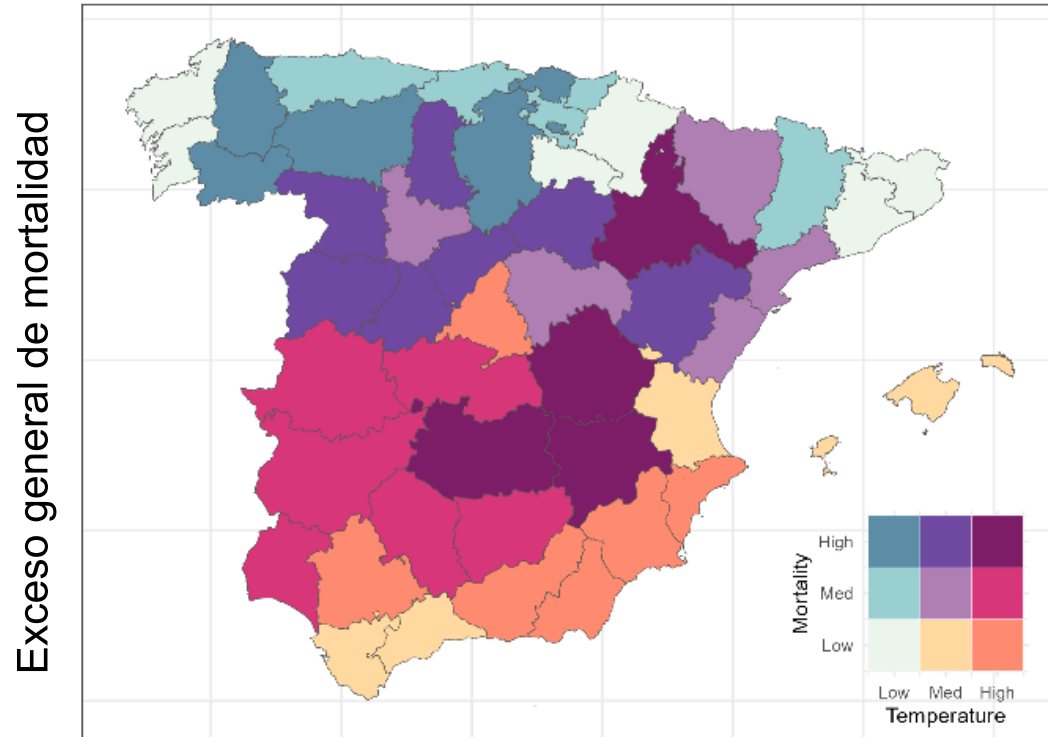


Mortalidad prevista y observada en 2025

- El ajuste de los modelos es bueno entre 2015 y 2020.
- Entre 2020 y 2024 observamos infraestimación de la mortalidad, particularmente en el exceso general.
- Las estimaciones de 2025 sobreestiman sustancialmente la mortalidad durante olas de calor



Proyecciones de riesgo bajo modelos de cambio climático



Escala bidimensional de riesgo:

Eje horizontal: riesgo asociado al incremento de la temperatura máxima durante el verano proyectado por modelos globales de cambio climático CMIP6 (escenario socioeconómico SSP245 "middle of the road").

Eje vertical: riesgo asociado al efecto de la temperatura en la mortalidad inferido por los modelos ajustados.

Mortalidad durante olas de calor

- Durante episodios de ola de calor, la mortalidad aumenta de forma exponencial con el aumento de la temperatura máxima y de variables que miden la exposición acumulada a las altas temperaturas.
- Otras variables de temperatura (mínima y media, amplitud térmica) e índices multivariados muestran asociaciones menos robustas o espurias.
- La fecha de inicio de las olas se asocia de forma significativa con una menor mortalidad. Olas de calor más tempranas causan mayor exceso de mortalidad general que olas más tardías (-0.6% defunciones por día del año).
- Tendencia anual decreciente en la mortalidad atribuible al calor. ¿Adaptación biológica y de infraestructuras? ¿Efectividad de planes y medidas preventivas?
- Las diferencias regionales son sustanciales; parece necesario afinar más la estimación y el modelo de atribución.

Mortalidad durante olas de calor – el verano de 2025

- **Verano extremadamente cálido.** Las olas de junio y agosto de 2025 duraron 17 y 16 días y afectaron a 39 y 40 provincias. Desde 1975 sólo se han observado dos olas de calor más duraderas (2015 y 2022, 26 y 18 días). Sólo una ola de ellas comparable en términos de duración y de extensión a las de 2025 (julio de 2022).
- ¿Incremento artificial de mortalidad (general y atribuible a la temperatura) por COVID-19?
- ¿Efecto sustancial de la adaptación?

International Journal of Biometeorology (2022) 66:457–468
<https://doi.org/10.1007/s00484-021-02192-z>

ORIGINAL PAPER



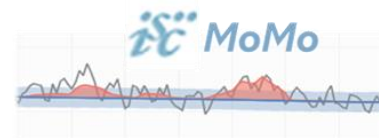
Heat-related mortality amplified during the COVID-19 pandemic

Pedro M. Sousa^{1,2} · Ricardo M. Trigo^{2,3} · Ana Russo² · João L. Geirinhas² · Ana Rodrigues⁴ · Susana Silva⁴ · Ana Torres⁴

Impact of COVID-19 on total excess mortality and geographic disparities in Europe, 2020–2023: a spatio-temporal analysis



Margherita Pizzato,^a Alberto Giovanni Gerli,^a Carlo La Vecchia,^a and Gianfranco Alicandro^{b,c,*}



Conclusiones

- Entendemos qué factores determinan la mortalidad durante olas de calor “habituales”.
- Las olas de calor extremas (muy extensas) suponen un desafío. Será necesario reevaluar estos eventos con más datos, y corregir la posible amplificación de la atribución debida al COVID-19.
- Las diferencias regionales son importantes. Siguiendo paso: cálculo de la atribución y análisis de inferencia a nivel de zona isoclimática.
- Ejemplo pionero reproducible en otros países. Nuestro caso es muy relevante en el contexto global.

Creative commons 4.0 BY-NC-SA

