

# BOLETÍN *epidemiológico* SEMANAL

## SEMANAS 22 - 23

Del 30/05 al 12/06 de 2022

2022 Vol.30 n°6 / 67-82

ISSN: 2173-9277

ESPAÑA



## SUMARIO

Implementación de un nuevo modelo MoMo, para la estimación de excesos de mortalidad por todas las causas y atribuibles a temperatura .....	67
Estado de las Enfermedades de Declaración Obligatoria .....	79

## IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO MODELO MoMo, PARA LA ESTIMACIÓN DE EXCESOS DE MORTALIDAD POR TODAS LAS CAUSAS Y ATRIBUIBLES A TEMPERATURA

Inmaculada León Gómez (1, 2), Concepción Delgado Sanz (1, 2) y Amparo Larrauri Cámara (1, 2)

(1) Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III

(2) Ciber de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP). Instituto de Salud Carlos III (ISCIII)

### Resumen

El Sistema de monitorización de la Mortalidad diaria por todas las causas (MoMo) se desarrolló en 2004 para estimar el impacto de las temperaturas excesivas en la mortalidad de la población y posteriormente el impacto de diferentes eventos de interés en Salud Pública. Desde 2018, se estableció MOMOCalor, un sistema más específico que estima la mortalidad atribuible al exceso de temperatura. La coexistencia de dos modelos diferentes para estimar excesos de defunciones por todas las causas y atribuibles a temperatura, no permitía ofrecer información sobre qué parte de las defunciones en exceso por todas las causas eran atribuibles a las variaciones extremas. Por ello se desarrolló un nuevo modelo de mortalidad, MoMo, que proporciona estimaciones de excesos de mortalidad por todas las causas y atribuibles a exceso o defecto de temperatura, con un mismo modelo y que se describe en este documento.

La actualización de MoMo incluye además un sistema de alertas de mortalidad denominado Índice Kairós, que proporciona niveles de alerta en función de la probabilidad de exceso de mortalidad por exceso o defecto de temperatura.

Las estimaciones obtenidas con el nuevo MoMo son coherentes con las obtenidas con el previo MoMo, con MOMOCalor y con los eventos de salud pública observados en los últimos años.

La actualización de MoMo supone una mejora de la evaluación del impacto de diferentes situaciones de interés en salud pública en la mortalidad de la población, entre las que se incluyen fenómenos ambientales, y se abre la posibilidad de una futura evaluación de la introducción de medidas de prevención o la mejora de actuaciones sociosanitarias, entre otras.

## Abstract

The Daily Mortality Monitoring System for all causes (MoMo) was developed in 2004 to estimate the impact of excessive temperatures on the mortality of Spanish population and subsequently the impact of different events of interest in Public Health. Since 2018, MOMOCalor has been established, a more specific system that estimates mortality attributable to excess temperature. The coexistence of two different models to estimate excess deaths from all causes and attributable to temperature, prevented an accurate estimate of excess mortality not associated with temperature. This limitation led to the development of a new mortality model. The objective of this report is to describe the new MoMo model, which provides estimates of excess mortality from all causes and attributable to temperature excess or deficiency, with the same model.

The previous model MoMo and MOMOCalor were nonparametric and parametric, time series models, respectively, in which trend and seasonality were controlled. The new MoMo model is a parametric GAM (General Additive Models) model based on a Poisson regression and includes trend, annual seasonality, temperature, and population as offset. It excludes outliers and uses a fixed period of time of 10 years (excluding 2020).

The new MoMo model provides estimates all causes excess mortality and excess mortality associated with high or low temperatures. In addition, a mortality alert system called the Kairos Index is derived from it, which provides alert levels based on the probability of excess mortality due to high or low temperatures.

The estimates obtained with the new MoMo are consistent with those obtained with the previous MoMo, with MOMOCalor and with the public health events observed in recent years.

The MoMo update represents an improvement in the evaluation of the impact of different situations of interest in public health on the mortality of the population, including environmental phenomena, and opens the possibility of a future evaluation of the introduction of preventive measures, or the improvement of social and health actions, among others.

## Introducción

El sistema MoMo fue desarrollado en 2004 en el Centro Nacional de Epidemiología (CNE) del Instituto de Salud Carlos III, en el marco del «Plan de acciones preventivas contra los efectos de las temperaturas excesivas» (Plan Calor), coordinado por el Ministerio de Sanidad, para reducir el impacto sobre la salud de la población como consecuencia del exceso de temperatura. El objetivo era identificar las desviaciones de mortalidad diaria observada con respecto a la esperada según las series históricas de mortalidad y comunicar al Ministerio de Sanidad las desviaciones significativas de mortalidad para su investigación o para la puesta en marcha de las medidas de control.

El modelo utilizado al inicio para estimar las muertes esperadas era un modelo de series temporales no paramétrico en el que se controlaba la tendencia mediante regresión lineal y la estacionalidad mediante medias móviles históricas de 5 días. La serie que se utilizaba eran los últimos 6 años. En el modelo no se introducían más variables independientes.

En 2009, se amplió su utilización a otras situaciones durante todo el año. El análisis en periodo distinto del verano se empezó a realizar diariamente, ampliando así su objetivo: estimar de forma indirecta el impacto de cualquier evento de importancia en salud pública no relacionado con temperaturas excesivas. Desde entonces se utilizó, además, como sistema complementario a otros sistemas de vigilancia como el sistema de la Vigilancia de la Gripe en España (SVGE).

A pesar de ser un sistema inespecífico que no permitía establecer causalidad directa en el análisis de exceso de mortalidad, MoMo ha constituido una herramienta esencial de vigilancia a tiempo real, como sistema de alerta temprana para la acción en salud pública, y para realizar estimaciones del impacto de diferentes eventos de salud en la mortalidad de la población. Ejemplo de ello es que, en la primera ola de la pandemia de COVID-19, MoMo proporcionó estimaciones a

tiempo real del impacto de la pandemia en la mortalidad de la población española. Así, entre marzo y mayo de 2020, MoMo estimó un exceso de mortalidad por todas las causas sin precedentes en España. Dicho exceso fue considerablemente mayor que las defunciones confirmadas por COVID-19 notificadas a la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (RENAVE) por el sistema universal de vigilancia de COVID-19. Dicha diferencia se explica por la limitada capacidad diagnóstica de SARS-CoV-2 en España durante la primera ola pandémica, lo que dio lugar a una infranotificación de las defunciones debidas a COVID-19 en este periodo(1). Al tratarse de un sistema inespecífico las estimaciones MoMo no sólo se deben atribuir a muertes por COVID-19, sino también a la mortalidad indirecta de la pandemia, en la que factores como el aislamiento social, la dificultad de acceso a la atención médica y al sistema de salud, entre otros, pudieron haber contribuido a este incremento de fallecimientos.

Desde el verano de 2018, la Unidad de Vigilancia de la Mortalidad diaria del CNE utiliza, también el modelo MOMOCalor, un sistema de vigilancia de la mortalidad diaria asociada a excesos de temperatura, con el que se contribuye de forma más específica al Plan Calor. MOMOCalor proporcionaba alertas de mortalidad asociada al exceso de temperatura y estimaba el impacto de este exceso sobre la mortalidad de la población. Una de las diferencias con el modelo MoMo era la inclusión de la temperatura procedente de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), por lo que podía estimar mortalidad atribuible a temperatura extrema, pero este modelo estaba diseñado para ser utilizado sólo en verano.

MOMOCalor utilizaba un modelo paramétrico de series temporales en el que se modelaba la mortalidad mediante una regresión de Poisson, teniendo en cuenta la tendencia (lineal) de la serie, la estacionalidad anual (mediante un spline cíclico), el impacto del exceso de temperatura a través de una variable sintética, *ato*, retardada en un día y la población como *offset*.

La coexistencia de dos modelos diferentes (MoMo y MOMOCalor) uno para estimar excesos de defunciones por todas las causas y otro para estimar excesos de defunciones atribuibles a calor, y solo en verano, no permitía ofrecer información sobre qué parte de las defunciones en exceso por todas las causas eran atribuibles a las variaciones extremas de temperatura. Por ello se planteó una actualización en el modelo MoMo. Por una parte, utilizando metodología paramétrica, que está más extendida en el mundo de la epidemiología y permite obtener tasas y cuantificar los efectos. Por otra, incorporando dos enfoques diferentes en la Vigilancia de la Mortalidad diaria: 1) el enfoque estimativo MoMo, que proporciona con el mismo modelo estimaciones de las defunciones en exceso por todas las causas y asociadas a variaciones de temperatura y 2) el enfoque predictivo, Índice Kairós, que proporciona predicciones a cinco días sobre niveles de riesgo de mortalidad asociado a variaciones extremas de temperatura.

Este informe presenta la metodología de los nuevos modelos MoMo e Índice Kairós y compara los resultados del modelo previo no paramétrico MoMo (modelo MoMo previo) con el nuevo modelo estimativo (modelo MoMo).

## Metodología

### *Fuentes de información*

Las principales fuentes de información son mortalidad diaria por todas las causas procedentes del Instituto Nacional de Estadística (INE), con una cobertura nacional, y las defunciones diarias por todas las causas procedentes de los registros civiles informatizados, que se reciben a través del Ministerio de Justicia. Actualmente se reciben datos de 3.999 registros, correspondientes al 93% de la población española. La mortalidad esperada se calcula con los datos del INE hasta el año en que están disponibles y con la de los registros civiles a partir de entonces hasta la actualidad, extrapolando, en este último caso, al total de la población española.

Las temperaturas diarias por provincia tanto máximas como mínimas se obtienen de AEMET.

La población por provincia, grupo de edad y sexo es obtenida del INE.

### Modelos

Tanto el modelo predictivo como el modelo estimativo se basan en modelos mixtos GAM (generalized additive model) por provincia, que utilizan regresión de Poisson para modelar la variable dependiente: defunciones diarias y las variables independientes utilizadas para ajustar ambos modelos son: la tendencia (spline cúbico rígido,  $k=1$ ) de la serie, la estacionalidad anual (mediante un spline cíclico,  $k=6$ ), el impacto del exceso o defecto de temperatura a través de dos variables sintéticas ATO y F\_ATO, retardadas en un día, y la población como offset. Las diferencias en ambos modelos se basan en la inclusión de diferentes periodos de tiempo y en la eliminación o no de outliers.

El ATO (accumulated thermal overcharge) es una variable sintética que mide el exceso o el defecto de temperatura. Su uso está basado en el descrito por investigadores portugueses (2). Existen unos umbrales de disparo de la mortalidad por exceso (3) de temperatura máxima y por defecto de temperatura mínima (4), a partir de los cuales se observa un incremento significativo de la mortalidad y que se ha calculado de forma específica para cada provincia española.

El ATO se define como el número de grados que la temperatura máxima está por encima del umbral de disparo de la mortalidad, multiplicado por el número de días consecutivos previos en los que la temperatura máxima ha estado por encima de este umbral. En nuestro modelo, se utiliza el ATO con un retraso de 1 día. El efecto del ATO se prolonga y va decayendo durante los días siguientes, con un factor de 0,8 durante 7 días. Para evitar que la variable crezca por encima de lo deseable, se utiliza la raíz.

Según la fórmula:

$$ATO'_d = \sqrt{ATO_{d-1} + ATO_{d-2} * 0.8 + ATO_{d-3} * 0.8^2 + ATO_{d-4} * 0.8^3 + ATO_{d-5} * 0.8^4 + ATO_{d-6} * 0.8^5 + ATO_{d-7} * 0.8^6}$$

El F\_ATO (accumulated thermal overcharge for cold) se construye de forma análoga a ATO, pero utilizando temperaturas mínimas.

**Enfoque predictivo:** Su objetivo es proporcionar alertas de excesos de mortalidad por exceso o defecto de temperatura, pero no cuantificar su impacto en la mortalidad. Este modelo es el resultado de la actualización del modelo MOMOCalor y se viene utilizando desde el verano de 2021 y está disponible a través de la página: <https://momo.isciii.es/kairos/>. Sus características son:

- Se incluyen los últimos diez años, mediante una ventana móvil, hasta el día de ayer. Se excluye el año 2020 por su comportamiento anómalo.
- No se elimina ningún valor extremo, para poder ser lo más fiel posible a la realidad y predecir con mayor precisión lo que puede ocurrir.
- Nos proporciona alertas de mortalidad asociadas a un exceso o defecto de la temperatura mediante el Índice Kairós, que define a su vez tres niveles de riesgo de mortalidad atribuible a temperatura: Kairós 1 (riesgo nulo: probabilidad de un exceso o defecto de defunciones atribuibles a temperatura de más del 10% es inferior al 40%), Kairós 2 (riesgo moderado: probabilidad entre 40% y 60%), y Kairós 3 (riesgo alto: más de 40%). Se presentan el índice Kairós siempre para el día en curso y los cinco días siguientes, por ámbito poblacional (nacional, de CCAA y provincial), sexo y grupo de edad (todas las edades, 0-14, 15-44, 45-64, 65-74, 75-84 y >85 años).

**Enfoque estimativo:** sirve para cuantificar excesos de mortalidad y el resultado son gráficas y tablas con datos. Este modelo se ha puesto en funcionamiento en abril de 2022 y está disponible en la página: [https://momo.isciii.es/panel\\_momo/](https://momo.isciii.es/panel_momo/). Sus características son:

- Se incluyen 10 años fijos para la estimación, que se actualizan anualmente. En este modelo no se incluye nunca el año en curso, ni el 2020 (por su comportamiento anómalo debido a la pandemia de COVID-19).
- Para construir este modelo se quitan todos los outliers del modelo (observaciones por encima del intervalo de confianza al 99%. Este proceso se repite dos veces).

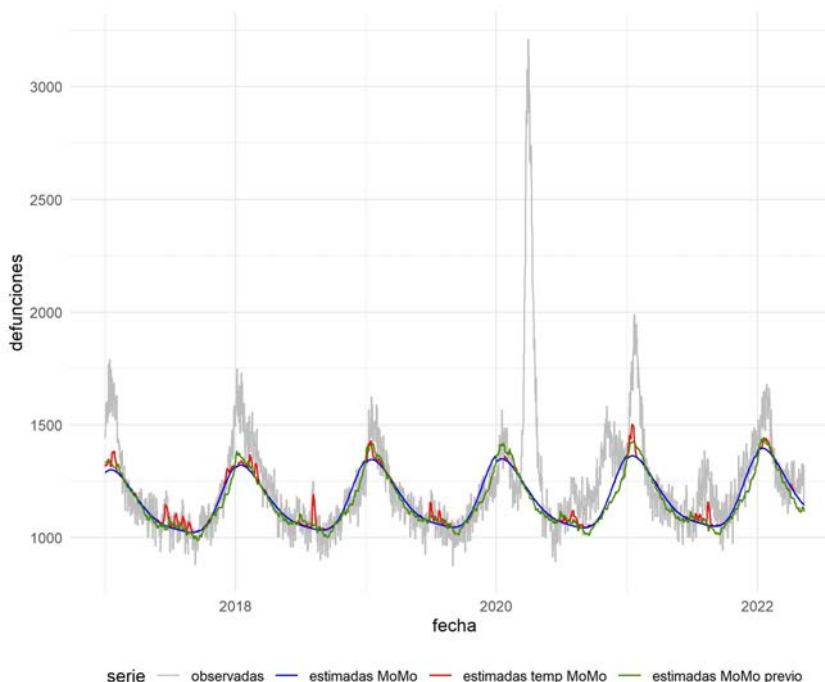
- Nos proporciona estimaciones de excesos de mortalidad por todas las causas y excesos de mortalidad atribuibles tanto a exceso como a defecto de temperatura, por ámbito poblacional (nacional, de CCAA y provincial), sexo y grupo de edad (todas las edades, 0-14, 15-44, 45-64, 65-74, 75-84 y >85 años).

En este informe se comparan los resultados del modelo previo MoMo y el modelo MoMo. Los análisis se realizaron mediante el software R.

## Resultados

La comparación entre las estimaciones del modelo MoMo y el modelo MoMo previo se muestran en la [figura 1](#), con la evolución de la mortalidad durante los años 2017-2021 para toda España y todas las edades.

**Figura 1. Mortalidad observada y estimada mediante MoMo previo y MoMo. España, 2017-2021**



- La curva gris representa las defunciones diarias observadas.
- La línea azul representa la mortalidad estimada con el modelo MoMo de no haberse registrado excesos de temperatura.
- La línea roja muestra la mortalidad estimada con el modelo MoMo teniendo en cuenta el efecto de la temperatura, tanto por defecto, como por exceso. Por lo tanto, en ausencia de excesos de temperaturas, esta curva coincide con la azul y solo se separa de ella en periodos de temperaturas extremas. De hecho, la diferencia entre ambas curvas es la estimación del modelo MoMo del número de defunciones atribuibles al exceso de temperatura.
- La línea verde representa la mortalidad estimada con el modelo MoMo previo.

Podemos observar como ambos modelos son muy similares, pero existen algunas diferencias que tenemos que tener en cuenta:

- Por norma general, en invierno el modelo MoMo tiene su línea base (azul) más baja que el modelo MoMo previo (verde), esto produce estimaciones del exceso de mortalidad del modelo MoMo algo mayores que el modelo MoMo previo en este periodo.
- En primavera y otoño, la línea base del modelo MoMo (azul) tiene su línea base más alta que el modelo MoMo previo (verde), esto produce estimaciones del exceso de mortalidad del modelo MoMo algo menores que el modelo MoMo previo en estos periodos.
- También podemos observar como la línea base del modelo MoMo (azul), se mantiene por encima que el modelo MoMo previo hacia final del verano (en septiembre por regla general), por lo tanto, las estimaciones del exceso de mortalidad del modelo MoMo en verano son algo mayores.

La [tabla 1](#) resume la información de la [Figura 1](#) por grupos de edad durante los años 2017-2021. En ella se muestran los excesos de mortalidad con el modelo MoMo previo y con el modelo MoMo por grupos de edad.

**Tabla 1. Excesos de mortalidad de MoMo previo y MoMo por grupos de edad. España, 2017-2021**

año		2017	2018	2019	2020	2021
0-14	Exceso MoMo previo	257	178	91	340	305
	Exceso MoMo	124	141	63	328	352
15-44	Exceso MoMo previo	418	98	182	511	474
	Exceso MoMo	663	445	186	393	347
45-64	Exceso MoMo previo	559	606	732	3,176	2,241
	Exceso MoMo	1,242	1,926	1,066	4,511	2,871
65-74	Exceso MoMo previo	1,414	70	347	8,547	6,277
	Exceso MoMo	3,035	1,594	197	8,642	5,485
75-84	Exceso MoMo previo	3,246	2,640	540	18,816	5,907
	Exceso MoMo	3,107	2,416	2,795	20,456	8,987
>85	Exceso MoMo previo	11,827	8,428	2,255	38,819	14,894
	Exceso MoMo	9,475	8,131	26	35,184	7,098
Total	Exceso MoMo previo	16,588	14,314	295	68,887	29,069
	Exceso MoMo	13,476	11,349	2,862	68,172	24,467

Se puede observar que, en el total de los excesos, las estimaciones del modelo MoMo son menores que las del modelo MoMo previo.

Por grupos de edad se se aprecia heterogeneidad entre los diferentes grupos de edad, si bien los excesos del modelo MoMo son en general mayores que el modelo MoMo previo en los grupos de 45 a 74 años, y los excesos de mortalidad del modelo son en general menores que el modelo MoMo en los grupos de edad de menores de 15 años y mayores de 85 años.

La [tabla 2](#) compara las estimaciones de los excesos de mortalidad por todas las causas, tanto con el modelo MoMo previo como con el modelo MoMo, agrupando por meses para representar estaciones, durante los años 2017-2019. Los años 2020 y 2021 no se incluyen en este análisis por la influencia que tuvo la pandemia de COVID-19 en las cifras de mortalidad.



**Tabla 2. Excesos de mortalidad de MoMo previo y MoMo por grupos de mes. España, 2017-2019**

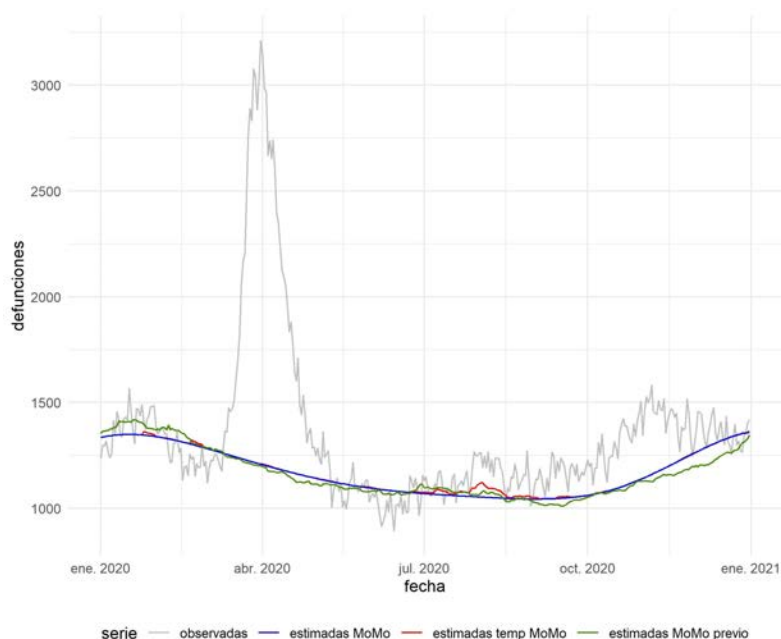
Año	Meses	exceso MoMo previo	exceso MoMo
2017	Enero-Febrero	10,659	11,956
2017	Marzo-Mayo	- 355	1,655
2017	Junio-Septiembre	1,149	1,596
2017	Octubre-Diciembre	5,135	1,580
2017	Total	16,588	13,476
2018	Enero-Febrero	10,560	11,809
2018	Marzo-Mayo	3,942	2,621
2018	Junio-Septiembre	482	1,455
2018	Octubre-Diciembre	- 670	4,535
2018	Total	14,314	11,349
2019	Enero-Febrero	2,959	5,047
2019	Marzo-Mayo	- 281	1,779
2019	Junio-Septiembre	- 803	65
2019	Octubre-Diciembre	- 1,580	6,196
2019	Total	295	2,862

Podemos observar como en el periodo enero-febrero las estimaciones de excesos de mortalidad que ofrece el modelo MoMo son algo mayores que las del modelo MoMo previo, en consonancia con una línea base más baja. En contraste, en el periodo marzo-mayo los excesos MoMo son algo menores con una línea base más alta. Esto mismo sucede en los periodos, junio-septiembre y octubre-diciembre, en los que MoMo proporciona estimaciones de exceso de defunciones ligeramente mayores y menores, respectivamente, que el modelo previo.

Teniendo en cuenta estas diferencias, en el cálculo global, los excesos del modelo MoMo ofrecen valores puntuales algo menores que los del modelo MoMo previo, pero ambos modelos identifican el mismo patrón temporal de los excesos.

La [figura 2](#) muestra la evolución de la mortalidad durante el año 2020 para toda España y todas las edades.

**Figura 2. Mortalidad observada y estimada mediante MoMo previo y MoMo. Nivel Nacional 2020**



- La curva gris representa las defunciones diarias observadas.
- La línea azul representa la mortalidad estimada con el modelo MoMo de no haberse registrado excesos de temperatura.
- La línea roja muestra la mortalidad estimada con el modelo MoMo teniendo en cuenta el efecto de la temperatura, tanto por defecto, como por exceso. Por lo tanto, en ausencia de excesos de temperaturas, esta curva coincide con la azul y solo se separa de ella en periodos de temperaturas extremas. De hecho, la diferencia entre ambas curvas es la estimación del modelo MoMo del número de defunciones atribuibles al exceso de temperatura.
- La línea verde representa la mortalidad estimada con el modelo MoMo previo.

En ella se puede observar el mismo patrón que en la [figura 1](#). En general la línea base del modelo MoMo va por debajo del modelo MoMo previo en invierno, por encima en primavera y otoño y por debajo en verano por lo tanto se esperaría que las estimaciones del modelo MoMo sean algo mayores en invierno que las del modelo previo, sean algo menores en primavera y otoño y en verano sean algo mayores.

La [tabla 3](#) resume la información de la [figura 2](#) por meses durante el año 2020. En ella se muestran los excesos de mortalidad con el modelo MoMo previo y con el modelo MoMo.

**Tabla 3. Excesos de mortalidad de MoMo previo y MoMo por mes y año. Nivel Nacional 2020**

Mes	exceso MoMo previo	exceso MoMo
Enero	60	1,474
Febrero	-	2,296 -
Marzo	19,412	19,984
Abril	25,380	25,453
Mayo	1,154	637
Junio	-	1,433 -
Julio	1,237	1,972
Agosto	3,475	3,671
Septiembre	4,048	3,496
Octubre	6,446	6,327
Noviembre	8,023	6,859
Diciembre	3,381	1,281
<b>Total</b>	<b>68,887</b>	<b>68,172</b>

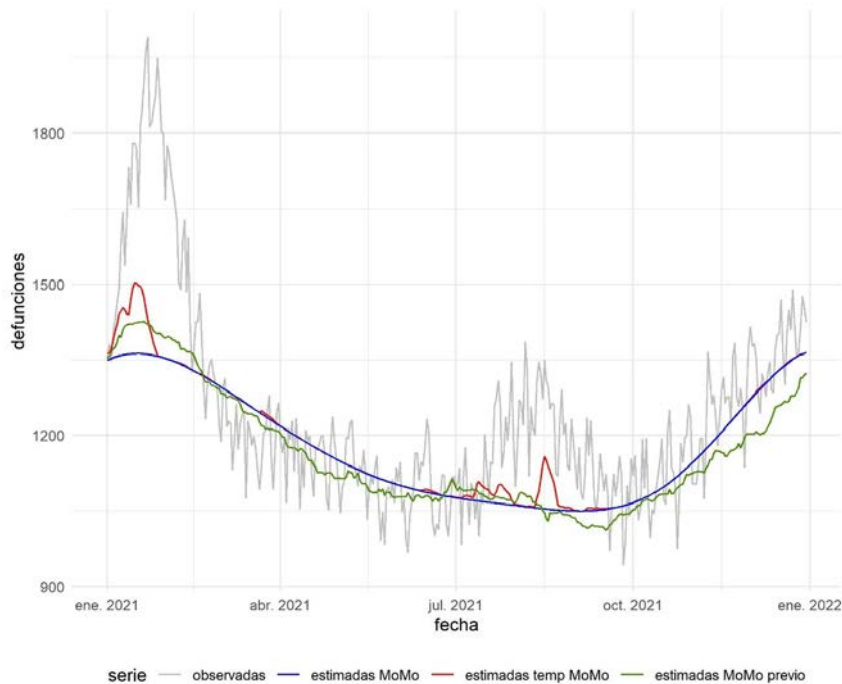
Las estimaciones de excesos de mortalidad en el año 2020, con ambos modelos, son más parecidas entre sí que en otros años, sobre todo entre marzo y abril de 2020, periodo donde se produjo la mayor mortalidad debida a la pandemia de COVID-19, y donde se produjo una mortalidad mucho mayor que en las series históricas en ese periodo. Donde se puede observar mayor diferencia es en diciembre.

En líneas generales, se puede observar el mismo patrón que en la [tabla 2](#). Las estimaciones del exceso de mortalidad del modelo MoMo son algo mayores en invierno que el modelo MoMo previo, como corresponde a una línea más baja. Las estimaciones del exceso de mortalidad del modelo MoMo son algo menores en primavera y otoño que el modelo previo, como corresponde a una línea más alta. Las estimaciones del exceso de mortalidad del modelo MoMo en verano son algo mayores que el modelo previo, como corresponde a una línea más baja.

La [figura 3](#) muestra la evolución de la mortalidad durante el año 2021 para toda España y todas las edades.



Figura 3. Mortalidad observada y estimada mediante MoMo previo y MoMo. Nivel Nacional 2021



- La curva gris representa las defunciones diarias observadas.
- La línea azul representa la mortalidad estimada con el modelo MoMo de no haberse registrado excesos de temperatura.
- La línea roja muestra la mortalidad estimada con el modelo MoMo teniendo en cuenta el efecto de la temperatura, tanto por defecto, como por exceso. Por lo tanto, en ausencia de excesos de temperaturas, esta curva coincide con la azul y solo se separa de ella en periodos de temperaturas extremas. De hecho, la diferencia entre ambas curvas es la estimación del modelo MoMo del número de defunciones atribuibles al exceso de temperatura.
- La línea verde representa la mortalidad estimada con el modelo MoMo previo.

En ella se puede observar el mismo patrón que en la [figura 1](#). En general la línea base del modelo MoMo va por debajo del modelo MoMo previo en invierno, por encima en primavera y otoño y por debajo en verano por lo tanto se esperaría que las estimaciones del modelo MoMo son algo mayores en invierno que las del modelo previo, son algo menores en primavera y otoño y en verano son algo mayores.

La [tabla 4](#) resume la información de la [gráfica 3](#) por meses durante el año 2021. En ella se muestran los excesos de mortalidad con el modelo MoMo previo y con el modelo MoMo.

**Tabla 4. Excesos de mortalidad de MoMo previo y MoMo por mes y año. Nivel Nacional 2021**

Mes	exceso MoMo previo	exceso MoMo
Enero	9,259	10,501
Febrero	3,331	3,857
Marzo	-	1,275
Abril	260	-
Mayo	355	-
Junio	320	37
Julio	1,991	2,385
Agosto	5,651	5,711
Septiembre	2,321	1,498
Octubre	1,303	822
Noviembre	2,467	1,096
Diciembre	3,087	1,437
<b>Total</b>	<b>29,069</b>	<b>24,467</b>

En 2021, por meses, las cifras también son bastante similares, a excepción de septiembre, noviembre y diciembre.

En líneas generales, se puede observar el mismo patrón que en la [tabla 2](#). Las estimaciones del exceso de mortalidad del modelo MoMo son algo mayores en invierno que el modelo previo, como corresponde a una línea más baja. Las estimaciones del exceso de mortalidad del modelo MoMo son algo menores en primavera y otoño que el modelo previo, como corresponde a una línea más alta. Las estimaciones del exceso de mortalidad del modelo MoMo en verano son algo mayores que el modelo previo, como corresponde a una línea más baja.

La [tabla 5](#) resume la información de los excesos de mortalidad atribuibles a temperatura estimados por MOMOCalor y por MoMo, para los meses de verano de los años 2017-2021. En ella se muestran además los periodos catalogados como ola de calor según la AEMET en sus resúmenes climatológicos ([http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/resumenes](http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes)).

**Tabla 5. Excesos de mortalidad atribuible a temperatura MoMo y MOMOCalor por mes y año. Nivel Nacional 2017-2021**

año	Mes	Exceso atribuible a temperatura MoMo	Exceso MoMoCalor	
2017	Junio	1,000	713	ola de calor: 13-21
2017	Julio	791	325	ola de calor: 12-16
2017	Agosto	976	758	ola de calor: 2-6
2017	Septiembre	42	-	
2018	Junio	92	76	
2018	Julio	125	178	
2018	Agosto	1,307	1,586	ola de calor: 1-7
2018	Septiembre	85	105	
2019	Junio	201	255	ola de calor: 26-1
2019	Julio	1,087	1,277	ola de calor: 20-25
2019	Agosto	302	373	ola de calor: 6-10
2019	Septiembre	25	43	
2020	Junio	54	72	
2020	Julio	581	828	ola de calor: 25-2
2020	Agosto	844	1,259	ola de calor: 6-10
2020	Septiembre	89	144	
2021	Junio	37	72	
2021	Julio	568	828	ola de calor: 25-2
2021	Agosto	788	1,259	ola de calor: 6-10
2021	Septiembre	49	144	

La comparación entre la mortalidad atribuible a excesos de temperatura obtenidos con MOMOCALOR y MoMo evidencia que en los meses en los que la AEMET señala que ha habido una ola de calor, ambos modelos ofrecen cifras de excesos superiores a los meses en los que no se ha experimentado ola de calor. Por ejemplo, en el 2017, se produjo una ola de calor en junio, y ambos modelos dan cifras superiores en este mes a lo que dan el resto de junio de otros años.

La tabla 6 resume la información de los excesos de mortalidad por todas las causas y los excesos de mortalidad atribuibles a exceso o defecto de temperatura estimados por el nuevo modelo MoMo, en los meses invierno y verano durante los años 2017-2021. En ella se muestran además los periodos que la AEMET señala como ola de calor o frío según en sus resúmenes climatológicos ([http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/resumenes](http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes)).

En el invierno de 2017, el modelo MoMo estima que la mortalidad atribuible a frío, durante la ola de frío del 18 al 20 de enero es un 3,5% de la mortalidad estimada.

Ocurre lo mismo en enero del 2019, el modelo MoMo estima que la mortalidad atribuible a frío, durante la ola de frío los días del 4 al 8 y del 11 al 13 de enero, es un 2,7% de la mortalidad estimada.

En 2021, nos encontramos con la misma situación, el modelo MoMo da una estimación del 4,6% de mortalidad atribuible a frío con respecto a la estimada, en las olas de frío del 5 al 8 de enero y del 11 de enero al 1 de febrero.

**Tabla 6. Excesos de mortalidad por todas las causas y excesos de mortalidad atribuibles a temperatura por mes. Nivel Nacional 2017-2021.**

año	Mes	Observadas	Estimadas s/calor	Estimadas c/calor	Exceso por todas las causas	Exceso atribuible a temperatura	%	
2017	Enero	49953	40200	41678	9753	1478	3.5%	Ola de frío: 18-20
2017	Febrero	37803	35601	35678	2202	77	0.2%	
2017	Junio	32569	31687	32687	882	1000	3.1%	ola de calor: 13-21
2017	Julio	32184	32208	32998	-24	791	2.4%	ola de calor: 12-16
2017	Agosto	32575	31837	32813	738	976	3.0%	ola de calor: 2-6
2017	Septiembre	30378	30824	30866	-446	42	0.1%	
2017	Noviembre	34604	35017	35068	-413	52	0.1%	
2017	Diciembre	42119	39626	40219	2492	592	1.5%	
2018	Enero	48487	40853	41068	7634	215	0.5%	
2018	Febrero	40243	36067	36960	4176	893	2.4%	
2018	Junio	32286	32070	32180	216	111	0.3%	
2018	Julio	32489	32529	32654	-40	125	0.4%	
2018	Agosto	33405	32127	33434	1278	1307	3.9%	ola de calor: 1-7
2018	Septiembre	30613	31149	31234	-536	85	0.3%	
2018	Noviembre	34789	35614	35640	-826	26	0.1%	
2018	Diciembre	37534	40380	40422	-2846	42	0.1%	
2019	Enero	45217	41616	42753	3601	1138	2.7%	ola de frío: 4-8; 11-13
2019	Febrero	38239	36793	36985	1446	192	0.5%	
2019	Junio	32212	32462	32665	-250	203	0.6%	ola de calor: 26-1
2019	Julio	33874	32968	34055	905	1087	3.2%	ola de calor: 20-25
2019	Agosto	31965	32556	32858	-591	302	0.9%	ola de calor: 6-10
2019	Septiembre	30308	31498	31523	-1190	25	0.1%	
2019	Noviembre	35260	36018	36018	-758	0	0.0%	
2019	Diciembre	37383	40967	40967	-3585	0	0.0%	
2020	Enero	43172	41699	41785	1474	86	0.2%	
2020	Febrero	36677	38122	38238	-1445	117	0.3%	
2020	Junio	30902	32439	32493	-1537	54	0.2%	
2020	Julio	34871	32899	33479	1972	581	1.7%	ola de calor: 25-2
2020	Agosto	36146	32475	33319	3671	844	2.5%	ola de calor: 6-10
2020	Septiembre	34948	31452	31549	3496	97	0.3%	
2020	Noviembre	42860	36001	36019	6859	19	0.1%	
2020	Diciembre	42174	40893	40910	1281	17	0.0%	
2021	Enero	52617	42115	44134	10501	2019	4.6%	ola de frío: 5-8; 11-18
2021	Febrero	41036	37179	37202	3857	23	0.1%	
2021	Junio	32687	32650	32688	37	37	0.1%	
2021	Julio	35513	33128	33696	2385	568	1.7%	ola de calor: 21-23
2021	Agosto	38407	32696	33484	5711	788	2.4%	ola de calor: 11-16
2021	Septiembre	33128	31630	31679	1498	49	0.2%	
2021	Noviembre	37252	36156	36160	1096	4	0.0%	
2021	Diciembre	42559	41099	41128	1460	30	0.1%	

## Discusión

El resultado de este análisis señala como la actualización del modelo MoMo producen estimaciones anuales ligeramente menores que el modelo MoMo previo. Por estaciones, las estimaciones del modelo MoMo son algo mayores en invierno que las del modelo previo, son algo menores en primavera y otoño y en verano son algo mayores, como corresponde a una línea base del modelo MoMo más baja que modelo MoMo previo en invierno, más alta en primavera y otoño y más baja en verano.

Hay varias razones que pueden explicar esta diferencia. En invierno (enero-febrero) pueden ser debidas a que el modelo MoMo previo no quitaba de su estimación aquellos años en los que había una mortalidad mayor de gripe y otros virus respiratorios, y el modelo MoMo elimina aquellas observaciones que están por encima del intervalo de confianza (ouliers). En los meses de primavera y otoño (marzo-mayo, octubre-diciembre) pueden ser debidas a que el modelo MoMo es un modelo paramétrico, por lo que suaviza un poco más la línea. En los meses de verano (junio-septiembre) pueden deberse a que la bajada de septiembre no la hace el modelo MoMo, ya que este modelo utiliza un spline cíclico de orden 6, que es suficiente para tener en cuenta los ciclos anuales y semestrales, para modelar septiembre, habría que incluir ciclos mayores, pero esto podría provocar un sobreajuste en el modelo.

En cuanto a la comparación del modelo MoMo y MOMOCalor, ambos, dan estimaciones más altas de excesos de mortalidad atribuible a calor en los meses en los que hubo ola de calor.

El modelo MoMo, da estimaciones más altas de excesos de mortalidad atribuible a temperatura, no sólo en los meses en los que hubo ola de calor, sino también en los que hubo ola de frío.

## Conclusiones

- El modelo MoMo constituye una herramienta esencial de vigilancia a tiempo real, como sistema de alerta temprana para la acción en salud pública, y para realizar estimaciones del impacto de diferentes eventos de salud en la mortalidad de la población.
- Consideramos que el modelo MoMo, es coherente con lo estimado por el modelo MoMo previo, con MOMOCalor y con los eventos de salud pública observados en los últimos años.
- La actualización del modelo MoMo ofrece estimaciones de excesos y de alertas de mortalidad por todas las causas y asociadas a excesos o defectos de temperaturas. Se mejora la evaluación global del impacto de diferentes situaciones de interés en salud pública, entre las que se incluyen fenómenos ambientales, y se abre la posibilidad de una futura evaluación de la introducción de medidas de prevención o de la mejora de actuaciones sociosanitarias, entre otras.

## Referencias

1. León-Gómez I, Mazagatos C, Delgado-Sanz C, Frías L, Vega-Piris L, Rojas-Benedicto A, et al. The Impact of COVID-19 on Mortality in Spain: Monitoring Excess Mortality (MoMo) and the Surveillance of Confirmed COVID-19 Deaths. *Viruses* [Internet]. 2021;13(12). Disponible en: <https://www.mdpi.com/1999-4915/13/12/2423>r
2. Nogueira P, Paixão E. Models for mortality associated with heatwaves: update of the Portuguese heat health warning system. *International Journal of Climatology*. 2008;28(4):545-62. r
3. Díaz J, Carmona R, Linares C. Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad atribuible al calor en España en el periodo 2000-2009. 2015. r
4. Carmona R, Díaz J, Miron I, Luna MY, Linares C. Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad atribuible al frío en España en el periodo 2000-2009.Comparacion con la mortalidad atribuible al calor. 2016.r