

## Estudio de las olas de calor en Canarias mediante un método basado en las temperaturas medias diarias

Alejandro M. GARCÍA GIL

Delegación Territorial de AEMET en Canarias

[agarcia@aemet.es](mailto:agarcia@aemet.es)

**RESUMEN:** Existe bastante bibliografía científica que concluye que el efecto de las olas de calor con el exceso de mortalidad o los riesgos para la salud correlaciona mejor con la temperatura media diaria que con la temperatura máxima diaria, que es el utilizado por AEMET para definir las actual-mente. Teniendo también en cuenta que este valor está tan disponible para las estaciones meteorológicas como la temperatura máxima diaria, se realiza un estudio de las olas de calor en Canarias cambiando los requisitos de temperatura máxima diaria de las estaciones utilizadas por el de la temperatura media diaria, para ver cómo modifica esto las olas de calor que se han producido en las últimas décadas. Se mantiene la metodología sin cambios, excepto el cálculo de los umbrales, para lo cual se usan los tres meses más cálidos del año para cada estación en lugar de los meses de julio y agosto para todas las estaciones como se hace actualmente.

**Palabras clave:** olas de calor; Canarias; temperatura media diaria; salud; calentamiento global.

### 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las olas de calor tiene relevancia en climatología para caracterizar los periodos de temperaturas excepcionalmente altas en una región (su frecuencia, su periodo anual de ocurrencia, su anomalía con respecto a los valores normales, etc.) o para verificar que el calentamiento global ocurre en una región en particular, pero también es útil para determinar los indicadores que afectan al exceso de mortalidad o de riesgo para la salud en los meses más cálidos del año.

En este sentido, el Ministerio de Sanidad establecía en 2022 unas «temperaturas umbrales por capitales de provincia» que contenían unas temperaturas máximas y mínimas para cada capital de provincia por encima de las cuales se disparaba el riesgo de mortalidad en su Plan de prevención de altas temperaturas. Para ello se basaban en el artículo de DÍAZ JIMÉNEZ *et al.*, 2015. Sin embargo, en 2023, el Plan de prevención de altas temperaturas del Ministerio de Sanidad solamente contiene temperaturas máximas por provincia en sus Temperaturas Umbrales de referencia de impacto de salud por altas temperaturas. En 2024, el Plan de prevención de altas temperaturas del Ministerio de Sanidad también contiene solo temperaturas máximas (esta vez en zonas *meteosalud* en lugar de provincias) en sus Temperaturas umbrales de referencia de impacto en salud por altas temperaturas.

En un documento técnico de la Agencia Europea de Medio Ambiente (European Environment Agency, EEA), CRESPI *et al.* (2020) establecen unos índices de riesgo para Europa relacionados con el clima. Entre los vinculados al riesgo para la salud por calor, además de los que incluyen solo la temperatura máxima diaria, se encuentran el de noches tropicales (temperatura mínima mayor de 20 °C), el periodo de tres días más caluroso (referido a la temperatura media diaria) y los días de ola de calor basados en la temperatura aparente, en los que tanto la temperatura mínima como la temperatura aparente (un índice que incluye temperatura y humedad) máxima superan cierto umbral.

Por su parte, VANECKOVA *et al.* (2011) comparan la relación con la mortalidad asociada al calor de distintos índices relacionados con la temperatura y la humedad para el caso de Brisbane (Australia). Encuentran que la temperatura máxima y la mínima diarias de manera individual

presentan una relación débil con la mortalidad, al contrario que la temperatura media diaria, que presenta una relación fuerte, al igual que algunos índices de sensación térmica.

Para el estudio de la mortalidad asociada al calor en cada país europeo (incluido España) destaca el de BALLESTER *et al.* (2023), que calcula la mortalidad asociada al calor en Europa durante el verano de 2022, para lo que utiliza la temperatura media diaria. De la misma manera, TOBIÁS *et al.* (2023) han desarrollado una aplicación para monitorizar la mortalidad asociada al calor en España, para lo que también utilizan la temperatura media diaria.

Por lo tanto, existe bastante bibliografía que concluye que la temperatura media diaria es un parámetro estrechamente relacionado con la mortalidad por calor en España (y en Canarias en particular), a pesar de lo cual las olas de calor en España se determinan actualmente por AEMET mediante un método que utiliza las temperaturas máximas en lugar de las temperaturas medias diarias.

## 2. CÁLCULO DE LA TEMPERATURA UMBRAL PARA CADA ESTACIÓN

Este trabajo utiliza una metodología bastante similar a la usada por AEMET para determinar las olas de calor en España desde 1975, y que se aplica de manera análoga para Canarias (cambiando el 10 % de las estaciones consideradas por dos del total de seis estaciones consideradas): «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». Sin embargo, este estudio no considera las temperaturas máximas diarias de la definición anterior, sino las temperaturas medias diarias que se calculan como la media entre la temperatura máxima diaria y la mínima diaria. Para simplificar, se denominan en este estudio *olas de máximas* a las olas de calor determinadas con el método habitual, y *olas de medias* a las olas de calor determinadas en este estudio. Sin embargo, se usará el término *olas de calor* para referirse en este estudio a las olas de medias, excepto cuando se comparen con las olas de máximas. Además, se ha considerado más adecuado para obtener los umbrales de temperatura utilizar los meses más calurosos de cada estación y no los meses de julio y agosto. Como el verano dura unos tres meses, se han determinado los tres meses en los que la temperatura media es más alta para cada estación. Se muestran en la tabla 1 las temperaturas medias para el periodo 1971-2000 de los cuatro meses en los que se encuentran los valores más altos. En particular, se observa que los meses de julio, agosto y septiembre son los que tienen una temperatura media más alta para todas las estaciones excepto para El Hierro, para la que los meses más calurosos son agosto, septiembre y octubre. Nótese también que, si se hubiera usado el criterio de los dos meses con temperatura media más alta en lugar de los tres meses, en todas las estaciones habrían sido los meses de agosto y septiembre y no los meses de julio y agosto que usa actualmente AEMET.

Estación	Indicativo climatológico	Tmed julio (°C)	Tmed agosto (°C)	Tmed septiembre (°C)	Tmed octubre (°C)
Lanzarote	C029O	<b>23,8</b>	<b>24,7</b>	<b>24,4</b>	22,5
La Palma	C139E	<b>22,6</b>	<b>23,5</b>	<b>23,6</b>	22,4
Fuerteventura	C249I	<b>23,5</b>	<b>24,0</b>	<b>23,7</b>	22,3
Santa Cruz de Tenerife	C449C	<b>24,6</b>	<b>25,1</b>	<b>24,6</b>	23,0
Gran Canaria	C649I	<b>23,5</b>	<b>24,2</b>	<b>24,1</b>	22,8
El Hierro	C929I	22,0	<b>23,0</b>	<b>23,4</b>	<b>22,5</b>

Tabla 1. Temperatura media mensual de cada estación en el periodo climatológico 1971-2000.

En todos los casos excepto Santa Cruz de Tenerife se refiere al aeropuerto de la isla. La temperatura media mensual del aeropuerto de Lanzarote empieza en noviembre de 1972 y la de El Hierro en diciembre de 1973. Se resaltan en *negrita* los tres meses más cálidos para cada estación.

Por lo tanto, la definición de ola de calor en este estudio (ola de medias) es: «Se considera ola de medias un episodio de al menos tres días consecutivos en que, como mínimo, dos de las estaciones consideradas registran temperaturas medias por encima del percentil del 95 % de su serie de temperaturas medias diarias de los tres meses más calurosos del año del periodo 1971-2000».

Para ello, en primer lugar hay que determinar la temperatura umbral ( $T_u$ ) de cada estación. Primero se ha calculado para cada estación el número  $N$  de días con datos en los tres meses más calurosos del año del periodo 1971-2000. Entonces se ha calculado la posición que ocupa la temperatura umbral si se ordenan en orden decreciente las temperaturas medias diarias de cada estación. Para ello se han usado las fórmulas para calcular los quintiles (adaptadas para calcular el percentil 5) que aparecen en las Guías para el cálculo de las normales climatológicas de la OMM (WMO, 2017):

$$X_{0,05} = 0,05 (N - 1) + 1,$$

tomándose para la posición el mayor valor de la posición menor o igual a  $X_{0,05}$ , que coincide con el ejemplo utilizado para determinar olas de máximas cuando  $0,05 N$  tiene un valor entero. Entonces la temperatura umbral será la temperatura en esa posición. En la tabla 2 se muestran los cálculos y resultados anteriores de la temperatura umbral para cada estación.

Estación	Meses usados para calcular $T_u$	Número de días con datos ( $N$ )	$X_{0,05}$	Posición	Temperatura umbral (°C)
Lanzarote	jul, ago, sep	2576	129,75	129	27,8
La Palma	jul, ago, sep	2760	138,95	138	25,2
Fuerteventura	jul, ago, sep	2760	138,95	138	27,1
Santa Cruz de Tenerife	jul, ago, sep	2760	138,95	138	27,9
Gran Canaria	jul, ago, sep	2759	138,90	138	26,8
El Hierro	ago, sep, oct	2483	125,10	125	25,3

Tabla 2. Cálculo de la temperatura umbral para cada estación

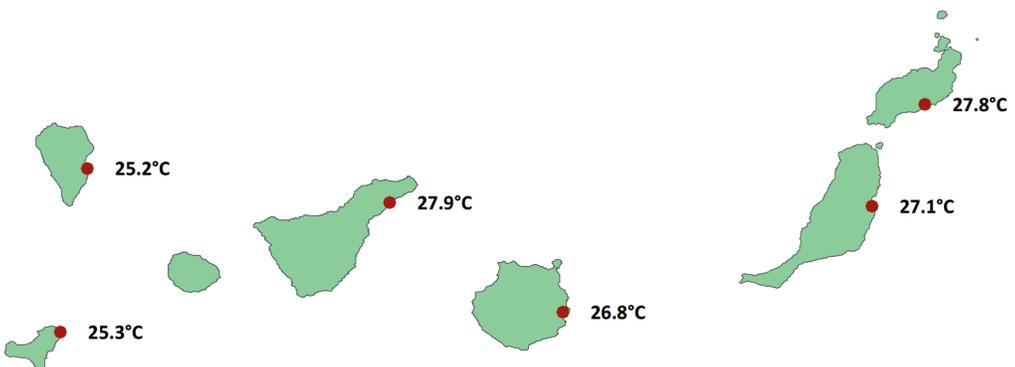


Figura 1. Temperatura umbral para la determinación de la ola de calor para cada estación. También se muestra la ubicación de las estaciones en las islas Canarias.

### 3. DETERMINACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS OLAS DE CALOR (OLAS DE MEDIAS)

Una vez calculadas las temperaturas umbrales para cada estación, se siguen las tres etapas que utiliza AEMET para determinar las olas de calor (olas de máximas) en Canarias (cambiando «temperatura máxima» por «temperatura media»): obtener los *episodios cálidos* (episodios de al menos tres días consecutivos cuya temperatura media es mayor o igual a  $T_u$ ) para cada estación, determinar los *días cálidos* (al menos dos estaciones con episodios cálidos) y localizar las olas de calor (al menos tres días seguidos con días cálidos).

En la tabla 3 se muestran las olas de calor (olas de medias) obtenidas junto con sus características principales, con las definiciones habituales de las olas de calor en España:

- *anomalía de la ola*: anomalía máxima de las temperaturas medias registradas durante la ola de calor con respecto a su temperatura umbral, asignando como valor representativo para la ola de calor la media de dichas anomalías;
- *temperatura máxima de la ola*: se han determinado las estaciones con algún día de episodio cálido durante la ola de calor, y se ha tomado la media de las temperaturas máximas de estas estaciones para el día más cálido como dato representativo.

Inicio	Fin	Duración (días)	Anomalía de la ola (°C)	Temperatura máxima de la ola (°C)	Islas afectadas
06/08/1976	19/08/1976	14	4,1	29,9	6
31/08/1976	07/09/1976	8	1,5	27,3	3
11/09/1978	13/09/1978	3	3,2	28,9	2
06/08/1980	08/08/1980	3	3,4	29,5	4
31/08/1980	02/09/1980	3	1,0	27,5	2
13/09/1980	16/09/1980	4	2,1	29,1	3
24/07/1982	27/07/1982	4	4,2	30,7	5
05/09/1983	08/09/1983	4	2,9	29,8	3
25/09/1983	28/09/1983	4	3,3	29,4	6
11/10/1983	<b>16/10/1983</b>	6	1,7	27,0	5
22/08/1985	24/08/1985	3	3,8	29,8	2
29/08/1985	31/08/1985	3	2,8	29,0	2
29/09/1985	01/10/1985	3	1,6	27,7	3
05/09/1986	07/09/1986	3	4,8	31,2	2
19/08/1987	21/08/1987	3	2,9	29,3	3
07/09/1987	16/09/1987	10	4,1	30,0	6
14/07/1989	16/07/1989	3	1,7	28,6	2
23/08/1989	25/08/1989	3	1,5	27,8	4
05/08/1990	12/08/1990	8	4,4	30,4	6
26/08/1990	28/08/1990	3	2,7	29,3	5
11/08/1993	13/08/1993	3	2,4	29,5	2
04/07/1994	06/07/1994	3	4,4	31,8	2
28/07/1995	30/07/1995	3	2,9	30,2	2
05/08/1998	07/08/1998	3	3,2	30,5	2
27/08/1999	29/08/1999	3	3,1	29,1	2
20/09/2001	22/09/2001	3	1,5	26,7	2
02/10/2001	04/10/2001	3	0,5	25,7	2
05/10/2002	07/10/2002	3	3,0	29,0	2

Inicio	Fin	Duración (días)	Anomalía de la ola (°C)	Temperatura máxima de la ola (°C)	Islas afectadas
12/08/2003	16/08/2003	5	1,6	26,7	2
01/09/2003	04/09/2003	4	1,1	26,0	2
23/07/2004	29/07/2004	7	5,9	31,7	6
04/08/2004	02/09/2004	<b>30</b>	4,6	30,6	6
03/09/2005	06/09/2005	4	4,1	30,2	6
03/09/2006	06/09/2006	4	4,4	30,3	5
10/09/2006	12/09/2006	3	1,8	27,0	2
28/07/2007	01/08/2007	5	<b>6,2</b>	32,3	6
28/06/2008	30/06/2008	3	1,8	29,0	2
23/07/2009	02/08/2009	11	4,7	31,1	6
25/08/2010	31/08/2010	7	2,8	29,3	6
<b>20/06/2011</b>	23/06/2011	4	4,9	32,1	2
25/06/2012	28/06/2012	4	4,0	31,3	3
17/07/2012	20/07/2012	4	2,3	29,0	4
10/08/2012	12/08/2012	3	1,4	28,7	3
19/08/2012	23/08/2012	5	2,4	28,8	6
17/09/2012	26/09/2012	10	1,3	26,5	2
14/08/2013	17/08/2013	4	3,9	29,6	3
20/08/2013	24/08/2013	5	2,7	28,4	5
10/09/2014	12/09/2014	3	0,7	25,6	2
10/08/2015	13/08/2015	4	1,9	27,6	4
31/08/2015	03/09/2015	4	1,3	26,3	2
09/09/2015	13/09/2015	5	1,6	26,8	2
22/09/2015	25/09/2015	4	1,3	26,4	2
03/10/2015	06/10/2015	4	2,8	28,0	2
28/08/2016	30/08/2016	3	1,7	27,7	2
13/10/2017	15/10/2017	3	3,6	30,5	3
07/09/2020	09/09/2020	3	2,6	29,9	2
15/08/2021	19/08/2021	5	3,9	30,4	5
06/09/2021	13/09/2021	8	1,0	26,2	2
09/07/2022	11/07/2022	3	5,3	<b>32,7</b>	2
24/07/2022	27/07/2022	4	3,2	30,2	2
12/07/2023	14/07/2023	3	3,5	30,8	2
10/08/2023	14/08/2023	5	2,7	29,1	5
20/08/2023	27/08/2023	8	3,3	27,1	6
02/10/2023	<b>16/10/2023</b>	15	3,3	29,6	6

*Tabla 3. Olas de calor obtenidas utilizando el método descrito junto con sus características principales. Se destacan en negrita la fecha más temprana de inicio, la fecha más tardía de fin, la duración más larga, la mayor anomalía de la ola y la mayor temperatura máxima de la ola.*

La ola de calor más temprana empezó el 20 de junio de 2011. Las dos olas de calor más tardías terminaron el 16 de octubre y ocurrieron en 1983 y en 2023. La ola de calor más larga con diferencia es la que empezó el 4 de agosto y terminó el 2 de septiembre de 2004, con una duración de 30 días. Afectó a las 6 islas con estaciones, tuvo una anomalía de 4,6 °C y una

temperatura máxima de 30,6 °C. La que tiene mayor anomalía es la ola de calor que empezó el 28 de julio y terminó el 1 de agosto de 2007, con una anomalía de 6,2 °C. También es la segunda con mayor temperatura máxima de la ola, con 32,3 °C y afectó a las 6 islas con estaciones. Sin embargo, tuvo una duración de solo 5 días. Finalmente la ola de calor con mayor temperatura máxima (32,7 °C) es la ola de calor que empezó el 9 y terminó el 11 de julio de 2022, que también es la tercera ola de calor con mayor anomalía (5,3 °C). Sin embargo, no fue destacable en otras características, ya que solo duró 3 días y únicamente afectó a 2 islas.

En la figura 2 se representa la duración de la ola de calor más larga de cada año, el número de días de ola de calor de cada año y el ajuste lineal por mínimos cuadrados del número de días de ola de calor. Solo hay 5 años con más de 15 días de ola de calor (todos ellos también con más de 20 días de ola de calor), que son, en orden de más a menos días: 2004, 2023, 2012, 1976 y 2015. Si se divide el periodo completo en dos periodos de igual duración (24 años), se aprecia que el primero (de 1975 a 1998) tiene 24 olas de calor (una al año), 107 días de ola de calor (4,5 al año), 10 años sin olas de calor y un año con más de 20 días de olas de calor. Sin embargo, el segundo periodo (de 2000 a 2023) tiene 39 olas de calor (1,6 al año), 218 días de ola de calor (9,1 al año), 3 años sin olas de calor y 4 años con más de 20 días de olas de calor. Finalmente, el ajuste lineal (aunque con bastante dispersión y un coeficiente de correlación de Pearson  $R^2$  de solo 0,05) tiene una pendiente positiva de 0,13, es decir, el número medio de días de ola de calor aumenta aproximadamente en 1,3 días cada década.

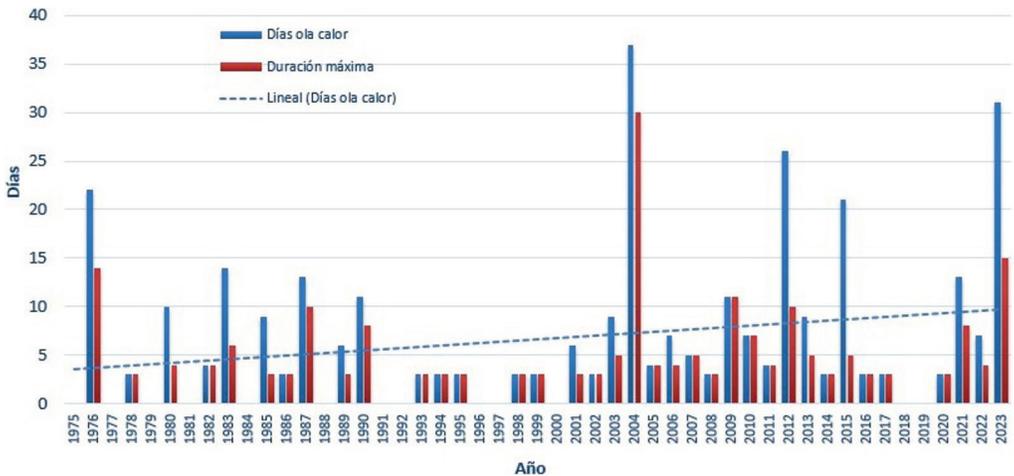


Figura 2. Número de días anuales con ola de calor y duración de la ola más larga del año. Se representa el ajuste lineal por mínimos cuadrados al número de días anuales con ola de calor.

En la figura 3 se muestra el máximo anual de islas afectadas en días con olas de calor. Hay más años con 5 islas afectadas y con 6 en el segundo periodo (3 y 7 días, respectivamente) que en el primero (1 y 4 días, respectivamente). Si se descuentan los años sin olas de calor, la proporción entre años con 5 y 6 islas afectadas respecto al total de años con ola de calor sigue siendo mayor en el segundo periodo (3/21 y 7/21, respectivamente) que en el primero (1/14 y 4/14, respectivamente). También es mayor el número de años con 2 islas afectadas por ola de calor en el segundo periodo (9) que en el primero (6), pero la proporción si se descuentan los años sin olas de calor es la misma (9/21=3/7 en el segundo periodo y 6/14=3/7 en el primero).

En la figura 4 se muestra la anomalía de la ola máxima anual. Se ve que los 4 valores más altos se dan en el segundo periodo de 24 años (en los años 2007, 2004, 2022 y 2011 ordenados de mayor a menor) y el quinto valor ya se da en el primer periodo (en el año 1986).

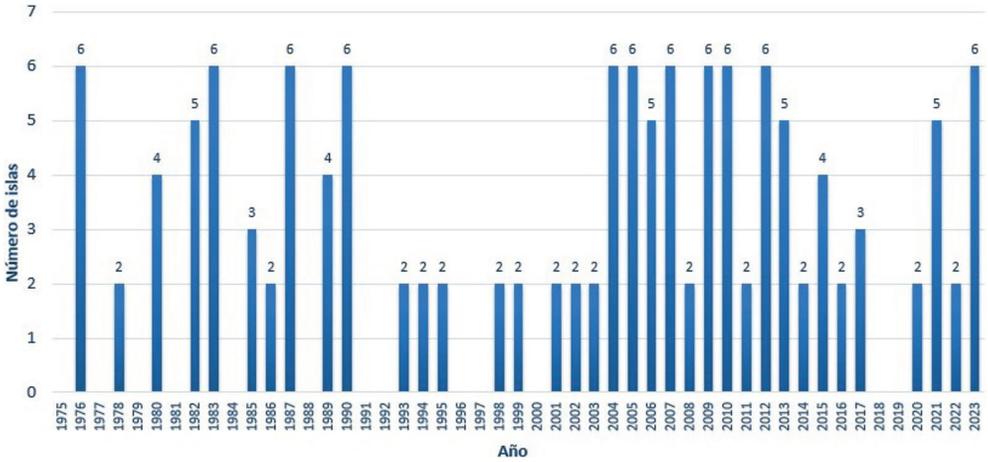


Figura 3. Número máximo de islas afectadas en días con ola de calor.

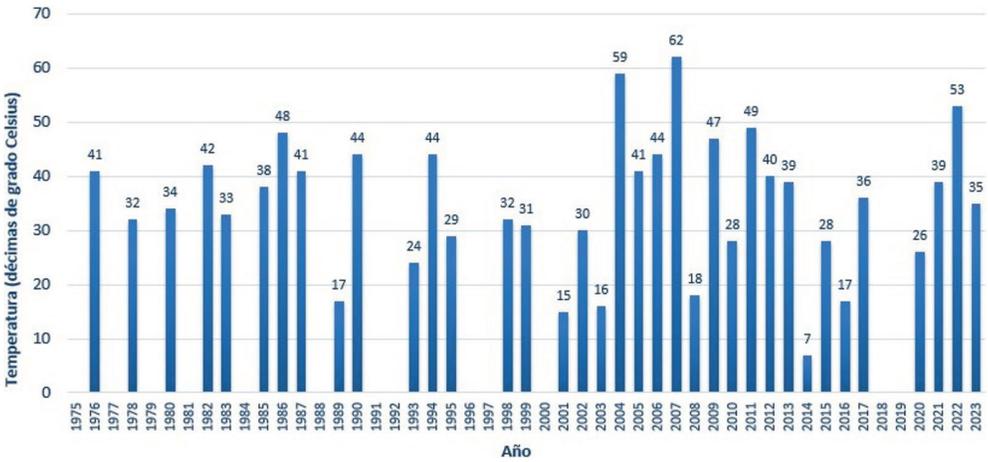


Figura 4. Anomalía de la ola máxima anual.

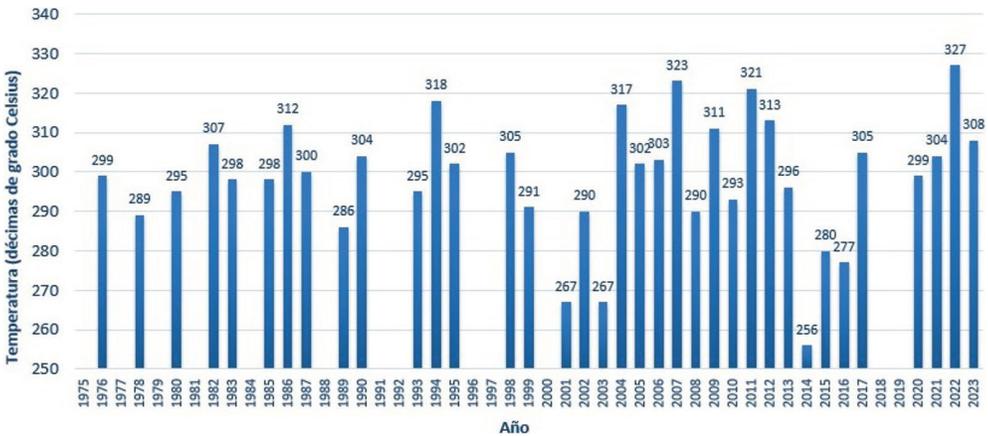


Figura 5. Valor máximo anual de la temperatura máxima de las olas de calor.

Finalmente, en la figura 5 se muestra el valor máximo anual de la temperatura máxima de las olas de calor. Se ve que los 3 valores más altos se dan en el segundo periodo de 24 años (en los años 2022, 2007 y 2011 ordenados de mayor a menor) y el cuarto se da en el primer periodo (en el año 1994).

#### 4. COMPARACIÓN DE LAS OLAS DE CALOR DE MEDIAS Y LAS DE MÁXIMAS

A continuación se comparan los resultados obtenidos por este estudio (olas de medias) con los resultados de la última publicación de AEMET (hasta octubre de 2023) de las olas de calor (olas de máximas).

Este método obtiene una ola de medias extraordinariamente larga (de 30 días) en un año (2004) que solo tenía algunas olas de máximas cortas, ya que ninguna ola superaba los 7 días de duración ese año. Sin embargo, descontando esa ola, las siguientes olas de medias más largas duraron 15, 14 y 11 días, mientras que las olas de máximas más largas duraron 16, 14 y 11 días, casi lo mismo. También hay algo menos de años sin olas de medias (13) que sin olas de máximas (18), pero la diferencia no es excesivamente grande.

Por otro lado, se ve mayor predominancia en el segundo periodo de 24 años (de 2000 a 2023) respecto al primero (de 1975 a 1998) en las olas de medias más largas y en los años con mayor número de días de olas de medias que cuando se usan las olas de máximas. Así, la ola de medias más larga del primer periodo (de 14 días en 1976) es la tercera más larga del total (superada en 2004 y 2023), muy lejos de la primera (de 30 días en 2004). La siguiente ola de medias más larga del primer periodo (de 10 días en 1987) es la quinta más larga del total empatada con la sexta (superada por una en 2009 e igualada por otra en 2012). En cambio, la ola de máximas más larga del primer periodo (de 14 días en 1976) es la segunda del total (solo superada por una en 2023, con 16 días, casi la misma duración). Además, las dos siguientes olas de máximas son también del primer periodo (otra de 11 días en 1976 y una de 10 días en 1987). En cuanto a los años con mayor número de días de olas de medias, el mayor del primer periodo es el cuarto del periodo total (22 días en 1976), muy lejos del primero (37 días en 2004) y a muy poca distancia del quinto (21 días en 2015). Sin embargo, el año con mayor número de días de olas de máximas del primer periodo (también 1976, con 25 días) está en el tercer puesto del periodo total (un puesto mejor que antes) y muy cerca del primero (2012, con 27 días).

Finalmente, las fechas más tempranas de inicio y más tardías de fin de las olas de medias están más concentradas que las fechas de las olas de máximas. En particular, la fecha más temprana de inicio de las olas de medias es el 20 de junio (en 2011) y la fecha más tardía de fin es el 16 de octubre (en 1983 y 2023). Sin embargo, la fecha más temprana de inicio de las olas de máximas es el 25 de abril (en 2008) y la fecha más tardía de fin es el 5 de noviembre (en 2012). Esta diferencia puede deberse a que las olas de máximas más tempranas y más tardías tienen mayor amplitud térmica que las demás debido a que la temperatura superficial del mar (que regula en cierta medida la temperatura mínima) es más baja.

#### 5. CONCLUSIONES

Las olas de calor en Canarias obtenidas en este estudio (olas de medias) son similares a las obtenidas por el método habitual (olas de máximas). Sin embargo, se obtienen algunas diferencias. Una de ellas es la aparición de una ola de medias de extraordinaria duración en 2004 (de 30 días) en un periodo con varias olas de máximas de corta duración (la más larga duraba 7 días). Otra diferencia es que se ve mayor predominancia en el segundo periodo de 24 años (de 2000 a 2023) respecto al primero (de 1975 a 1998) en las olas de medias más largas y en los años con mayor número de días de olas de medias que cuando se usan las olas de máximas. Por otro lado, las

fechas más tempranas de inicio y más tardías de fin de las olas de medias están más concentradas que las fechas de las olas de máximas. Otra diferencia se refiere a los meses usados para determinar la temperatura umbral a partir de la cual se considera que un día ha sido cálido en cada estación. El método de las olas de máximas considera los meses de julio y agosto por convenio, pero este estudio muestra que los dos meses con temperaturas medias más altas son agosto y septiembre para todas las estaciones de Canarias, aunque se han utilizado tres meses en lugar de dos en este estudio. Es cierto que los meses con mayores medias mensuales de las temperaturas máximas diarias no siempre coinciden con los meses de mayores temperaturas medias, pero podría ser más adecuado calcular cuáles son esos meses para cada estación y no utilizar los mismos para todas las estaciones por convenio.

Por otro lado, los resultados de este estudio son compatibles con la influencia del calentamiento global en Canarias. Se han realizado varias comparaciones entre dos periodos de igual duración (24 años), un primer periodo al principio (de 1975 a 1998) y un segundo periodo al final (de 2000 a 2023). Estas comparaciones muestran que la mayor parte de las olas de calor (olas de medias) más largas y de los años con mayor número de días de ola de calor se encuentran en el segundo periodo. Se observa que son más frecuentes las olas de calor que afectan a mayor número de islas en el segundo periodo, que los cuatro años con las anomalías de la ola máxima anual más altas están en el segundo periodo y que los tres años con el valor máximo anual de la temperatura máxima de las olas de calor también están en el segundo periodo. Finalmente se observa una tendencia a que cada vez haya más días de ola de calor, aunque la dispersión de los datos es alta.

Por último, debe mencionarse que este estudio tiene algunas limitaciones. Por un lado, no se ha comprobado la relación entre el exceso de mortalidad o de enfermedades relacionadas con el calor en Canarias y los periodos de olas de calor, ni se han comparado las relaciones con el método de las olas de máximas y con el método de las olas de medias, ya que no son métodos específicamente creados para maximizar la relación anterior y debido a la dificultad de esta comparación. El Ministerio de Sanidad y algunos estudios independientes han abordado específicamente estos asuntos. Tampoco se ha tenido en cuenta el efecto de la humedad sobre la sensación térmica de calor, que también está relacionado con el exceso de mortalidad y de enfermedades relacionadas con el calor. Este efecto no se ha tenido en cuenta debido a su dificultad y a la falta de datos fiables y de larga duración de la humedad para las estaciones de Canarias.

## AGRADECIMIENTOS

A Ricardo Sanz Barajas, jefe de la Sección de Climatología y Usuarios de AEMET en Canarias Occidental, por el envío de los datos y de algunas figuras.

## REFERENCIAS

- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (AEMET), 2023. Área de Climatología y Aplicaciones Operativas, actualización de octubre de 2023. Olas de calor en España desde 1975. [https://www.aemet.es/documentos/es/conocer/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/estudios/Olas\\_calor/olas\\_calor\\_actualizacionoct2023.pdf](https://www.aemet.es/documentos/es/conocer/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/estudios/Olas_calor/olas_calor_actualizacionoct2023.pdf).
- BALLESTER, J., QUIJAL-ZAMORANO, M., MÉNDEZ TURRUBIATES, R. F. y otros, 2023. Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nature Medicine*, 29, 1857-1866. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02419-z>.
- CRESPI, A., TERZI, S., COCUCCIONI, S., ZEBISCH, M., BERCKMANS, J. y FÜSSEL, H.-M., 2020. Climate-related hazard indices for Europe. European Topic Centre on Climate Change impacts. Vulnerability and Adaptation (ETC/CCA) Technical Paper 2020/1. [https://doi.org/10.25424/cmcc/climate\\_related\\_hazard\\_indices\\_europe\\_2020](https://doi.org/10.25424/cmcc/climate_related_hazard_indices_europe_2020).

- DÍAZ JIMÉNEZ, J., CARMONA ALFÉREZ, R. y LINARES GIL, C., 2015. Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad atribuible al calor en España en el periodo 2000-2009. Escuela Nacional de Sanidad, Instituto de Salud Carlos III, Ministerio de Economía y Competitividad.
- MINISTERIO DE SANIDAD, 2022. Plan de prevención de altas temperaturas. Temperaturas umbrales por capitales de provincia. <https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/planAltasTemp/2022/tempeUmbrales.htm>.
- , 2023. Plan de prevención de altas temperaturas. Temperaturas Umbrales de referencia de impacto de salud por altas temperaturas. <https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/planAltasTemp/2023/tempeUmbrales.htm>.
- , 2024. Plan de prevención de altas temperaturas. Temperaturas umbrales de referencia de impacto en salud por altas temperaturas. <https://www.sanidad.gob.es/areas/sanidadAmbiental/riesgosAmbientales/temperaturasExtremas/planAltasTemperaturas/home.htm>.
- TOBIAS, A., ÍÑIGUEZ, C. y ROYÉ, D., 2023. From research to the development of an innovative application for monitoring heat-related mortality in Spain. *Environment and Health*, 1, 6, 416-419.
- VANECKOVA, P., NEVILLE, G., TIPPETT, V., AITKEN, P., FITZGERALD, G. y TONG, S., 2011. Do biometeorological indices improve modeling outcomes of heat-related mortality? *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 50, 1165-1176.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO), 2017. WMO No. 1203, WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals.