

- Technical Conference on Urban Climatology*, Mexico City. OMM N.º 652, 277-312.
- HANDA, B. K., 1982: Chemical composition of rain water over Lucknow in 1980. *Mausam*, 33, 485-488.
- KEATINGE, W. R., SPK. COLESHAW and J. HOLMES, 1989: Changes in seasonal mortalities with improvements in home heating in England and Wales from 1964 to 1984. *Biometeorology*, 33, 71-76.
- KILBOURNE, E. M., 1992: Illness due to thermal extremes. In public health and preventive medicine [J. M. Last and R. B. Wallace (Eds.)], 13<sup>th</sup> ed., 491-501.
- LANGFORD, I. H. and G. BENTHAM, 1995: The potential effects of climate change on winter mortality in England and Wales. *Int. J. Biometeorology*, 38, 141-147.
- LEVINES, R, T. AWERBUCH, U. BRINKMAN, I. ECKHARDT, P. R. EPSTEIN, N. MAKHOUL, C. ALBUQUERQUE DE POSSAS, C. PUCCIA, A. SPIELMAN and M. E. WILSON, 1994: The emergence of new diseases. *American Scientist*, 82, 52-60.
- LLANSO, P. D., L. S. KALKSTEIN and S. C. SHERIDAN, 1999: The showcase projects on health/health warning systems: International collaboration within the climate agenda. (Propuesta su publicación en *Int. J. Biometeorology*).
- MOTOHASHI, Y., T. TAKANO, K. NAKAMURA, K. NAKATA and M. TANAKA, 1996: Seasonality of mortality in Sri Lanka: Biometeorological consideration. *Int. J. of Biometeorology*, 39, 121-126.
- MUKHOPADHYAY, B., S. V. DATAR and H. N. SRIVASTAVA, 1992: Precipitation chemistry over the Indian region. *Mausam*, 43, 3, 249-258.
- OKE, T. R., 1994: Global change and urban climate. *Proceedings of the Thirteenth International Congress of Biometeorology*. Calgary, Canadá, 12-18 de septiembre de 1993. Parte II, Vol. I. (Artículos presentados en el Seminario Internacional sobre Arquitectura Solar y Planificación, Calcuta, India, 8-10 septiembre de 1995).
- PADMANABHAMURTY, B., 1986: Some aspects of the urban climates of India. *Proceedings of the Technical Conference on Urban Climatology and its Application with Special Regard to Tropical Areas*, OMM, Núm. 652, 136-165.
- PRAKASA RAO, G. S., A. K. JASWAL and U. S. DE, 2000: Extreme temperature events over the Indian subcontinent. (Propuesta su publicación en las Actas de TROPET-2000).
- ROOT, E., P. D. SORLIE and E. BACKLAND, 1992: Air conditioning and mortality in hot weather. *American J. of Epidemiology*, 136, 106-116.
- SAMANTA, G. y otros, 1998: Air pollution in Calcutta during winter - A three year study. *Current Science*, 75, 2, 123-138.
- TSELEPIDAKI, G., D. N. ASIMAKOPOULOS, K. KATSOUYANNI, C. MOUSTRIS, G., TOULOUMI and A. PANTAZOPOULOU, 1995: The use of a complex theronohygro-metric index in predicting adverse health effects in Athens. *Int. J. of Biometeorology*, 38, 194-198.
- UNGAR, S., 1999: Is strange weather in the air? A study of US national network news coverage of extreme weather events. *Climatic Change*, 41, 2, 133-150.
- WHO, 1990: Potential Health Effects of climate change: (Informe de un Grupo de Trabajo de la OMS). OMM/REP/90.10, OMS Ginebra, Suiza, 58 páginas.

## Condiciones meteorológicas y mortalidad de ancianos en Roma durante el verano



Por Paola MICHELOZZI \*, Valeria FANO \*,  
Francesco FORASTIERE \*, Alessandra BARCA \*,  
Laurence S. KALKSTEIN \*\*, Carlo A. PERUCCI \*

### Introducción

Muchos aspectos de la salud humana se ven afectados por las variables meteorológicas. La relación entre el tiempo, la temperatura y la salud es bien conocida y ha sido evaluada en diferentes condiciones climáticas, durante las estaciones invernal y estival [1, 2]. Un gran conjunto de datos sugiere que la relación entre la temperatura y la mortalidad tiene una forma de U, con tasas de mortalidad mayores en el invierno que en el resto del año, y con mínimos en los días en que la tem-

peratura máxima se encuentra entre 20 y 25°C [3, 4]. La mayoría de los estudios epidemiológicos han analizado el efecto del frío sobre la mortalidad diaria, pero pocos estudios han considerado la relación entre el tiempo y la mortalidad durante la estación cálida. El conocimiento actual de los efectos de las altas temperaturas sobre la mortalidad está basado principalmente en estudios sobre el efecto de las temperaturas extremas, las llamadas "olas de calor", que se han asociado a un exceso de muertes por afecciones cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias [5, 6].

Se ha observado un pico en la mortalidad durante el verano en algunas ciudades mediterráneas; se ha informado, especialmente en Atenas y en Roma, de

\* Agencia de Salud Pública, Lazio, Italia

\*\* Centro de Investigación Climática, Universidad de Delaware, Newark, DE, EE. UU.

muerres atribuibles a aumentos episódicos de la temperatura del aire, y se han asociado a las altas temperaturas [7, 8]. En julio-agosto de 1983, las temperaturas en Roma estuvieron consistentemente por encima de la media estacional, las temperaturas máximas registradas en el centro de la ciudad fueron iguales o superiores a 34°C (93,2°F) durante 13 días consecutivos e iguales o superiores a 36°C (96,8°F) durante cinco días consecutivos. Se observó un aumento del 35 por ciento de la mortalidad total y del 59 por ciento de la mortalidad cardiovascular comparada con el mismo período del año anterior [7].

Los efectos de la temperatura en el intervalo de 24°C a 30°C, que caracteriza al verano en Roma, nunca se han examinado sistemáticamente. Los objetivos de este estudio son evaluar la asociación entre algunas variables meteorológicas en relación con la mortalidad diaria en Roma durante la estación cálida y evaluar los elementos meteorológicos específicos que explican mejor la mortalidad de los ancianos.

## Métodos

### Área y período de estudio

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Roma (Italia central), cuya población es de 2,5 millones de habitantes [9]. Las coordenadas geográficas son 41°N y 12,5°E. El clima es típicamente mediterráneo, con inviernos suaves y veranos cálidos. Dada su situación, el clima está influido por la interacción tierra-mar y las brisas marinas son frecuentes. El siroco, un viento meridional, a veces produce olas de calor durante el verano.

### Fuentes de los datos

Las muertes diarias en Roma del 1 de enero de 1987 al 31 de diciembre de 1996 se obtuvieron del Registro Regional de Mortalidad de la región del Lazio. El análisis se ha restringido a los ciudadanos de 65 años o mayores residentes en la ciudad y que fallecieron por causas no externas de muerte. El análisis se restringió además a los períodos de verano (definidos desde el 15 de mayo al 30 de septiembre). Los datos de mortalidad incluían el recuento de muertes diarias por sexo, edad y causa de muerte, codificadas según la novena revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades.

Las condiciones meteorológicas fueron proporcionadas por el Servicio Meteorológico de las Fuerzas Aéreas Italianas y se recogieron en la estación meteorológica del aeropuerto de Fiumicino (20 km al sur de Roma). Las variables meteorológicas incluían la temperatura máxima y mínima diaria, la temperatura media de las 24 horas, la temperatura del punto de rocío a las 15:00 h, la velocidad del viento (expresada en nu-

dos) y la nubosidad (porcentaje). La temperatura se midió en grados Celsius.

Las temperaturas aparentes media, mínima y máxima (TA) se obtuvieron en función de la temperatura, la humedad y la velocidad del viento como sigue:

$$TA = -2,653 + (0,994Ta) + (0,0153 Td)*2$$

siendo Ta = temperatura del aire y Td = temperatura del punto de rocío. También se ha incluido un ajuste del viento para tener en cuenta los aumentos de TA que produce la velocidad del viento a temperaturas superiores a 34°C [10, 11].

También se computó una nueva variable (grado-horas) para evaluar el impacto de la duración del calor sobre la mortalidad; se obtuvo sumando las desviaciones respecto de los 20°C, de las medidas de temperatura en momentos diferentes. La fórmula de cálculo para los grado-horas fue: (T0300 - 20) + (T0900 - 20) + (T1500 - 20) + (T2100 - 20) siendo T0300, T0900, T1500 y T2100 las temperaturas a las 3, 9, 15, y 21 horas, respectivamente [12].

### Análisis

Se realizó un análisis descriptivo de la relación entre las variables meteorológicas y la mortalidad diaria. Se examinaron las gráficas de dispersión de las variables meteorológicas frente a la mortalidad diaria y momento de la estación (1 = 15 de mayo, 2 = 16 de mayo, ..., 139 = 30 de septiembre). Se describieron las relaciones no lineales utilizando un suavizador de línea móvil ponderado localmente (método de Loess) [13].

Se evaluó entonces el efecto de diversas variables meteorológicas en la mortalidad diaria durante el verano por medio de modelos de regresión lineal. En este modelo, las muertes diarias transformadas logarítmicamente se utilizaron para producir una distribución normal de la variable dependiente. Se construyó un modelo "base" para tener en cuenta las tendencias estacionales en la mortalidad diaria. Las variables incluidas en el modelo eran funciones trigonométricas del tiempo (seno, coseno) hasta el cuarto grado, una variable ficticia que indica las vacaciones y seis variables ficticias que indican el día de la semana. Además, tuvimos que tener en cuenta que el denominador (población presente en un día dado) del recuento diario (muertes) no es constante. Están presentes muchos menos residentes de Roma en la ciudad durante la mitad del período de verano (especialmente durante agosto) que durante los demás meses. El error al no considerar los cambios en el denominador puede conducir a subestimar los efectos de las variables meteorológicas. Puesto que no se dispone de ninguna estimación precisa del cambio de población diario, utilizamos el total de admisiones hospitalarias (obtenido a partir del Sistema de Información Hos-

pitalaria de la región del Lazio) de pacientes de 65 años o mayores como una aproximación para el denominador de la población. Para evitar el sobrecontrol por efecto de las variables meteorológicas, se utilizó una función de Loess [13] mejor que el recuento diario real de las admisiones totales, durante el período de estudio.

Se obtuvieron los coeficientes de regresión univariante añadiendo cada variable meteorológica al modelo base. Se consideró también un período de retardo de un día para cada variable. Se construyó un modelo de regresión múltiple utilizando un procedimiento de paso a paso hacia adelante, con un p-valor (significación estadística) < 0,05 como criterio para incluir las variables en cada etapa. Debido a la alta colinealidad entre las variables meteorológicas, el procedimiento hacia adelante se interrumpía cuando los coeficientes de las variables incluidas anteriormente cambiaban de signo al introducirse una nueva variable. Se realizaron también ensayos de interacción para cuantificar la sinergia potencial de las diferentes variables. Los coeficientes se presentan en la escala logarítmica natural. Se indica el aumento del porcentaje de la mortalidad por unidad de cambio de cada variable meteorológica. Se realizaron todos los análisis utilizando el paquete estadístico STATA [14].

### Resultados

Se resumen las variables meteorológicas que caracterizan el clima de la ciudad de Roma durante el período de estudio en la Tabla I. El verano se caracteriza por

una temperatura media de 23°C (desviación típica (DT) = 3,4), variando desde una mínima media de 18°C (DT = 3,3) hasta una máxima media de 27°C (DT = 4,0). La temperatura media aparente es 24°C (DT = 4,5), variando desde una mínima media de 18°C (DT = 4,6) hasta una máxima media de 27,9°C (DT = 4,9). El punto de rocío tiene un valor medio de 15°C. La temperatura de exceso (grado-horas) se encuentra entre 0°C y 42°C. La temperatura y humedad están relacionadas con el momento de la estación, con un pico hacia primeros de agosto y valores mínimos al inicio y final de la estación de verano (Figura 1).

La mortalidad diaria en Roma durante la década 1987-1996 mostró un patrón estacional con picos durante el invierno (58 muertes diarias totales medias, intervalo = 28-103) y valores mínimos durante el verano (51 muertes diarias totales medias, intervalo = 22-86). Un total de 70 911 muertes ocurrieron durante el período de estudio, 54 581 (77 por ciento) fueron personas de 65 años de edad o mayores. Se observó una media de 40 muertes diarias de mayores de 65 años. La variación de la mortalidad durante el verano se muestra en la Figura 2, en la que el recuento de muertes se representó frente al momento de la estación. Se observa una disminución de la mortalidad diaria media durante el mes de agosto, cuando mucha gente deja la ciudad por vacaciones.

La temperatura (máxima, mínima y media) estaba relacionada positivamente con la mortalidad total en Roma durante el verano. Se observó una relación

TABLA I  
Descripción de la mortalidad diaria y variables meteorológicas, Roma, verano, 1987-1996

Variable	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Mortalidad diaria				
Total	51,4	9,9	22	103
≥ 65 años	39,6	8,5	15	85
Temperatura (°C)				
Media	22,3	3,40	9,6	30,2
Mínima	17,8	3,33	5,0	29,0
Máxima	27,0	4,05	13,0	36,0
Temperatura aparente (°C)				
Media	23,4	4,53	7,8	33,5
Mínima	18,7	4,56	2,6	31,1
Máxima	27,9	4,92	11,5	38,8
Humedad relativa (°C)	15,1	3,79	-1	25,0
Nubosidad (décimas)	3,5	2,34	0	9,0
Velocidad del viento (nudos)	2,9	1,31	0	9,5
Grados · horas* (°C)	13,4	8,90	0	42

\* Grados-horas = La acumulación del exceso de temperatura > 20°C a las 03:00 h, 09:00 h, 15:00 h y 21:00 h.

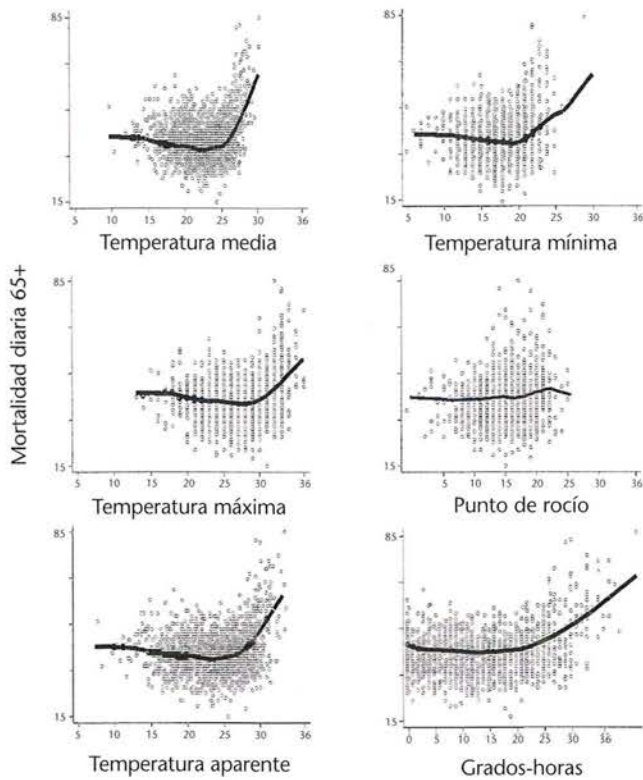


Figura 1 — Gráficas de dispersión de variables meteorológicas y mortalidad diaria de personas de 65 años y mayores, Roma 1987-1996

con forma de J; el umbral de temperatura en que cambia la pendiente es alrededor de 28°C para la temperatura máxima, de 18°C para la temperatura mínima y de 24°C para la temperatura media. La humedad relativa no estaba asociada con la mortalidad (Figura 3).

La Tabla II muestra los coeficientes de la regresión univariante de las variables meteorológicas según se añaden de una en una al modelo base. Un aumento de un 1-2 por ciento en la mortalidad es atri-

buible a un grado de cambio en la temperatura o en la humedad. La nubosidad y la velocidad del viento están relacionadas de forma inversa con la mortalidad, dando cuenta respectivamente del 0,59 y del 0,12 por ciento de la reducción de la mortalidad por unidad de aumento. El modelo base, en sí mismo, explica casi el diez por ciento de la variabilidad total; las variables meteorológicas explican cada una del 1 por ciento (nubosidad, velocidad del viento) al 9 por ciento (grado-horas) de la variabilidad de la mortalidad diaria.

## Discusión

En Roma, los aumentos de la temperatura y de la humedad atmosféricas están asociados con un aumento de la mortalidad diaria entre la población anciana. El exceso de temperatura acumulado (grado-horas) es el predictor más importante de la mortalidad, y el efecto es mayor a niveles de humedad mayores.

Los análisis previos de las condiciones meteorológicas diarias y la mortalidad diaria en otras ciudades mediterráneas (Barcelona, Valencia y Madrid) [15, 16, 17] y en Holanda [3] muestran que la mortalidad aumenta cuando lo hace la temperatura en verano. El efecto observado no es debido a olas de calor, ya que se observó para temperaturas entre 24°C y 30°C. Además, en nuestro estudio encontramos un efecto sobre la mortalidad para temperaturas medias por encima de 24°C.

Observamos una interacción significativa entre temperatura y humedad: el efecto de la temperatura en ex-

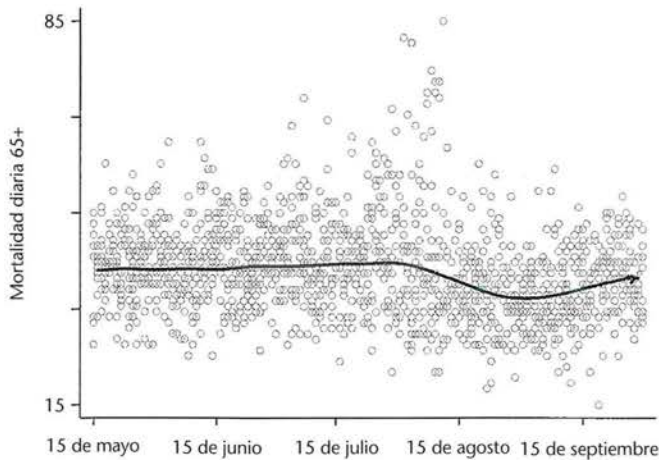


Figura 2 — Mortalidad diaria de ancianos en verano, Roma, 1987-1996

TABLA II

Resultados de los modelos de regresión, coeficientes de regresión univariante<sup>1</sup> y porcentaje de aumento de la mortalidad por unidad de cambio de las variables meteorológicas, Roma, verano, 1987-1996

Variable	Coeficiente	Retardo 0			Retardo 1			
		Error típico	Significación estadística (p-valor)	% de aumento por cambio unitario <sup>2</sup>	Coeficiente	Error típico	Significación estadística (p-valor)	% de aumento por cambio unitario <sup>2</sup>
Temperatura (°C)								
Media	0,023	0,002	0,000	2,34	0,023	0,002	0,000	2,32
Mínima	0,018	0,002	0,000	1,82	0,014	0,002	0,000	1,36
Máxima	0,015	0,002	0,000	1,49	0,018	0,002	0,000	1,79
Temperatura aparente (°C)								
Media	0,017	0,002	0,000	1,76	0,015	0,002	0,000	1,53
Mínima	0,013	0,002	0,000	1,33	0,010	0,002	0,000	0,98
Máxima	0,015	0,002	0,000	1,49	0,015	0,002	0,000	1,48
Punto de rocío (°C)	0,008	0,002	0,000	0,80	0,006	0,002	0,001	0,55
Nubosidad (décimas)	-0,006	0,002	0,017	-0,59	-0,006	0,002	0,002	-0,61
Velocidad del viento (nudos)	-0,001	0,001	0,095	-0,12	-0,002	0,001	0,049	-0,16
Grado-horas <sup>3</sup> (°C)	0,011	0,001	0,000	1,09	0,011	0,001	0,000	1,11

<sup>1</sup> Ajustado para el cambio (modelo BASE) de denominador, seno, coseno, día de la semana, vacaciones

<sup>2</sup> Porcentaje de aumento de mortalidad por cambio unitario de la variable independiente =  $100 * [\exp(\text{coef.}) - 1]$

<sup>3</sup> Grado-horas = Exceso de temperatura > 20°C acumulado a las 03:00 h, 09:00 h, 15:00 h y 21:00 h

TABLA III

Resultados de los modelos de regresión multivariante, Roma, verano, 1987-1996

	Coeficiente	% aumento por diez unidades de cambio <sup>1</sup>	Error típico	Significación estadística (p-valor)
Humedad relativa < 15°C grado-horas (retardo 1)	0,010	10,74	0,001	< 0,001
Humedad relativa ≥ 15°C grado-horas <sup>2</sup> (retardo 1)	0,013	13,82	0,001	< 0,001

<sup>1</sup> Grado-horas = exceso de temperatura > 20°C acumulado a 03:00 h, 09:00 h, 15:00 h y 21:00 h

<sup>2</sup> Porcentaje de aumento por diez unidades de cambio de la variable independiente =  $100 \cdot [\exp(10 \cdot \text{coef.}) - 1]$   
 Modelo base = cambio del denominador, seno, coseno, día de la semana, vacaciones

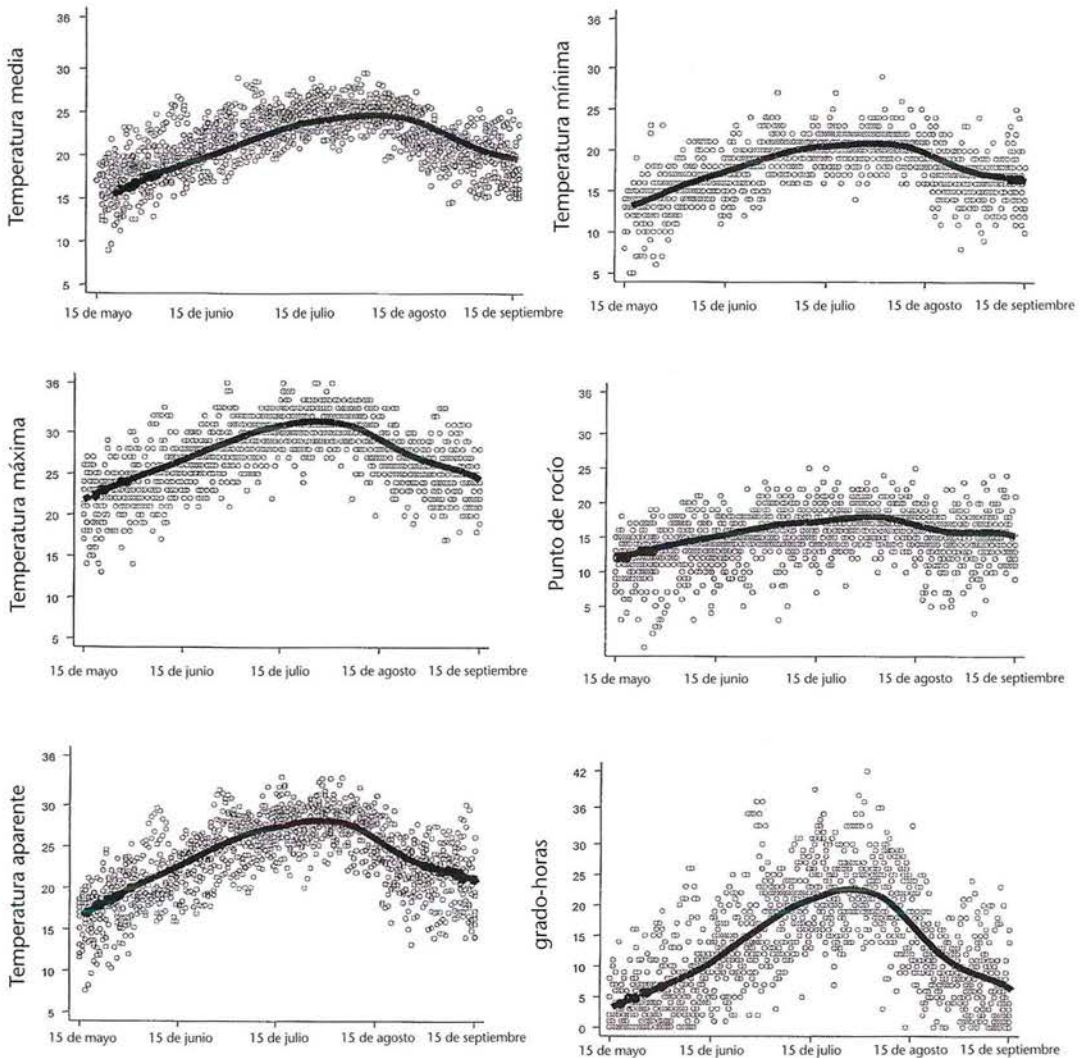


Figura 3 — Gráficas de dispersión de las variables meteorológicas y de la estación, Roma 1987-1996

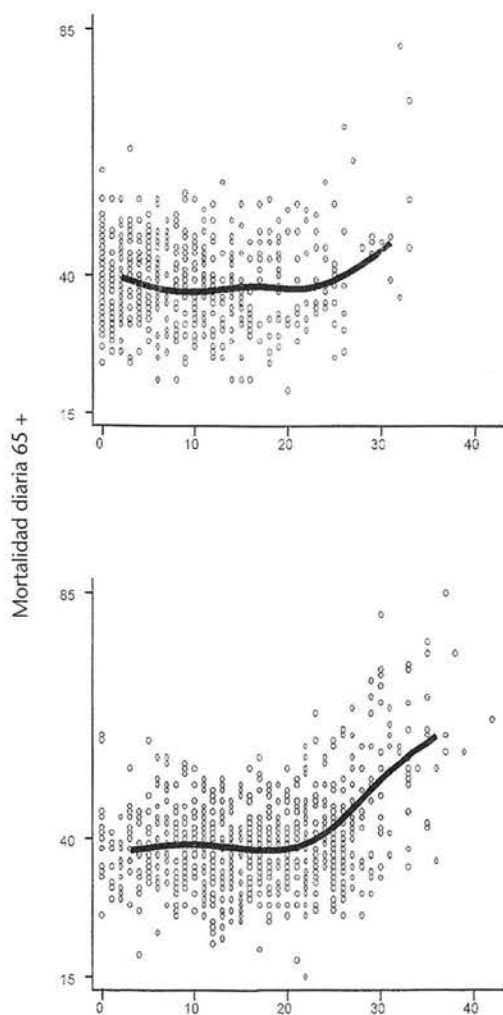


Figura 4 — Gráficas de dispersión de temperatura frente a mortalidad diaria en ancianos para dos clases de punto de rocío, Roma, verano, 1987-1996

ceso acumulada es mayor cuando el punto de rocío está por encima de 15°C. Los resultados de estudios en los EE. UU. indican que la temperatura del punto de rocío está directamente relacionada con la mortalidad cuando la temperatura es muy cálida [18, 19] y se ha encontrado que la humedad relativa está positivamente relacionada con la mortalidad cuando las temperaturas superan el umbral [19]. Otros estudios, sin embargo, encontraron un efecto contrario. En Madrid [17], una humedad relativa alta durante el verano está relacionada negativamente con la mortalidad. En Holanda, Kunst y otros [3] examinaron también el efecto de la humedad relativa y encontraron que la humedad alta disminuye el efecto del tiempo cálido. La humedad puede tener un impacto importante en la mortalidad, ya que contribuye a la capacidad del cuerpo de

enfriarse por sí mismo mediante evaporación y transpiración, y varios índices de bienestar térmico incluyen esta variable. Una posible explicación de los diferentes resultados podría ser que la humedad potencia el efecto de la temperatura sobre la mortalidad sólo por encima de ciertos niveles de temperatura.

En nuestro estudio, analizamos el efecto de las variables meteorológicas sobre la mortalidad en personas de más de 65 años, ya que la mayoría de los estudios muestran que existe un mayor riesgo entre los ancianos [16, 17]. Entre los ancianos, puede aparecer la muerte tanto en personas sanas que se sobreexponen al calor, como en aquellas ya enfermas en las que la tensión de calor acelera su muerte. La literatura desde los años sesenta y setenta informa de que los ancianos y las personas ya enfermas, particularmente aquellas con problemas circulatorios, tenían un riesgo mayor [20, 21, 22] durante el calor excesivo. En el transcurso de una ola de calor en Atenas, en 1987, se puso de manifiesto que la incidencia del golpe de calor y la mortalidad aumentaban drásticamente con la edad [23]. En un estudio más reciente sobre temperatura y mortalidad entre ancianos chinos, Pan y otros [6] sugirieron que los ancianos pueden tener una capacidad termorreguladora menor que reduce su capacidad de mantener la temperatura normal del cuerpo, determinando un mayor riesgo de hipertermia. Estos resultados parecen particularmente importantes, ya que Italia, como otros muchos países europeos, tiene una población que envejece. Se ha estimado que, en el futuro cercano, la población de adultos jubilados (es decir, aquellos de 65 años o más) aumentará notablemente y que la cifra de población vulnerable a la tensión térmica aumentará por lo tanto también.

Se han usado diferentes enfoques en los últimos años para evaluar la relación entre las condiciones climáticas y la salud. En nuestro estudio, empleamos un enfoque de series temporales. Dicho método se ha utilizado con éxito en el análisis de los efectos de la contaminación atmosférica. Tiene la ventaja de que permite que la población observada sirva como su propio control, eliminando así la variación con el tiempo que podría potencialmente hacer fallar la ecuación [24, 25].

Este estudio mostró que no sólo la temperatura en exceso aumenta la mortalidad, sino también aumentos de la temperatura en el intervalo entre 25-30°C. Por otra parte, encontramos que otras características climáticas, incluyendo humedad, viento y nubosidad, tienen un efecto sobre la mortalidad. Las medidas principales del clima, como la temperatura máxima y mínima absoluta diaria, dan cuenta sólo parcialmente del impacto del clima y del tiempo sobre los sistemas y organismos biológicos. Se han desarro-

llado varios modelos de bienestar para medir el impacto de la tensión de calor sobre el individuo, teniendo en cuenta generalmente la temperatura, la humedad o una combinación de ambas. Los bioclimatólogos, reconociendo los límites de este modelo, han desarrollado un modelo más complejo que tiene en cuenta la velocidad del viento y la fluctuación de la radiación de onda corta y de onda larga. Además, estudios recientes han indicado que las características del tiempo pueden resumirse por medio de un enfoque sinóptico, que identifica las masas de aire de aparición común en verano mediante un sistema de clasificación basado en la estadística [26]. Se ha mostrado que, para muchas ciudades de los EE. UU, sólo unas pocas masas de aire están asociadas con una mortalidad significativamente mayor. Una comparación de los resultados obtenidos utilizando diferentes enfoques es indispensable para clarificar si un enfoque sinóptico puede predecir mejor que las variables simples un efecto agudo sobre la salud, pero también para clarificar dentro de una categoría sinóptica específica qué variables son responsables del efecto observado.

Finalmente, es necesario clarificar varios temas relacionados con la asociación entre condiciones meteorológicas cálidas y efectos agudos sobre la salud en el futuro próximo:

- Si otros subgrupos de la población, aparte de los ancianos, están sujetos a un riesgo elevado contra la salud durante el tiempo cálido.
- El mecanismo subyacente responsable del efecto sobre la mortalidad.
- Si la climatización puede mitigar el efecto sobre la mortalidad.
- Si existe un efecto sinérgico de las características meteorológicas y otras variables medioambientales (es decir, contaminación atmosférica, polen, etc.).

Como conclusión, estos resultados son de interés para la salud pública, especialmente a la vista de los cambios climáticos potenciales que se caracterizarían por una mayor fluctuación de la temperatura y un aumento resultante de las olas de calor y de los períodos de frío. Existen pruebas de que las enfermedades y muertes relacionadas con el calor pueden ser evitables mediante la adaptación. La comprensión de qué grupos pueden ser los más afectados por el calor es esencial para dirigir efectivamente las estrategias de prevención y adaptación. La prevención requerirá una acción concertada entre los servicios meteorológicos y las instituciones de salud pública para alertar a los residentes de las áreas urbanas de condiciones meteorológicas potencialmente opresivas que podrían afectar a la salud e informarles sobre las medidas preventivas. Para alcanzar este objetivo, es indispensable identificar las medidas políticas, tecnológicas, económicas

y de comportamiento disponibles para hacer frente a la tensión de calor, y que pueden darse recomendaciones a nivel local y nacional para prevenir los efectos sobre la salud con éxito.

## Referencias

- [1] WHO/WMO/UNEP, 1996: *Climate and health: The potential impacts of climate change*, Ginebra, Suiza, 304 págs.
- [2] KALKSTEIN, L. S., 1993: Health and climate change. Direct impacts in cities. *The Lancet*, 342 (8884):1397-9.
- [3] MCMICHAEL, A. J., 1993: Global environmental change and human population health: a conceptual and scientific challenge for epidemiology. *International Journal of Epidemiology*, 22(1):1-8.
- [4] MACKENBACH, J. P., C. W. N. LOOMAN y A. E. KUNST, 1993: Air pollution, lagged effects of temperature and mortality: The Netherlands 1979-87. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 47:121-6.
- [5] KHAW, K. T., 1995: Temperature and cardiovascular mortality. *The Lancet*, 345:337-8.
- [6] PAN, W. H., L. A. LI y M. J. TSAI, 1995: Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infarction in elderly Chinese. *The Lancet*, 345(8946):353-3.
- [7] ALBERTONI, F., M. ARCA, P. BORGHI, C. A. PERUCCI, C. TASCO, 1984: Heat-related mortality. Latium region, summer 1983. *MMWR*, 33(37):518-521.
- [8] KATSOUYANNI, K., A. PANTAZOPOULOU, G. TOULOU-MI, I. TSELEPIDAKI, K. MOUSTRIS, D. ASIMAKOPOULOS, G. POULOPOULOU y D. TRICHOPOULOS, 1993: Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality. *Archives of Environmental Health*, 48(4):235-42.
- [9] COMUNE DI ROMA, UFFICIO DI STATISTICA, 1996: *Notiziario Statistico-Mensile*, serie sesta n. 6.
- [10] KALKSTEIN, L. S. y K. M. VALIMONT, 1986: An evaluation of summer discomfort in the United States using a relative climatological index. *Bulletin of the American Meteorological Society* 67:842-848.
- [11] STEADMAN, R. G., 1979: The assessment of sultriness. Part II: Effect of wind, extra radiation, and barometric pressure on apparent temperature. *Journal of Applied Meteorology*, 18:874-884.
- [12] KALKSTEIN, L. S., 1991: A new approach to evaluate the impact of climate on human mortality. *Environmental Health Perspective*, 96:145-150.
- [13] CLEVELAND, W. S. y S. J. DEVLIN, 1998: Robust locally-weighted regression and smoothing scatterplots. *J. Amer. Stat. Assoc.*, 74:829-36.
- [14] STATA CORPORATION, 1999: *Stata Statistical Software - Release 6.0*. College Station, TX.
- [15] SÁEZ, M., J. SUNYER, J. CASTELLSAGUE, C. MURILLO, J. M. ANTO, 1995: Relationship between weather temperature and mortality: a time series analysis approach in Barcelona. *International Journal of Epidemiology*, 24(3):576-82.
- [16] BALLESTER, F., D. CORELLA, S. PÉREZ-HOYOS, M. SÁEZ y A. HERVÁS, 1997: Mortality as a function of temperature. A study in Valencia, Spain, 1991-1993. *International Journal of Epidemiology*, 26(3):551-61.
- [17] ALBERDI, J. C., J. DÍAZ, J. C. MONTERO e I. MIRÓN, 1998: Daily mortality in Madrid community 1986-1992:



Relationship with meteorological variables. *European Journal of Epidemiology*, 14:571-8.

- [18] KALKSTEIN, L. S. y R. E. DAVIS, 1985: The development of a weather/mortality model for environmental impact assessment. *Proceedings of the 7th Conference of Biometeorology and Aerobiology*, 34-336.
- [19] KALKSTEIN, L. S., 1985: Final report for contract NASSAA-H-AI098: The impact of climate upon human mortality. National Oceanic and Atmospheric Administration.
- [20] OECHSLI, F. W. y R. W. BUECHLEY, 1970: Excess mortality associated with three Los Angeles September hot spells. *Environmental Research*, 3: 277-284.
- [21] BRIDGER, C. A., F. P. ELLIS y H. L. TAYLOR, 1976: Mortality in St. Louis, Missouri, during heat waves in 1936, 1953, 1954, 1955 and 1966. *Environmental Research*, 12:38-48.
- [22] JONES, T., A. P. LANG, E. M. KILBORNE, M. R. GRIFFIN, P. A. PATRIANCA, S. G. F. WASSILAK, R. J. MULLIN, R. F.

HERRICK, H. D. DONNELL, K. CHOI, K. y S. B. THACKER, 1982: Morbidity and mortality associated with the July 1980 heat wave in St. Louis and Kansas City, Missouri. *Journal of the American Medical Association*, 247:3327-3331.

- [23] KATSOUYANNI, K., D. THRICOPULOS, X. ZAVITRANOS y G. TOULOUMI, 1988: The 1987 Athens heatwave. *The Lancet*, 332.
- [24] SCHWARTZ, J., 1994: Air pollution and daily mortality: a review and meta-analysis. *Environmental Research*, 64:36-52.
- [25] SCHWARTZ, J., 1994: Non-parametric smoothing in the analysis of air pollution and respiratory illness. *Canadian Journal of Statistics*, 22:471-87.
- [26] KALKSTEIN, L. S., P. F. JAMASON, J. S. GREENE, J. LIBBY y L. ROBINSON, 1996: The Philadelphia Hot Weather-Health Watch/Warning System: Development and Application, Summer 1995. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1519-28.

## Consecuencias humanas y económicas de los fenómenos meteorológicos en 1999



398

Por S. G. CORNFORD<sup>1</sup>

### Introducción

No hay ningún dato global sobre la relación entre los sucesos meteorológicos individuales y los aumentos de la población humana pero, en 1999, el índice de muertes relacionadas con el tiempo siguió en los niveles de 1998: alrededor de 10 por millón de habitantes y año. En 1999, el número total de muertes relacionadas con el tiempo (alrededor de 45 000: véase la Tabla I) fue un poco más alto que en 1998 y la cifra más alta desde 1991. Como en 1998, predominaron dos sucesos: las fuertes lluvias de **Venezuela** que originaron inundaciones y corrimientos de tierra que causaron 30 000 muertos y desaparecidos; y dos ciclones en Orissa, al este de la **India**, que ocasionaron casi 10 000 muertos.

En todo el mundo, en 1998 y 1999, un individuo tenía una probabilidad 10 veces menor de morir prematuramente por un suceso relacionado con el tiempo

que por un accidente de tráfico<sup>2</sup>. No es probable que ninguno mate a un individuo particular. De todas formas, a medida que aumenta el número de personas en peligro, es inevitable que algunos individuos sufran [1a]. Cuando se producen más muertes, de ese tipo, de lo normal, la gente pide a los gobiernos, independientemente de lo eficaces que hayan sido las acciones tomadas, que lo hagan mejor. Esto es especialmente cierto cuando se producen gran número de muertes en una zona pequeña y en un período corto.

Los episodios severos, por mucho que las autoridades reduzcan las víctimas, raramente conducen a un éxito percibido. De todas formas, una infraestructura social y meteorológica adecuada creada en épocas normales puede minimizar el fracaso percibido

*Este informe pertenece a una serie anual que se incluye en los números de octubre del Boletín de la OMM. Su base ha sido tratada en artículos anteriores [p. ej. 1a]. Este año, 78 Miembros respondieron a la invitación que les hizo el Secretario General para que contribuyeran.*

<sup>1</sup> Antiguo director (de Asuntos Especiales) de la Oficina del Secretario General de la OMM.

<sup>2</sup> Las tasas de muerte por accidentes de tráfico por millón de habitantes en los últimos años son Australia 94, Canadá 102, Egipto 98, Alemania 104, Japón 89, Nueva Zelanda 144, Sudáfrica 221, Suecia 61, Suiza 220, Reino Unido 63, EE.UU. 160 [27, 28].