



Congreso Nacional del Medio Ambiente

CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

“IMPACTO SOBRE LA SALUD DE LAS TEMPERATURAS EXTREMAS”

Julio Díaz Jiménez

Asesor de la F.U.A.M. para el Dto. de
Educación para el Desarrollo Sostenible
del Ayuntamiento de Madrid.
Fundación General de la Universidad
Autónoma.
Ayuntamiento de Madrid

Resumen:

Se analiza como el cambio climático puede influir sobre el aumento de los extremos térmicos, fundamentalmente las olas de calor, aportándose datos de la evolución de las temperaturas en épocas recientes.

Se establece una asociación entre la mortalidad y la temperatura identificándose la temperatura a partir de la cual se produce un incremento de la mortalidad en diferentes ciudades de la Península Ibérica. En todos los casos analizados esta temperatura coincide con el percentil 95 de la serie de temperaturas máximas de los meses de verano. Esta temperatura no varía según los diferentes grupos de edad considerados. Además, se cuantifica el impacto del calor sobre la mortalidad según diferentes grupos de edad, resultando significativo en todos ellos salvo en el de menores de 10 años, si bien el mayor incremento se registra en el de mayores de 65 años. También se analizan los efectos entre las elevadas temperaturas y los ingresos hospitalarios, observándose un comportamiento cuantitativo diferente al de la mortalidad. Finalmente y, teniendo en cuenta los resultados expuestos, se articulan una serie de medidas que deberían considerarse en los planes de prevención ante eventos térmicos extremos.

Introducción:

Estudios recientes (Amman y Wahl 2005) han demostrado que la temperatura durante el último milenio disminuyó en 0,4ºC. Sin embargo, en los últimos cien años la temperatura a nivel global ha ascendido el doble. De hecho, durante la última década se han registrado las temperaturas máximas más elevadas desde que se tienen registros instrumentales. Para el caso de Europa, el año 2003, ha sido recientemente calificado como el más cálido de los últimos 500 años (Luterbacher et al 2004) y el 2004 (Jones y Palutikof 2005) el cuarto más cálido de la historia, lo que viene a corroborar los escenarios para el cambio climático previstos para el siglo XXI (Stott et al 2004). En nuestro país, según el Instituto Nacional de Meteorología (INM 2005), si se toma como referencia la serie para todo el Hemisferio Norte de 1961 a 1990, se han observado cambios en las tendencias superiores a las de nuestro Hemisferio. Para el caso de la Zona Cantábrica, la Cuenca alta del Duero y del Ebro y el Pirineo Vasco-Aragonés el incremento ha sido de 1,2 ºC . En la vertiente atlántica el incremento ha sido de 1,3 ºC y ha llegado a 1,4 ºC para la vertiente mediterránea. De hecho el mes de julio de 2006 ha sido calificado de extremadamente cálido por el Instituto Nacional de Meteorología, con temperaturas máximas y mínimas superiores a los valores medios de los últimos 30 años (INM 2006)

Las predicciones para los próximos años, utilizando modelos de circulación general (GCM), indican un incremento uniforme durante el siglo XXI, con una tendencia media de aumento de entre 0,4 y 0,7 ºC /década en verano. La utilización de modelos regionales, como el PROMES, muestra que para el último tercio de siglo la temperatura aumentará entre 5 y 7ºC en verano respecto a los valores actuales, siendo este incremento mas acusado en la costa que en el interior (Moreno et al 2005), existiendo, además, una mayor amplitud y frecuencia de días con temperaturas extremas en la Península en verano (Castro et al, 2005).

Relación entre los eventos térmicos extremos y la morbi-mortalidad

Según estudios realizados la morbilidad-mortalidad presenta una dinámica estacional caracterizada por la aparición de un máximo invernal y un pico estival de menor amplitud,

aunque a veces más intenso desde el punto de vista de sus efectos en salud que el propio exceso de morbilidad-mortalidad invernal (Mackenbach et al 1992, Alderson 1985). El resultado de numerosas investigaciones indica que la relación entre la temperatura y la morbilidad-mortalidad suele tener forma de “U” o de “V” con una temperatura de mínima incidencia que varía de unos lugares a otros (Kunst et al 1993, Sáez et al 1995, Ballester et al 1997, Alberdi et al 1998) y que depende, probablemente, de la adaptación de la población al rango de temperaturas a las que se encuentra expuesta (Curriero et al 2002, García et al 2005). La sobremortalidad invernal se explica principalmente por las enfermedades respiratorias y circulatorias, mientras que son estas últimas las más relacionadas con el aumento de mortalidad estival (Alberdi y Díaz 1997). Los grupos de más edad son los que más contribuyen a estos excesos de morbilidad-mortalidad (Alberdi et al 1998, Ballester et al 2003).

En cuanto a la distribución temporal, el efecto del calor ocurre a corto plazo (1-3 días), mientras que el del frío suele ocurrir entre una y dos semanas después del extremo térmico (Alberdi et al 1998, Braga et al 2001), lo que es coherente con los mecanismos biológicos que subyacen (Huynen et al 2001, Havenit 2002). A modo de ejemplo indicar que la mortalidad media diaria por todas las causas excepto accidentes (CIE IX 1-799) registradas en la Comunidad de Madrid de 1986 a 1992, frente a la temperatura máxima diaria, presenta una relación en forma de “V” con una temperatura máxima diaria de mínima mortalidad en 30,8 °C (Díaz y López 2003).

Desde un punto de vista de los efectos en salud, no existe un criterio uniforme para la definición de ola de calor (WHO 2004) y de frío. En el caso del calor algunos autores definen extremos mediante un umbral en función de la temperatura del aire tanto máxima como mínima o media diaria, de un día o varios, otros autores utilizan índices (temperatura aparente, etc.) que tienen en cuenta la humedad relativa del aire (Nakai et al 1999, Smoyer 1998, Jendritzky et al 2000) o las situaciones meteorológicas a escala sinóptica (Kalkstein 1991).

Diversos trabajos realizados recientemente en la Península Ibérica muestran la existencia de una temperatura máxima diaria a partir de la cual se observa un incremento acusado de la mortalidad. Para el caso de Madrid esta temperatura máxima diaria de “disparo de la mortalidad” es de 36,5 °C (Díaz et al 2002a), 41°C para Sevilla (Díaz et al 2002b), 33,5 °C para Lisboa (García et al 2005) (Figura 1) y 30,3 °C para Barcelona. En todos estos lugares esta temperatura coincide con el percentil 95 de las series de

temperaturas máximas diarias durante el periodo de verano (junio-septiembre) desde 1991 a 2002. Puesto que un solo día con temperatura superior a este valor de disparo ya tiene efecto significativo sobre la mortalidad, se propone definir como ola de calor aquel periodo en que la temperatura máxima diaria supere el percentil 95 de las series de temperaturas máximas diarias en el periodo junio-septiembre. La duración de la ola de calor vendrá marcada por el número de días consecutivos que se supere dicho umbral.

En el caso del frío, se observa un comportamiento análogo al del calor pero agravado por el hecho de que el efecto del frío es mucho menos intenso y a más largo plazo, por lo que resulta más complicado establecer la relación causa-efecto (Braga et al 2001). No obstante, existe una temperatura máxima diaria por debajo de la cual se dispara la mortalidad. Para el caso de Madrid, esta temperatura máxima diaria, próxima a los 6 °C, coincide con el percentil 5 de las series de temperaturas máximas diarias durante el periodo invernal (noviembre-marzo) (Díaz et al 2005).

Es decir, existe una asociación entre la mortalidad y la temperatura que se exacerba en los casos de extremos térmicos, olas de frío o de calor. De hecho, cuando la temperatura máxima está por encima del percentil 95 o por debajo del percentil 5 la magnitud del impacto se hace mayor.

Comprobada la asociación entre la temperatura máxima diaria y los excesos de mortalidad por frío y calor descritos anteriormente, se puede calcular, a partir de los registros de temperaturas de las estaciones meteorológicas de cada lugar, las diferentes temperaturas umbrales a partir de las cuales se producen los excesos de mortalidad. En la Figura 2, se muestra estos umbrales según diferentes capitales de provincia que permiten definir las olas de calor. En el caso del calor estos valores oscilan entre los 26,2 °C de A Coruña y los 41,2 °C de temperatura máxima diaria para Córdoba y en el del frío entre los 2,7 °C de máxima diaria en Ávila y los 15 °C de Alicante. Estos diferentes umbrales fisiológicos de adaptación indican que la mínima mortalidad ocurre a temperaturas más elevadas en las regiones más templadas (Curriero et al 2002) con un mayor impacto del calor en las latitudes frías y un menor impacto en las más templadas (Davids et al 2002).

Atendiendo a los criterios de que es necesario conjugar no sólo los excesos (defectos) de temperatura máxima diaria respecto a los umbrales anteriormente establecidos, si no también los días de duración, se puede definir un índice para

caracterizar la intensidad de las olas de calor (IOC) y de frío (IOF) como se indica a continuación:

Calor:

$$IOC = \sum (T_{max} - T_{umbral}) \text{ si } T_{max} > T_{umbral}$$

$$IOC = 0 \quad \text{si } T_{max} < T_{umbral}$$

Frío:

$$IOF = \sum (T_{umbral} - T_{max}) \text{ si } T_{max} < T_{umbral}$$

$$IOF = 0 \quad \text{si } T_{max} > T_{umbral}$$

En las expresiones anteriores el sumatorio se extiende al periodo de tiempo que quiera caracterizarse a través del índice.

Es claro que los extremos térmicos asociados al cambio climático van a tener un efecto directo sobre la morbilidad-mortalidad. En el caso de las olas de calor este impacto se va a traducir en un aumento de la morbilidad-mortalidad asociada con estos eventos extremos (Díaz et al 2002a, Smoyer 1998), ya que las previsiones apuntan hacia un aumento en intensidad y en frecuencia de aparición de las olas de calor, especialmente en los primeros meses del verano (Hulme et al 2002). A modo de ejemplo, recordar que la ola de calor en Francia del 1 al 20 de agosto de 2003 provocó un exceso de mortalidad respecto al mismo periodo de años anteriores de 14800 personas. En Italia, se estimó un incremento de 4175 defunciones en el grupo de mayores de 65 años entre el 15 de julio y el 15 de agosto. En Portugal, entre el 31 de julio y el 12 de agosto, se estimó un exceso de mortalidad respecto al año anterior de 1316 personas. En Gran Bretaña, este incremento fue de 2045 personas entre el 4 y el 13 de agosto (Pirard 2003). En España, según datos no oficiales, se ha producido un exceso de mortalidad de más de 6000 personas respecto al mismo periodo del año anterior (WHO 2004, Martínez et al 2004).

Independientemente de los datos del verano de 2003, estudios realizados mediante análisis de series temporales de la mortalidad y su relación con la temperatura para el

caso de diversas ciudades permiten cuantificar el impacto de los extremos térmicos por cada grado en el que la temperatura máxima diaria supere el umbral de cada una de ellas. Así, se han realizado estudios para el caso de la mortalidad asociada a las olas de calor para las ciudades de Madrid (Díaz et al 2002a), Sevilla (Díaz et al 2002b) y Lisboa (García et al 2005). A modo de ejemplo, en la tabla 1, se muestra el incremento de la mortalidad en mayores de 65 años asociada a cada grado en el que la temperatura máxima supere la temperatura umbral para Madrid de 36,5 °C. La tabla 2 muestra el incremento por cada grado cuando la temperatura máxima diaria no alcanza los 6°C.

La anterior definición del índice de intensidad de la ola de calor permite identificar las zonas de un país donde ha sido mayor el impacto del calor sobre la mortalidad en un año determinado. Por regla general, ha sido en los lugares donde el calor es menos frecuente donde se han alcanzado los valores más altos de este índice durante el verano. El comportamiento del índice de intensidad de la ola de calor frente a la tasa de mortalidad de las provincias españolas de mas de 750.000 habitantes muestra un carácter logarítmico (Díaz et al 2006a) lo que viene a indicar que pequeños incrementos del índice tienen un gran impacto sobre la mortalidad y que debido en parte al efecto cosecha, existe un umbral a partir del cual el efecto se estabiliza.

Aunque a nivel global los diferentes patrones de mortalidad esperada basada en los futuros escenarios de cambio climático (McGeehin y Mirabelli 2001) hablan de un incremento de la mortalidad relacionada con olas de calor y un descenso de la relacionada con el frío, también es cierto que estudios realizados en Europa (Eurowinter Group 1997) indican que existe un impacto del frío sobre la mortalidad, superior en los lugares con inviernos más templados que en aquellos con inviernos más crudos. Esto es debido, por un lado a la adaptación fisiológica a las bajas temperaturas y, por otro, a la infraestructura de los hogares que hace que sean mejores las condiciones para luchar contra el frío en lugares habituados a las olas de frío, que en aquellos en los que son menos frecuentes (Eurowinter Group 1997). A modo de ejemplo, se muestran en la tabla 2 los efectos que tienen sobre la mortalidad, en el grupo de mayores de 65 años, en la ciudad de Madrid, los días en los que la máxima diaria está por debajo del umbral anteriormente definido (Díaz et al 2005)

Un estudio realizado para la ciudad de Lisboa (Dessai 2003) evalúa, aunque con una incertidumbre importante, el posible incremento de la tasa bruta de mortalidad para los años 2020 y 2050. Para ello utiliza las predicciones de dos modelos climáticos regionales, así como diferentes hipótesis sobre aclimatación y evolución de la población.

Según este trabajo el incremento de la tasa de mortalidad relacionada con calor habría sido de entre 5,4 y 6 por cada 100.000 habitantes en el periodo 1980-1998. Entre 5,8 y 15,1 para el horizonte de 2020 y de 7,3 a 35,6 para el de 2050.

Por lo citado hasta ahora, es evidente que son numerosos los factores que han de tenerse en cuenta si se quieren minimizar los impactos del cambio climático sobre la salud de la población.

En primer lugar, son de gran importancia los factores meteorológicos a escala local a la hora de predecir la ocurrencia de un determinado extremo térmico. Así, por ejemplo, las situaciones sinópticas que produjeron la ola de calor en Madrid y Lisboa durante el verano de 2003 fueron diferentes en uno y otro lugar (García et al 2005). Puesto que parece que el grupo más afectado ante los extremos térmicos es el de mayores de 65 años, habrá que articular las medidas de adaptación en función de la población de cada lugar. Además influyen factores asociados al desarrollo económico y cultural que pueden condicionar el impacto de los extremos térmicos. Por ejemplo, y pese al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero asociados, ha quedado clara la influencia de los sistemas de calefacción en la mitigación de las olas de frío (Wilkinson et al 2001) o de los aparatos de aire acondicionado en el caso de las olas de calor (Curriero et al 2002). Aunque la población envejecida es, sin lugar a dudas, el colectivo más afectado, existen otros grupos como personas con diversas patologías de base que pueden ver agravadas sus dolencias (Díaz et al 2006b, Díaz et al 2006c). La experiencia de 2003 nos ha enseñado que personas aparentemente sanas han fallecido por causa del calor al realizar prácticas tales como hacer deporte al aire libre en horas de gran calor. A lo anterior habría que añadir la necesidad de información a la población sobre medidas básicas a seguir ante extremos térmicos y la correcta formación y adecuación de los servicios sanitarios ante posibles aumentos de las patologías relacionadas con las olas de calor y frío. Se trata de articular sistemas de alerta in situ ante posibles extremos térmicos. Cada ciudad necesita desarrollar un sistema diferente basado en sus condiciones meteorológicas específicas, en la respuesta de su propia pirámide de población, de su infraestructura, del entramado social y de sus recursos hospitalarios.

Planes de prevención en España.

Desde que se produjo la ola de calor del año 2003, que en España dejó un exceso de mortalidad entorno a 6500 personas (Martínez et al, 2004), el Ministerio de Sanidad

puso en marcha un Plan de Prevención ante olas de calor que se activa cada verano. Este Plan se basa en la determinación, a través de parámetros estadísticos, de una temperatura umbral para cada provincia, que cuando se prevé que se va a superar hace que se active el sistema de alerta establecido.

Desde nuestro punto de vista, este Plan de Prevención tiene dos graves inconvenientes. En primer lugar, la temperatura umbral establecida como indicador de alerta no se basa en estudios que relacionen temperatura - mortalidad, si no, como se ha indicado anteriormente, está fundamentada en parámetros climatológicos exclusivamente. Estudios realizados para nuestro país, establecen que esta temperatura de disparo de la mortalidad está próxima al percentil 95 de la serie de temperaturas máximas diarias de los meses de verano, como ya se ha indicado. Pero trabajos muy recientes indican que en algunas provincias esta temperatura de disparo de la mortalidad está en el percentil 90 y en otros casos en el 98. Parece clara la necesidad de realizar estudios basados en la relación temperatura-mortalidad para fijar estos umbrales de alerta de una forma clara.

A la deficiencia anterior, desde nuestro punto de vista, se le suma otra y es que estos planes de alerta presuponen que los ingresos hospitalarios siguen el mismo patrón que se observa para la mortalidad, es decir, un incremento importante de ingresos hospitalarios en ancianos y por causas circulatorias fundamentalmente. Recientes estudios realizados para la ciudad de Madrid (Díaz y Linares 2006a) que comparan el patrón de mortalidad y el de ingresos hospitalarios, han demostrado que no coinciden. Es decir que para mortalidades de un 21 % por cada grado en que la temperatura máxima diaria supera el umbral de 36,5 °C (temperatura de disparo en Madrid), sólo le corresponde un incremento en los ingresos del 4,6 %, como puede verse en la tabla 3. Esta diferencia se observa fundamentalmente en las causas circulatorias. Estos resultados son acordes con los publicados en relación a la ola de calor de Londres en 2003 (Kovats et al 2004). Las altas temperaturas provocan aumento de plaquetas y de glóbulos rojos, incremento de la viscosidad de la sangre y aumento en los niveles de colesterol durante el estrés por calor, lo que conlleva a la mortalidad por trombosis coronaria o cerebral (Pan et al 1995). Las personas afectadas mueren en un corto periodo de tiempo, es decir, fallecen antes de llegar al hospital (Mastrangelo et al, 2006). Desde el punto de vista de los sistemas de prevención y planes de alerta ante olas de calor este dato es esencial. Los planes deben activarse antes de que vaya a producirse la

ola de calor, no cuando se produzca. Esto es posible porque la predicción meteorológica tiene una alta fiabilidad en un intervalo de 24-48 horas.

En resumen, los planes de prevención deben realizarse en base a las verdaderas temperaturas de disparo de la mortalidad para cada provincia y no apoyándose en parámetros climatológicos exclusivamente y, además, si se quiere evitar la mortalidad, deben implementarse uno o dos días antes que se prevea que va a producirse la ola de calor y alertando no sólo a los hospitales, si no también, y de manera fundamental, a los servicios de atención social (Díaz y Linares 2006b).

Bibliografía:

1. **Alberdi JC, Díaz J (1997).** Modelización de la mortalidad diaria en la Comunidad de Madrid 1986-1991. *Gaceta Sanitaria* 11: 9-15.
2. **Alberdi JC, Díaz J, Montero JC, Mirón IJ (1998).** Daily mortality in Madrid community 1986-1992: Relationship with meteorological variables. *European Journal of Epidemiology* 14: 571-578.
3. **Alderson MR (1985).** Season and mortality. *Health Trends* 17:87-96.
4. **Amman C y Wahl E (2005).** The Hockey Stick Controversy: New Analysis Reproduces Graph of Late 20th Century Temperature Rise. <http://www.ucar.edu/news/releases/2005/ammann.shtml>
5. **Ballester F, Corella D, Pérez-Hoyos S, Sáez M, Hervás A (1997).** Mortality as a function of temperature. A study in Valencia, Spain 1991-1993. *International Journal Epidemiology* 155: 80-87.
6. **Ballester F, Michelozzi P, Iñíguez C (2003).** Weather, climate and public health. *Journal Epidemiology Community Health* 57: 759-760.
7. **Braga AL, Zanobetti A, Schwartz J (2001).** The time course of weather-related deaths. *Epidemiology* 12: 662-667.
8. **Castro M de, Martín –Vide J, Alonso S (2005).** El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. En J.M. Moreno (Ed). *Evaluación Preliminar General de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*. Ministerio de Medio Ambiente, Madri. <http://ecce.uclm.es>
9. **Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, Zeger SL, Strug L, Patz JA (2002).** Temperature and mortality in 11 cities of the Eastern of the United States. *American Journal Epidemiology* 155: 80-87.
10. **Davids RE, Knappenberg PC, Novicoff MM, Michaels PJ (2002).** Decadal changes in heat-related human mortality in 11 cities of the Eastern of the United States. *Climate Research* 22: 175-184.
11. **Dessai S (2003).** Heat stress and mortality in Lisbon. Part II: an assessment of the potential impacts of climate change. *International Journal of Biometeorology*. 48:37-49.
12. **Díaz J, Jordán A, García R, López C, Alberdi JC, Hernández E, Otero A (2002a).** Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 75: 163-170.
13. **Díaz J, García R, Velázquez de Castro F, Hernández E, López C, Otero A (2002b).** Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997. *International Journal of Biometeorology* 46: 145-151

14. **Díaz J, López C (2003).** Health impact of thermal extremes in Iberia: analysis and trends. CASH Workshop on Vulnerability to Thermal Stresses, 5-7 may. Freiburg. Germany.
15. **Díaz J, García R, Prieto L, Linares C, López C (2005).** Mortality impact of extreme winter temperatures. International Journal of Biometeorology 49: 179-18.
16. **Díaz J, García R, Trigo R, Linares C, Valente A, Hernández E (2006a).** The impact of summer 2003 heat wave in Iberia: how should we measure it?. International Journal of Biometeorology ;50:159-166.
17. **Díaz J, Linares C, Tobías A (2006b).** The effect of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain) among the 45-64 age group. International Journal of Biometeorology.50:342-348.
18. **Díaz J, Linares C, Tobías A (2006c).** A critical remark on heat wave response plans. European Journal of Public Health. In Press.
19. **Díaz J, Linares C (2006a).** Impact of high temperatures on hospital admissions in Madrid (Spain): A comparative analysis with mortality in heat waves. Int Arch Occup Environ Health. In Press.
20. **Díaz J, Linares C (2006b)** Impact of heat waves over daily mortality according to different groups of age. Climate Research. In Press
21. **Eurowinter Group, Donaldson GC, Keatinge WR (1997).** Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. Lancet 349: 1341-1346.
22. **García R, Díaz J, Trigo RM, Hernández E, Dessai S (2005).** Extreme summer temperatures in Iberia: health impacts and associated synoptic conditions. Annales Geophysicae.23:239-251
23. **Havenit G (2002).** Interaction of clothing and thermoregulation (review). Exog Dermatology 1: 221-268.
24. **Hulme et al (2002).** Climate Change scenarios for the United Kingdom: the UKCIP02 scientific report . Norwixh, Tyndall Centre for Climate Change Research, School of Environmental Sciences, University of East Anglia
25. **Huynen MM, Martens P, Scram D et al (2001).** The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in Dutch population. Environmental Health Perspectives. 109: 463-470.
26. **Instituto Nacional de Meteorología (2005).** Aspectos climatológicos en relación con el exceso de temperatura. Verano 2005. http://www.inm.es/web/sup/ciencia/divulga/verano2005/asp_clim.pdf.

27. **Instituto Nacional de Meteorología (2006).** Un mes de julio extremdamente cálido. <http://www.inm.es>
28. **Jendritzky G, Staiger H, Bucher K, Graetz A, Laschewski, G (2000).** The Perceived Temperature. Internet workshop on windchill. April 3-7.
29. **Jones PD y Palutikof J (2005).** Global temperature record. 2005. <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/info/warming/>
30. **Kalkstein, LS (1991).** A New approach to evaluate the impact of climate on human health. Environm Health Perspec 96: 145-150.
31. **Kovats RS, Hajat S, Wilkinson P (2004).** Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during the hot weather and heat waves in Greater London U.K. Occup Environ Med 2004; 61:893-898.
32. **Kunst AE, Loosman CWN, Mackenbach JP (1993).** Outdoor air temperature and mortality in The Netherlands: a time series analysis. American Journal Epidemiology 137: 331-341.
33. **Luterbacher J, Dietrich D, Xoplaki E, Grosjean M y Wanner H (2004)** European Seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500. Science; 303:1499-1503.
34. **Mackenbach JP, Kunst AE, Loosman CWN. (1992).** Seasonal variation in mortality in The Netherlands. Journal Epidemiology Community Health 46: 261-265.
35. **Martínez F, Simón-Soria F, López-Abente G (2004).** Valoración del impacto de la ola de calor del verano de 2003 sobre la mortalidad. Gaceta Sanitaria 18: 250-258.
36. **Mastrangelo G, Hajat S Fadda E (2006).** Contrasting patterns of hospital admissions and mortality during heat waves: are deaths from circulatory disease a real excess or an artifact? Med Hypotheses;66:1025-1028.
37. **McGeehin MA, Mirabelli M (2001).** The potential impacts of climate variability and change on temperature related morbidity and mortality in the United States. Environmental Health Perspectives 109 (suppl 2): 185-189.
38. **Moreno JM (Ed)(2005).** Evaluación Preliminar General de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid <http://ecce.uclm.es>
39. **Nakai S, Itoh T, Morimoto T (1999).** Deaths from heat-stroke in Japan 1968-1994. International Journal of Biometeorology 43: 124-127.

- 40. Pan WH, Li LA, Tsai MJ (1995).** Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infarction in elderly Chinese. Lancet 345:353-355.
- 41. Pirard P (2003).** Heat wave: a climatic deadly phenomena that can be prevented. Enfermedades Emergentes 5: 145-146.
- 42. Sáez M, Sunyer J, Castellsagué J, Murillo C, Antó JM (1995).** Relationship between weather temperature and mortality: a time series analysis approach in Barcelona. International Journal of Epidemiology 24: 576-582.
- 43. Smoyer KE (1998).** A comparative analysis of heat-wave associated mortality in St. Louis, Missouri – 1980 and 1995. International Journal of Biometeorology 42: 44-50.
- 44. Stott PA, Stone DA y Allen MR (2004).** Human contribution to the European Heatwave of 2003. Nature; 427:332.336.
- 45. Wilkinson P, Landon M, Armstrong B et al (2001).** Cold comfort: the social and environmental determinants of excess winter mortality in England, 1986-1996. London: The Policy Press.
- 46. World Health Organization (2004).** Heat waves: risks and responses. Health and Global Environmental Change. Series No.2.

Figura 1. Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad para las ciudades de Madrid y Lisboa.

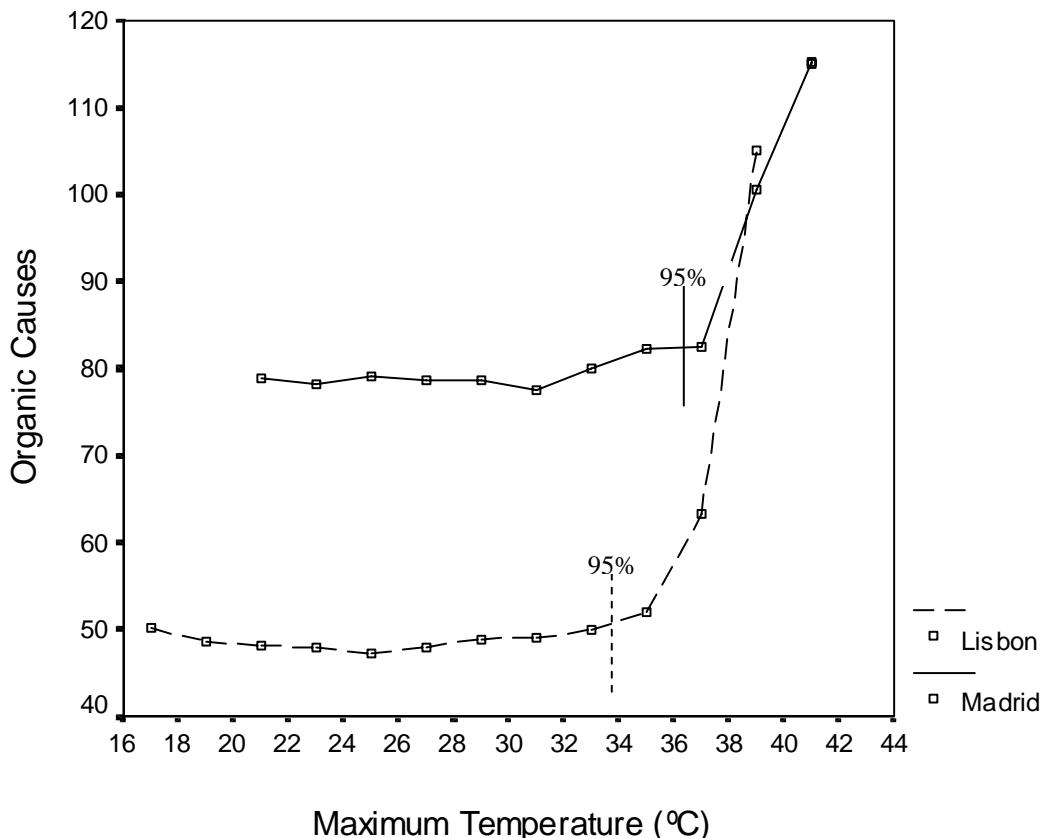


Figura 2. Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad según capitales de provincia.

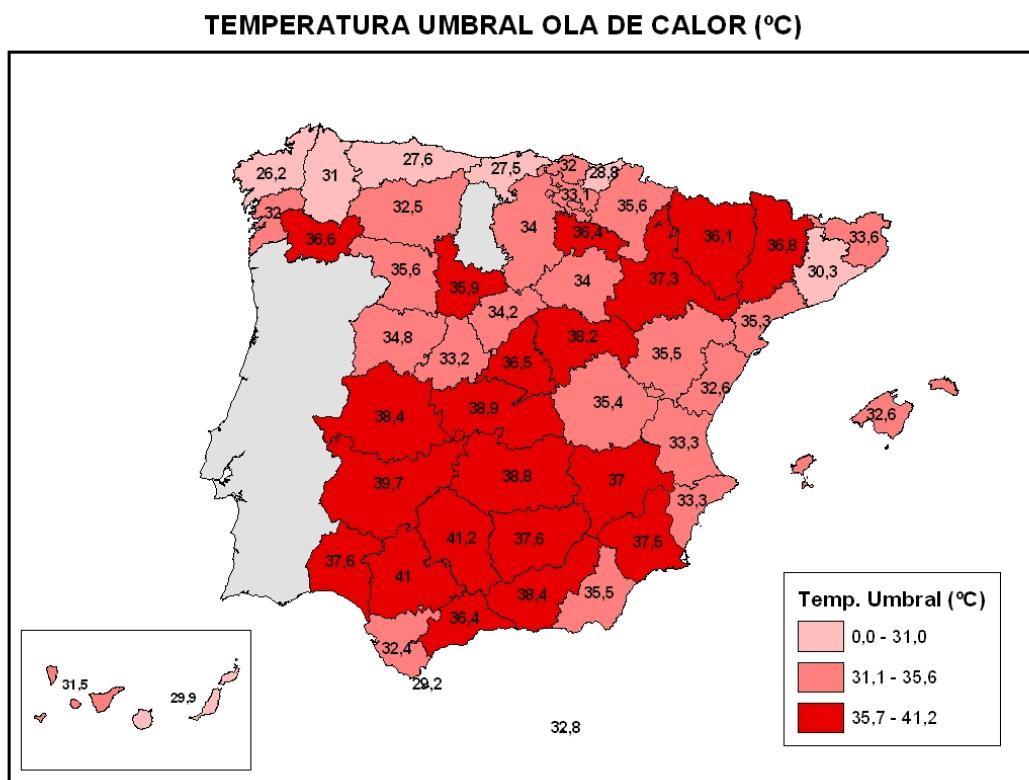


Tabla 1. Porcentaje de incremento de la mortalidad por diversas causas y grupos de edad y sexo en la Ciudad de Madrid, por cada grado que la temperatura máxima diaria supera los 36,5 °C.

Causas de mortalidad	Hombres 65-74	Mujeres 65-74	Hombres >75	Mujeres >75
Orgánicas (%)	14,7	16,2	12,6	28,4
Circulatorias (%)	9,4	11,7	6,3	34,1
Respiratorias (%)	17,2	23	26,1	17,6

Tabla 2. Porcentaje de incremento de la mortalidad en la Ciudad de Madrid por grupos de edad y causas específicas por cada grado en que la temperatura máxima diaria no llega a 6 °C.

Causas de Mortalidad	Edad de 65 a 74 años	Mayores de 75
Orgánicas (%)	5,1	2,7
Circulatorias (%)	6,1	2,8
Respiratorias (%)	9,1	9,6

Tabla 3. Porcentaje de incremento de los ingresos hospitalarios en el Hospital Gregorio Marañón de Madrid por grupos de edad y causas específicas por cada grado en que la temperatura máxima diaria supera 36,5°C

Causas de ingreso	Todos los grupos	Mayores de 75
Orgánicas (%)	4,6	17,9
Circulatorias (%)	----	----
Respiratorias (%)	----	27,5