



**CONAMA10**  
CONGRESO NACIONAL  
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

## **Determinación de zonas isoclimáticas y selección de estaciones meteorológicas representativas en Aragón como base para la estimación del impacto del cambio climático sobre la posible relación mortalidad-temperatura**

Autor: Esther Roldán García

Institución: Universidad San Jorge

e-mail: [eroldan@usj.es](mailto:eroldan@usj.es)

Otros Autores: Manuel Gómez Barrera (Grupo Consolidado de Investigación Aplicada Gimaces, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Jorge); M<sup>a</sup> Rosa Pino Otín (Grupo Consolidado de Investigación Aplicada Gimaces, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad San Jorge); Mariano Esteban Pradas (Dirección General de Salud Pública. Gobierno de Aragón); Julio Díaz Jimenez (Escuela Nacional de Sanidad, Instituto de Salud Carlos III).

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio ha sido determinar la existencia de regiones isoclimáticas y seleccionar las estaciones representativas para Aragón con el fin de estudiar posteriormente la correlación entre variables de temperatura y mortalidad diaria y la posible influencia del cambio climático.

Se seleccionaron datos diarios de temperatura máxima y mínima para el periodo comprendido entre enero de 1987 y diciembre de 2006. Los datos fueron suministrados por la Fundación para la Investigación del Clima y por la Agencia Estatal de Meteorología. Para determinar las zonas isoclimáticas se ha realizado un análisis de conglomerados jerárquicos y un análisis factorial discriminante, así como un tratamiento previo de datos de relleno de lagunas y detección de inhomogeneidades en las series climáticas. Se han analizado datos de 93 estaciones (44 en Huesca, 15 en Teruel y 34 en Zaragoza).

Los resultados muestran que las temperaturas analizadas saturan un único factor extrayendo por tanto un solo componente o conglomerado para cada categoría de series de temperaturas, máximas y mínimas. En temperaturas máximas un factor explica el 93,43% de la varianza, en la matriz de componentes principales la estación que presenta un mayor factor de correlación es Huesca Monflorite (correlación = 0,984). En temperaturas mínimas un factor explica el 90,88% de la varianza, en la matriz de componentes principales la estación que presenta mayor factor de correlación es Pallaruelo de Monegros (correlación = 0,976). Por provincias la estación representativa fue Huesca Monflorite en Huesca (con correlación=0,896 en máximas y 0,935 en mínimas), Teruel en la provincia de Teruel (con correlación=0,989 en máximas y 0,961 en mínimas) y Zaragoza Aeropuerto en Zaragoza (con correlación=0,988 en máximas y 0,980 en mínimas).

Como conclusión se ha considerado que Aragón es una única zona isoclimática tanto en temperaturas máximas como mínimas y que la estación representativa para toda la comunidad autónoma sería Zaragoza-Aeropuerto (9481), que presentaba un factor de correlación en temperaturas máximas de 0,980 y 0,974 en mínimas.

**Palabras Clave:** Zonas isoclimáticas, Aragón, temperatura, mortalidad, cambio climático



## INDICE

I-	Antecedentes	4
II-	Introducción	6
III-	Metodología	8
IV-	Resultados	9
V-	Discusión y Conclusiones	12
VI-	Bibliografía	14

## I- ANTECEDENTES

---

El efecto del calor en la mortalidad en España ha sido objeto de estudio en diversas ciudades, ya sea en periodos de ola de calor o con estudios históricos de la mortalidad, fundamentalmente a partir de la década de los noventa.

En la mayoría de esos estudios se describe cómo las series temporales de mortalidad diaria presentan un comportamiento cíclico estacional, al igual que las series de temperaturas, de forma que la mortalidad diaria presenta un pico o elevación tanto invernala como estival, coincidiendo tanto con las bajas como con las altas temperaturas (Mackenbach 1992, Mirón 2007, 2008).

Fue a partir de las temperaturas extremadamente elevadas que se registraron en Centroeuropa durante el verano del 2003, y que afectaron a la Comunidad Autónoma de Aragón, cuando se evidenció y puso de actualidad la importancia de las elevadas temperaturas (olas de calor) en la morbi-mortalidad (Díaz 2006, Martínez 2004)

La sobremortalidad, tanto estival como invernala, es debida principalmente a causas circulatorias y respiratorias, viéndose, en ambos casos, que la mortalidad diaria se agrava en los casos de extremos térmicos, olas de frío y calor (Alberdi 1997). Sin embargo, los efectos del calor son más inmediatos e intensos que los del frío (Mirón 2007).

La influencia de la temperatura del aire sobre la mortalidad diaria se describe generalmente como una relación no lineal en forma de “V” ó “U”, debido a que la mortalidad diaria aumenta a medida que se incrementa o desciende la temperatura ambiental a partir de una determinada temperatura de confort o de mínima mortalidad (Mirón 2007, 2008).

Esta relación no lineal varía según las características de la zona geográfica estudiada, entre las que cabe destacar la climatología, la latitud, el crecimiento económico y la edad de la población. Así por ejemplo, dicha temperatura confort varía, en función de la latitud, como respuesta a la adaptación de la población a su hábitat, siendo menor la temperatura confort en latitudes altas. Además, en determinados lugares un incremento en el nivel de desarrollo económico ha conducido a una menor influencia de las variables ambientales sobre la mortalidad; que en otros casos también se ha visto contrareestado por el mayor porcentaje de población envejecida del área de estudio (Mirón 2007, 2008, Díaz 2005).

Desde el punto de vista de los efectos en la salud, no existe un criterio uniforme para la definición de ola de calor y de frío. Hay estudios, en los que se define ola de calor a aquel periodo en que la temperatura máxima diaria supera el percentil 95 de las series de temperaturas máximas diarias en el periodo de junio a septiembre incluidos. Es a partir de dicha temperatura máxima diaria cuando aumenta la magnitud del impacto de mortalidad. Mientras que para las olas de frío, la temperatura mínima diaria, por debajo de la cual se dispara la mortalidad, coincide con el percentil 5 de las series de temperaturas máximas o mínimas diarias, según área de estudio, durante el periodo

invernal (noviembre – marzo) (Mirón 2007, Díaz 2002, 2005, 2005, 2006, 2007). Sin embargo, existen estudios más recientes en los que se demuestran que los percentiles de las temperaturas de disparo de la mortalidad han ido variando en el transcurso del tiempo y que, además, puede ser diferente según las ciudades o regiones implicadas; siendo necesario abordar estudios epidemiológicos geográficamente específicos y con evaluaciones periódicas sobre la relación temperatura – mortalidad diarias para unidades territoriales apropiadas para adaptar a la realidad los planes preventivos (Mirón 2007, Pascal 2006).

A pesar de ello, en todos estos estudios se ha demostrado la existencia de una temperatura umbral o máxima diaria de disparo de mortalidad, a partir de la cual se observa un incremento acusado de la mortalidad.

En esta misma línea existen estudios en los que se ha utilizado para la definición de ola de calor y frío índices que tienen en cuenta la temperatura aparente, observándose que la humedad relativa del aire es un factor que contribuye al incremento de la mortalidad por temperaturas extremas, principalmente las cálidas (Alberdi1997, Díaz 2005, Tselepidaki 1995, Sartor 1995). Hay autores que han encontrado en sus investigaciones que a humedades relativas elevadas aumenta la mortalidad por calor, debido a que este factor dificulta la transpiración corporal. Sin embargo, otros estudios, como el realizado en Madrid, determinan una relación inversa, es decir, que a menor humedad relativa se

observa una mayor mortalidad estival. Esta relación es debida, según autores, a que a menor humedad relativa el ambiente es más seco, favoreciendo el efecto negativo de determinados contaminantes atmosféricos, como es el ozono (Sartor 1995). Otra causas que explican esta relación, en el caso del estudio realizado en Madrid, es debida a las circulaciones del aire, ya que las elevadas temperaturas en la Península Ibérica son debidas, en general, a la entrada de aire muy seco procedente de África. Mientras que los vientos húmedos procedentes del Atlántico están asociados a temperaturas no muy elevadas (Díaz 2002).

Destacar además que el exceso de mortalidad también se ha asociado a periodos de 3 o más días consecutivos de temperaturas inhabituales, ya sea en verano o en invierno y su efecto se puede observar en el mismo día o con un retraso de 3 o más días después del incremento de temperaturas (Mirón 2007, 2008). Estas asociaciones podrían ser compatibles con un efecto mayor de las temperaturas extremas en las zonas donde son poco frecuentes y ponen de manifiesto la importancia de la variación de las temperaturas en la salud humana (Martínez 2004).

Por otra parte, cabe destacar que recientes estudios han mostrado que España, y por tanto la CC.AA. de Aragón, es vulnerable a los impactos del cambio climático global, tal y como se recoge en el Informe de Impactos del Cambio Climático en España (Díaz 2005). Se prevé que el cambio climático genere una serie de impactos sobre la salud humana, tanto directos como indirectos, entre los que caben destacar los: cambios en la morbi-mortalidad en relación con la temperatura; efectos en la salud relacionados con eventos meteorológicos extremos; contaminación atmosférica y aumento de los efectos en salud asociados; enfermedades transmitidas por alimentos y el agua; y enfermedades transmitidas por vectores infecciosos y por roedores (Pratz 2000).

En las últimas reuniones del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC 2007), junto con las previsiones locales realizadas para España sobre un aumento de las temperaturas medias y de una mayor frecuencia de días con temperaturas extremas, aconseja la realización de estudios que permitan anticiparse a potenciales consecuencias de este proceso sobre la salud pública. No existiendo este tipo de estudios en nuestro país.

## II- INTRODUCCIÓN

Como hemos podido ver numerosos trabajos relacionan variables atmosféricas con indicadores sanitarios, pero en el trabajo que se está desarrollando se quiere estudiar además de los impactos citados, los efectos que ha provocado y provocarían las temperaturas extremas, y fundamentalmente las olas de calor y frío, en la salud humana, centrándonos principalmente en su afección a la tasa de mortalidad diaria. Para ello, se van a realizar dos estudios, el primero de ellos analizará la relación entre las temperaturas extremas y la mortalidad diaria para la Comunidad Autónoma de Aragón durante el periodo comprendido entre 1987 y el 2006. Estudio basado en la existencia de una temperatura de confort, en la cual se produce la mínima mortalidad, y una temperatura umbral a partir de la cual tiene lugar un aumento estadísticamente significativo de la mortalidad. Mientras que en el segundo de los estudios se pretende describir la relación futura entre estas temperaturas extremas y la mortalidad, así como su evolución, aplicando para ello escenarios climáticos y estimaciones probabilísticas y de este modo poder estimar el impacto del cambio climático sobre la salud.

Hasta el momento, no existen trabajos sobre el efecto de las temperaturas extremas en la Comunidad Autónoma de Aragón y su posible evolución en un futuro. Aunque si existen numerosos estudios sobre la evolución de estos efectos en el pasado en numerosas regiones españolas (Alberdi 1997, Díaz 2002, Mirón 2007, 2008, Pajares 1997) apenas existe bibliografía referente a los posibles impactos del cambio climático, en lo referente a las temperaturas extremas, sobre la mortalidad (Díaz 2005, Pratz 2000, Dessai 2002).

Destacar además que dicho estudio servirá como base a la hora de establecer medidas en los planes de prevención de la salud y políticas de minimización del impacto en la salud de los eventos térmicos extremos, contribuyendo así a la mejora de la planificación sanitaria en la Comunidad Autónoma de Aragón.

Como ya se ha hecho referencia, el estudio se va a realizar para Aragón, comunidad situada en el noroeste de la Península Ibérica y caracterizada, de forma general, por un clima Mediterráneo continentalizado, aunque las diferencias en latitud, las distintas influencias del Cantábrico y el Mediterráneo y por supuesto la configuración topográfica de la región nos da unas condiciones climáticas muy variadas en el territorio Aragonés. División climática que según el Atlas Climático de Aragón (López 2007), son siete los distintos tipos climáticos: el seco estepario (representativo de las zonas más áridas de la región); Mediterráneo continental (sector central y somontanos), transición Mediterráneo continental (Pirineos Occidentales y algunas zonas de la Ibérica); Submediterráneo Húmedo (algunas zonas de Montaña de la Ibérica y Pirineos); Los tipos Sumediterráneo continental cálido y Submediterráneo continental frío (Ibérica); y el clima de Montaña (áreas por encima de 1800-2000 mts). Como resultado de esta marcada zonificación

climática del territorio Aragonés, se dan unas marcadas diferencias térmicas; en el centro de Aragón, a menos de 200 metros sobre el nivel del mar, la media térmica anual se sitúa en los 14-15°C. Por encima de los 500 metros, en muelas y somontanos, hay ya un descenso de hasta dos grados, mientras que las temperaturas medias están entre los 11°C y 12°C entre los 600 y 1000 metros. Por encima de esta altura la isoterma no pasa de los 10°C.

Demográficamente Aragón cuenta con 1.345.473 habitantes (IAEST.INE 2009), de los que un 50,11% viven en la capital, Zaragoza, única ciudad de la comunidad que supera los 100.000 habitantes (674.317, según INE 2009). El resto del territorio presenta una ocupación muy débil: no en vano, Aragón, con 28,2 hab/km<sup>2</sup>, es la segunda comunidad autónoma de España con menor densidad de población, siendo sólo superada por Castilla-La Mancha.

En regiones tan diversificadas y extensas como Aragón y como ya ha ocurrido en otros estudios como el de Castilla La Mancha (Mirón 2006), se cree la necesidad de dividir Aragón en áreas, en función de las variables atmosféricas disponibles, para seleccionar una estación meteorológica representativa para todo Aragón. Selección que es el objeto de estudio de este trabajo de análisis para este artículo.

Selección de la estación representativa para su posterior utilización con indicadores sanitarios como la mortalidad.

### III- METODOLOGÍA

---

#### ***Variables de estudio.***

Los datos diarios de temperaturas máximas y mínimas para este estudio fueron suministrados por dos fuentes diferentes:

- Datos de 1 de enero de 1987 a 31 de diciembre de 2002, cedidos por la Fundación para la Investigación del Clima (FIC).
- Datos desde el 1 de enero de 2003 al 31 de diciembre de 2006, proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

El primer tratamiento que se realizó a los datos proporcionados fue la unificación y homogeneización de los mismos para todos los observatorios de Aragón, para posteriormente realizar el análisis estadístico.

Análisis que ha seguido la metodología propuesta por Mirón y colaboradores para el caso de Castilla la Mancha (Mirón 2006). Dicha metodología incluye como puntos principales el relleno de lagunas, la detección de discontinuidades y homogeneización de las series de temperatura y la división del territorio de estudio en áreas homogéneas respecto a la temperatura con la selección de una estación climatológica representativa para cada una de las áreas.

#### ***Relleno de lagunas.***

En las series que presentaron pérdidas en sus datos diarios se realizó un relleno de lagunas. Para ello se utilizaron métodos basados en la interpolación de datos de las estaciones cercanas (DeGaetano 1995, Schneider 2001). Las estaciones que se incluyeron en el estudio fueron, las que el número de días sin datos era menor del 6,5% del total (Eischeid 2000). Para el relleno de lagunas en las series de temperaturas se escogieron cuatro estaciones de referencia para cada serie a completar siempre que estas estén a menos de 300 Km de distancia de la misma y tengan una correlación con ella mayor de 0,35. Para realizar la interpolación se utilizaron los métodos de la razón normalizada, del inverso de la distancia, regresión múltiple, mejor estimador y media de los anteriores (Prieto 2004, Eischeid 1995, Young 1992). Posteriormente se escogió como serie aquella que, entre todos los métodos de interpolación testados, presentase mayor correlación con la serie original en ese mes.

#### ***Detección de discontinuidades y homogeneización de las series.***

Una vez realizado el relleno de lagunas se analizó si la variabilidad de las series obedecía a factores meteorológicos y climatológicos y no a la aplicación de la técnica relatada o a posibles inhomogeneidades o discontinuidades debidas a cambios realizados en el proceso de medición. Para ello se utilizaron métodos que no partían del conocimiento de posibles puntos de discontinuidad (Vicent 1998, Rhoades 1993). La detección de discontinuidades en las series temporales de temperaturas se realizó en dos etapas (Solow 1987). La primera, a partir de un modelo de regresión en dos fases (Lund 2002) y, posteriormente, la utilización de varios tests estadísticos que permitan asegurar

que el punto de discontinuidad identificado no sea debido a factores climáticos (Karl 1987).

### ***Regionalización en áreas homogéneas.***

Para regionalizar Aragón en áreas homogéneas respecto a la temperatura se utilizaron métodos de análisis de conglomerados jerárquicos y su posterior validación por análisis factorial. El análisis factorial por componentes principales rotadas es una técnica habitualmente utilizada en climatología (White 1991, Fernandez-Mills 1994) y está basada en que toda la información de las diferentes series se encuentra contenida en su varianza, pudiéndose distinguir áreas o regiones con una variabilidad común, afectadas por las mismas causas (Ribera 1999). Una vez definida la presencia de las diferentes zonas se procede a seleccionar la estación climatológica representativa de la misma como aquella que presente un mayor valor de correlación en la matriz de componentes principales. Debido a que este análisis se engloba en uno más amplio en el que se correlacionarán, bajo la perspectiva autonómica y provincial, los datos diarios de temperaturas máximas y mínimas con los datos de mortalidad diaria, se ha seleccionado una estación representativa para cada Provincia (Huesca, Teruel y Zaragoza). De cada estación representativa se han calculado el percentil 5, 10, 25,50, 75, 90 y 95.

El valor de significación umbral seleccionado para aceptar o rechazar las hipótesis nulas fue de 5% ( $p=0,05$ ). Los datos fueron analizados con el software estadístico PASW 18.0 licencia del Campus de la Universidad San Jorge.

## **IV- RESULTADOS**

---

Se recogieron datos de 114 estaciones climatológicas aragonesas. De ellas 52 se localizaron en Huesca, 19 en Teruel y 43 en Zaragoza. Se descartaron del análisis 21 estaciones por no presentar un número suficiente de datos. Una vez realizado el relleno de lagunas, no se detectaron problemas de homogeneidad en las series que no fuera debida a causas estrictamente climatológicas.

El análisis se realizó sobre datos de 93 estaciones climatológicas, 44 en Huesca, 15 en Teruel y 34 en Zaragoza. Los resultados muestran que tanto para temperaturas máximas como mínimas se satura un único factor y por tanto se extrae un solo componente o conglomerado para cada categoría de series de temperaturas (máximas y mínimas).

En cuanto a temperaturas máximas, un factor explica el 93,436 % de la varianza, con el único autovalor superior a 1 (52,324). El siguiente factor presenta un autovalor de 0,742 y solamente sumaría un 1,326 % al total de la varianza explicada. En la matriz de componentes principales la estación que presenta una mayor correlación es la 9898-Huesca Monflorite (correlación = 0,984).

En cuanto a temperaturas mínimas, un factor explica el 90,887 % de la varianza, con el único autovalor superior a 1 (50,897). El siguiente factor presenta un autovalor de 0,495 y solamente sumaría un 0,883 % al total de la varianza explicada. En la matriz de

componentes principales la estación que presenta una mayor correlación es la 9910-Pallaruelo de Monegros (correlación = 0,976).

Vistos estos resultados, se consideró que Aragón era una única región isoclimática y se seleccionó una única estación representativa. Considerando así a la estación 9481-Zaragoza Aeropuerto como representativa de la variabilidad de las temperaturas en Aragón. La correlación en temperaturas máximas es de 0,980 y en mínimas de 0,974.

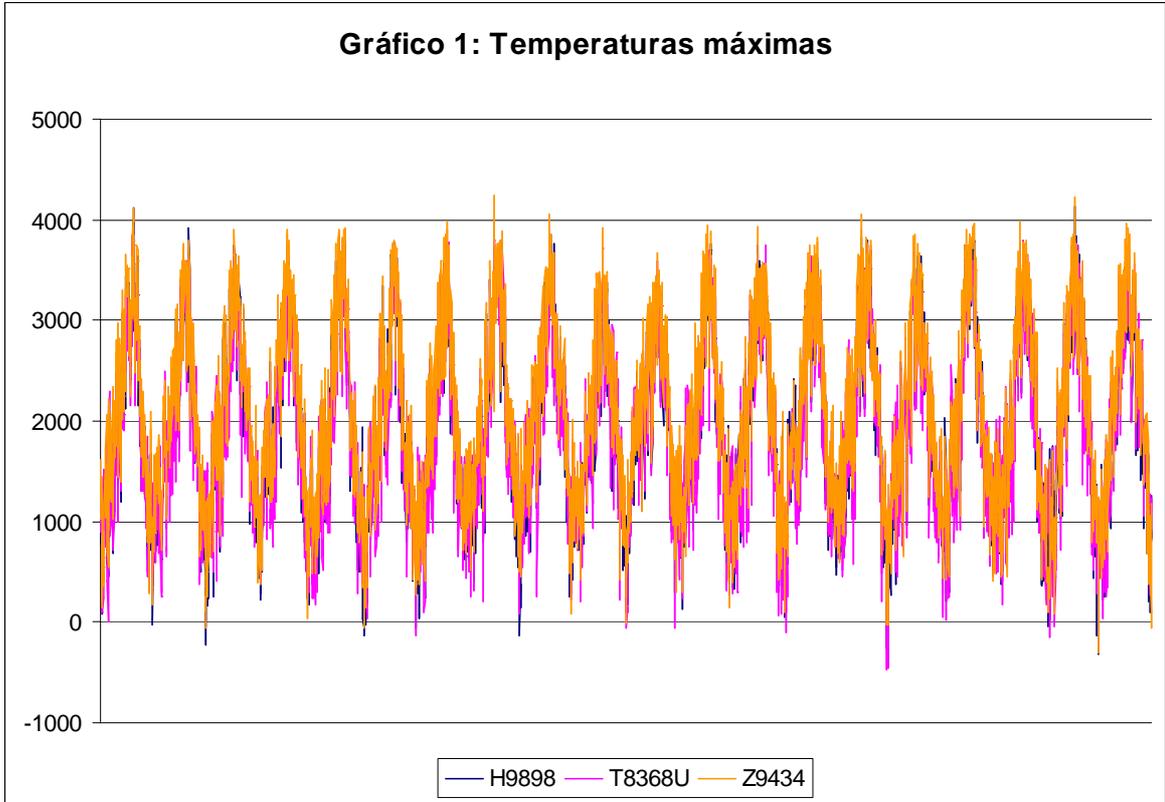
Por provincias la estación representativa fue 9898-Huesca Monflorite en Huesca (con correlación=0,896 para máximas y 0,935 para mínimas), 8368U Teruel para la provincia de Teruel (con correlación=0,989 para máximas y 0,961 para mínimas) y 9434- Zaragoza Aeropuerto en Zaragoza (con correlación=0,988 para máximas y 0,980 para mínimas).

En la tabla 1 se presentan los resultados de estadística descriptiva obtenidos para las diferentes estaciones.

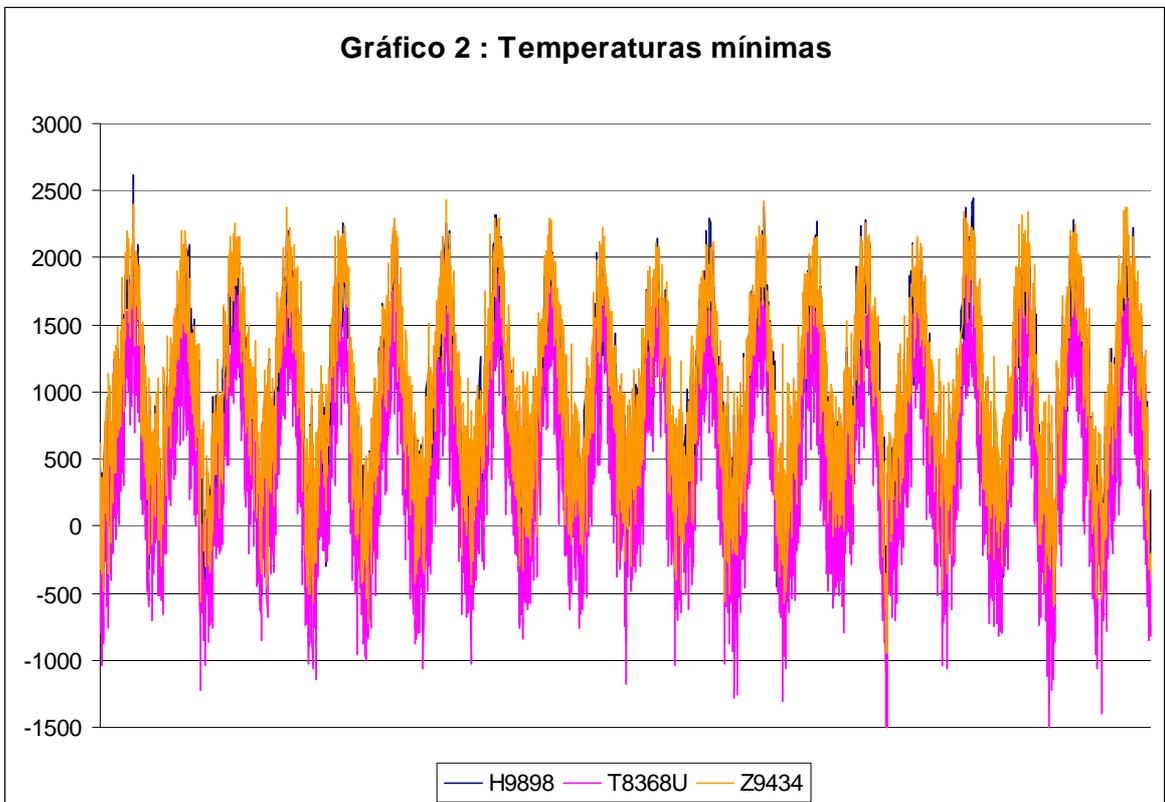
<b>Tabla 1. Percentiles de temperaturas máximas y mínimas en °C</b>						
	<b>Máximas</b>			<b>Mínimas</b>		
	<b>H9898</b>	<b>T8368U</b>	<b>Z9434</b>	<b>H9898</b>	<b>T8368U</b>	<b>Z9434</b>
Percentil 5	6,8	6,6	8,2	-1,6	-5,6	-0,4
Percentil 10	8,8	8,4	10,4	0,3	-3,6	1,5
Percentil 25	12,6	12,5	14,2	3,8	0	5,1
Percentil 50	19,2	19	20,8	8,3	4,8	10
Percentil 75	27	26,6	28,2	13,5	10,4	15,5
Percentil 90	32	31,6	33,3	17,4	13,6	18,9
Percentil 95	34	33,6	35,4	19,1	14,8	20,2

La evolución de las series temporales de temperaturas máximas y mínimas pueden verse en los gráfico 1 y 2.

**Gráfico 1: Temperaturas máximas**



**Gráfico 2 : Temperaturas mínimas**



## V- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

---

Este estudio ha supuesto el primer paso en una investigación encaminada a analizar si existe una relación entre las temperaturas extremas y mortalidad en Aragón. Debido a que no existen estudios previos en esta zona geográfica, se ha tenido que realizar el estudio desde un punto original, es decir, determinando la existencia de diferentes zonas isoclimáticas y seccionando una estación representativa de cada una de ellas. En fases posteriores del estudio se analizará si la variabilidad de las series de temperaturas de las estaciones representativas se corresponde con la variabilidad de las series de mortalidad.

Es por ello que los autores creen que este estudio no solo es obligado desde el punto de vista de la investigación particular desarrollada sino que es de una importancia relevante desde el punto de vista de la planificación sanitaria. Con los datos obtenidos de las 114 estaciones climatológicas aragonesas se ha podido determinar que Aragón corresponde a una única zona isoclimática en la que se puede seleccionar una estación representativa para todo Aragón, o para cada una de sus provincias. Que determine la variación en las temperaturas, permita determinar los picos o valores extremos de temperatura y en función de los mismos activar medidas preventivas que intenten limitar los efectos de las temperaturas extremas sobre la salud.

Para realizar este estudio se ha contado con un equipo multidisciplinar con profesionales en Física, Biología, Salud Pública, Geografía, Farmacia o Economía. Este hecho colabora de forma positiva en la realización de este tipo de trabajos que dependen de un punto de vista amplio que permita localizar todas las vertientes que presenta un fenómeno como el cambio climático.

No obstante se debe comentar que el presente estudio se ha realizado solo sobre veinte años de temperaturas diarias. A pesar de que se recomiendan valores de treinta años (Mirón 2006) el número de años analizado se ha visto condicionado por los datos diarios de mortalidad disponibles con los que se compararán éstas series y de los cuales solo se dispone de 20 años.

Las conclusiones a considerar del estudio son que Aragón es una única zona isoclimática tanto en temperaturas máximas como mínimas y que la estación representativa para toda la comunidad autónoma sería Zaragoza-Aeropuerto. Este resultado coincide con el hallado por Mirón y colaboradores en el estudio de Castilla la Mancha, en el que se consideraba toda la Comunidad Autónoma como una única región isoclimática y la estación Toledo compuesta como representativa de la misma. El punto clave para análisis posteriores y la aportación principal de este trabajo es que se puede utilizar una sola estación representativa para analizar las repercusiones de las temperaturas extremas en variables de Salud Pública como la mortalidad.

Las estaciones representativas para las provincias de Aragón son 9898-Huesca Monflorite en Huesca, 8368U-Teruel para la provincia de Teruel y 9434-Zaragoza Aeropuerto en Zaragoza.

Se debe señalar, por último que estas estaciones se sitúan en las capitales de provincia. Este hecho hace que sean ideales para analizar la correlación con los fallecimientos en las capitales de las provincias, en las que se concentra la mayoría de la población aragonesa.

## VI- BIBLIOGRAFÍA

---

Alberdi, J.C., Díaz, J. **Modelización de la mortalidad diaria en la Comunidad de Madrid (1986-1991)**. Gac Sanit, 1997; 11:9-15.

DeGaetano AT, Eggleston KL, Knapp WW. **A Method to Estimate Missing Daily Maximum and Minimum Temperature Observations**. J Appl Meteorol 1995; 34:371-80.

Dessai, S. **Heat stress and mortality in Lisbon. Part I: Model construction and validation**. International Journal of Biometeorology, 2002; 47:6-12.

Díaz, J., Jordan, A., García-Herrera, López, C., Alberdi, J.C., Hernández, E. et al. **Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly**. International Arch Occup Environ Health, 2002; 75(3):163-170.

Díaz, J., Linares, C., García-Herrera, R. **Impacto de las temperaturas extremas en la Salud Pública: Futuras actuaciones**. Revista Española de Salud Pública, 2005; 79:145-157.

Díaz, J., García-Herrera, R., Linares, C., Tobias, A., Prieto, L. **Mortality impact of extreme winter temperatures**. International Journal of Biometeorology, 2005; 49(3):179-183.

Díaz, J., Ballester, F., López-Vélez, R. **Impactos del Cambio Climático en España: 16. Impactos sobre la salud humana**. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente. 2005; 16:727-771.

Díaz, J., García-Herrera, R., Trigo, R.M., Linares, C., Valente, M.A., De Miguel, J.M., Hernández, E. **The impact of the summer 2003 heat wave in Iberia: how should we measure it?** International Journal of Biometeorology, 2006; 50:159-166.

Eischeid JK, Baker CB, Karl TR, Diaz HF. **The quality control of longterm climatological data using objective data analysis**. J Appl Meteorol 1995;34:2787-95.

Eischeid JK, Pasteris PA, Diaz HF, Plantico MS, Lott NJ. **Creating a Serially Complete, National Daily Time Series of Temperature and Precipitation for the Western United States**. J Appl Meteorol 2000; 39:1580-91.

Fernández-Mills G, Lana X, Serra C. **Catalonian precipitation patterns: Principal component analysis and automated regionalization**. Theor Appl Climatol 1994; 49:201-212.

Instituto Nacional de Estadística. Inebase. Disponible en: [www.ine.es](http://www.ine.es)

Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. Fourth Assessment Report, 2007. Disponible en: [www.ipcc.ch/ipccreports/ar4wg3.htm](http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4wg3.htm)

Karl TR, Williams CN. **An Approach to Adjusting Climatological Time Series for Discontinuous Inhomogeneities**. J Climate Appl Meteorol 1987; 26:1744-63.

López Martín, F., Cabrera Millet, M., Cuadrat Prats, J.M.. **Atlas Climático de Aragón.** Gobierno de Aragón. 2007. ISBN 978-84-8380-071-3

Lund R, Reeves J. **Detection of Undocumented Changepoints: A Revision of the Two-Phase Regression Model.** J Climate 2002; 15:2547-54.

Mackenbach JP, Kunst AEM, Looman CWN. **Seasonal variation in mortality in the Netherlands.** Journal of Epidemiology Community Health 1992; 46:261-265.

Martínez Navarro, Ferran, Simón-Soria, Fernando, López-Abente, Gonzalo et al. **Valoración del impacto de la ola de calor del verano de 2003 sobre la mortalidad.** Parte II. Temas actuales de salud pública. Capítulo 2. El medioambiente y su impacto en la salud. Gac Sanit 2004; 18 (Supl 1):250-258.

Mirón I, Montero JC, Criado- Álvarez JJ, Gutierrez G, Paredes G, Mayoral S, Linares C. Gil (4). **Tratamiento y estudio de series de temperatura para su aplicación en Salud Pública. El caso de Castilla-La Mancha.** Rev Esp Salud Pública 2006; 80: 113-124.

Mirón Pérez, I.J., Montero Rubio, J.C., Criado- Álvarez, J.J. et al. **Evolución de los efectos de las temperaturas máximas sobre la mortalidad por causas orgánicas en Castilla-La Mancha de 1975 a 2003.** Revista Española Salud Pública, 2007; 81:375-385.

Mirón Pérez, I.J., Criado-Alvarez, J.J., Díaz, J., Linares, C., Mayoral, S., Montero, J.C. **Time trends in minimum mortality temperatures in Castile-La Mancha (Central Spain): 1975-2003.** International Journal of Biometeorology, 2008; 52:291-299.

Pajares, M<sup>a</sup>S., Díaz, J., Montero, J.C., Alberdi, J.C., Mirón, I.J. **Mortalidad diaria en la Comunidad de Madrid durante el periodo 1986-1991 para el grupo de edad de 45 a 64 años: su relación con la temperatura del aire.** Revista Española de Salud Pública, 1997; 71:149-160.

Pascal M, Laaidi K, Ledrans M, Baffert E, Caserio-Schoneman C, Le Teatre A et al. **France's heat watch warning system.** Int J Biometeorol, 2006, 50(3):144-153.

Pratz, J.A., McGeehin, M.A., Bernard, S.M., Ebi, K.L., Epstein, P.R. **The potencial health impacts of climate variability and change for the United States: Executive summary of the Report of the Health Sector of the U.S.** National Assessment. Environmental Health Perspectives, 2000; 108:367-376.

Prieto L, García Herrera R, Díaz J, Hernández E, Del Teso T. **Minimum extreme temperatures over Peninsular Spain.** Global Planetary Change 2004; 44:59-71.

Rhoades DA, Salinger MJ. **Adjustment of temperature and rainfall records for site changes.** Int J Climatol 1993; 13:899-913.

Ribera P. **Patrones de variabilidad climática en el Mediterráneo.** Tesis doctoral. 173p. Universidad Complutense. Madrid, 1999

Sartor, F., Snacken, R., Demuth, C., Walckiers, D. ***Temperature, ambient ozone levels and mortality during summer 1994 in Belgium.*** Environ Res, 1995; 70:105-113.

Schneider T. ***Analysis of Incomplete Climate Data: Estimation of Mean Values and Covariance Matrices and Imputation of Missing Values.*** J Climate 2001; 14:853-71.

Solow AR. ***Testing for climate change: An application of the two-phase regression model.*** J Climate Appl Meteorol 1987; 26:1401-5.

Tselepidaki IG, Asimakopoulos DN, Katsouyanni K, Moustris C, Touloumi G, Pantazopoulou A. ***The use of a complex thermohygrometric index in predicting adverse health effects in Athens.*** International Journal Biometeorology, 1995; 38(4):194-198.

Vicent, L. A. ***A technique for the identification of inhomogeneities in Canadian temperature series.*** J Climate 1998; 11:1094-1104.

White D, Richman M, Tarnal B. ***Climate Regionalization and Rotation of Principal Component Analysis.*** Int J Climatol 1991; 11:1-25.

Young KC. ***A three-way model for interpolating monthly precipitation values.*** Mon Weather Rev 1992; 120:2561-9.