



UGR

Universidad  
de Granada

**TRABAJO FIN DE MÁSTER EN GEOFÍSICA Y METEOROLOGÍA**

# **CAMBIO CLIMÁTICO: ESTUDIO SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS EN ESPAÑA (1950-2007) CON LA BASE DE DATOS “SPAIN02”.**

**PEDRO JOSÉ GÓMEZ CASCALES**

**Septiembre 2016**

## **RESUMEN**

En este trabajo se hace un repaso del comportamiento térmico que se ha registrado en la Península Ibérica y las Islas Baleares en los últimos años, concretamente durante el periodo 1950-2007. Con el uso de la base de datos SPAIN02, se confeccionan y describen mapas de temperaturas máximas y mínimas de ámbito anual y estacional, representando escenarios que ayudan a minimizar la incertidumbre en la modelización del Cambio Climático, tratando así de cubrir el espectro de las posibles situaciones futuras. En general, los resultados muestran una tendencia al alza de las temperaturas, dando lugar a una propensión al ascenso térmico más acusada en los relieves montañosos (especialmente en los Pirineos) y el entorno del Estrecho de Gibraltar, mientras que en la mayor parte del litoral peninsular la inclinación al alza es poco importante o ligada al estancamiento. Así pues, este estudio constituye un apoyo más a la noción llevada a cabo por otras investigaciones de la misma naturaleza, corroborando a su vez la influencia antropogénica en el calentamiento del Planeta.

**Palabras clave:** temperatura, máximas, mínimas, tendencias, Cambio Climático, España.

# INTRODUCCIÓN

El calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado (IPCC, 2014). No obstante, la temperatura del aire no está ascendiendo de forma uniforme en nuestro Planeta, ni espacialmente ni temporalmente (JONES et al., 1999).

A propósito de ello, centrándonos en nuestro ámbito de estudio, en España todas las investigaciones llevadas a cabo a lo largo del siglo XX apuntan a un ascenso térmico progresivo. No obstante, existen ciertas discrepancias en el conjunto general de estudios de temperatura, habiendo autores que indican que las temperaturas máximas han aumentado más que las temperaturas mínimas, mientras que otros aseguran todo lo contrario. Esta disconformidad puede deberse a las diferentes fuentes o patrones que se han utilizado para el análisis. Por ejemplo, la circulación atmosférica (ZORITA et al., 2005; MAHERAS et al., 1999), la frecuencia en los Tipos de Tiempo (BERMEJO AND ANCELL, 2009) o la asociación entre la NAO (*North Atlantic Oscillation*) y el modelo SST (*Sea Surface Temperatures*) (SÁENZ et al., 2001a, 2001b; CASTRO-DÍEZ et al., 2002).

El objetivo de este trabajo es analizar con detalle la evolución y estudio de las tendencias de las temperaturas máximas y mínimas en España, concretamente en la Península Ibérica y las Islas Baleares, a lo largo del periodo 1950 – 2007, por medio de la utilización de la base de datos SPAIN02 (HERRERA, 2011; HERRERA et al., 2012). Se pretende alcanzar el propósito de tener una idea clara y concisa del comportamiento térmico de la mayor parte de España en una etapa reciente, que abarca un total de 57 años, para tener la posibilidad de estimar los posibles impactos y la vulnerabilidad existente en los distintos sectores poblacionales sensibles a las condiciones climáticas, y por tanto para llevar a cabo acciones de adaptación a sus efectos.

## DATOS Y METODOLOGÍA

La **base de datos** utilizada para la obtención de resultados ha sido la de SPAIN02 (HERRERA, 2011; HERRERA et al., 2012), perteneciente al Grupo de Meteorología de Santander, desarrollada y utilizada en el marco de los proyectos EXTREMBLES y ESTCENA para distintos estudios del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

(PNACC). Se hace balance de los datos diarios, clasificados en el trabajo de manera anual y estacional, de temperatura máxima (Tx) y temperatura mínima (Tm), sobre una rejilla regular de 0,2° x 0,2° (aproximadamente 20 kilómetros), que constata la versión 2 (v2) de esta serie histórica.

La **metodología** empleada para la realización de este trabajo ha sido la siguiente:

Los cálculos se han desarrollado en el lenguaje de programación R (<https://cran.r-project.org/>). Las funciones desarrolladas se han realizado usando scripts desarrollados en lenguaje shell de Linux. Para la representación de los mapas se ha utilizado el software libre GMT (<http://gmt.soest.hawaii.edu/>), manejando para la puesta a punto el software geográfico gvSIG 1.12 (<http://www.gvsig.com/es>). Así pues, se elaboran mapas de temperaturas máximas y mínimas de distribución anual y estacional. Para la representación de los mismos se utilizan las paletas de colores “rainbow” y “polar”.

Los mapas de tendencias se estiman llevando a cabo el método de pendientes de Sen (SEN, 1968). Se trata de un sistema no paramétrico para calcular la pendiente de la tendencia (Ti) en una muestra con un determinado número de datos (N).

$$T_{med} = \begin{cases} T_{\left[\frac{N+1}{2}\right]}, & \text{si } N \text{ es impar} \\ \frac{T_{\left[\frac{N}{2}\right]} + T_{\left[\frac{(N+2)}{2}\right]}}{2}, & \text{si } N \text{ es par} \end{cases}$$

## RESULTADOS

Se confeccionan y comentan los siguientes mapas: media de las temperaturas máximas y mínimas anuales, media de las temperaturas máximas y mínimas estacionales, desviación típica de las temperaturas máximas y mínimas estacionales, tendencia decadal de las temperaturas máximas y mínimas estacionales, índices extremos de las temperaturas máximas (NDC: Número de Días Cálidos, NDF: Número de Días Fríos, DOC: Duración de Olas de Calor, DOF: Duración de Olas de Frío) e índices extremos de las temperaturas mínimas (NNC: Número de Noches Cálidas, NNF: Número de Noches Frías, NNT: Número de Noches Tropicales).

## CONCLUSIONES

En los últimos años, bajo carácter anual, la zona más cálida corresponde al área metropolitana de Sevilla, mientras que la zona más fría incumbe a los Pirineos (especialmente catalán y aragonés) y a las peculiares condiciones microclimáticas de Sierra Nevada. Además, por un lado, se observa que en las temperaturas máximas, bajo un carácter estacional, la primavera es la estación más proclive a cambios y el invierno es en la que se produce un mayor estancamiento. Además, en zonas de litoral apenas se reportan alteraciones térmicas (excepto en las Islas Baleares), tendiendo a sufrir cambios las zonas de interior, especialmente relieves montañosos (importante en los Pirineos). Por otro lado, se observa que en las temperaturas mínimas, bajo un carácter estacional, el invierno es la estación más proclive a cambios y el verano es en la que se produce un mayor estancamiento. Igualmente, en la tendencia decadal de las temperaturas máximas por estaciones, se prevé una tendencia encaminada a un ligero, pero progresivo, ascenso térmico con el paso de los años. Sin embargo, en la tendencia decadal de las temperaturas mínimas por estaciones, se prevé una tendencia encaminada a un ligero ascenso térmico, junto a grandes áreas de estancamiento, con el paso de los años. Por último, en el análisis de los índices extremos predomina la tónica general rumbo al ascenso de las temperaturas, compartiendo protagonismo con las superficies donde se da un estancamiento.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero dar las gracias a mi familia, por el apoyo e implicación que me han hecho sentir durante el curso desde cientos de kilómetros. Sin ellos, mi especialización en geofísica y meteorología no hubiera sido posible.

También, después de realizar las prácticas tuteladas en el Centro Meteorológico Territorial de AEMET Murcia, quiero retribuir la implicación que han llevado a cabo D. Luis María Bañón Peregrín, como tutor, enseñándome un sinfín de comandos y tareas meteorológicas a aplicar mediante un SIG (Sistema de Información Geográfica). Así mismo, a D. Juan Andrés García Valero, como cotutor, por su lección de sabiduría en temas de Cambio Climático.

Por último, y no por ello menos importante, reconocer la labor de todo el cuerpo de profesorado que me han formado a lo largo del máster, haciendo hincapié sobre las profesoras de la asignatura de "*Climatología y Cambio Climático*": Dña. María Jesús Esteban Parra, Dña. Sonia Raquel Gámiz Fortís y Dña. Yolanda Castro Díez.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SEN, P.K. (1968): Singular spectrum analysis in nonlinear dynamics, with applications to paeloclimatic time series. *Physica D*. nº35, pp. 395-424.
- MAHERAS, P., XOPLAKI, E., DAVIES, T.D., MARTÍN-VIDE, J., BARRIENDOS, M. and ALCOFORADO M.J. (1999): Warm and cold monthly anomalies across the Mediterranean Basin and their relationship with circulation: 1860– 1990, *Int. J. Climatol.*, 19, 1697–1715.
- JONES, P.D., NEW, M., PARKER, D.E., MARTIN, S. and RIGOR, I.G. (1999): Surface air temperature and its changes over the past 150 years. *Rev. Geophys.*, 37(2), 173-199.
- SÁENZ, J., ZUBILLAGA, J., RODRÍGUEZ-PUEBLA, C., and FERNÁNDEZ, J. (2001a, 2001b): Interannual winter temperature variability in the north of the Iberian peninsula, *Clim. Res.*, 16, 169–179. Interpretation of interannual winter temperature variations over Southwestern Europe, *J. Geophys. Res.*, 106 (D18), 20,641– 20,652.
- CASTRO-DÍEZ, Y., POZO-VÁZQUEZ, D., RODRIGO, F.S., and ESTEBAN-PARRA, M.J. (2002): NAO and winter temperature variability in southern Europe. *Geophysical Research Letters*, 29(8), 1160. Doi: 10.1029/2001GL014042.
- ZORITA, E., GONZÁLEZ-ROUCO, J.F., VON-STORCH, H., MONTAVEZ, J.P. and VALERO, F. (2005): Natural and anthropogenic modes of surface temperature variations in the last thousand years. *Geophys. Res. Lett.*, 32, L08707. Doi: 10.1029/2004GL021563.
- BERMEJO, M. and ANCELL, R. (2009): Observed changes in extreme temperatures over Spain during 1957-2002, using Weather Types, *Revista de Climatología*, 9, pp. 45-61.
- HERRERA, S. (2011): Desarrollo, validación y aplicaciones de SPAIN02: una rejilla de alta resolución de observaciones interpoladas para precipitación y temperatura en España. Physical Dissertation. Universidad de Cantabria. ([www.meteo.unicam.es/tesis/herrera](http://www.meteo.unicam.es/tesis/herrera)).
- HERRERA, S., GUTIÉRREZ, J.M., FRÍAS, M.D., and FERNÁNDEZ, J. (2012): New version of SPAIN02: Daily precipitation and temperature data for downscaling studies. 8º Congreso Internacional AEC.