

# RESCATE DE DATOS CLIMÁTICOS Y CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DE TEMPERATURAS Y PRECIPITACIONES MENSUALES EN LA ESPAÑA PENINSULAR PERIODO 1916-2015

Dhais Peña ANGULO<sup>1</sup>, José Carlos GONZÁLEZ HIDALGO<sup>1</sup>, Miquel BRUNETTI<sup>2</sup>, Mónica AGUILAR<sup>3</sup>, Santiago BEGUERÍA<sup>4</sup>, Miquel TOMÁS<sup>4</sup>, Marcos RODRIGUES<sup>1,5</sup>

*1 Departamento de Geografía y OT, Universidad de Zaragoza, España*

*2 Instituto de Ciencias de la atmósfera y Clima (CNR-ISAC), Bolonia, Italia*

*3 Departamento de Geografía física y regional, Universidad de Sevilla, España*

*4 Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC), Zaragoza, España*

*5 Departamento de Agricultura e Ingeniería Forestal, Universidad de Lleida, España*

**dhaispa@gmail.com**

## RESUMEN

Los libros de resúmenes anuales publicados por los sucesivos servicios meteorológicos de España contienen información no analizada hasta el presente. El proyecto CLICES (CLImate of the last CEntury in Spanish mainland) financiado por el Gobierno de España y la Unión Europea, tiene como objetivo inicial completar el rescate de la información referida a los promedios mensuales de temperatura máxima y mínima y totales de precipitación mensual, y emparejar esta información con los registros ya digitalizados en los archivos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet). El objetivo final es elaborar una malla secular (1916-2015) maximizando el empleo de toda la información disponible. Las nuevas mallas no se obtendrán a partir de la reconstrucción e interpolación a partir de un número constante de observatorios, sino mediante la interpolación de los datos disponible en cada momento temporal, obteniendo así información continua en el tiempo y el espacio. Este método supone una ventaja frente a la reconstrucción individualizada de las series temporales, ya que permite trabajar con toda la información aprovechable, independientemente de la longitud de cada serie, si bien plantea problemas metodológicos derivados de que en cada campo mensual reconstruido varían la localización y el número de observatorios empleados. En el presente trabajo se presentan los resultados iniciales relativos a la disponibilidad de información, incidiendo en aquella aportada por los Libros Resúmenes no incluida en los archivos de AEMet.

**Palabras clave:** temperatura, precipitación, base de datos, interpolación, validación

## ABSTRACT

The collection of books Resúmenes Anuales (Annual Books) published by the different meteorological agencies of Spain Government have information non-digitalized and converted to alphanumeric data.

The national project “CLICES” (CLImate of the last CEntury in Spanish mainland) is funding by Spain government and European Union. The main objective of this project is to create a database based on rescue the information in Annual Books and digitalized achieve from meteorological Agency (AEMet), about maximum and minimum monthly temperature and total precipitation. In each year, we use the available information and we apply the interpolation method to obtain continua information in the space and time. Finally, we are going to have a secular grid (1916-2015), using all available information. This method is an advantage in front of the other methods, like temporal reconstruction, because it is possible to work with all available information, regardless of the length of the series.

In this study, we present initial results about the new monthly temperature and precipitation database, and the first result about validation of method applied.

**Key words:** temperature, precipitation, validation, database, interpolation

## 1. INTRODUCCIÓN

Entender las variaciones que se producen en los elementos del clima (temperaturas, precipitaciones, etc.), requiere de bases de datos con alta resolución espacial y prolongadas en el tiempo. En la actualidad existen numerosas bases de datos de elementos del clima que cuando son prolongadas en el tiempo se caracterizan por una escasa resolución espacial, y viceversa. No obstante, el continuado rescate de datos climáticos de las más diversas procedencias sugiere que progresivamente se puede lograr incrementar la información del pasado, lograr aumentar la resolución espacial de los análisis y poder caracterizar cada vez mejor el momento actual que vivimos en un contexto temporal y espacial. Este es el principal objetivo del actual proyecto CLICES (CLImate of the last CEntury in Spanish mainland), financiado por el gobierno de España y la Unión Europea a través del Fondo Social Europeo, y desarrollado entre las universidad de Zaragoza, Barcelona, Sevilla y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

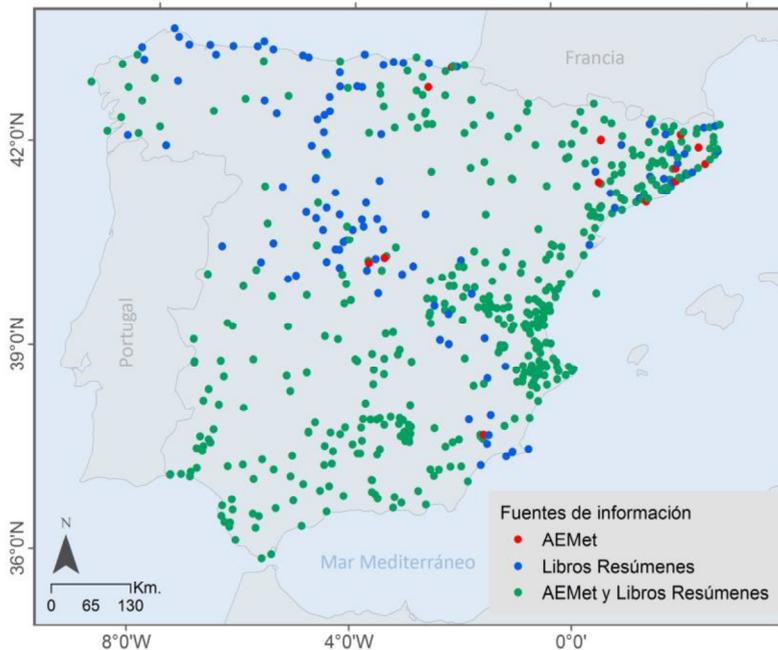
En el caso de España peninsular, la necesidad de obtener una base de datos climática de alta resolución espacial y extendida en el tiempo es una tarea relevante desde el punto de vista del análisis climático pues el territorio se caracteriza por una alta variabilidad climática por sus características geográficas (localización, altitud, disposición del relieve, influencia de diferentes masas de aire, etc.). Estas características suponen que las temperaturas y la precipitación sean altamente variables, y por tanto sus patrones temporales y espaciales sean más difíciles de conocer, modelar y estimar. Así lo indican las recientes investigaciones centradas en los patrones espaciales y temporales de las precipitaciones (González-Hidalgo et al., 2011; de Luís et al., 2010), y temperaturas (González-Hidalgo et al., 2011; del Río et al., 2011, 2012; Peña-Angulo et al., 2016) de la España peninsular.

En este trabajo se presenta la propuesta metodológica que se desarrollará en el proyecto CLICES para crear una nueva base de datos de temperatura media mensual (de máximas y mínimas) y precipitaciones mensuales en el territorio peninsular español, con la que se elaborará una malla de la más alta resolución posible en un periodo de 100 años (1916-2015).

## 2. DATOS

En el proyecto CLICES se trabaja con dos fuentes de información, que permitirán crear una base de datos para los promedios mensuales de máximas y mínimas, así como los totales de precipitación mensuales. En primer lugar, los registros de ambas variables climáticas facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMet). En segundo lugar, en el proyecto CLICES analizará los datos de ambas variables procedentes de los libros “Resúmenes anuales” digitalizados en sucesivos proyectos previos y convertidos a valores alfanuméricos. Ambas fuentes de información permiten aumentar la información espacial de las variables climáticas de trabajo (Fig. 1).

La información de los libros ha sido escaneada, revisada, y emparejada con los datos de las series temporales más actuales. Los datos de los libros fueron escaneados y corregidos visualmente para detectar diferentes tipos de errores (tipográficos, transposición de columnas, pérdida de decimales, entre otros). La información contenida en los libros Resúmenes se circunscriben, fundamentalmente, al periodo 1916-1949.



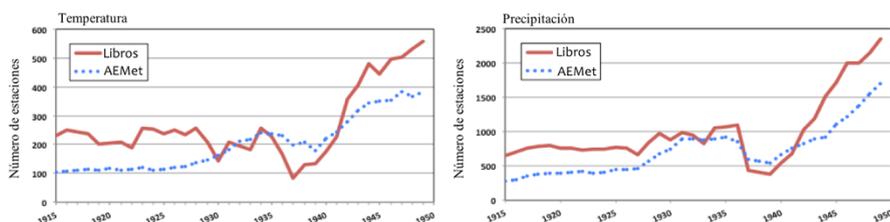
*Fig. 1: FUENTES DE INFORMACIÓN DE LAS ESTACIONES DISPONIBLES DE PRECIPITACIÓN MENSUAL EN 1916 EN LA ESPAÑA PENINSULAR*

## 3. METODOLOGIA Y RESULTADOS PRELIMINARES

En diferentes proyectos ministeriales <sup>1</sup>, el Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza, en colaboración con otras instituciones, han utilizado los datos climáticos digitalizados de la AEMet, para la creación de bases de datos de temperatura y precipitaciones mensuales durante la segunda mitad del siglo XX (González-Hidalgo et al., 2015, 2011).

En el presente proyecto CLICES el reto es distinto, y requiere de una nueva metodología para aprovechar la totalidad de la información disponible procedente de ambas fuentes. El punto de partida es simple: tanto en los fondos documentales de AEMet, como en los datos procedentes de los Libros Resúmenes, existe una ingente cantidad de información procedente de observatorios con escaso tiempo de observación, que tradicionalmente ha sido descartada. En el presente proyecto se trata de maximizar dicha información allí y cuando fuera posible.

Los estudios preliminares de ambas fuentes, AEMet y libros Resúmenes, han indicado que el número de observatorios con datos de temperatura y precipitación mensual, en los primeros 50 años del siglo XX (Fig. 2), es superior en los Libros Resúmenes que en los datos digitalizados de la AEMet. En suma, existe información no ya no ha sido analizada con anterioridad sino también desconocida. Al combinar ambas fuentes documentales, el número de observatorios hasta el periodo de la guerra civil española es, aproximadamente, 300 en temperaturas y 850 en precipitaciones, siempre con mayor aporte documental de los libros Resúmenes que los archivos de AEMet. Tras el descenso del periodo bélico, la recuperación durante los años cuarenta también indica mayor número de registros en los Libros Resúmenes que en los archivos de AEMet hasta 1949.



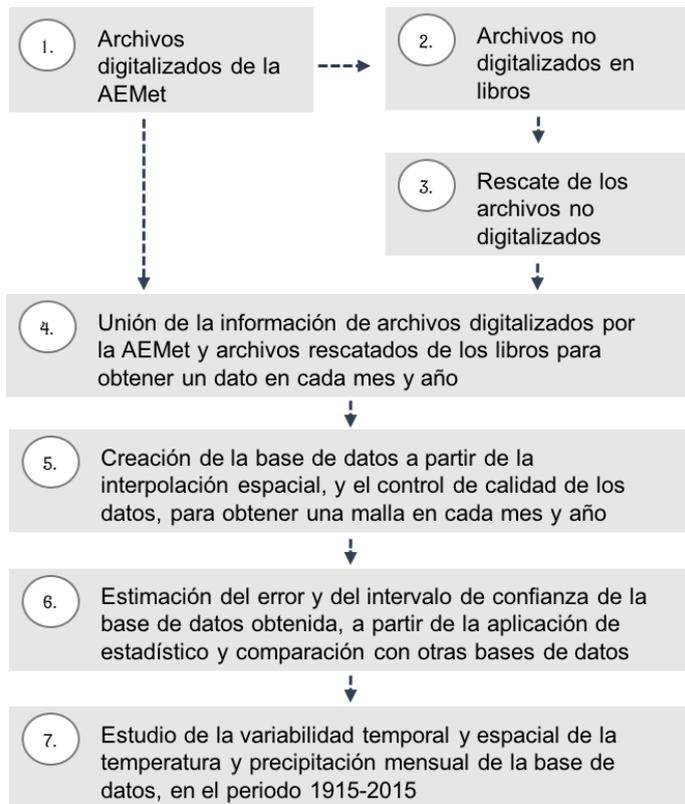
*Fig. 2: Número de estaciones de España peninsular con registros de promedios mensuales de temperatura (izquierda) y totales mensuales de precipitaciones (derecha) presentes en los archivos de la AEMet (línea azul) y los libros resúmenes anuales (línea roja) (1915-1950).*

Tradicionalmente los estudios de evolución de los elementos del clima se han venido desarrollando mediante la reconstrucción de observatorios a partir de las llamadas series de referencia elaboradas con las estaciones vecinas que cumplen ciertos criterios. La reconstrucción temporal a partir de serie de referencia requiere un periodo

<sup>1</sup> Desarrollo de índices de sequía sectoriales: mejora de la monitorización y alerta temprana de las sequías en España-2, DESEMON-2 (CGL2014-52135-C3-3-R); Impactos Hidrológicos del Calentamiento Global en España HIDROCAES (CGL2011-27574-C02-01); Cambio climático: base de datos de precipitaciones, análisis de tendencias e impactos en los sistemas naturales (CGL2008-05112-C02-01/CLI); Base de datos de precipitaciones mensuales de España (CGL2007-65315-C03-01/CLI).

común amplio entre las series temporales, circunstancia que en muchas ocasiones en las series de registros procedentes de los Libros y de los fondos documentales de AEMet no es posible. Por ello, en el proyecto CLICES, se propone un planteamiento diferente que consiste en realizar una reconstrucción espacial, es decir obtener información continua en el espacio, en cada unidad de tiempo de estudio (año y mes), para obtener finalmente información continua en el periodo estimado.

La metodología propuesta para la creación de la nueva base de datos de temperatura y precipitación mensual se esquematiza en la Figura 3, y parte del emparejamiento de la información de los datos digitalizados de AEMet con los datos procedentes de los libros de resúmenes anuales, sobre los que se aplicará un método de interpolación mes a mes para obtener información continua en el espacio en el periodo 1916-2015. Durante la creación de la base de datos se realiza el control de calidad de los mismos para detectar y eliminar los valores erróneos.



*Fig. 3: Esquema de la metodología propuesta.*

El número de estaciones disponibles varía en cada año y cada mes (Fig. 4a-f); esto indica que toda la información registrada de la que hemos tenido conocimiento se analizará independientemente de la longitud de la serie temporal de la que procede

cada dato; pero también implica una fuente de error pues la confianza en la estimación de los valores de la malla resultante es menor cuanto menor es el número de estaciones disponibles, y viceversa. En resumen, uno de los aspectos cruciales a analizar en la malla resultante de la interpolación en cada año y mes es la estimación de su confianza.

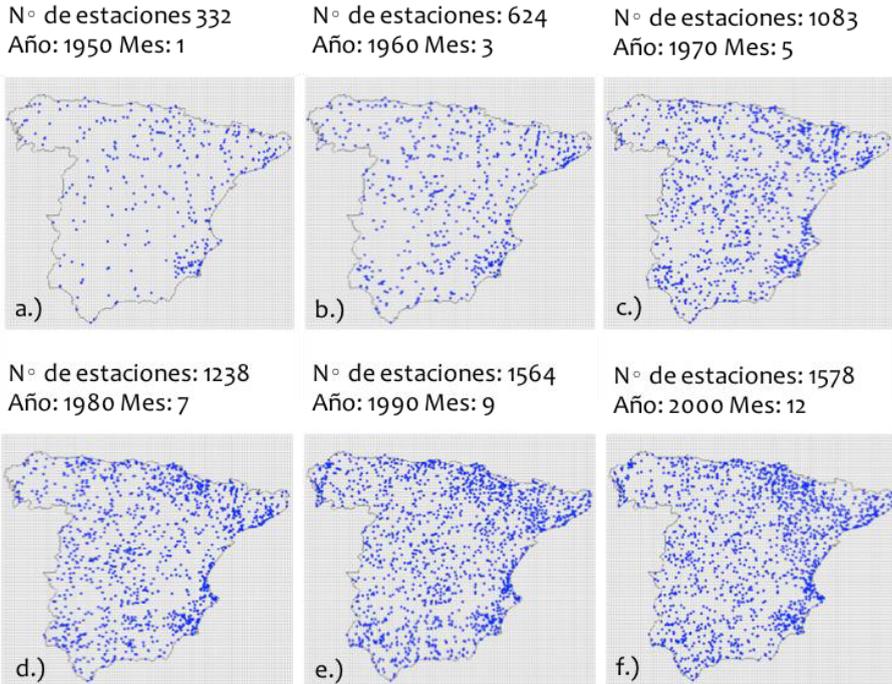
La estimación de la fiabilidad del proceso se realizará comparando los resultados de su aplicación durante el periodo 1950-2010, durante el cual se dispone de dos bases de datos tanto en temperatura (MOTEDAS, González-Hidalgo, et al., 2015) como en precipitación (MOPREDAS, González-Hidalgo, et al., 2011). El contraste se realizará comparando sus tendencias y su climatología anual, con el objetivo de verificar si el método propuesto en el proyecto CLICES produce resultados semejantes a los ya estimados en MOTEDAS y MOPREDAS.

Inicialmente se realizarán pruebas con diferentes métodos de interpolación para identificar cuál de ellos captura mejor las diferencias espaciales, teniendo en cuenta los vacíos de información en el área de estudio que se pueden observar en los primeros años de los datos. En cada caso, además, para estudiar el efecto en el método de interpolación del cambio del número de estaciones en cada año y mes se procederá a comparar los estadísticos de error (Error Absoluto Medio, Error Cuadrático Medio, etc) en dos situaciones: la primera en la interpolación realizada con el mínimo número de estaciones disponibles, y la segunda en el momento de máximo número de estaciones disponibles.

#### 4. CONCLUSIONES

Los trabajos preliminares del proyecto CLICES han permitido verificar los siguientes aspectos:

- Existe una gran cantidad de información climática anterior a 1950 publicada en los Libros Resúmenes de los Servicios Meteorológicos de España que no está presente en los archivos de AEMet y no ha sido estudiada aún.
- La combinación de esta información con la ya disponible en los archivos de AEMet aumenta la densidad espacial y temporal de registros climáticos si bien en numerosos casos las series de observaciones de ambas fuentes documentales son muy cortas y los procedimientos clásicos de reconstrucción con vecinos no son factibles.
- En el proyecto CLICES se propone un planteamiento diferente que permite analizar toda la información con independencia de su origen y que consiste en analizar cada campo mensual independientemente; como contrapartida el procedimiento exige contemplar con sumo cuidado la fiabilidad de los resultados finales.
- Se estima que el resultado final del proyecto serán sendas mallas de promedios mensuales de temperaturas máximas y mínimas, así como totales de precipitaciones en resolución espacial entre 50 y 25 km<sup>2</sup>, sin duda las de mayor resolución logradas hasta el momento.



*Fig. 4: Distribución espacial de las estaciones de temperatura en diferentes momentos del periodo de estudio: a.) Enero de 1950, b.) Marzo de 1960, c.) Mayo de 1970, d.) Julio de 1980, e.) Septiembre de 1990, f.) Diciembre de 2000,*

#### AGRADECIMIENTOS

Gobierno de España, Proyectos DESEMON, (CGL2014-52135-C3-3-R) y CLICES (CGL2017-83866-C3-1-R).

#### REFERENCIAS

- Bladé I, Castro-Díez Y. (2010). Tendencias atmosféricas en la Península ibérica durante el periodo instrumental en el contexto de la variabilidad climática. In *Clima en España: Pasado, Presente y Futuro*, Perez F, Boscolo R (eds). MedCLIVAR: Madrid, 25–42.
- Brunet M, Jones P, Sigro J, Saladie O, Aguilar E, Moberg A, Della-Marta PM, Lister D, Walther A, Lopez D. (2007). Temporal and spatial temperature variability and change over Spain during 1850–2005. *J. Geophys. Res.* 112: D12117.
- Brunetti M, Maugeri M, Monti F, Nanni T. (2006). Temperature and precipitation variability in Italy during the last two centuries from homogenized instrumental time series. *Int. J. Climatol.* 26: 345–381.

- del Río S, Herrero L, Pinto-Gomes C, Penas A. (2011). Spatial analyses of mean temperature trends in Spain over the period 1961–2006. *Glob. Planet. Change* 78: 65–75.
- del Río S, Cano-Ortiz A, Herrero L, Penas A. (2012). Recent trends in mean maximum and minimum air temperatures over Spain(1961–2006). *Theor. Appl. Climatol.* 109: 605–626.
- de Luis, M., Brunetti, M., González-Hidalgo, J.C., Longares, L.A., Matin-Vide, J. (2010). Changes in seasonal precipitation in the Iberian Peninsula during 1946–2005. *Global and Planetary Change*, 74, 27–33.
- González-Hidalgo J.C., Brunetti M., de Luis M. (2011). A new tool for monthly precipitation analysis in Spain: MOPREDAS database (Monthly precipitation trends December 1945- November 2005). *International Journal of Climatology* 31: 715–731.
- Gonzalez-Hidalgo J.C., Peña-Angulo D, Brunetti M, Cortesi C (2015) MOTEDAS: a new monthly temperature database for mainland Spain and the trend in temperature (1951-2010). *International Journal of Climatology* 35: 4444–4463.