Revista de Climatología

Vol. 14 (2014): 81-97 ISSN 1578-8768

©Copyright de los autores de cada artículo. Se permite su reproducción y difusión por cualquier medio, siempre que se haga sin interés económico y respetando su integridad

Creación de una base de datos con series largas de precipitación en la Región de Murcia y análisis temporal de la serie media anual, 1914-2013

Víctor Ruiz Álvarez[1], Arturo Sanchez-Lorenzo[2,3] y Ramón García Marín[1]

[1] *Departamento de Geografía, Universidad de Murcia, Murcia, España*

[2] *Departamento de Física, Universitat de Girona, Girona, España*

[3] *Instituto Pirenaico de Ecología, Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Zaragoza, España*

< victoruiz_92@hotmail.com> <arturo.sanchez@udg.edu> <ramongm@um.es>

(Recibido: 30-Jul-2014. Publicado: 24-Nov-2014)

Resumen

En este estudio se describe la reconstrucción de series largas de precipitación en la Región de Murcia (sureste de España), basado en registros mensuales obtenidos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Las primeras observaciones disponibles de precipitación en Murcia se registraron en 1863, en la estación meteorológica de la ciudad de Murcia, con 5 estaciones meteorológicas disponibles a principios de la década de 1910, y alrededor de 20 en el decenio de 1940, disponiendo de datos a partir de mediados de 1950 en 41 estaciones. Se ha puesto especial énfasis en el proceso de homogenización y relleno de lagunas en las series de precipitación reconstruidas. Se ha estudiado la variabilidad de la serie media anual de precipitación de la Región de Murcia (periodo 1914-2013), la cual muestra un ligero descenso estadísticamente no significativo. Finalmente, se han observado diferencias importantes en la evolución de las precipitaciones observadas respecto a las estimadas por el *20th Century Reanalysis Project*.

Palabras clave: Precipitación, base de datos, homogeneidad, tendencias, Murcia.

Abstract

This study describes the construction of a dataset of long-term precipitation in the Region of Murcia (southeast Spain), based upon 41 monthly series obtained from the Spanish Agencia Estatal de Meteorologia (AEMET). The first available measurements of precipitation in Murcia are recorded in 1863 at the station of Murcia City, with 5 stations available in the early 1910s, around 20 in the 1940s, and all since the mid- 1950s. Particular emphasis is placed upon homogenization and gap filling of the series. The temporal variability and trend of the precipitation in Murcia have been studied for the whole Region of Murcia (period 1914-2013) on annual basis, which shows a slight decrease that it is statistically non-significant. Finally, there is a poor agreement between the changes in the observed precipitation series and the estimated by the 20th Century Reanalysis Project.

Key words: *Precipitation, database, homogeneity, trends, Murcia.*

1. Introducción

En las últimas décadas se está produciendo un aumento y generalización de las preocupaciones referidas a los cambios que se están originando en el clima terrestre debido a la actividad humana. De hecho, el análisis de la variabilidad temporal de los elementos climáticos es uno de los temas al que se presta más atención en la investigación climática actual; y tal interés deriva de la necesidad prioritaria de distinguir entre la variabilidad natural del clima y la inducida por la acción antrópica (IPCC, 2013; Cuadrat *et al.*, 2011).

Aunque todavía existen algunas incertidumbres sobre el reciente cambio climático de origen antrópico, es indudable que en las últimas décadas se han producido anomalías y cambios que no habían tenido precedentes en los últimos siglos. En el quinto informe (Fifth Assessment Report, AR5) realizado por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) se exponen toda una serie de cambios en numerosas variables del sistema climático, tanto las procedentes de observaciones desde superficie y satelitales como simulaciones mediante modelos climáticos (IPCC, 2013). En este sentido, en las últimas décadas se ha incrementado considerablemente el número de estudios sobre la evolución y las tendencias de las precipitaciones. Este tipo de trabajos se ha desarrollado sobre todo debido a la preocupación predominante sobre el futuro mantenimiento de los recursos hídricos, más si cabe si la frecuencia e intensidad de las sequías se acentúa en áreas como el sur de Europa (Rajczak *et al.*, 2013).

Por lo que respecta a las tendencias globales de las precipitaciones, en el AR5 (IPCC, 2013) se observa (figura 1) que en las latitudes medias del Hemisferio Norte (30°-60°N) se produce, para el periodo 1901-2010, un aumento generalizado de las precipitaciones, con tendencias positivas y estadísticamente significativas en numerosas áreas. En la Península Ibérica, se observan tendencias ligeramente positivas y no significativas en la mitad Norte y Oriental; en cambio hay tendencias ligeramente negativas en la mitad Sur. Para el periodo 1951-2010, las tendencias también son positivas para la mayor parte de las latitudes, aunque estadísticamente hay menos puntos de grid con valores significativos. En la Península Ibérica se observan tendencias ligeramente negativas y no significativas para este periodo, excepto en el sector nororiental. En el área del SE de España también se observan tendencias ligeramente negativas.

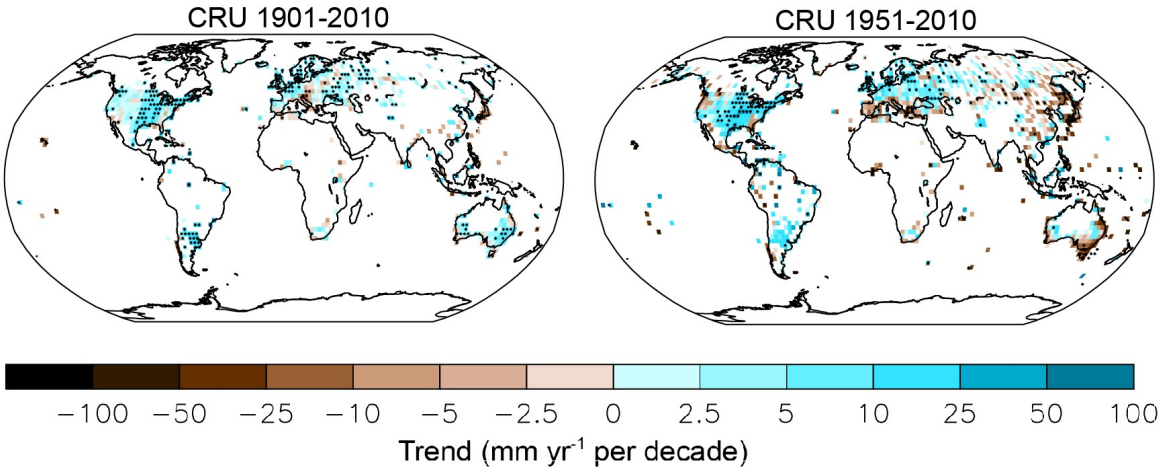

Fig. 1: Tendencias de la precipitación anual del conjunto de datos del CRU, para los periodos 1901- 2010 y 1951-2010. Los puntos negros indican que las tendencias son significativas. Las áreas blancas indican ausencia de datos. Las tendencias se expresan en mm año-1 por década. Fuente: IPCC (2013).

Dentro del ámbito mediterráneo se han realizado numerosos estudios sobre las tendencias de las precipitaciones, en los cuales también se observa una tendencia descendente de éstas durante la segunda mitad del siglo XX, así como un aumento e intensificación de los periodos de sequía (p.ej., Sousa *et al.*, 2011; Philandras *et al.*, 2011; Hoerling *et al.*, 2012; Vicente-Serrano *et al.*, 2014), en línea con los resultados del AR5 presentados anteriormente. Para una revisión extensiva de la literatura existente en España, especialmente para estudios a partir de la segunda mitad del siglo XX, se remite a los trabajos anteriormente citados, así como a González-Hidalgo *et al.* (2011) y sus referencias.

En cambio, dentro del ámbito nacional se han realizado pocos estudios que abarcan periodos con registros anteriores a mediados del siglo XX (p.ej., Esteban *et al.*, 1998; Serrano *et al.*, 1998; González-Rouco *et al.*, 1998). Así, por ejemplo, Brunet *et al.* (2007) analizan los cambios de las precipitaciones en España a partir de unas 20 series de precipitación, para el periodo 1901-2005. Sus resultados muestran una

ligera tendencia ascendente, la cual no es estadísticamente significativa. Esta ligera tendencia positiva está marcada por los periodos húmedos de los primeros años de observación y de mediados del siglo XX; en cambio, en las últimas décadas se observa una tendencia descendente. A resolución estacional, González-Rouco *et al.* (1998) examinan las tendencias para el periodo 1899-1999 en un centenar de series, que manifiestan ascensos estadísticamente significativos en invierno para gran parte de la Península Ibérica, aunque para el SE de España estos no son significativos. En cambio, para el verano sí se muestra una tendencia positiva significativa en el SE; en otoño se refleja un descenso significativo en gran parte del interior peninsular, aunque este de nuevo no es significativo para el SE; y en primavera se manifiestan descensos significativos en el Sur de la Península Ibérica. Finalmente, en otros estudios se analizan las tendencias mensuales de las precipitaciones para periodos que superan los 75 años (Serrano *et al.*, 1998; Sousa *et al.*, 2012; Luna *et al.*, 2012). Todos estos estudios coinciden en señalar un descenso estadísticamente significativo en marzo, en casi toda la península, excepto en el litoral oriental mediterráneo. Para el resto de meses no se muestran tendencias relevantes.

A nivel regional, también se han estudiado las tendencias de las precipitaciones durante las últimas décadas en el SE de la Península Ibérica, aunque limitados a periodos posteriores a mediados del siglo XX. Así, en algunos de estos estudios se habla de la acentuación e intensificación de los periodos secos y húmedos desde los años 1950 (García Marín y Conesa García, 2006; García Marín y Calvo García-Tornel, 2008; Ruiz Sinoga *et al.*, 2010, 2012), siendo la grave secuencia de sequías e inundaciones padecidas la que ha sensibilizado a la opinión pública. De hecho, en el SE de España, donde predominan los ambientes semiáridos, y cuyo clima se caracteriza por tener una enorme variabilidad espacial e interanual (Martín-Vide y Olcina, 2001), la posible acentuación de los periodos de indigencia pluviométrica, junto con el esperado aumento de las temperaturas, puede traer consigo importantes impactos medioambientales, tales como, un descenso en la biodiversidad vegetal y animal; un descenso acusado de los recursos hídricos; o un aumento de la erosión del suelo (OECC-MMA, 2005). Igualmente, tendría consecuencias dramáticas para las actividades socioeconómicas, especialmente para la agricultura, por lo que habría numerosas pérdidas económicas en este sector, el cual es uno de los motores de las economías de las provincias del SE peninsular español.

El objetivo de este trabajo es el de recopilar y reconstruir las series con datos de precipitación más largas de la Región de Murcia, haciendo especial hincapié en las series con registros anteriores a mediados del siglo XX, que permitirán el estudio de la variabilidad de las precipitaciones en este territorio a escalas temporales amplias.

2. Metodología

2.1. Área de estudio

La Región de Murcia (11.313 km2) se encuentra localizada en el extremo meridional del Suroeste del continente europeo, y dentro de la Península Ibérica, en la zona Sureste (figura 2). Los principales factores geográficos que controlan la variedad climática de su territorio son: su latitud (38° 45´- 37° 22´ N), es decir, se ubica en el borde del dominio de los climas subtropicales, zona de transición entre las altas presiones subtropicales y las bajas de la zona templada, lo que origina la ondulación del frente polar que afecta a la región, preferentemente en los equinoccios; la propia configuración de las alineaciones béticas; o la presencia de un contorno litoral orientado hacia el Este y el Sur (López Bermúdez, 1985). Como el resto de las regiones de la vertiente mediterránea española, el clima de la Región de Murcia presenta una alta variabilidad estacional: inviernos rigurosos en el interior y suaves en la costa, veranos cálidos y secos, y máximos pluviométricos durante los equinoccios, especialmente intensos en otoño (Martín-Vide y Olcina, 2001).

La influencia ya mencionada del relieve explica el gradiente de precipitación Este-Oeste en la mitad meridional de la región. La fachada oriental recibe antes y más directamente los vientos de componente

Este cargados de humedad. Puede distinguirse entre una Murcia subhúmeda, semiárida y árida utilizando las isoyetas de 500 y 300 mm como frontera; y de este modo, la zona subhúmeda se limita a las zonas más elevadas del Noroeste, mientras que la árida abarca casi todo el Sur y Noreste de la región (Conesa García y Alonso Sarria, 2006).

Fig. 2: Localización de la Región de Murcia.

2.2. Base de datos

Se han recopilado todas las series mensuales disponibles de precipitación en la Región de Murcia, procedentes de los registros en formato digital de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Inicialmente se han obtenido registros para un total de 257 estaciones meteorológicas repartidas a lo largo del territorio de Murcia, muchas de las cuales fueron descartadas debido al elevado número de lagunas en los registros, o a que disponían de datos sólo para un periodo de tiempo reciente. De hecho, la Organización Meteorológica Mundial (OMM, World Meteorological Organization, WMO) establece, de forma general, un periodo mínimo de 30 años como la longitud recomendable que han de tener los registros meteorológicos para que su media y demás índices estadísticos tengan significación climática (Martín-Vide, 2003).

Existen algunas localidades que disponen de varias series próximas con un elevado número de registros en diferentes periodos, por lo que a partir de esos fragmentos se puede reconstruir una serie que cubra un largo periodo de tiempo. Así, una serie puede ser reconstruida a partir de un número de series más cortas pero cuya situación geográfica sea cercana. La reconstrucción está basada en la hipótesis de que el cese de un observatorio suele estar acompañado del comienzo o la continuación de un observatorio lo suficientemente cercano debido a relocalizaciones de los propios observatorios meteorológicos (González-Hidalgo *et al.*, 2002). De este modo, si el emplazamiento de las estaciones meteorológicas es próximo, las diferencias en las cantidades de precipitación mensual son normalmente muy pequeñas, salvo excepciones debidas a un terreno muy complejo (Luna *et al.*, 2012).

Así, en este estudio se han reconstruido series con anterioridad a los años 1960, pues numerosos trabajos precedentes se han centrado en las tendencias de la precipitación desde mediados del siglo XX en España y Murcia (Lopez-Bustins *et al.*, 2008; De Luis *et al.*, 2009; Gonzalez-Hidalgo *et al.*, 2009, 2011; Ruiz Sinoga *et al.*, 2010, 2012; Ríos Cornejo *et al.*, 2013). Bajo las condiciones aludidas anteriormente, se han obtenido un total de 41 series (figura 3) de precipitación con registros disponibles anteriores a la década mencionada, las cuales se encuentran repartidas por la geografía regional murciana.

Tabla 1. Información básica de las 41 series de precipitación reconstruidas: ID, nombre, inicio de los registros, porcentaje de lagunas, coordenadas geográficas y altitud. El ID sirve para identificar cada serie representada en la figura 1. Las coordenadas geográficas están expresadas en grados decimales. # Series reconstruidas a partir de registros de más de un observatorio.

ID	Nombre	Inicio	Huecos (%)	Longitud	Latitud	Altitud (m)
1	Caravaca#	1933	4,5	-1,87	38,10	623
2	Cehegín#	1913	0,0	-1,79	38,10	563
3	Calasparra Embalse Alfonso XIII	1933	1,1	-1,60	38,22	312
4	Bullas#	1933	2,2	-1,71	38,06	604
5	Mula Embalse de la Cierva	1933	0,7	-1,49	38,06	395
6	Moratalla Campo de San Juan	1943	0,9	-2,10	38,18	1150
7	Moratalla Beteta#	1933	1,2	-2,24	38,13	1273
8	Moratalla C H Segura#	1943	2,3	-1,89	38,20	680
9	Moratalla Embalse del Cenajo	1933	8,1	-1,78	38,36	360
10	Pliego	1954	2,4	-1,51	37,99	381
11	Lorca Zarzadilla de Totana	1940	2,1	-1,71	37,88	861
12	Lorca Doña Inés#	1935	4,8	-1,80	37,91	770
13	Lorca Embalse de Valdeinfierno#	1916	12,4	-1,97	37,80	690
14	Lorca Embalse de Puentes	1933	3,5	-1,82	37,74	450
15	Lorca C H Segura#	1934	5,0	-1,69	37,65	320
16	Cartagena Pozo Estrecho	1933	2,2	-0,99	37,71	50
17	Cartagena El Algar	1935	7,7	-0,87	37,65	40
18	Cartagena Salinas de Cabo de Palos	1942	5,6	-0,72	37,64	1
19	Cartagena Puerto	1919	27,8	-0,97	37,57	10
20	Aguilas	1953	5,5	-1,58	37,41	20
21	San Pedro del Pinatar	1955	4,8	-0,79	37,83	19
22	Totana La Carrasca	1913	25,2	-1,58	37,86	1200
23	Totana Morti	1913	10,8	-1,54	37,80	480
24	Alhama de Murcia	1913	21,9	-1,52	37,86	760
25	Fuente Álamo	1933	1,7	-1,17	37,72	140
26	San Javier#	1933	1,5	-0,80	37,79	4
27	Puerto Lumbreras	1941	2,0	-1,81	37,56	465
28	Librilla	1934	1,6	-1,36	37,89	180
29	Yecla	1935	2,4	-1,10	38,62	605
30	Jumilla#	1929	0,7	-1,34	38,46	445
31	Abarán#	1925	8,9	-1,42	38,19	400
32	Abanilla	1933	2,5	-1,04	38,21	222
33	Fortuna	1953	0,4	-1,12	38,18	192
34	Ricote	1944	2,7	-1,38	38,15	480
35	Cieza#	1935	0,8	-1,43	38,24	188
36	Murcia ciudad#	1864	0,0	-1,23	37,96	85
37	Archena#	1947	0,3	-1,29	38,12	100
38	Blanca#	1945	2,6	-1,33	38,18	240
39	Santomera	1953	0,4	-1,05	38,06	36
40	Ulea#	1944	10,0	-1,33	38,14	126
41	Murcia Beniajan	1933	4,1	-1,07	37,98	50

Los datos obtenidos estaban disponibles hasta diciembre de 2011, por lo que se ha procedido a la actualización de las 41 series hasta diciembre de 2013, a través de los datos proporcionados por el Centro Regional de Estadística de la Región de Murcia (CREM, http://www.carm.es/econet), el cual almacena

los datos de precipitación mensual de todas las estaciones meteorológicas en uso de la Región de Murcia. En la tabla 1 se detalla la información básica de las 41 series reconstruidas, incluyendo el porcentaje de lagunas en cada una de las series reconstruidas. La figura 3 muestra la distribución espacial de las series, donde la localización de cada serie está identificada con un triangulo y número que lo asocia a las estaciones de la tabla 1.

Igualmente, las coordenadas geográficas de la tabla 1 indican la localización de la estación meteorológica que está en uso actualmente, ya que para la reconstrucción de algunas series de precipitación se han utilizado fragmentos de diferentes estaciones meteorológicas ubicadas en la misma localidad o en espacios muy cercanos (ver Anexo para más detalles), por lo que las condiciones del terreno no modifican apenas los registros de precipitación entre una estación y la otra. Esto es así debido a que es muy común que estaciones que comienzan a tomar datos en años tempranos, con posterioridad, no prosiguen con la toma de datos, o sufren cambios de ubicación a lugares muy cercanos, por lo que apenas se ven modificados los registros de precipitación obtenidos.

En la figura 3 se observa como las 41 series se encuentran distribuidas por toda la Región de Murcia. Bien es cierto que hay zonas, como el litoral oriental, donde tan solo se ha podido reconstruir una serie de precipitación, en la localidad de Águilas, debido a la falta de datos o a que las estaciones meteorológicas de esta zona no cubrían un periodo de años suficiente. Un hecho similar ocurre en la Comarca del Altiplano, donde tan solo se han podido reconstruir dos series (Yecla y Jumilla). El resto de las comarcas de la región si cuenta con una representación bastante considerable de series reconstruidas, especialmente en los valles del Segura y del Guadalentín.

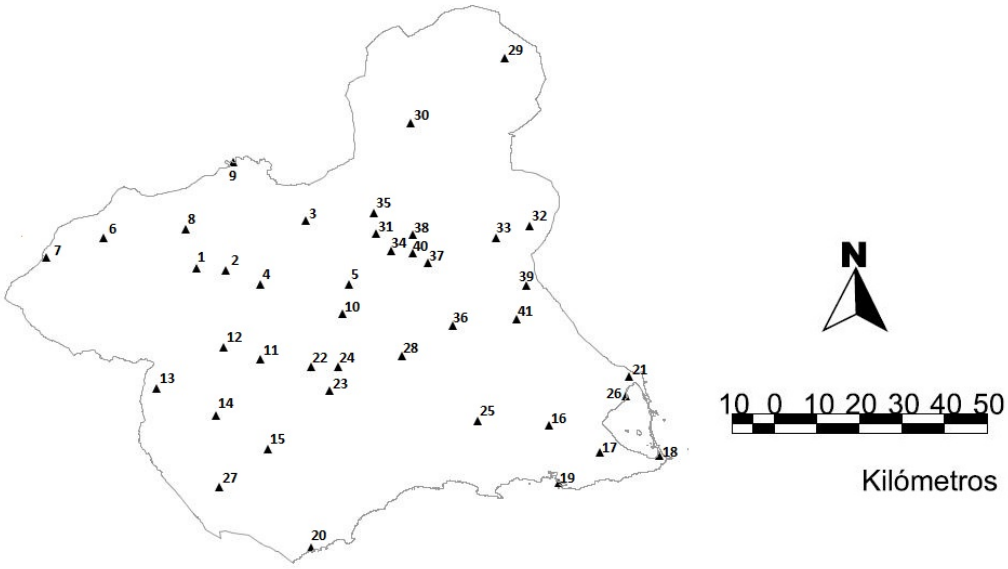

Fig. 3: Distribución geográfica de las 41 series de precipitación reconstruidas en la Región de Murcia. Cada número se corresponde con el ID (número de identificación) de cada serie que aparece en la tabla 1.

2.3. Homogeneización y relleno de lagunas

Una vez que se dispone de la base de datos final, que consiste de las 41 series de precipitación descritas en la sección anterior, se procede a la comprobación de la calidad y homogeneidad de las series. En climatología, se entiende que una serie de datos temporal es homogénea cuando sus variaciones provienen exclusivamente de la dinámica natural y no han sido originadas por la intervención humana. Por el contrario, el cambio de horas en la lectura de los datos, de los instrumentos de medida, de la localización de la estación meteorológica, o incluso de los observadores que registran los datos, puede inducir alteraciones en los registros que reciben el nombre de inhomogeneidades (Aguilar *et al.*, 2003). Por tanto,

una serie de datos climáticos no homogénea presupone que cualquier resultado que obtengamos de su análisis no será fiable, por ello el primer paso necesario para analizar las bases de datos mensuales de las series de precipitación reconstruidas debe consistir en evaluar su calidad y homogeneidad temporal (González Hidalgo et al., 2002).

Aguilar *et al.* (2003) presentan una guía donde se establecen una serie pautas a seguir para el proceso de homogeneización de las series y el relleno de las lagunas, las cuales si no se contemplan puede conducir a interpretaciones erróneas de los registros, como han demostrado González-Rouco *et al.* (2001).

Existen diversos métodos para evaluar la homogeneidad de una serie. Lo más habitual es evaluar la homogeneidad de las series climáticas a partir de la construcción de series de referencia (Peterson y Easterling, 1994), también denominados métodos de homogeneización relativos (Aguilar *et al.*, 2003). El enfoque más común en la construcción de una serie de referencia para conseguir una serie candidata es calcular, para cada año y mes, un promedio ponderado de los datos de observatorios próximos. Se emplean medidas de similitud, por lo general coeficientes de correlación, para seleccionar a los observatorios vecinos más adecuados y que deben tener más peso en la serie de referencia (Aguilar *et al.*, 2003).

La comprobación de la homogeneidad de las series de precipitación reconstruidas en este estudio se ha realizado mediante el Standard Normal Homogeneity Test (SHNT) (para detalles de test, ver Alexandersson y Moberg, 1997), implementado en el programa Anclim (Stepánek, 2008). El SHNT se ha empleado por su amplio reconocimiento internacional (González Hidalgo *et al.*, 2002; Luna et al., 2012; Venema *et al.*, 2012). Con todo, hay que mencionar, que dos de las series utilizadas (Murcia y Cehegín), ya habían sido previamente evaluadas en su homogeneidad (Luna *et al.*, 2012; Guijarro *et al.*, 2012).

En concreto, la homogeneidad mediante el SNHT de cada una de las series candidatas se ha evaluado respecto a la serie de referencia generada para cada una de ellas, la cual se ha calculado a partir de la media ponderada del resto de series. Para la ponderación de cada una de las estaciones se han considerado el coeficiente de correlación entre cada serie candidata y el resto de series durante el periodo 1961-2010 De este modo, por ejemplo, para la serie de Yecla, se ha generado una serie de referencia usando las otras 40 series, y en dicha serie tienen más peso las series mejor correlacionadas, es decir, las que tienen un mayor coeficiente de correlación. Las series de referencia generadas tienen todos los datos mensuales disponibles, es decir, los datos no presentan lagunas; además, se pueden asumir como homogéneas, pues es el promedio ponderado de muchas series próximas.

El siguiente paso es evaluar la homogeneización de cada una de las series originales de precipitación para detectar posibles inhomogeneidades en las mismas y los puntos de ruptura. Los resultados del SNHT indican que todas las series evaluadas, excepto una (Calasparra "Embalse Alfonso XIII"), pueden considerarse homogéneas. En concreto, para la serie de Calasparra se observa una importante inhomogeneidad sobre el año 1943, la cual ha tenido que ser ajustada a partir de los ratios entre la serie original y su serie de referencia.

Una vez evaluada la homogeneidad de la base de datos, se ha llevado a cabo el proceso de rellenado de las lagunas, que habitualmente se realiza por medio de modelos de regresión lineal o múltiple a partir de los registros de precipitación de observatorios vecinos (Karl y Williams, 1987). La reconstrucción de las lagunas se debe apoyar en los observatorios cercanos cuyas correlaciones superen un determinado umbral, como por ejemplo coeficientes de correlación superiores a 0,7 (Vincent y Gullet, 1999). Una característica de las lluvias de ambientes mediterráneos y de la Península Ibérica es la baja correlación entre vecinos (Rodríguez *et al.*, 1999), por lo que las dificultades para el relleno de lagunas se incrementan exponencialmente con el aumento de la variabilidad espacial de las series de precipitación. En este estudio los huecos mensuales se han rellenado a partir de los ratios entre la serie original y su serie de referencia, y que por lo general presentan coeficientes de correlación superiores a 0,8. Todas las series se han rellenado hasta enero del primer año con datos, y así, por ejemplo, si en una serie los datos comienzan en junio de 1933, se han rellenado desde enero de ese mismo año. Igualmente, los datos han sido rellenados hasta diciembre de 2013.

En la figura 4 se muestran el número de series con datos originales y el número de series sin lagunas. Se puede observar como hasta 1913 tan solo se dispone de la serie de Murcia ciudad. En 1913 se tienen registros de 5 series de precipitación, en la década de 1920 este número aumenta levemente hasta llegar a 8 series en 1925, pero vuelve a descender hasta las 5 series disponibles en 1932. En este año el número de series originales casi se cuadruplica, pasando de esas 5 a 19 series en 1933. La explicación de este aumento viene dada por el nacimiento en 1933 del Servicio Nacional de Meteorología, el cual dependía de la Dirección General de Aeronáutica. Con la creación de este servicio se instalaron numerosas estaciones meteorológicas a lo largo del país. A partir de esta fecha, el número de series originales va creciendo poco a poco, con la única excepción durante la Guerra Civil Española, hasta llegar a las 41 series de precipitación disponibles. En cuanto a las series sin lagunas, es decir, una vez realizado el proceso de relleno, se dispone de 41 series de precipitación desde el año 1955, aunque ya en la década de 1940 existían un número bastante elevado de series sin lagunas (en 1940, 28 series; y en 1945, 35 series).

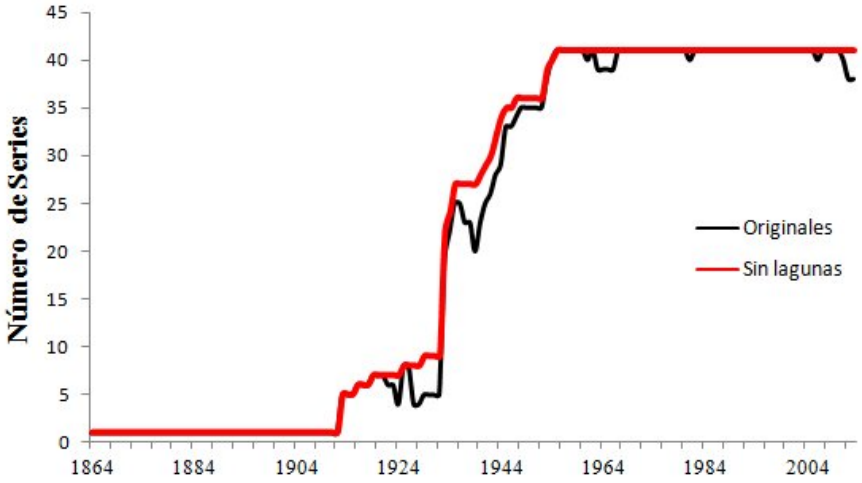

Fig. 4: Número de series originales y completas tras el relleno de lagunas.

2.4. Series medias y análisis de series

En la sección 3 se presenta la serie media anual de las series disponibles para el conjunto de la Región de Murcia. Tal y como se observa en la figura 4, las series no son continuas en el tiempo, de modo que al principio del periodo analizado hay pocas series con registros, y no están todas disponibles hasta el año 1955 en adelante. Igualmente, el valor medio de la precipitación en cada una de las estaciones es diferente, lo que puede sesgar los resultados obtenidos con promedios de series con diferentes valores absolutos. Por tanto, y para minimizar los problemas anteriores, se ha seguido el siguiente procedimiento: 1) El primer paso es convertir cada serie de precipitación anual (acumulado de las precipitaciones desde enero hasta diciembre) en una serie de anomalías a las cuales se les substrae sus valores medios anuales para un periodo de referencia con registros completos en todas las series (en este caso se ha elegido el periodo 1961-2010); 2) Una vez que se dispone de las series de anomalías, se han promediado las series disponibles para el conjunto de la Región de Murcia (41 series). El periodo seleccionado para el análisis de la serie media regional es el 1914-2013, el cual cubre el último siglo, debido al hecho de que los primeros registros de precipitación de las series comienzan en 1913, existiendo datos de 5 series de precipitación; hasta 1913 solo se dispone de los datos de la serie de Murcia ciudad.

Es importante destacar que la variación temporal en el número de estaciones disponible (figura 4) podría seguir condicionando los resultados obtenidos en la serie media regional, y por lo tanto en sus tendencias. En este sentido, la figura 5 muestra que la serie media anual obtenida empleando sólo las 5 series con

registros disponibles desde 1914 (línea discontinua) tiene un excelente acuerdo en la evolución interanual (r2=0.93) y decadal respecto a la serie media utilizando las 41 series. Así, estos resultados avalan que la evolución temporal y tendencias de la serie media empleando todas las estaciones no están sesgadas de forma importante por el diferente número de estaciones disponibles a lo largo del tiempo.

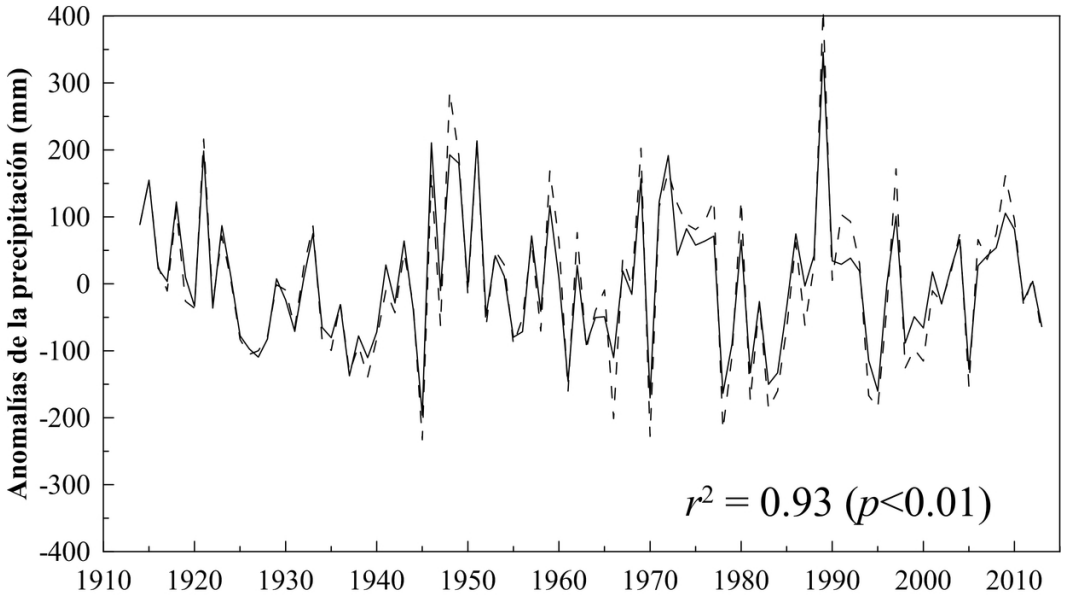

Fig. 5: Precipitaciones anuales de la serie media de anomalías de las cinco estaciones con registros disponibles desde 1914 (línea discontinua) y la obtenida para la región de Murcia considerando las 41 series reconstruidas con disponibilidad temporal variable (línea continua). Las anomalías están calculadas tomando como referencia el periodo 1961-2010.

La tendencia lineal en la serie de precipitación media se ha calculado mediante una regresión lineal por mínimos cuadrados, donde la magnitud de la tendencia es la pendiente de la recta entre las anomalías de precipitación como variable dependiente (y) y los años como variable independiente (x). Para evaluar la significación estadística (p 0,05, nivel del confianza del 95 %) de la tendencia se ha empleado el test no paramétrico de Mann-Kendall (Sneyers, 1992). Esta prueba tiene la ventaja de que no asume ninguna forma especial para la distribución de la función de los datos y su uso es recomendado por la OMM (Mitchell *et al.*, 1966). Finalmente, a la serie temporal se le ha aplicado un filtro gaussiano de paso bajo de 21 términos, el cual se va a superponer a la serie original para una mejor visualización de la variabilidad decadal y las tendencias de las series. El filtro se ha calculado interpolando los resultados en los extremos de las series para conseguir un filtro completo de toda la serie temporal.

3. Tendencias de la precipitación en la Región de Murcia (1914-2013)

En este apartado se analiza la evolución temporal del promedio de las precipitaciones anuales de las 41 series disponibles de la Región de Murcia para el periodo comprendido entre 1914 y 2013. Tal y como se explica en la sección 2.4, se analizan las anomalías de las precipitaciones medias de las 41 series de la Región de Murcia, tomando como referencia el periodo 1961-2010. Como referencia, el valor medio anual de la precipitación considerando el promedio de las 41 estaciones es de unos 327 mm.

Respecto a la evolución temporal de las precipitaciones anuales de la serie media (figura 6), cabe destacar que la serie presenta una importante variabilidad interanual, aspecto que se refleja en una elevada desviación estándar (98 mm) y un elevado coeficiente de variación (30 %). En cuanto a sus variaciones decadales, el inicio de la serie está claramente marcado por un descenso acusado. Este descenso continúa hasta la década de 1940, donde se da comienzo a una sucesión de periodos húmedos y secos. Esta

sucesión de ciclos húmedos y secos comienza con una fase lluviosa que comprende toda la década de 1940, siendo este el periodo más húmedo de la serie media de la Región de Murcia. Tras este periodo húmedo dio comienzo otro seco bastante amplio, que comprende desde 1952 hasta 1966. Después de este ciclo de escasez pluviométrica, desde 1967 hasta 1977, se localiza un nuevo periodo húmedo, al cual le prosigue un acusado ciclo seco desde 1978 hasta 1984. En 1985 arranca una nueva etapa húmeda, que se prolonga hasta 1992, donde destaca el año 1989 (anomalía de +490.1 mm), siendo claramente el año más lluvioso del periodo 1914-2013. Durante el año 1989 se produjeron numerosas inundaciones a lo largo de toda la Región de Murcia, y en general en todo el SE de España (Capel Molina, 1989; Ferreras Fernández, 2004), las cuales tuvieron graves consecuencias socioeconómicas. En 1993 se inició un ciclo seco, el cual perdura hasta el año 2000, existiendo a partir de este año una ligera tendencia ascendente que se prolongó hasta el 2010, a partir del cual se aprecia un nuevo descenso hasta la actualidad.

Si se compara la serie media anual de las precipitaciones de la Región de Murcia durante el periodo 1914-2013 (figura 6), con la serie media anual de España del periodo 1901-2005 (Brunet *et al.*, 2007), se observan tanto diferencias como similitudes. Así, en ambas series se observa un descenso al principio del periodo, aunque en el caso de la Región de Murcia este descenso es más acusado y se prolonga hasta la década de 1940. En cambio, en España, a partir de los años 1920 se atisba un aumento continuo de las precipitaciones hasta la década de 1950, que no se aprecia en Murcia. Igualmente, en las tres últimas décadas se vislumbra un ligero pero continuo descenso de las precipitaciones, aspecto que tampoco se observa en Murcia. Igualmente, otra diferencia que se aprecia entre ambas series es que en la serie de la Región de Murcia la sucesión de periodoshúmedos y secos es mucho más acentuada que en la serie media de España, donde las precipitaciones tienen una mayor regularidad, y las oscilaciones son pequeñas durante todo el periodo. Esto se explica debido a la gran variabilidad interanual de las precipitaciones existente en la Región de Murcia (Almarza y López Díaz, 1995).

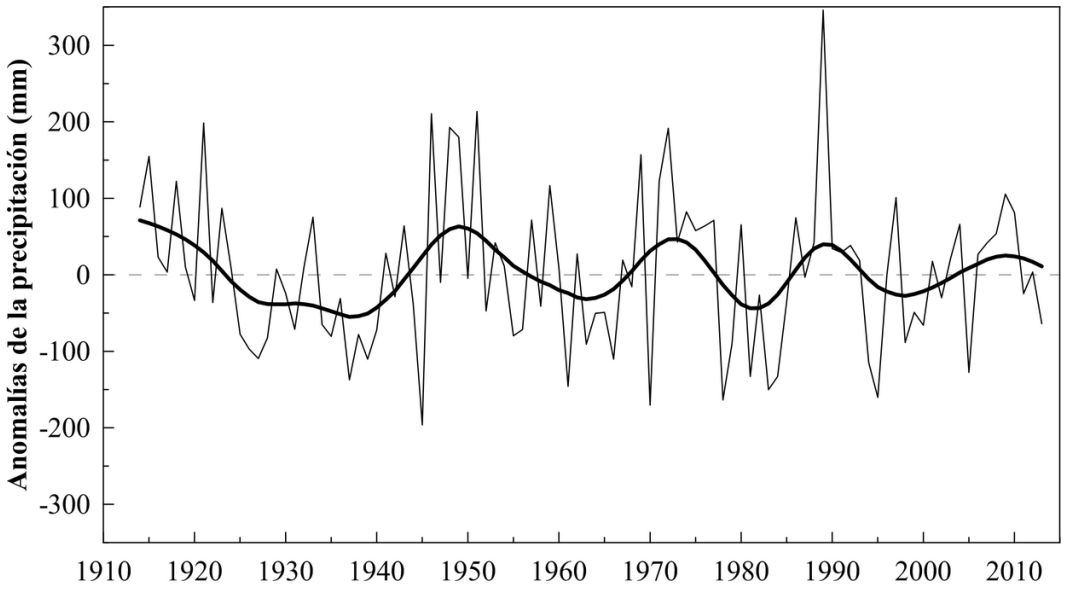

Fig. 6: Precipitaciones anuales de la serie media de anomalías de la Región Murcia, para el periodo 1914-2013, tomando como referencia el periodo 1961-2010 (línea discontinua). La línea fina representa a los datos originales, y la línea gruesa a los datos filtrados.

En cuanto a la tendencia anual de la serie media de la Región de Murcia para el periodo 1914-2013 (figura 6), no es estadísticamente significativa y su signo es ligeramente negativo (-0,45 mm década-1). Este hecho es corroborado por otros estudios (Luna *et al.*, 2012; Sousa *et al.*, 2011; Philandras *et al.*, 2011; IPCC, 2013), en los que también se muestra esta tendencia no significa de las precipitaciones de la Región de Murcia durante el siglo XX, aunque con signo positivo. Todos estos estudios engloban un periodo que va desde 1902 a 2010, excepto el de Sousa *et al.* (2011) y el IPCC (figura 1), que engloban los

periodos 1901-2000 y 1901-2010, respectivamente. Con todo, si se calcula la tendencia para el periodo 1901-2010 en la serie de Murcia capital, la única disponible con ese recorrido en la Región de Murcia, se puede comprobar como esta tendencia es también ligeramente positiva y no estadísticamente significativa. Igualmente, las tendencias de la serie media mostrada en la figura 6 tampoco presenta tendencias estadísticamente significativas en los subperiodos 1933-2013 (50 % de series disponibles) y 1955-2013 (100 % de series disponibles). Respecto a posibles cambios en la variabilidad interanual de las precipitaciones, hay que destacar que no se han detectado cambios importantes en el coeficiente de variación, calculado para diferentes ventanas temporales, y así, por ejemplo, para los subperiodos 1914-1963 y 1963-2013 los valores son muy similares entre ellos, con valores del 29,7 % y 30,2 % respectivamente.

Finalmente, se ha explorado la posible existencia de periodicidades en la serie media anual de la precipitación en Murcia. En concreto, se ha aplicado el Maximum Entropy Spectral Analysis (MESA), basado en el algoritmo de Burg (1975) y recomendaciones detalladas en Rodriguez *et al.* (1999). Los resultados muestran que en la zona de bajas frecuencias existen dos periodicidades que superan el nivel del confianza del 95 %. En concreto, se observan los dos máximos en aproximadamente los 2,5 y 22 años. El primer ciclo de 2,5 años ha sido anteriormente detectado en series de precipitación y patrones de circulación atmosférica con incidencia en la Península Ibérica (Rodríguez- Puebla *et al.*, 1998; Martin-Vide y Lopez-Bustins, 2006). Igualmente, un ciclo de aproximadamente 22 años se ha detectado en otras series de precipitación en el Mediterráneo (Rodríguez *et al.*, 1999; Katsoulis y Kambetzidis, 1989), y podría ser una manifestación del ciclo solar de Hale, el cual cubre dos inversiones del campo del dipolo magnético solar.

Por último, destacar que la densidad de registros existentes con anterioridad a los años 1950 dificulta posibles análisis espaciales de las tendencias observadas, a diferencia de lo que ocurre con periodos temporales posteriores (p.ej., González-Hidalgo *et al.*, 2011). En cambio, la base de datos generada y futuras ampliaciones a otras regiones de España puede ser de interés para estudios de tendencias desde mediados del siglo XIX y principios del XX. Igualmente, este tipo de base de datos son útiles para la validación de simulaciones climáticas con elevada resolución temporal y baja resolución espacial. De hecho, en los estos últimos casos es necesario agrupar las observaciones en superficie para permitir dicha comparación, pues de lo contrario se producen errores importantes debido a la falta de representatividad espacial de las estaciones meteorológicas (Hakuba *et al.*, 2013). A modo de ejemplo, las figuras 7 y 8 muestran la comparación de la serie anual de precipitación desde 1914 en la Región de Murcia con el campo de precipitación del 20^{th} Century Reanalysis (Compo *et al.*, 2011), que proporciona registros desde 1871 y resoluciones espaciales de dos grados de latitud y longitud. En concreto, la figura 7 muestra que las correlaciones de la serie media anual observadas en la Región de Murcia son relativamente bajas ($r < 0,5$) para cualquier punto de España. De hecho, la serie anual extraída para el punto de grid situado sobre la Región de Murcia está representada en la figura 8, y tiene un coeficiente de determinación inferior al 0,2 respecto a la serie anual observada de precipitación en Murcia. Así, se observa un claro desacuerdo entre las variaciones interanuales y decadales de ambas series, tanto con anterioridad a mediados del siglo XX como en periodos posteriores, como por ejemplo desde mediados de 1990 a la actualidad, lo que manifiesta las posibles deficiencias de este reanálisis para capturar los cambios de la precipitación en áreas con elevada variabilidad espacial y temporal de esta variable.

4. Conclusiones

La preocupación generada por la escasez actual de recursos hídricos, más si cabe en una región como Murcia, donde las lluvias son escasas y tienen una gran variabilidad interanual, implica la necesidad de analizar de forma concisa la evolución y tendencias de las precipitaciones. Con tal fin, se han recopilado todas las series mensuales disponibles de precipitación en la Región de Murcia, procedentes de los registros en formato digital de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). A partir de estos registros se han reconstruido un total de 41 series, con datos anteriores a la década de 1960, y hasta el año 2013. Todas las series disponen de datos al menos para el periodo 1955-2013, existiendo datos en 22 series

desde el año 1933, y de 5 desde 1914. Además, se cuenta con una serie desde el año 1864 en la ciudad de Murcia, es decir, con 150 años de registros.

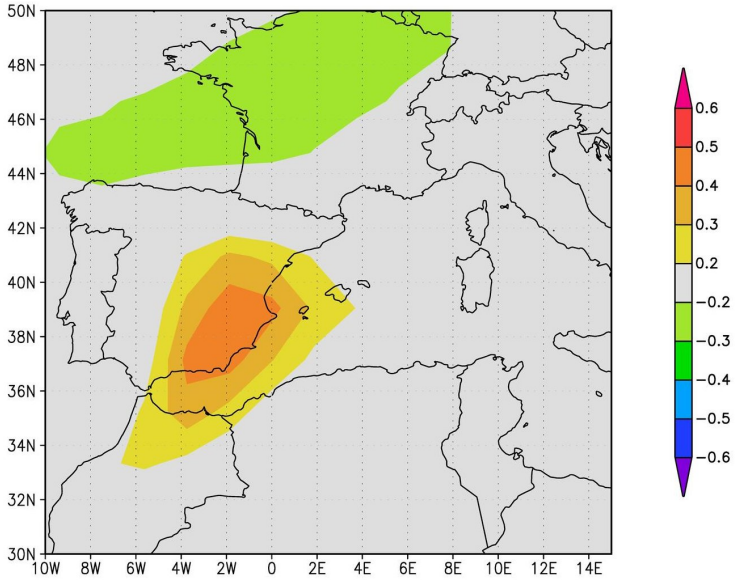

Fig. 7: Mapa de las correlaciones espaciales entre la serie media anual de la precipitación en Murcia y el grid (2x2°) de precipitación anual del 20^{th} Century Reanalysis (© Climate Explorer).

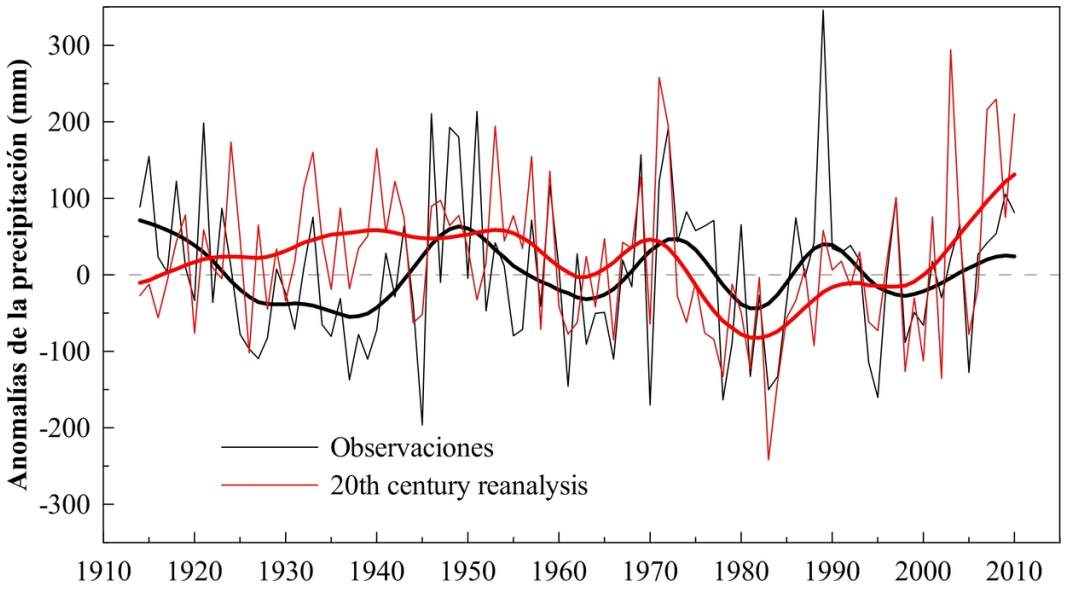

Fig. 8: Precipitaciones anuales de la serie media de anomalías de la Región Murcia (línea negra) y del punto de grid del 20^{th} Century Reanalysis correspondiente de la Región de Murcia (línea roja), para el periodo 1914-2013, tomando como referencia el periodo 1961-2010 (línea discontinua). La línea fina representa a los datos originales, y la línea gruesa a los datos filtrados.

Para cada una de las 41 series disponibles se ha procedido a evaluar su homogeneidad temporal. La comprobación de la homogeneidad de las series de precipitación reconstruidas en este estudio se ha realizado mediante un método de homogeneización relativo como es el Standard Normal Homogeneity Test (SHNT). En concreto, cada una de las series se ha evaluado respecto a la serie de referencia generada para cada una de ellas. Los resultados del SNHT indican que todas las series evaluadas pueden considerarse homogéneas, excepto una que ha tenido que ser ajustada a partir de las diferencias observadas entre

la serie original y su serie de referencia. Una vez evaluada la homogeneidad de la base de datos, se ha llevado a cabo un proceso de rellenado de las lagunas existentes en las series.

Posteriormente, se ha procedido al análisis de la evolución y la tendencia de la serie media de la Región de Murcia (1914-2013), la cual presenta una tendencia ligeramente descendente (-0,45 mm década^{-1}) pero no estadísticamente significativa. Estos resultados son similares a los obtenidos en otros estudios, así como semejantes a los resultados mostrados en el AR5 del IPCC, aunque existen diferencias importantes respecto a lo observado en el conjunto de la Península Ibérica.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO), a través del proyecto HIDROCAES (CGL2011-27574-C02-02). El segundo autor está financiado por la "Secretaria per a Universitats i Recerca del Departament d'Economia i Coneixement, de la Generalitat de Catalunya i del programa Cofund de les Accions Marie Curie del 7è Programa marc d'R+D de la Unió Europea" (2011 BP-B 00078), y por el programa Juan de la Cierva del MINECO (JCI-2012-12508). Se agradece a la Agencia Estatal de Meteorología la cesión de la mayor parte de los datos de precipitación empleados en este estudio.

Bibliografía

Aguilar E, Auer I, Brunet M, Peterson TC, Wieringa J (2003): *Guidelines on climate metadata and homogenization*. World Climate Programme Data and Monitoring WCDMP-No. 53. WMO-TD No 1186, WMO, Geneva.

Alexandersson H, Moberg A (1997): Homogenization of Swedish Temperature Data. Part I: Homogeneity test for linear trends. *Int. J. Climatol.*, 17: 25-34.

Almarza, C, López Díaz, JA (1995): Análisis de homogeneidad y variabilidad de la serie de precipitación de Murcia. En *Situaciones de riesgo climático en España* (Creus, J. Ed), Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC, Instituto Pirenaico de Ecología, pp. 133-141.

Brunet M, Sigró J, Jones PD, Saladié O, Aguilar E, Moberg A, Lister D,Walther A (2007): Long-term changes in extreme temperatures and precipitation in Spain. *Contributions to Science.*, 3:331-342. DOI: 10.2436/20.7010.01.11.

Burg JP (1975): *Maximum Entropy Spectral Analysis*, PhD Dissertation, Stanford University, Stanford, CA, 123 pp.

Capel Molina JJ (1989): Convección profunda sobre el mediterráneo español. Lluvias torrenciales durante los días 4 al 7 de septiembre de 1989 en Andalucía oriental, Murcia, Levante, Cataluña y Mallorca. *Paralelo 37. Revista de Estudios Geográficos*, 13:51-79.

Compo GP *et al.* (2011): The Twentieth Century Reanalysis Project. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 137:1-28.

Conesa García, C, Alonso Sarria, F (2006): El clima de la Región de Murcia. En *El medio físico de la Región de Murcia* (Conesa, C. coord.), EDITUM, Publicaciones de la Universidad de Murcia, pp. 95-128.

Cuadrat JM, Saz MA, Serrano R (2011): Caracterización del clima del nordeste de españa desde el siglo XVI. Análisis integrado mediante información multi-proxy e instrumental. Univesidad de Zaragoza.

De Luis M, González-Hidalgo JC, Longares LA, Stepánek P (2009): Seasonal precipitation trends in the Mediterranean Iberian Peninsula in second half of 20^{th} century. *Int. J. Climatol.*, 29:1312-1323.

Esteban-Parra MJ, Rodrigo FS, Castro-Díez Y (1998): Spatial and temporal patterns of precipitacion in Spain for the period 1880- 1992. *Int. J. Climatol.*, 18:1557-1574.

Ferreras Fernández, C. (2004): Inundaciones y sequías en la cuenca del río segura. Murcia: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Conserjería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente.

García Marín R, Conesa García C. (2006): Secuencias pluviométricas secas de larga duración en la cuenca del Guadalentín (Murcia- Almería). En *Clima, Sociedad y Medio Ambiente* (Cuadrat *et al.*, Eds.), Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC) Serie A, nº5. Zaragoza, pp. 371-382.

García Marín R, Calvo García-Tornel F (2008): Frecuencia y evolución de rachas secas en la Cuenca del Guadalentín (Sureste de España). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 48:71-89.

González-Hidalgo JC *et al.* (2002): Reconstrucción, estabilidad y proceso de homogeneizado de series de precipitación en ambientes de elevada variabilidad pluvial. En *La información climática como herramienta de gestión ambiental* (Cuadrat *et al.*, Eds.), Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles. Universidad de Zaragoza, pp. 47-57.

González-Hidalgo JC, López-Bustins JA, Stpánek P, Martín-Vide J, De Luis M (2009): Monthly precipitation trends on the Mediterranean fringe of the Iberian Peninsula during the second-half of the twentieth century (1951-2000). *Int. J. Climatol.*, 29:1415-1429. DOI:10.1002/joc.1780.

González-Hidalgo JC, Brunetti M, De Luis M (2011): A new tool for monthly precipitation analysis in Spain: MOPREDAS database (monthly precipitation trends December 1945- November 2005). Int. J. Climatol., 31:715-731.

González-Rouco JF, Jiménez JL, Quesada V, Valero F (2001): Quality control and homogeneity of precipitation data in the southwest of Europe. *J. Clim.*, 14:964-978.

Hakuba M, Folini D, Sanchez-Lorenzo A., Wild M (2013): Spatial representativeness of ground-based solar radiation measurements, *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 118:8585-8597.

Hoerling M, Eischeid J, Perlwitz J, Quan XW, Zhang T, Pegion P (2012): On the increased frequency of Mediterranean drought. *J. Clim.*, 25:2146-2161.

IPCC (2013): Climate Change 2013: En *The Physical Science Basis* (Stocker TF, Qin D, Plattner GK, Tignor M, Allen SK, Boschung J, Nauels A, Xia Y, Bex V and Midgley PM, eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Karl TR, Williams CN (1987): An approach to adjusting climatological time series for discontinuous inhomonegenities. *J. Clim. Appl. Meteorol.*, 26:1744-1763.

Katsoulis BD, Kambetzidis HD (1989): Analysis of the long term precipitation series at Athens, Greece. *Clim. Change*, 14:263-285.

López Bermúdez F (1985): Sequía, aridez y desertificación en Murcia. *Murgetana*, 67:5-73.

Lopez-Bustins JA, Martin-Vide J, Sanchez-Lorenzo A (2008): Iberia winter rainfall trends based upon changes in teleconnection and circulation patterns. *Global. Planet. Change.*, 63:171-176.

Luna MY, Guijarro JA, López JA (2012): Reconstrucción, homogeneidad y tendencias de las series históricas de precipitación mensual acumulada en la España peninsular y las islas baleares. *8º Congreso Asociación Española de Climatología (AEC)*, Salamanca, pp. 499-507.

Martín-Vide J (2003): *El tiempo y el clima*. Cuadernos de Medio Ambiente, 127 pp.

Martín-Vide J, Olcina J (2001): *Climas y tiempos de España*, Madrid, Alianza Editorial, 258 pp.

Martin-Vide J, Lopez-Bustins JA (2006): The Western Mediterranean Oscillation and rainfall in the Iberian Peninsula. *Int. J. Climatol.*, 26:1455-1475.

Mitchel JM, Dzerdzeevski B, Flohn H, Hofmeyr WL, Lamb HH, Rao KN, Wallen CC (1966): *Climate change*. Tech. Rep, WMO, Geneva, 79 pp.

OECC, MMA (2005): *Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático*. Proyecto ECCE, Ministerio de Medio Ambiente y UCM. Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica.

Peterson T, Easterling D (1994): Creation of homogeneous composite climatological reference series. *Int. J. Climatol.*,14:671-679.

Philandras CM, Nastos PT, Kapsomenakis J, Douvis KC, Tselioudis G, Zeferos CS (2011): Long term precipitation trends and variability within the Mediterranean region. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11:3235-3250.

Rajczak J, Pall P, Schär C (2013): Projections of extreme precipitation events in regional climate simulations for Europe and the Alpine Region. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118:3610-3626.

Ríos Cornejo D, Penas A, Del Río S (2013): Comparative analysis of precipitation trends in continental spain over the period 1961-2010. *International Journal of Geobotanical Research.*, 3:1-18.

Rodríguez R, Llasat MC, Wheeler D (1999): Analysis of the Barcelona precipitation series 1850-1991. *Int. J. Climatol.*, 19:787-801.

Rodríguez-Puebla C, Encinas AH, Nieto S, Garmendia J (1998): Spatial and temporal patterns of annual precipitation variability over the Iberian Peninsula. *Int. J. Climatol.*, 18:299-316.

Ruiz-Sinoga JD, García Marín R, Martínez Murillo JF, Gabarrón Galeote MA (2010): Precipitation dynamics in southern Spain: Trends and ciclyes. *Int. J. Climatol.*, 31:2281-2289.

Ruiz-Sinoga JD, García Marín R, Martínez Murillo JF, Gabarrón Galeote MA (2012): Analysis of dry periods along a pluviometric gradient in Mediterranean southern Spain. *Int. J. Climatol.*, 32:1558-1571.

Sneyers R. (1992): On the use of statistical analysis for the objective determination of climatic change. *Meteorol. Z.* 1: 247-256.

Sousa PM, Trigo RM, Aizpurua P, Nieto R, Gimeno L, Garcia-Herrera R (2011): Trends and extremes of drought indices throughout the 20^{th} century in the Mediterranean. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11:11-33.

Stepánek P (2008): AnClim - software for time series analysis. Dept. of Geography, Fac. of Natural Sciences, MU, Brno. 1.47 MB.

Venema V *et al.* (2012): Benchmarking homogenization algorithms for monthly data. *Clim. Past*, 8:89-115.

Vicente-Serrano S, López-Moreno JI, Beguería S, Lorenzo-Lacruz J, Sanchez-Lorenzo A, García-Ruiz J, Azorin-Molina C, Morán-Tejeda E, Revuelto J, Trigo R, Coelho F, Espejo F (2014): Evidence of increasing drought severity caused by temperature rise in southern Europe. *Environ. Res. Lett.*, 9, 044001, doi: 1088/1748-9326/9/4/044001.

Vincent L, Gullet D (1999): Canadian historical and homogeneous temperature datasets for climate changes analyses. *Int. J. Climatol.*, 9: 1375-1388.

Anexo

Información de las 41 series de precipitación en la Región de Murcia (tabla 1) y de las diferentes estaciones utilizadas en su reconstrucción. (Coordenadas en grados y altitudes en m).

ID	Nombre	Comienzo	Final	Latitud	Longitud	Altitud
1	CARAVACA	1933	2013			
	7119 CARAVACA (P. BOMBEROS)	04-1933	12-1985	38.11	-1.86	637
	7119A CARAVACA (POLIDEPORTIVO)	01-1986	12-2013	38.10	-1.87	623
2	CALASPARRA	1933	2013			
	7129 CALASPARRA (EMBALSE ALFONSO XIII)	01-1933	12-2013	38.22	-1.60	312
3	BULLAS	1933	2013			
	7167 BULLAS	01-1933	12-1960	38.05	-1.67	645
	7127 BULLAS (EL CARRASCALEJO)	01-1961	12-2013	38.06	-1.71	604
4	MULA	1933	2013			
	7168 MULA (EMB. DE LA CIERVA)	01-1933	12-2013	38.06	-1.49	395
5	MORATALLA BETETA	1933	2013			
	7069 MORATALLA BETETA	01-1933	12-1973	38.13	-2.24	1273
	7069C MORATALLA CASAS DE ALFARO	01-1974	12-2004	38.12	-2.22	1280
	7123E MORTALLA INAZARES	01-2005	12-2013	38.08	-2.21	1300
6	MORATALLA CAMPO DE SAN JUAN	1943	2013			
	7113 MORATALLA CAMPO DE SAN JUAN	01-1943	12-2013	38.18	-2.10	1150
7	MORATALLA C H SEGURA	1943	2013			
	7114 MORATALLA C H SEGURA	01-1943	12-2001	38.20	-1.89	680
	7114C MORATALLA PARQUE DE BOMBEROS	01-2002	12-2013	38.18	-1.89	710
8	MORATALLA EMBALSE DEL CENAJO	1933	2013			
	7083 MORATALLA EMBALSE DEL CENAJO	01-1933	12-2013	38.36	-1.78	360
9	JUMILLA	1929	2013			
	7138 JUMILLA ESTACIÓN VITICOLA	01-1929	12-1976	38.47	-1.33	510
	7138A JUMILLA I L	01-1977	12-1992	38.47	-1.36	502
	7138D JUMILLA LA ESTACADA	01-1993	12-2013	38.46	-1.34	445
10	TOTANA LA CARRASCA	1913	2013			
	7115 TOTANA LA CARRASCA	09-1913	12-2013	37.86	-1.58	1200
11	TOTANA MORTI	1913	2013			
	7216 TOTANA MORTI	12-1913	10-1926	37.80	-1.54	480
	7217 TOTANA PRESA DEL PARETÓN	01-1933	12-2003	37.72	-1.46	200
	7216 TOTANA MORTI	01-2004	12-2013	37.80	-1.54	480
12	ALHAMA	1913	2013			
	7219 ALHAMA HUERTA ESPUÑA	09-1913	12-2013	37.86	-1.52	760
13	ABARÁN	1925	2013			
	7153 ABARÁN SR G CANDEL	04-1925	12-1957	38.21	-1.37	260
	7151 ABARÁN SIERRA DEL ORO	01-1958	12-2013	38.19	-1.42	400
14	ABANILLA	1933	2013			
	7250 ABANILLA C H SEGURA	08-1933	12-2013	38.21	-1.04	222
15	FORTUNA	1953	2013			
	7237 FORTUNA C H S	01-1953	12-2013	38.18	-1.12	192
16	FUENTE ÁLAMO	1933	2013			
	7023 FUENTE ÁLAMO C H SEGURA	05-1933	12-2013	37.72	-1.17	140
17	SAN JAVIER	1933	2013			
	7030 SAN JAVIER C H SEGURA	10-1933	12-1944	37.80	-0.83	27
	7031 MURCIA/SAN JAVIER	01-1945	12-2013	37.79	-0.80	4
18	PUERTO LUMBRERAS	1941	2013			
	7211 PUERTO LUMBRERAS C H SEGURA	06-1941	12-2013	37.56	-1.81	465
19	LIBRILLA	1934	2013			
	7226 LIBRILLA C H S	01-1934	12-2013	37.89	-1.36	180
20	RICOTE	1944	2013			
	7156 RICOTE LA CALERA	08-1944	12-2013	38.15	-1.38	480

ID	Nombre	Comienzo	Final	Latitud	Longitud	Altitud
21	YECLA	1935	2013			
	7275 YECLA C H SEGURA	01-1935	12-2013	38.62	-1.10	605
22	CIEZA	1935	2013			
	7145 CIEZA C H SEGURA	01-1935	12-1990	38.24	-1.43	188
	7135 CIEZA LAS RAMBLAS	01-1991	12-1996	38.26	-1.47	190
	7145B CIEZA	01-1997	12-2013	38.24	-1.43	188
23	LORCA EMBALSE DE VALDEINFIERNO	1916	2013			
	7199 LORCA CASA IGLESIAS	01-1916	10-1926	37.79	-1.98	862
	7198 LORCA EMBALSE DE VALDEINFIERNO	01-1933	12-2013	37.80	-1.97	690
24	LORCA ZARZADILLA DE TOTANA	1940	2013			
	7206 LORCA ZARZADILLA DE TOTANA	11-1940	12-2013	37.88	-1.71	861
25	LORCA DOÑA INES	1935	2013			
	7201 LORCA DOÑA INES	01-1935	12-1992	37.93	-1.84	786
	7201E LORCA AVILÉS	01-1993	12-2013	37.91	-1.80	770
26	LORCA EMBALSE DE PUENTES	1933	2013			
	7205 LORCA EMBALSE DE PUENTES	01-1933	12-2013	37.74	-1.82	450
27	LORCA C H SEGURA	1934	2013			
	7208 LORCA C H SEGURA	01-1934	12-1998	37.67	-1.70	335
	7209 LORCA	01-1999	12-2013	37.65	-1.69	320
28	CARTAGENA POZO ESTRECHO	1933	2013			
	7206 CARTAGENA POZO ESTRECHO	08-1933	12-2013	37.71	-0.99	50
29	CARTAGENA EL ALGAR	1935	2013			
	7016 CARTAGENA EL ALGAR	05-1935	12-2013	37.65	-0.87	40
30	CARTAGENA SALINAS DE CABO DE PALOS	1942	2010			
	7019 CARTAGENA SALINAS CABO DE PALOS	04-1942	12-2010	37.64	-0.72	1
31	CARTAGENA PUERTO	1919	2013			
	7013 CARTAGENA PUERTO	04-1919	12-2013	37.57	-0.97	10
32	MURCIA	1864	2013			
	7182C MURCIA INSTITUTO	01-1864	09-1940	37.98	-1.13	66
	7228 MURCIA ALCANTARILLA	10-1940	12-2013	37.96	-1.23	85
33	CEHEGÍN	1913	2013			
	CEHEGÍN DOCUMENTOS HISTORICOS	01-1913	12-1952	38.10		
	7120 CEHEGÍN	01-1953	12-1986	38.09	-1.79	572
	7119U CEHEGÍN LOS ROSALES	01-1987	09-2005	38.08	-1.80	580
	7120C CEHEGÍN CIUDAD	01-1991	12-2013	38.10	-1.79	563
34	AGUILAS	1953	2013			
	7002 AGUILAS DIPUTACIÓN	01-1953	12-2013	37.41	-1.58	20
35	ARCHENA	1947	2013			
	7161 ARCHENA	10-1947	12-1966	38.12	-1.30	103
	7161A ARCHENA H E	01-1967	12-2013	38.12	-1.29	100
36	BLANCA	1945	2013			
	7155 BLANCA CASA FORESTAL	01-1945	12-2008	38.18	-1.33	240
	7159 BLANCA CASA CASTILLO	01-2009	12-2013	38.23	-1.29	280
37	PLIEGO	1954	2013			
	7170 PLIEGO	01-1954	12-2013	37.99	-1.51	381
38	SAN PEDRO DEL PINATAR	1955	2013			
	7032 SAN PEDRO DEL PINATAR	09-1955	12-2013	37.83	-0.79	19
39	SANTOMERA	1953	2013			
	7232 SANTOMERA	01-1953	12-2013	38.06	-1.05	36
40	ULEA	1944	2011			
	7157 ULEA GRUPO ESCOLAR	10-1944	12-1992	38.14	-1.33	126
	7157A ULEA	01-1993	05-2011	38.14	-1.36	110
41	MURCIA BENIAJAN	1933	2012			
	7231 MURCIA BENIAJAN	06-1933	12-2012	37.98	-1.07	50