

CAMBIOS ALEATORIOS DE LA PRECIPITACIÓN EN LAS ESTACIONES ESPAÑOLAS DURANTE LA FASE INSTRUMENTAL

Juan José SANZ DONAIRE

Dpto. de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física. Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN

En esta comunicación se realizan los gráficos de desviaciones acumuladas porcentuales de las estaciones españolas de series instrumentales más largas en datos pluviométricos, unidos por regiones y trazas similares. La cartografía de un año, 1994, de las rachas de cambio con su signo, pone de manifiesto tanto la aleatoriedad espacial de los cambios como la temporal (valor). La simplicidad del método ofrece sin embargo resultados interesantes, como los períodos húmedos y secos, tomados de todos los datos españoles.

Palabras clave: Pluviometría, España, método de las desviaciones acumuladas, aleatoriedad, períodos húmedos y secos, cambio climático.

ABSTRACT

This paper shows the graphical representations of the percentage cumulative deviations at those Spanish rain gauges where there is a longer instrumental series in rainfall data. Graphics have been compiled from regional and similarity basis. The number of consequent years' variation from the mean including its sign has been also mapped for 1994, where spatial and time randomness of these variation is shown. Nevertheless the method's simplicity offers acceptable results concerning humid and dry periods, especially when all the Spanish data are taken into account.

Key words: *Rainfall measure, Spain, cumulative deviations' method, randomness, humid and dry periods, climatic change.*

1. INTRODUCCIÓN

Mucho se habla y escribe en medios de divulgación y todavía más en los periódicos y otras publicaciones del mismo carácter sobre el cambio climático. Como dice GARCÍA FERNÁNDEZ (1993), el paso del caldeoamiento ambiental al cambio climático ha significado que "se ha dado un salto de la ciencia a la presciencia, es decir a la predicción del futuro con toda la incertidumbre que esto lleva consigo...[...] Los autores siempre se guardan las espaldas, señalando que se trata de hipótesis...[...]" pero en las conclusiones, y sobre todo en los *abstracts* – que es lo que se lee – sólo indican los resultados obtenidos en sus simulaciones." (pág 15) Y más adelante agrega: "La cien-

cia ha sido desbordada por las creencias que ella creó” (pág. 19). Acabada la guerra fría, destruidos los fantasmas de una contienda nuclear, derribados los muros entre el mundo Occidental y Oriental, el ser humano debe tener, no obstante, nuevas preocupaciones por las que sentirse angustiado, de entre las cuales destacamos el deterioro ambiental, y, como parte de él, el cambio climático antropoinducido. Y ello aunque exista quien, desde la plataforma más elevada de ser experto en este cambio (LINÉS ESCARDÓ, 1993) afirma rotundamente que “el tema del efecto invernadero y el cambio climático inseparable del mismo, es preciso admitir que tienen una base científica que no se puede, sin caer en la frivolidad, pasar por alto”(pág. 48). Lamento no estar totalmente de acuerdo con esta afirmación, y no me considero frívolo en el trabajo que ahora presento. Pero una cosa es el efecto invernadero y otra el cambio climático, aunque se quieran unir (SANZ DONAIRE, 2000 a).

No se pone en duda que un cambio en la energía atmosférica debiera tener repercusiones en las restantes variables del sistema, pero hay mucho que estudiar en los cambios de esas variables. *Ab origine* una posibilidad, para mantener el sistema estable, residiría en contrarrestar el efecto del supuesto calentamiento mediante cambios en las restantes variables, lo que se pretende poner de manifiesto en las siguientes páginas para el caso de las precipitaciones de los observatorios con registro instrumental más largo de España. También *a priori* podría suponerse un comportamiento tal que tuviera igual sentido de cambio que el calentamiento general. No obstante esta hipótesis, lejos de comprobarse, se desmonta tras el estudio de las series más largas. Y así se expresa también la comunidad científica de modo unánime. “El problema del cambio climático no surge como respuesta a la evolución observada de la temperatura – el calentamiento global – sino como respuesta a la evolución observada de las concentraciones de gases invernadero y a sus previsiones futuras” (BALAIRÓN, 2000, pág. XIII). “El análisis de la variabilidad climática natural y sus anomalías a lo largo de varios siglos puede permitir la profundización en el conocimiento del sistema climático global y sus interrelaciones. [...] En ese momento el hombre estará capacitado para caracterizar y cuantificar con exactitud su intervención como nuevo agente climático a través, por ejemplo, de las emisiones de gases de efecto invernadero” (MARTÍN VIDE y BARRIENDOS, 2000, págs 58-59), “con una vigilancia continua de nuestro sistema climático, aunque de momento no permita con precisión separar la variabilidad natural de las alteraciones provocadas por efectos antrópicos” (ALMARZA MATA, 2000, pág.71).

Queda mucho por estudiar de cuál es el papel desempeñado por la variabilidad natural, y cuál la debida inequívocamente a la acción humana. No obstante, el hombre parece haber dado por buena la existencia, más que cuestionable, del cambio del clima, para afanarse en su intervención interesada. Ello resulta especialmente delicado, cuando en la teoría actualmente más aceptada científicamente, en la teoría de los sistemas, se pregona la capacidad de los sistemas de autorregularse. Una autorregulación irreversible, no obstante, puede realizarse de modo natural en un sentido que no “convenga” a los intereses del hombre, surgiendo de inmediato la pregunta de si debe el ser humano padecer las consecuencias de sus actos, lo que en definitiva significaría ser responsable de los mismos, o bien lanzarse a remediarlos, a paliar las consecuencias negativas. La respuesta a tal cuestión es fácil de contestar, pues nadie asistiría impasible a la quema de sus propiedades pudiendo actuar en contra, aunque el incendio hubiese sido provocado, de un modo más o menos fortuito, incluso intencionado por él mismo, salvo actitud suicida. No obstante, personalmente

tengo la impresión de que el motor de la creación de opinión sobre el “cambio climático” no es otro que la voluntad de transferencia de tecnología de los países que la poseen a los que están, como eufemísticamente se suele decir, en vías de desarrollo (SANZ DONAIRE, en prensa a).

Con el fin de aportar alguna luz a los datos que sirven de base a la afirmación de existencia innegable de cambio climático, hemos elaborado aquí unos cuantos gráficos que ponen de manifiesto la variabilidad, sea ésta natural o no, de la precipitación en los observatorios cuyos registros instrumentales son más largos para España. Los datos proceden de la publicación oficial del INM de Madrid (ALMARZA *et al.*, 1996), aunque en ciertos casos han sido corregidos cuando se disponía de capacidad para ello, especialmente al denotar valores absurdos, debidos preferentemente a errores tipográficos (o electrónicos, pues hoy los trabajos se suelen ofrecer a las imprentas en formato digital). Como queda dicho, si de los gráficos se dedujera un cambio aleatorio en las precipitaciones, ni siquiera sería necesario entrar en el difícil tema de que la tendencia fuera inducida por el hombre, pues ésta simplemente no existe.

Los datos han sido elaborados aplicando una simple técnica, la de las desviaciones acumuladas, según la cual, establecida la media de la serie, se calculan posteriormente las desviaciones anuales respecto de la misma, cifras que finalmente se acumulan. El gráfico resultante ofrece un aspecto tal que pone de manifiesto mediante las elevaciones de la curva (más bien una poligonal) los períodos húmedos y, a través de las bajadas, las etapas de sequedad. A efectos gráficos y comparativos los datos se han expresado en porcentaje de cambio acumulado.

2. MAPA DE RACHAS

Pero permítaseme antes de pasar a los gráficos, ofrecer un mapa (fig. 1) sobre la cantidad consecutiva de años que, en 1994, se han mantenido las precipitaciones superiores (signo +) o inferiores

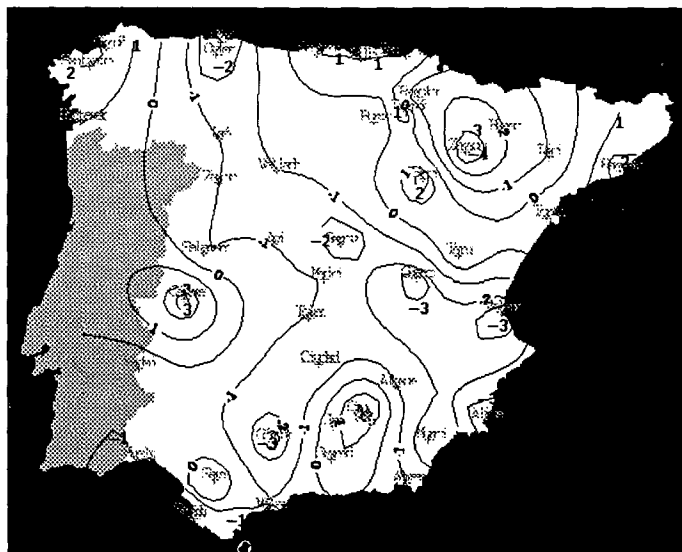


Fig. 1: Rachas de precipitación en 1994.

res (signo -) a la media. He tomado el año 1994 al azar, porque los resultados cartográficos y estadísticos son muy similares en cualquier fecha. Se trata de contabilizar la longitud de las "rachas" de años consecutivos con igual sentido de cambio. La simple ojeada al mapa resultante da testimonio de la aleatoriedad, al no existir pautas espaciales definidas (SANZ DONAIRE, en prensa b). Se ha obviado aquí la demostración de que el resultado hubiera sido el mismo para cualquier año escogido. Las rachas no sobrepasan el valor absoluto de 4 (/4/), siendo el caso más frecuente el de /1/. Evidentemente la probabilidad de que se repitan dos cifras de precipitación idénticas en años consecuentes es tan baja que esta circunstancia no se ha dado en todo el período instrumental en ninguna de las más de 50 estaciones estudiadas. Los valores de /1/ denotan la aleatoriedad, esto es el deambular sin tendencia significativa. En el cuadro resumen puede afianzarse aún más esta afirmación.

Cambio	+4	+3	+2	+1	-1	-2	-3	-4
Frecuencia	0	2	5	12	18	6	3	1

La mayor parte de las estaciones (59,57%) presentan, en 1994, descenso de las precipitaciones al menos en un año, cuando no en los últimos años; pero ello no debe implicar que necesariamente el aspecto de las poligonales sea semejante, ni siquiera parecido, como se tendrá ocasión de ver después. Debe, sin embargo, existir algún motivo por el cual la tendencia en los últimos años en los observatorios estudiados sea al descenso. Dado que la mayoría de los observatorios se hallan enclavados en áreas urbanas, no se descarta que el mencionado comportamiento sea debido a la creciente urbanización, tal y como se ha sugerido para otros lugares (SANZ DONAIRE, 1999). *A priori*, podría deberse a la sequía padecida entre 1992 y 1995, aunque el estrecho margen entre valores positivos y negativos (40,43 % y 59,57%) no permite generalizar el resultado de la sequía a toda la España peninsular. Pero también debe consignarse que la distribución de las rachas se invierte en otros años, por lo que finalmente se compensan, y ofrecen un marco de aleatoriedad espacial y estadística.

3. GRÁFICOS DE DESVIACIONES ACUMULADAS

Con el fin de poner mejor de relieve las comparaciones se ha optado por realizar los gráficos a igual escala de los observatorios preseleccionados por su tendencia pareja. De la contemplación de los gráficos se extraen las siguientes conclusiones:

- a) estaciones bien cercanas entre sí, muestran diferencias importantes, cuando no absolutamente contrarias. Así Alicante muestra descenso en los últimos 5 años; Murcia sólo en el último, si bien existía suavísima elevación en los años inmediatamente anteriores; y Almería ascenso en los últimos tres. Siendo éstos buenos ejemplos, la cercanía de tres estaciones de serie larga en Cazorla hace todavía más llamativa la misma consideración; se trata de las estaciones Cazorla /Hornico, ICONA y Nava de San Pedro. Es cierto que en todas ellas al menos los últimos 23 años son de descenso, pero en la de ICONA se alcanza hasta 14, y en el Hornico 7. Lamentamos que la de Nava de San Pedro tenga lagunas en los últimos años, lo que dificulta la interpretación. Pero tampoco la contemplación macroscópica, suavizando detalles de índole menor,

ofrece una imagen parecida para las tres estaciones: ello todavía se aprecia mejor en el gráfico en el que se ha unificado la escala de precipitaciones (fig. 2).

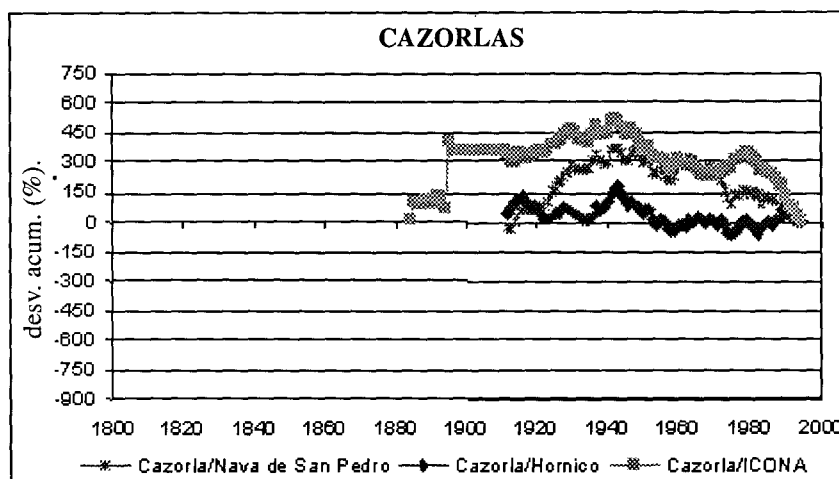


Fig. 2: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de Cazorla.

b) las estaciones de la Iberia húmeda (fig. 3), salvo Bilbao y Santander (fig. 4), ofrecen una tendencia a la subida de precipitaciones en los últimos años: Coruña, ininterrumpidamente desde 1940; Oviedo desde comienzos de siglo, aunque existen numerosas lagunas y una meseta para los últimos 12 años; Pontevedra y San Sebastián, desde los años 20; Santiago de Compostela desde la séptima década del mismo siglo. A pesar de este comportamiento general, se puede predicar de ellas lo anotado en el apartado anterior.

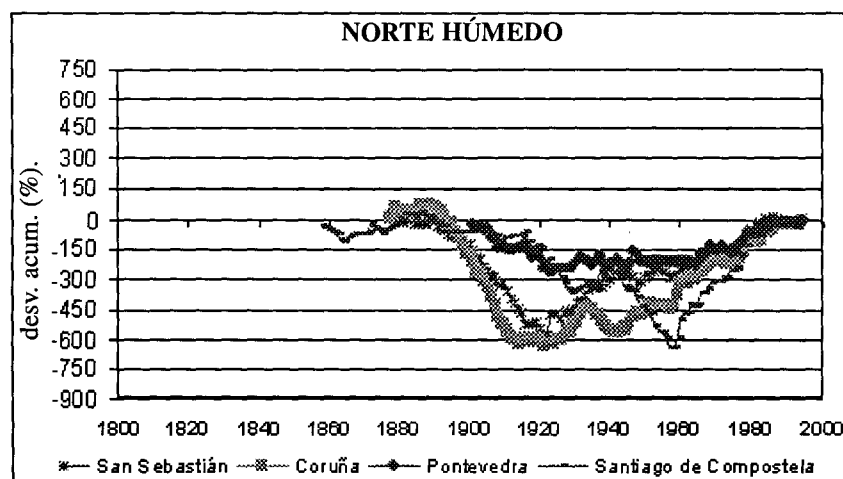


Fig. 3: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones del Norte húmedo.

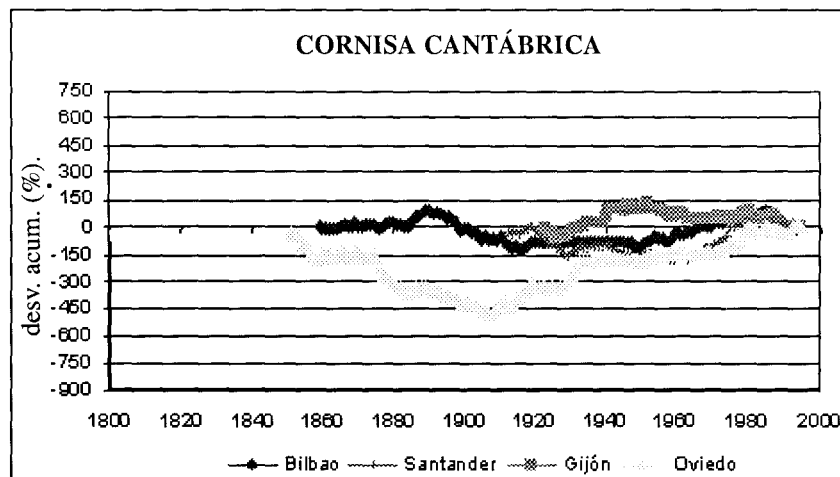


Fig. 4: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de la Cornisa Cantábrica.

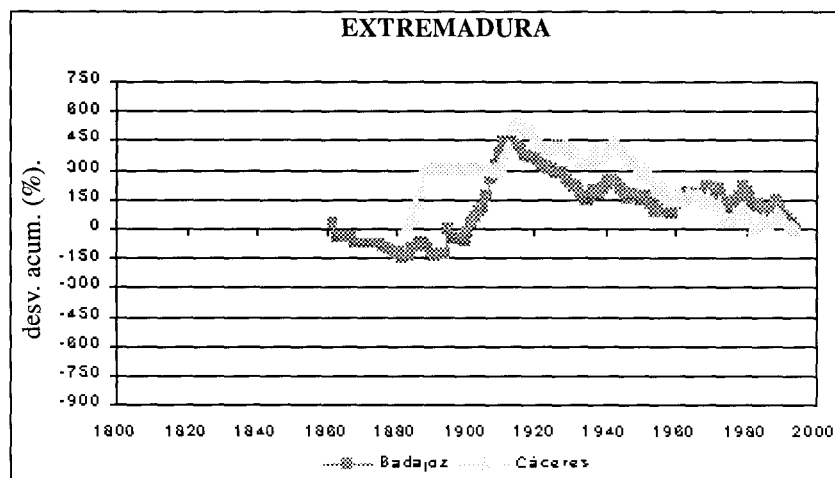


Fig. 5: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de Extremadura.

- c) las estaciones extremeñas (fig. 5) son unánimes en su comportamiento. Cáceres: fuerte caída desde 1920, aunque con altibajos, y Badajoz desde igual momento. Pero en ambos casos parece que las caídas son posteriores a sendas subidas desde el comienzo de la serie instrumental, allá por 1880. Lamentablemente Cáceres posee bastantes lagunas anuales.
- d) la continuación meridiana hacia el N de las estaciones extremeñas ofrece un panorama bien diferente, pues en el antiguo Reino de León (fig. 6), Salamanca reproduce, aunque invertida especularmente, la imagen de Extremadura; la cortedad de la serie zamorana muestra un des-

censo 1910-1960, con contrarréplica en los años posteriores, al subsanarse la bajada mediante la correspondiente subida hasta la actualidad, y León denota una caída desde 1950 hasta nuestros días, tras un inexplicable y espectacular aumento en un solo año.

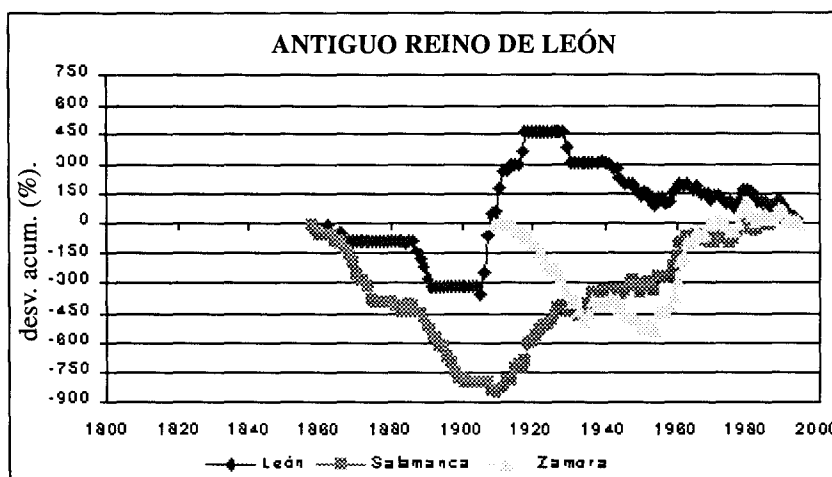


Fig. 6: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones del Antiguo Reino de León.

- e) la continuidad geográfica meridiana de las estaciones extremeñas hacia el S, en la Andalucía atlántica (fig. 7), no se corresponde con continuidad en el aspecto de la serie de precipitaciones, por cuanto que el modelo de evolución se parece más al salmantino que al pacense. Sevilla destaca por su escasa variabilidad.

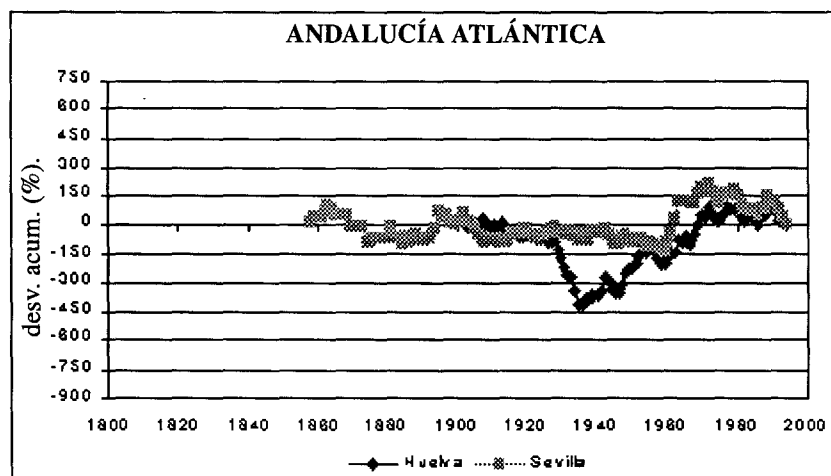


Fig. 7: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de la Andalucía atlántica.

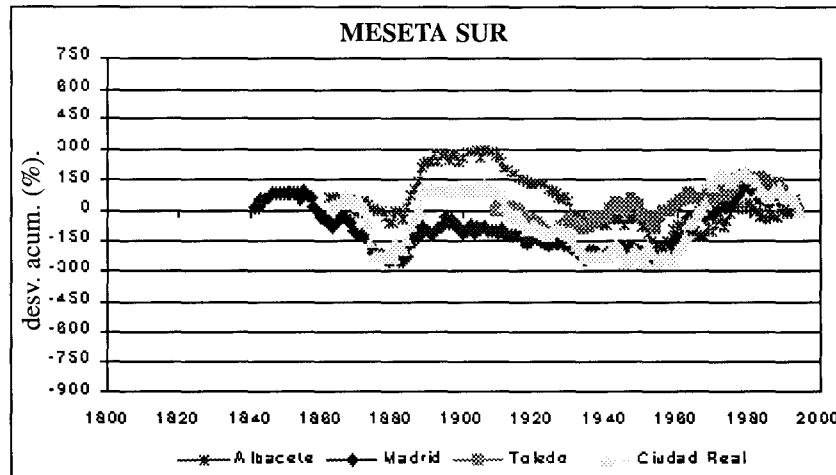


Fig. 8: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de la Meseta Sur.

- f) las estaciones de la Meseta en su área meridional (fig. 8) tampoco muestran uniformidad en los últimos años. Mientras Ciudad Real desciende, Albacete tiene una componente ascendente importante. Eso sí, ambas ofrecen un “ciclo” semejante para los años 1880-1940, con fuerte subida, amesetamiento y descenso continuado desde 1910. A conclusiones semejantes llegan otros autores (GALÁN *et al.*, 1999) si bien definen la Meseta Meridional de un modo distinto. Si para los años 1955 hasta el final del estudio hay coincidencia en las estaciones de Toledo y Madrid, así como para el período seco de 1910 a 1925, el lapso de tiempo 1925-1955 presenta un ciclo de ascenso-descenso en Toledo que Madrid no registra.

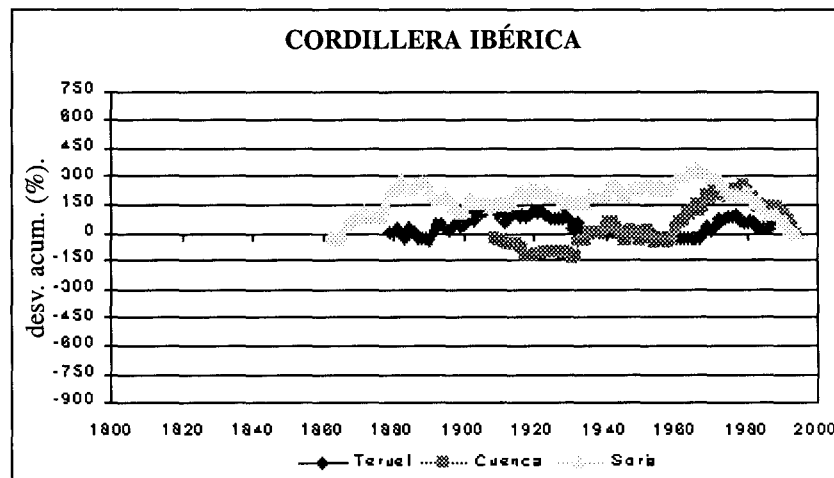


Fig. 9: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de la Cordillera Ibérica.

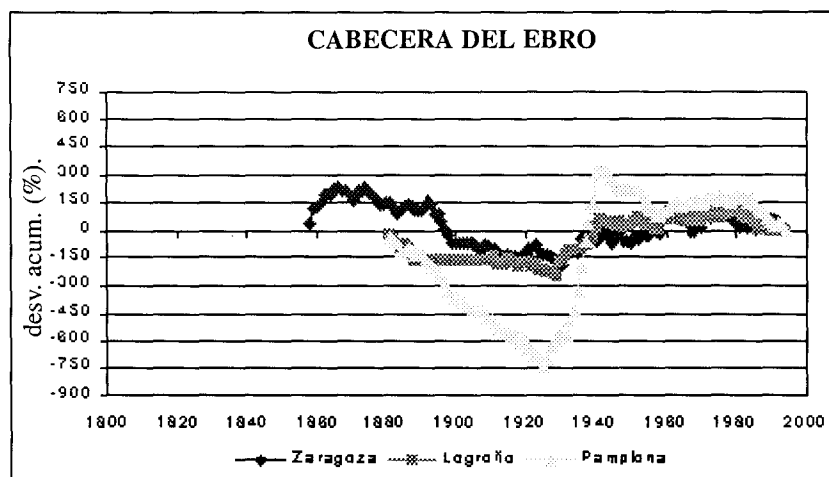


Fig. 10: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de la Cabecera del Ebro.

- g) la máxima disparidad de pluviogramas se muestra al comparar los observatorios de la Ibérica (fig. 9), porque probablemente en Teruel, Cuenca y Soria prevalezcan las condiciones locales en áreas de montaña, que ofrecen enorme singularidad puntual. En todo caso existe más cercanía entre Soria y Logroño que entre las mencionadas estaciones ibéricas. A destacar igualmente la escasa variabilidad porcentual.
- h) cierto aire de semejanza denotan Logroño y Pamplona (fig. 10), las capitales de la cabecera de la cuenca del Ebro, especialmente en el período húmedo de 1920-40, y en el posterior mantenimiento por oscilación. Otro tanto se puede decir de Zaragoza respecto de Pamplona.

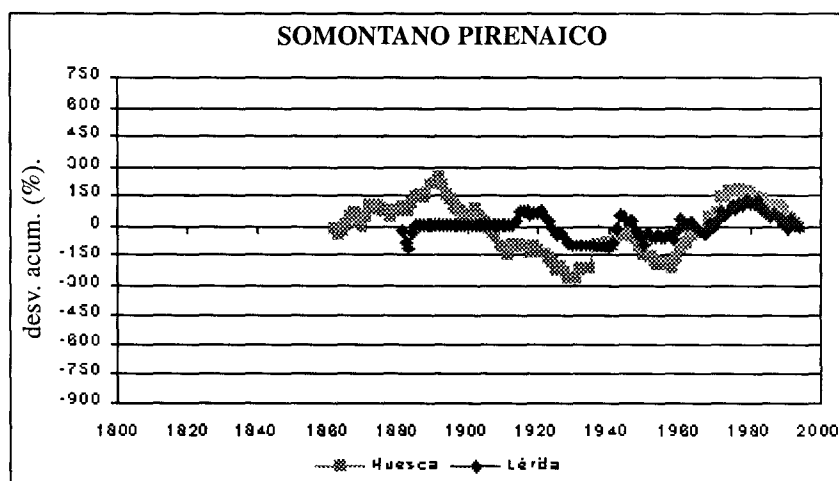


Fig. 11: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones del Somontano pirenaico.

- i) las capitales aragonesas no forman ninguna unidad natural, por lo que sus pluviogramas son bien diferentes. Huesca se halla en sus comportamientos próxima a Lérida, y ésta se separa, como cabría esperar, de las restantes estaciones meteorológicas catalanas. Son destacables los dos últimos "ciclos" con picos hacia 1945 y 1980 en el somontano pirenaico (fig. 11) .
- j) Barcelona y Tortosa coinciden en el descenso 1890-1920, pero mientras ésta última se recuperó e inició ciclo descendente, Barcelona se mantuvo y remontó con posterioridad (fig. 12) .

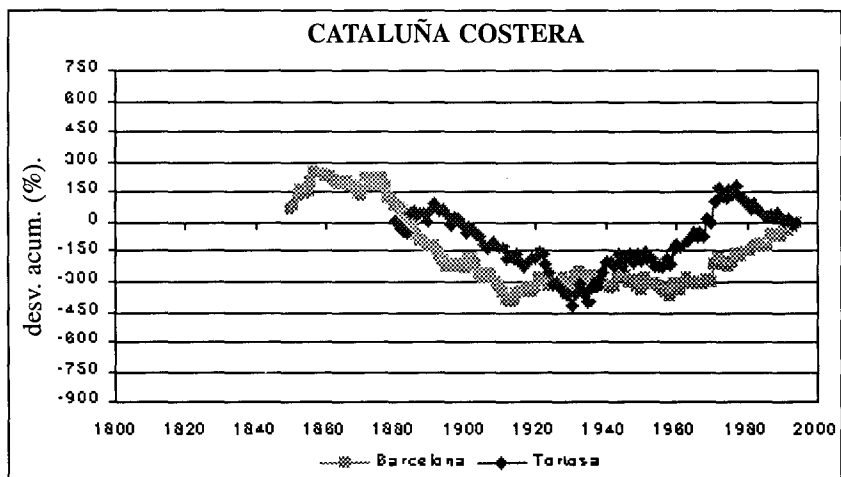


Fig. 12: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de la Cataluña costera.

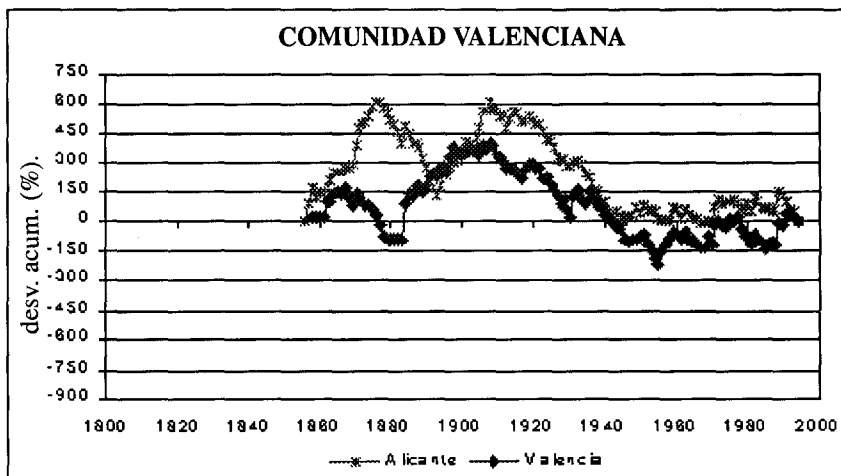


Fig. 13: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de la Comunidad Valenciana.

- k) las estaciones de la Comunidad Valenciana (fig. 13) presentan cierta igualdad en el tramo desde 1960, con leve y titubeante ascenso, pero, aunque coincidan en dos ciclos desde los inicios del período instrumental, éstos se encuentran desplazados en el tiempo y con diferencias tanto en el valor de los máximos, como en su ubicación temporal. No cabe pensar en proximidad con la estación de Tortosa.

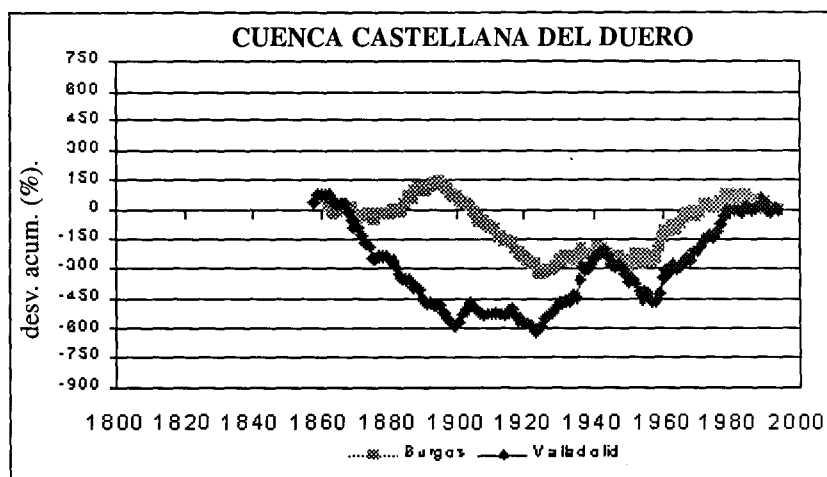


Fig. 14: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de la Cuenca castellana del Duero.

- l) en la cuenca del Duero, las estaciones de Zamora y Valladolid (fig. 14) son coincidentes en el comportamiento respecto de la precipitación de los años desde 1960, pero son absolutamente contrarias en los años precedentes, desde 1919 en que se dispone de datos comunes. A su vez Burgos reproduce, aunque amortiguadamente, las oscilaciones de Valladolid. Esta vez sí pare-

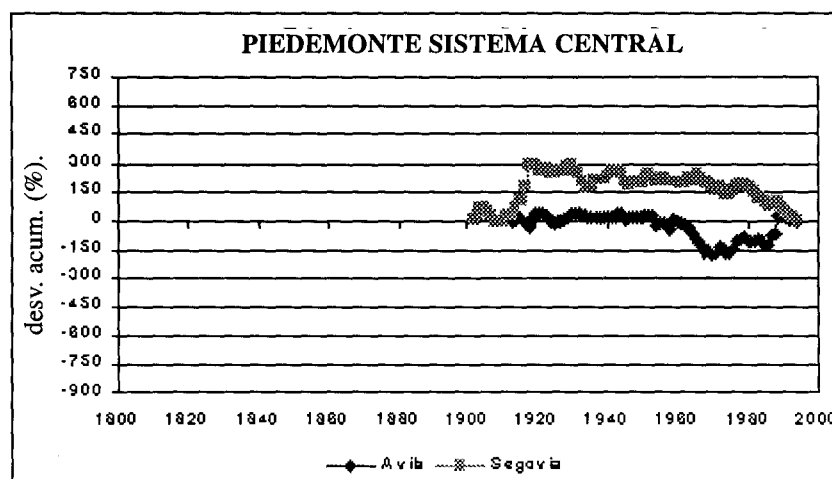


Fig. 15: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones del Piedemonte del Sistema Central.

ce existir una unidad fisiográfica en los observatorios durienses, desde la frontera portuguesa a la Ibérica, con transición a su paso por el centro de la cubeta. El gráfico evolutivo de la precipitación en León es muy diferente del de las restantes capitales del antiguo reino leonés, salvo en la coincidencia de los años húmedos finales de los 50, con subidas espectaculares.

- m) el piedemonte septentrional del Sistema Central Divisorio (fig. 15) tampoco tiene un carácter uniforme, y los factores locales deben ser responsables de las variaciones entre Avila y Segovia, de tendencia final absolutamente divergente.

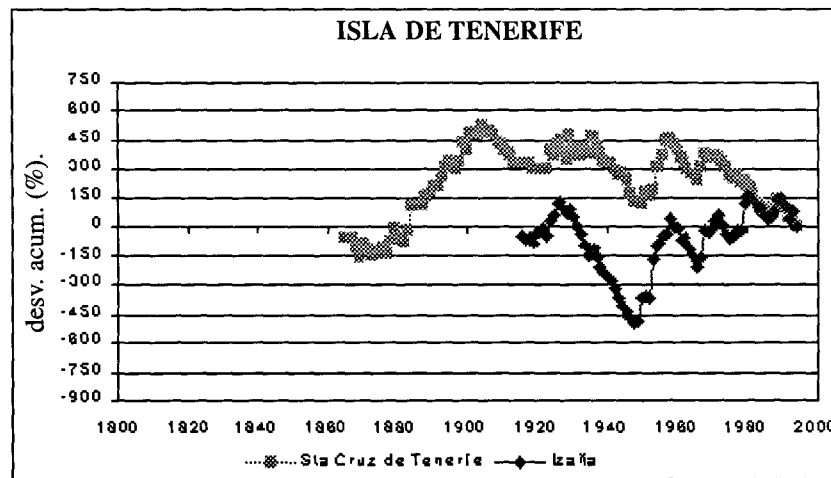


Fig. 16: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de la Isla de Tenerife.

- n) los observatorios tinerfeños (fig. 16) no permiten la comparación, por estar situados a altitudes tan dispares, en un régimen de alisios y con inversión en altura, que incluso anulan el factor de la proximidad en la misma isla. Izaña muestra una variabilidad máxima, fruto sin duda de la combinación del factor orográfico.
- o) la Andalucía atlántica de Huelva y Sevilla tampoco ofrece pautas comunes (fig. 17), pero son notables las coincidencias en la fachada meridional, entre San Fernando y Málaga: picos al unísono en torno a 1900 y 1970, tendencia actual negativa fig. 16).
- p) sin embargo es importante poner de manifiesto la similitud de los observatorios de Granada y Jaén, con un único ciclo de ascenso y descenso (fig. 18).

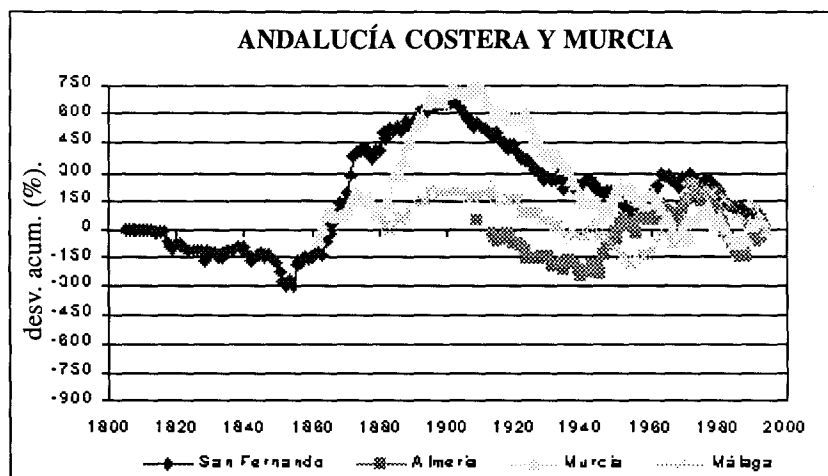


Fig. 17: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de la Andalucía costera y Murcia.

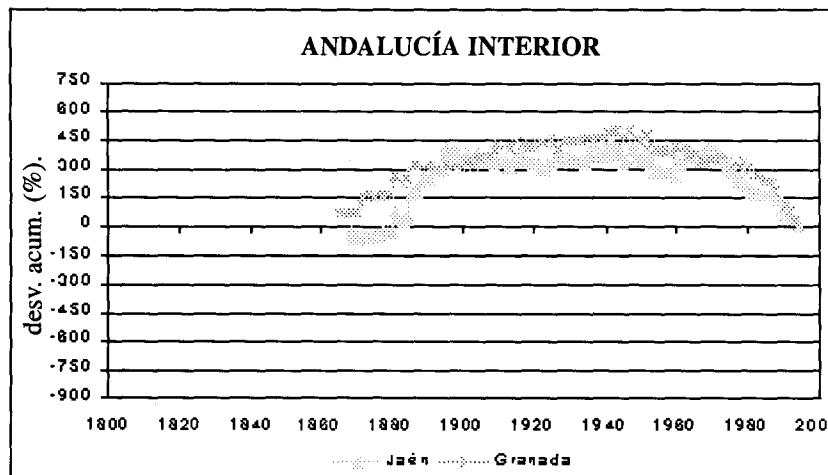


Fig. 18: Gráficos de desviaciones acumuladas de estaciones de la Andalucía interior.

4. LA EVOLUCIÓN PARA TODA ESPAÑA

Finalmente y a pesar de ser consciente de la amalgama que ello significa, se procedió a un gráfico unificado de todas las estaciones españolas (gráf. 18), que, confeccionado para las primeras décadas del siglo pasado, sólo refleja un número bajo de estaciones; desde 1865 incorpora 25 estaciones, y a partir de 1880 suma los valores de 30 ó más estaciones, y por ende, tiene una mayor representatividad. Debe hacerse notar el peso que las estaciones meteorológicas mediterráneas tienen en el gráfico final, pues son mayores en número. Una vez más se asiste a la “anomalía” de las regiones húmedas respecto de la media, pues la Iberia lluviosa ocupa una extensión espacial más reducida.

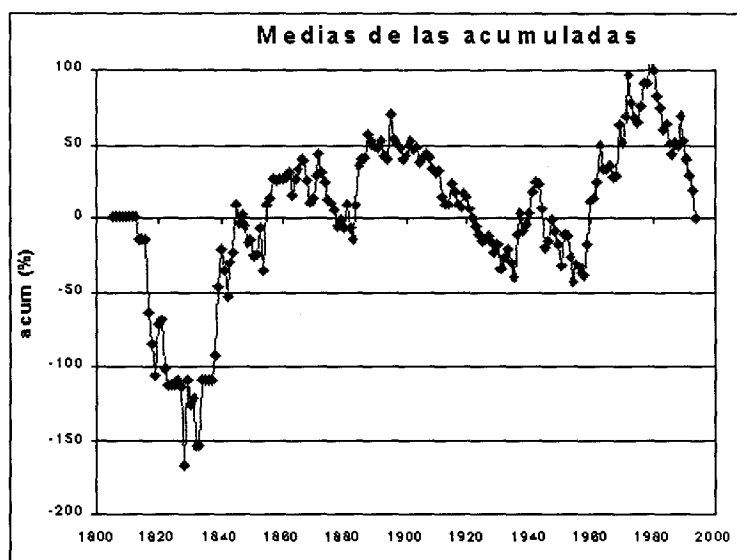


Fig. 19: Medias de las desviaciones acumuladas.

De la figura 19 se colige la existencia de tres “ciclos” mayores desde 1880 hasta 1995: uno inicial del 1882-1915, con máximo disimétrico en 1897; tal vez pusiera de manifiesto el comportamiento anómalo finidecimonónico del que he hablado en otro lugar para Soria (SANZ DONAIRE, 1999); el ciclo intermedio 1915-1958, con punta en 1943, y el actual, con punta en 1980, y en cuyo limbo descendente nos encontramos. Sí debe comentarse que en este último tramo descendente, en el período seco al que se asiste, se han concentrado el tramo de 5 años consecutivos de descenso pluviométrico respecto de la media, con valores acumulados mayores de toda la serie estudiada. Ello podría implicar una tendencia en los últimos tiempos, pero todavía incipiente y cuya valoración estamos lejos de poder hacer por el momento.

Debe destacarse que, frente a lo que se considera en otras publicaciones, los gráficos de las desviaciones acumuladas porcentuales arrojan un descenso de la variabilidad en los últimos años (¡hasta 1994!), alejando de nosotros el fantasma de cambios irreversibles.

El tratamiento gráfico y cartográfico al que se ha sometido el conjunto de datos de precipitación de las series instrumentales más viejas de España pone de manifiesto inequívocamente la falta de tendencias o de pautas, por lo que se puede afirmar su aleatoriedad. Esta es la conclusión a la que se llega tanto por otras vías en España (ALMARZA MATA, 2000; SANZ DONAIRE, en prensa b) como en Egipto para momentos preindustriales (SANZ DONAIRE, 2000 b).

5. REFERENCIAS

ALMARZA, C., LÓPEZ, J.A. y FORES, C. (1996): "Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación en España". Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

ALMARZA, C. (2000): "Variaciones climáticas en España: Época instrumental". En BALAIRÓN, J. (coord.): "El cambio climático", El Campo, Servicio de Estudios del BBVA, Madrid, nº 137, pp. 69-84.

BALAIRÓN, J. (2000): "Introducción general". En BALAIRÓN, J. (coord.): "El cambio climático", El Campo, Servicio de Estudios del BBVA, Madrid, nº 137, pp I-XVII.

GALÁN, E., CAÑADA, R., RASILLA, D., FERNÁNDEZ, F. y CERVERA, B. (1999): "Evolución de las precipitaciones anuales en la Meseta Meridional durante el siglo XX". En RASO NADAL, J.M. y MARTÍN VIDE, J. (Eds): "La Climatología española en los albores del siglo XXI", Barcelona, Publicaciones de la AEC (Asociación Española de Climatología), Serie A, nº 1, pp. 169-180.

GARCÍA FERNÁNDEZ, J. (1993): "Los problemas del medio ambiente y la ordenación del territorio". En: "Medio ambiente y ordenación del territorio", Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Valladolid, Fundación Duques de Soria y Grupo Endesa, Valladolid, pp. 7-3.

LINÉS ESCARDÓ, A. (1993): "El efecto invernadero: causa del caldeoamiento global (Teorías y realidad)". En: "Medio ambiente y ordenación del territorio", Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Valladolid, Fundación Duques de Soria y Grupo Endesa, Valladolid, pp. 33-49.

MARTÍN VIDE, J. y BARRIENDOS VALLVÉ, M. (2000): "El clima del pasado: una perspectiva histórica". En BALAIRÓN, J. (coord.): "El cambio climático", El Campo, Servicio de Estudios del BBVA, Madrid, nº 137, pp. 49-67.

SANZ DONAIRE, J.J. (1999): "Variabilidad natural y antropoinducida en el "cambio climático": el caso de la pluviometría de Soria". En RASO NADAL, J.M. y MARTÍN VIDE, J. (Eds): "La Climatología española en los albores del siglo XXI", Barcelona, Publicaciones de la AEC (Asociación Española de Climatología), Serie A, nº 1, pp. 491-500.

SANZ DONAIRE, J.J. (2000 a): "New definitions of climate and climatic change". *Foreign Bulletin of the Egyptian Geographical Society*, El Cairo, vol. 73, pp. 1-20.

SANZ DONAIRE, J.J. (2000 b): "Los totales anuales de precipitaciones en Egipto y el 'cambio climático'". *Anales de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid*, Madrid, nº 20, pp. 309-330.

SANZ DONAIRE, J.J. (en prensa a): "A propósito del cambio climático: una 'nueva' definición de clima". *Libro Homenaje al Profesor García Fernández*, Valladolid, 12 págs.

SANZ DONAIRE, J.J. (en prensa b): "Aleatoriedad de las series instrumentales de precipitación en España: otro caso en el que no se detecta el 'cambio climático'". *Estudios Geográficos*, CSIC, Madrid, 25 págs.