

EVOLUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LAS REGIONES
PLUVIOMÉTRICAS ANDALUZAS. OBSERVACIONES DE GEOGRAFÍA
COMPARADA SOBRE LAS POSIBILIDADES DE REGULACIÓN
Y TRASVASE DE RECURSOS HÍDRICOS

JOSÉ MANUEL CASTILLO REQUENA*

Aceptado: 7-XI-00. BIBLID [0210-5462 (2000); 30: 123-141].

PALABRAS CLAVE: Guadalquivir. Sur, precipitación anual, variabilidad, agua. Análisis Regional.

KEY WORDS: Guadalquivir. South, annual rainfalls, variability, **Maters** balances. Regional Analysis.

MOTS CLEFS: Guadalquivir. Sud, précipitation annuelle, variabilité, ressources d'eau, Analyse régionale.

RESUMEN

Andalucía posee dos vertientes hidrográficas con precipitaciones anuales dispares: medias en el Guadalquivir y bajas en la región pluviométrica del Sur. La variabilidad anual, sin embargo, es tan sobresaliente como generalizada a todo el mediodía ibérico. Existen extremos muy distantes y una alta frecuencia de valores inferiores a la media. Los últimos, en especial, propician la regulación temporal o de cuenca, y la espacial o entre cuencas. Las dificultades que ambas soluciones a los requerimientos de agua encuentran, obligan a la ordenación del consumo mediante una planificación previa de la demanda.

SUMMARY

Andalucía has **two** hydrographical versants with different annual rainfalls: the Guadalquivir area presents a normal rate, whereas the South pluviométrique region a poor one. This annual variability is the most outstanding peculiarity, and **at** the same time a common characteristic to the South Iberian Peninsula. There exists **vet)** far **awai** extremes and a high frequency of rainfall rates below the average. These rates, in particular, cause not only the temporary regulation of the basin, but also the spatial or between basins. The difficulties, that both solutions raise to fulfil the water requirements, force to plan the water consumption by means of a previous study of the water necessities.

RESUME

L'Andalousie a deux versants hydrographiques avec de différentes précipitations annuelles: moyennes dans la vallée du Guadalquivir. et faibles dans la région pluviométrique du Sud. Néanmoins la variabilité annuelle est aussi importante que généralisée dans tout le Midi ibérique. Il existe des extrêmes très distants et une haute fréquence de valeurs inférieurs à la moyenne. Ces dernières facilitent spécialement l'IDC ni la régulation temporelle ou de bassin et la spatiale ou entre

* Departamento de Geografía. Universidad de Almería. Campus de La Cañada.

bassins. Les difficultés que les deux solutions trouvent aux besoins d'eau obligent à la réglementation de la consommation à travers une planification préalable à la demande.

1. INTRODUCCIÓN

Dos vertientes, una mediterránea y otra atlántica, componen el territorio andaluz.

Tal diversidad no es una originalidad de Andalucía cuya superficie prolonga por el sur la gran divisoria peninsular y participa de las profundas diferencias que marcan uno y otro ambiente marítimo para la producción de precipitación atmosférica y el transcurso posterior del ciclo hidrológico.

Esta disimetría, que se comprueba al analizar el comportamiento pluviométrico de los tipos de circulación atmosférica y las características de la precipitación recogida en períodos más o menos prolongados de años (CASTILLO. 1989), apenas trasciende, sin embargo, a la evolución anual, pues la cantidad de lluvia caída en cualquier año sobre uno de los dos ámbitos no determina la del otro; o, dicho de otro modo, la indigencia pluviométrica sobre la Andalucía mediterránea no se correlaciona con la humedad en la Andalucía atlántica, y viceversa. Esto ocurriría si, en la escala anual con la que afrontamos el análisis, con la que se realiza el ciclo hidrológico y suelen desenvolverse las exigencias de numerosas empresas humanas, persistiera, con la exclusión suficiente, un determinado grupo de tipos de circulación originarios de determinados contrastes espaciales en la producción de precipitaciones y, al siguiente año, se frecuentaran los modelos de circulación responsables de la otra distribución espacial; pero, claro está, la condición de la exclusión es propia del período diario, no del anual.

En la España reciente y venidera, estructurada básicamente por una fachada mediterránea predispuesta a consumir el agua propia y ajena sin más límite que el de la productividad económica particular, y el resto, la España interior y la España atlántica, opuestas por lo general a todo lo que no sea conservación, aunque en algunos casos ello suponga conservar la falta de racionalidad económica, los aspectos anteriores cobran una inusitada importancia, al punto de convertir el clásico mapa pluviométrico nacional de isoyetas (líneas) en un nuevo mapa pluviométrico compuesto por cuencas (áreas), unidades de comparación o, como título, de Geografía comparada, y centro de atención del estudio que sigue.

Estos hechos geográficos que impregnan de significados sociales el fenómeno de la precipitación y su desenvolvimiento anual, son sólo parte de una compleja realidad, de tal modo que, a la contraposición atlántico / mediterráneo, se suma otra oposición fundamental: el contraste transitivo entre el conjunto meridional que constituye Andalucía, y el extremo septentrional del solar ibérico.

En este sector de la fachada occidental de Europa se simultanean tipos de circulación (y los tipos de tiempo consiguientes) muy distintos, con predilección por la circulación ciclónica de consecuencias humificadoras en el norte y por la circulación anticiclónica de consecuencias aridificantes en el sur, y episodios de circulación anormal que invierte los efectos anteriores; todos hacen de la precipitación un fenómeno más raro y variable conforme nos desplazamos por la península hacia el sur; es decir, el agua caída está menos disponible cuanto más nos alejamos del espacio más húmedo; en consecuencia, Andalucía encuentra numerosas dificultades para la regulación

de cuenca y entre cuencas, tanto por la variabilidad e irregularidad del agua caída, como por la competitividad en las superficies que median hasta llegar a los espacios potencialmente provisos.

La existencia de dos ámbitos territoriales del recurso agua en el interior (con pocas salvedades) de la extensa superficie de Andalucía: la Cuenca del Guadalquivir, atlántica, y la Cuenca Sur, mediterránea, crea una situación geopolítica diferente, aunque es una singularidad preocupante: a la instancia de poder y gobierno correspondiente a la Autonomía se extienden el conflicto aludido de las actitudes contrapuestas y conflictivas de las sociedades de cada ambiente (mediterráneo y atlántico o interior) ante el recurso del agua, y llegan a constituir una especie de réplica de los conflictos nacionales, de forma que se solapan con aquellos por la íntima relación de la convivencia autonómica una vez que se hallan agravados con las dificultades generadas por la posición meridional general de) territorio.

Este artículo pretende ofrecer los resultados comparativos del análisis de la evolución de la precipitación en las dos grandes cuencas andaluzas entre sí, como de ambas unidades con otros conjuntos peninsulares significativos de las diferencias Este / Oeste en los requerimientos sociales de agua, y Norte / Sur en las disponibilidades naturales, globalmente indicativos de los conflictos y de los problemas nacionales por el agua.

Cierto que los conflictos por el agua entre las comunidades de distintas cuencas no tienen una sola dimensión, más en ámbitos como el de la **Cuenca Sur**, diversa y dispar, como dejó bien patente la tesis de MARTÍN VIVALDI (1991). Sin embargo, mi estudio se centra en el análisis comparado de ambos conjuntos con el resto de **las regiones pluviométricas** de España del Servicio Meteorológico Nacional (1958) modificadas (CASTILLO, 1998). Este análisis, que inicié en la publicación referida, afronta una escala peninsular, y supedita, en consecuencia, a dicha dimensión los problemas derivados de la misma, verbigracia los conflictos de índole geopolítica por el agua. No es, pues, que considere las disputas entre Comunidades Autónomas más interesantes o importantes que las habidas y por haber entre, por ejemplo, Diputaciones, y / o entre Ayuntamientos, simplemente es cuestión de la escala con la que deseo abordar el análisis, lo que sin duda no agota el tema. Al contrario, lo inicia.

2. JUSTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DEL ESTUDIO Y PRECISIONES SOBRE LAS FUENTES

En Andalucía la diversidad hidrográfica de la vertiente mediterránea y atlántica se desagrega territorialmente, por un lado, con la variopinta Cuenca Sur y el reducido espacio árido oriental, ligado básicamente al reciente regadío de Pulpí, adscrito a la *Cuenca del Segura* desde finales de la década de los años 80 y, por el otro lado, con la Cuenca del Guadalquivir y el otro extremo, el occidental, más extenso y húmedo que el oriental, constituido por el último tramo del Guadiana y de los ríos adyacentes onubenses, superficie convertida hoy en un trozo bajo el nombre de Guadiana III (I.G.N., 1995).

Nos hallamos, sin duda, ante una gran diversidad de territorios aunque destacan, por la extensión superficial, los dos conjuntos hidrográficos del Guadalquivir y el de la Cuenca Sur. Su distinta condición, atlántica y mediterránea, sirve a los propósitos comparativos de

lo que sigue, y existen en el *Calendario Meteoro-Fenológico* y en el *Calendario Meteorológico* posterior (en adelante C.M.) series de más de 50 años de datos de precipitación para ambas regiones pluviométricas. como para otros términos comparativos peninsulares.

No obstante, hay faltas de correspondencia en la denominación "Cuenca" para ambas superficies y sendas delimitaciones, aunque no tan abultadas en el caso del conjunto Guadalquivir y Guadalete. recogido como *Cuenca del Guadalquivir*, como en el caso de la llamada *Cuenca Sur*. Esto, que trasluce la artificialidad en la definición de cualquier territorio, ha roto la homogeneidad de la serie de datos, y ha inducido un problema considerable para su análisis que he tratado de subsanar.

Cuando el Servicio Meteorológico Nacional (Secciones de Climatología e Hidrología) delimitó en España peninsular la vertiente mediterránea meridional y la vertiente atlántica meridional (con denominaciones cambiantes) como dos de las ocho *regiones pluviométricas*. se perseguía examinar la evolución anual del agua caída del cielo sobre espacios que evocaban con bastante aproximación una imagen geográfica: las *Vertientes Norte y Noroeste* coinciden con la España Atlántica, la *Cuenca del Duero* es la Submeseta Norte, las cuencas del *Tajo y del Guadiana*, la Submeseta Sur. la *Cuenca del Guadalquivir y Vertiente Sur Atlántica* se aproxima a la Depresión del Guadalquivir, la *Vertiente Mediterránea del Sur* constituye parte de Las Penibéticas. la *Vertiente Mediterránea de Levante y Sureste* recuerda el Levante ibérico, la *Cuenca del Ebro* a la Depresión del Ebro. y el *Pirineo Oriental* se corresponde con parte de Cataluña (ver el mapa de aquella publicación. C.M. 1958. p. 123). Para su delimitación también contaron, no obstante, criterios de homogeneidad pluviométrica. pues sus "...valores medios son bastante representativos..." (C.M. 1963. p. 125): se procuró, pues. que. además de regiones geográficas, fuesen regiones homogéneas desde el punto de vista de la precipitación atmosférica.

Pero la finalidad aplicada, regional, con la que se concibió esta *Estadística Pluviométrica*. porque "...el rápido crecimiento de las necesidades de agua para el suministro de las poblaciones, para los riegos y para la industria obliga en todo el mundo a ocuparse de los problemas de la HIDROMETEOROLOGÍA con creciente interés..." (C.M. 1959. p. 125). probablemente originó, primero, la pérdida del peso de los criterios iniciales (pluviométricos), a favor de criterios de otro tipo: hidrográficos y territoriales, principalmente, en la delimitación de las unidades: e, inmediatamente, originó variaciones en las delimitaciones (sobre todo en la España tecnocrática, y en la España de la Autonomías) que, como todas las variaciones de índole espacial, poseen una profunda incumbencia regional; y se ligaron a otras variaciones, las nominativas, pero, en este caso, de escaso sentido geográfico.

Importan aquí las variaciones de lo que hoy se denomina Cuenca Sur y Cuenca del Guadalquivir, no sólo porque son el antecedente de las circunstancias territoriales del agua, sino también porque me permiten comentar la homogeneización de la serie de 52 años de datos de precipitación anual que ofrezco y analizo en este estudio.

Desde el inicio en 1947 hasta 1962 la *Cuenca del Guadalquivir y Vertiente Sur Atlántica* se establecía a partir de la cuenca del Guadalquivir y del Guadalete. invariablemente ligado a ella, y el espacio menor, pero muy rico en agua, constituido por las *Cuencas del Odiel y Tinto / Piedras*: pero desde 1963 este último conjunto se suma a las *Cuencas del Tajo y del Guadiana*, sin desagregarse hasta la reciente delimitación del *Guadiana III*. lo cual, aparte de romper la expresiva denominación de *Vertiente Sur Atlán-*

tica, varió los datos de la serie y generó una muy difícil homogeneización: los valores totales anuales del período 1958-1962, ambos inclusive, vienen desagregados, por tanto no hay dificultad en restarlos a la *Cuenca del Guadalquivir y Guadalete* y sumarlos a la *Cuenca del Tajo y del Guadiana*, pero los datos de esta parte onubense de la vertiente atlántica sur no estaban diferenciados antes de 1958 y, en consecuencia, es necesario hallarlos, lo que he resuelto con una regresión lineal entre los valores anteriores de *Odiel y Tinto / Piedras* y los de la *Cuenca del Guadalquivir y Guadalete* (entre ambas "r" = 0,90), después he obtenido los valores esperados en el *Odiel y Tinto / Piedras* a partir de los valores observados entre 1947 y 1957 en el área bética, y he realizado por último la substracción y la adición antes referida para el período 1958-1962.

El otro extremo del mediodía ibérico, entre las salinas de San Juan de los Terreiros, en Pulpí, hasta las de Mata y Torrevieja, por el litoral, y, tierra adentro, hasta los límites serranos del Campo de Cartagena, queda incluido en la *Vertiente Mediterránea Meridional* (ver el mapa de las regiones pluviométricas en C.M. 1958, p. 123), pero supongo que desde 1963, como en el caso anterior, cuando se substituyeron las *regiones pluviométricas* iniciales por las *cuencas y vertientes* del *Boletín Mensual Climatológico*, se incluyó en la cuenca del Segura y, por ende, en la *Vertiente Mediterránea de Levante*, como se advierte ya fehacientemente en las publicaciones cartográficas de 1968 y de 1971 del S.M.N. e I.N.M. Ni la superficie, ni el volumen total de precipitación anual, son de la importancia del caso onubense, pero he procedido a hallar también las precipitaciones totales anuales caídas desde 1947 a 1962, ambos inclusive, sobre este espacio fundamentalmente murciano, para substraerlas de la vertiente mediterránea del sur y sumarlas a la vertiente mediterránea de levante. Con tal propósito he ponderado la lluvia anual media de ese espacio (a partir del mapa pluviométrico peninsular de HUERTA, 1969) y calculo sus variaciones año a año de 1947 a 1962, ambos inclusive, mediante razones simples con las variaciones anuales de observatorios representativos y completos entre 1947 y 1962 (7-023: Fte. Álamo, C.H. Segura, y 7-182-B: Murcia C.H. Segura); para obtener volúmenes anuales totales de agua ya corregidos he multiplicado los valores de esta serie (1947-1962) por la superficie; el producto de cada año lo he substraído de la vertiente mediterránea meridional y lo he sumado a la vertiente levantina.

3. LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EN ANDALUCÍA. SIGNIFICACIÓN EN EL CONTEXTO IBÉRICO

La precipitación media anual de la superficie de las dos grandes regiones pluviométricas en el período 1947-1998, ambos inclusive, llega a 600 l/nr en la Cuenca del Guadalquivir, y a 537 l/nr en la Cuenca Sur. Ambos conjuntos, en efecto, reciben menos agua del cielo que el promedio peninsular español, con 667 l/nr.

Como he comentado en la introducción y demuestro en otros estudios, el agua caída aquí, sobre Andalucía, queda aminorada en conjunto, como es de esperar de la posición meridional en el contexto de las fachadas occidentales de los continentes en latitudes subtropicales del hemisferio norte, donde se produce la transición entre los

climas áridos tropicales y los climas húmedos templados fríos. Según el Atlas Nacional de España (I.G.N., 1995, V.I., p. 10.4-5). para la serie 1940-1985, quedan también uno y otro conjunto andaluz con menos precipitación media que la superficie ibérica española, pues alcanzan respectivamente 590 y 547 mm al año. frente a los 672 mm de conjunto. Refuerza la idea de la diferencia norte / sur los valores del espacio formado por las unidades más septentrionales: Norte y Noroeste y Pirineo Oriental (1103 l/nr).

Existe, no obstante, otro contraste oeste / este, ostensible al comparar las regiones andaluzas atlántica y mediterránea, que se acrecienta al oponer el promedio peninsular español atlántico, 726 l/m², los 566 l/nr de la vertiente mediterránea. A la disparidad entre el norte y el sur. se suma esta otra disimetría. Conviene resaltarla porque prolonga y completa las circunstancias, más generales, de distribución de la lluvia en la península ibérica, y crea en Andalucía profundas diferencias internas.

El ámbito del Guadalquivir posee un valor muy parecido al de otras regiones pluviométricas cuya particular localización de conjunto en la superficie peninsular sugiere una *unidad central ibérica*, integrada por la región del Duero, la del Ebro, la del Tajo y Guadiana, y ésta del Guadalquivir y Guadalete. que constituye, así, su extensión natural hacia el suroeste.

El ámbito de la Cuenca Sur, en un sector mediterráneo y meridional de la periferia de la anterior unidad, como la región de Levante y Sureste, son ámbitos más secos aún, bien diferenciados por tanto de esa *unidad central*, al tiempo que opuestos al sector formado por Pirineo Oriental y Norte y Noroeste, de consistencia húmeda, oceánica, y localización, asimismo, periférica, pero occidental y / o septentrional.

CUADRO I. DISTRIBUCIÓN REGIONAL EN ESPAÑA PENINSULAR DE LA LLUVIA MEDIA ANUAL en l/nr (1947-1998).

<i>Regiones periféricas septentrionales</i>	<i>Regiones de la unidad central ibérica</i>	<i>Regiones periféricas meridionales y del este</i>
Pirineo Oriental: 722,0	Ebro: 609.5	
Norte y NW: 1311.2	Duero: 611.6	
	Tajo y Guadiana: 600.4	Levante y Sureste: 472,6
	Guadalquivir: 600,5	Sur: 537,8

FUENTE: Elab. propia con datos rectificadas del C.M. 1958, C.M. 1982 y ss. I.N.M.

Tal representación espacial de las diferencias del agua recogida del cielo por vastas superficies en la España peninsular (cuadro I) se ajusta más a la realidad que aquellas donde se dibuja una gradación progresiva entre el norte y el sureste, como es el caso del mapa publicado en el *Atlas Nacional de España* (I.G.N., 1995. V.I., p. 10,4-5): entre los límites de las cuatro clases diferenciadas en la representación: 400 mm. 600 mm y 1000 mm, el central (600 mm) parece especialmente inadecuado porque, como he puesto de manifiesto en el cuadro I, es un valor en torno al cual se

sitúan las precipitaciones medias de un elevado número de unidades, y como indica el GRUPO CHADULE (1980. p. 53) en su *Iniciación a los métodos estadísticos en Geografía* "...los límites deben representar el aspecto de la distribución (...) si la distribución comporta saltos o discontinuidades es preferible situar en ellas los límites: en efecto, es necesario hacerlas corresponder con los valores de menor frecuencia..."; los defectos de esta representación pueden ser fortuitos o intencionados, pero, en cualquiera de los dos casos, sobresalen hechos con un significado concreto en la polémica desatada en torno al recurso del agua en España. Así, el mapa resalta el carácter pluviométrico relativamente húmedo de la Cuenca del Tajo que, con tan sólo 642 mm, se sitúa en la clase entre 600 y 1000 mm. también muestra la proximidad del espacio más seco, la Cuenca del Segura, y el enlace entre ambos por el logrado acueducto del trasvase Tajo / Segura.

En otro orden de cosas, pero también en lo que toca a la distribución de la precipitación media anual, Andalucía constituye un territorio muy diverso. Al trazar grandes unidades espaciales, como las regiones pluviométricas homogéneas, surgen, como he mostrado, las diferencias internas; una parte de Andalucía es la prolongación de la meseta y la otra parte es la periferia: un anticipo del sureste, en cuya contigüidad fronteriza la cuenca del Almanzora sobresale por los escasos 315,5 l/m² que recibe de promedio anual (CASTILLO, 1999). Al entrar en detalles de escala mayor las diferencias se exageran, como es de esperar, y el término comparativo del punto más seco de Europa: Cabo de Gata, es uno de los puntos más lluviosos de España: Grazalema.

No obstante hay hechos comunes a puntos con volúmenes medios tan dispares; entre ellos interesa destacar el carácter excepcional con que la lluvia se produce, de forma que el número de días de precipitación resulta, en proporción, muy bajo en éstos y en la mayoría de los puntos de la superficie andaluza, sobre todo cuando comparamos con lugares más septentrionales, sean con abundancia o sean con escasez de precipitación anual. Este fenómeno básico, se liga a la variabilidad de la evolución de la precipitación media anual de una y otra Andalucía, a causa de los trazos básicos de la circulación atmosférica regional propia del sur con respecto a la del norte; en ellos no puedo detenerme por el propósito que marqué al inicio, pero sí puedo y debo, sin embargo, pararme a describir algunos parámetros estadísticos indicativos que, a diferencia de la media o de la cantidad, significan la cualidad de la variabilidad sobre ambas superficies andaluzas con respecto a otras superficies hidrográficas peninsulares.

4. LA VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL Y SU GENERALIZACIÓN EN EL SUR

Si con valores estables hay desemejanzas internas en Andalucía que nos permiten hablar de un espacio hídrico normal y de otro espacio indigente, con matices internos de diversa gravedad, al tratar la evolución encontramos múltiples puntos en común a todo el territorio, particularmente la variabilidad. Los hechos indican una problemática profunda que ligan este fenómeno con el otro aspecto de la lluvia crucial para la sociedad: la disponibilidad regular de agua, el elemento convertido en recurso que ha

devenido en el fundamento de múltiples actividades transformadoras del paisaje humanizado.

Durante los 52 años de la serie de cada una de las ocho regiones pluviométricas consideradas se han sobrepasado los 1.000 l/nr, al menos una vez, en cuatro conjuntos solamente: en las unidades periféricas septentrionales (Cuenca del Norte y Noroeste: 1.860 l/nr en 1960 y Cuencas del Pirineo Oriental: 1.075 l/nr en 1996) y en estas dos regiones meridionales: la Cuenca del Guadalquivir, donde las aguas sobrepasaron en el año 1996 los 1.101,63 mm, y la Cuenca Sur, donde alcanzaron 1.061,76 mm en 1989. Ni en el resto de las regiones pluviométricas (especialmente la de Levante, cuyo máximo, en 1989 también, apenas alcanzó 773 mm), ni en el conjunto peninsular, con el máximo de 969 l/nr en 1960. hay registros de valores superiores a 1.000 l/nr.

Estas precipitaciones extremas en Andalucía prácticamente duplicaron la media de la serie en el caso de la Cuenca Sur (proporción de 1,97 respecto a 1) y quedaron muy cerca del doble en la Cuenca del Guadalquivir (1,84).

CUADRO II. VALORES EXTREMOS DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DESDE 1947 A 1998

	<i>Max. l/m²</i>	<i>Año</i>	<i>Min. l/nr</i>	<i>Año</i>	<i>Máx.Jx</i>	<i>Mín.Jx</i>
Cea. Guadalquivir	1.102	1996	355	1974	1.84	0,59
Cea. Sur	1.062	1989	299	1954	1.97	0,56
Unidad Central¹	912	1960	425	1950	1.51	0,70
Fachada Medit.²	803	1989	343	1981	1.52	0,65
Esp. peninsular	969	1960	495	1981	1.45	0,74

(1= Duero. Ebro. Tajo y Guadiana. Guadalquivir: 2= Sur. Levante. Pirineo Oriental).

FUENTE: Elab. propia con datos rectificadas del C.M. 1958, C.M. 1982 y ss. I.N.M.

En contrapartida encontramos que los mínimos hallados en 1974 para la Cuenca del Guadalquivir (355 l/nr) y en 1954 para la Cuenca Sur (299 l/nr) sólo supusieron aproximadamente la mitad de la precipitación media de la serie en ambos casos, con unas proporciones de 0,59 y 0,56 respectivamente, que también representan las menores de toda las regiones pluviométricas, inclusive Levante y Sureste, donde se localiza el mínimo de precipitación media en valores absolutos de todas las regiones pluviométricas de España con los 282 l/m² de 1983.

Sobre los extremos, que al fin y al cabo son sólo dos valores en cada caso analizado, la desviación estándar y el coeficiente de variación (o proporción de desviación estándar con respecto a la media) poseen la ventaja de tratar todos los datos de la serie, y ofrecen en consecuencia un indicador más completo de la variabilidad. Al aplicar estos índices a las ocho regiones pluviométricas de España peninsular y a otros conjuntos que se forman con ellas, sobresalen de nuevo ambas superficies meridionales, la atlántica y la mediterránea.

CUADRO III. VARIABILIDAD COMPARADA DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA (1947-1998)

	<i>Media x</i>	<i>Desv. st. a</i>	<i>Cte. Var.</i>
Cea. Guadalquivir	600.47	180.45	30.05
Cea. Sur	537.82	165.72	30,81
Unidad Central ¹	605.26	127.55	21,07
Fachada Medit.-	527.69	116.60	22,10
Esp. peninsular	667.09	119.25	17,88

(1= Duero. Ebro. Tajo y Guadiana. Guadalquivir: 2= Sur. Levante. Pirineo Oriental).

FUENTE: Elab. propia con datos rectificadas del C.M. 1958, C.M. 1982 y ss. I.N.M.

En efecto, aparte de la Cuenca Sur y de la Cuenca del Guadalquivir, en ningún conjunto ni unidad analizada el coeficiente de variación sobrepasa el 30%. En una cuenca de río como la del Almanzora, en el extremo oriental de la vertiente meridional mediterránea, o Cuenca Sur, puede observarse incluso más del 40% (41,4% en la serie de 1961 a 1990; CASTILLO, 1999), pero, claro está, es un espacio subregional que no tengo en cuenta aquí más que como apunte de la realidad a otra escala de análisis.

Entre las regiones pluviométricas con las que trato se aproximan a un umbral tan elevado sólo las contiguas a las dos anteriores: Levante y Sureste, por un lado, y Tajo y Guadiana, por otro: el beneficio de su situación más septentrional, sin embargo, se deja sentir en el descenso de su coeficiente de variación al 25%. El valor inferior de las ocho regiones de España peninsular: 15% aproximadamente, ya se halla en las Cuencas del Norte y Noroeste, como era de esperar; es la mitad, por tanto, que en las regiones del sur. Si a la regularidad relativa de la lluvia en esta superficie de España se suma la abundancia que refleja el promedio anual superior a 1000 l/m², puede comprenderse la fijación con la que miran hacia el norte los que conducen empresas humanas en el sur.

5. LA EVOLUCIÓN ANUAL DE LA PRECIPITACIÓN EN EL ÚLTIMO MEDIO SIGLO Y EL PROBLEMA DE LA REGULACIÓN INTERNA DE CUENCA

Los datos anteriores adelantan la característica evolución irregular de la precipitación anual en Andalucía. Pero conviene detenerse en las figuras I y II donde quedan representadas las evoluciones de 1947 a 1998 (en abejas) de la precipitación media anual en l/m³ con respecto a la media de la serie completa y con referencia a unidades de desviación estándar (en ordenadas) de una y otra cuenca.

Saltan a la vista, en ambas figuras, en el lado de los valores positivos, los máximos desorbitados de unos pocos años, ya comentados, y, en el otro lado, la frecuencia unida a la moderación de los valores negativos.

De los 52 años tomados en consideración, más de 30 obtuvieron un valor de precipitación inferior a la media de la serie de cada ámbito: 31 en el Guadalquivir, y 33 en la vertiente mediterránea meridional: como término comparativo sirva la región

FIGURA I: EVOLUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA CUENCA SUR (1947/1998)

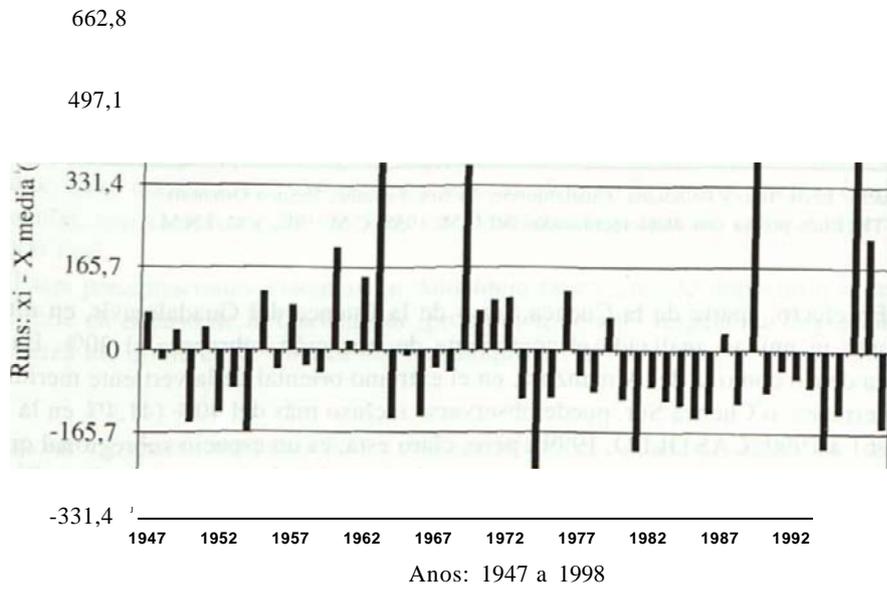
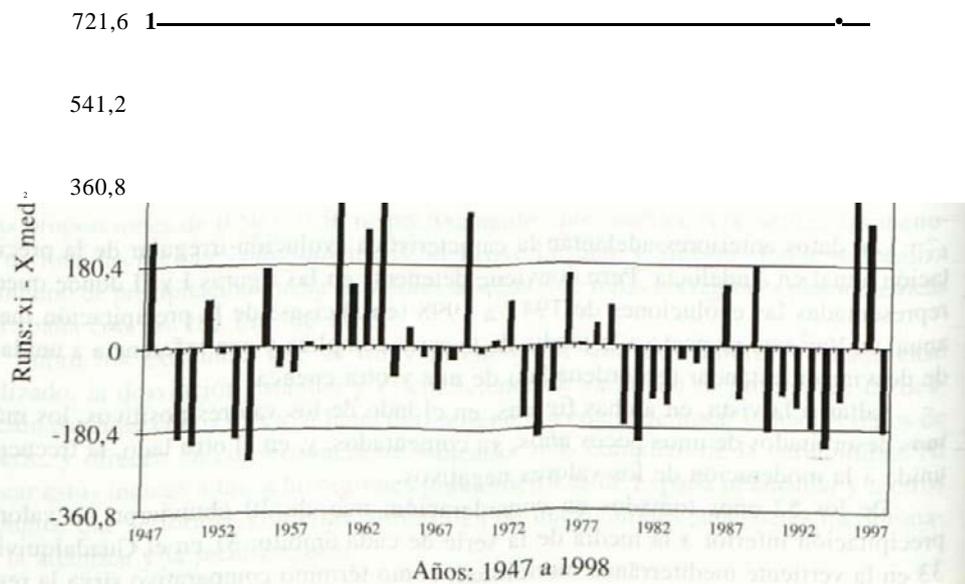


FIGURA II: EVOLUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL EN LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR (1947/1998)



Cuadernos Geográficos, 30 (2000), 123-141

pluviométrica más indigente en lluvia de España peninsular, la de Levante y Sureste, donde se observan durante el mismo período (de 1947 a 1998) sólo 27 años *secos* (si se les puede llamar así a los que no alcanzaron el promedio del espacio considerado).

En el otro aspecto, las figuras 1 y 2 evidencian, además, la inexistencia de casos con precipitación menor a la media menos dos desviaciones estándar, frente a los que sí superaron la media más dos desviaciones estándar, e incluso tres, en la Cuenca Sur.

Estos rasgos, consubstanciales al ritmo de la precipitación en el sur, no resultan nada extraños a cualquier otra escala de tiempo que adoptemos para su examen: el carácter súbito de la precipitación abundante, y la permanencia frecuentemente prolongada de la sequía.

La regulación en el interior de cada cuenca se desenvuelve, como ponen en evidencia los datos, entre dos exigencias fundamentales e interactivas: por un lado, la necesidad humana de llevarla a cabo para disponer del recurso agua, máxime en la Cuenca Sur, donde el problema de la variabilidad se agrava con el de la frecuente indigencia y la fragmentación que impone el relieve, y, por otro lado, la condición de los requerimientos técnicos en unas circunstancias naturales de diversa índole pero, en general, adversas.

Si se quiere resolver la disponibilidad de agua, se precisan unos continentes (presas, inyección en acuíferos, o cualquier otro) demasiado vastos, pues son exagerados los volúmenes caídos en determinados años, aparte la multiplicación de las actuaciones que requieren contrastes pluviométricos y accidentes como los de la superficie considerada. En contrapartida, cuando se realizan obras múltiples y tan costosas, la frecuencia de los años sin apenas lluvias aprovechables genera impaciencia entre los que consideran el agua como un recurso, y su justificación desde este punto de vista del aprovechamiento llega incluso a quedar en entredicho pues estos años poco generosos en precipitación atmosférica dejan inservibles para tales propósitos las actuaciones técnicas. Naturalmente llega el momento en que estos vasos se llenan de agua; pero entonces frecuentemente el agua deja de ser un recurso y la utilidad y eficacia de sus continentes se demuestra más por la protección que brindan a la ocupación humana del territorio frente a la inundación súbita, que para la provisión del valioso elemento durante la época de aridez pasada o venidera. El agua pierde momentáneamente su valor normal y se convierte en una amenaza: la persistencia de la situación de escasez que aguarda hará tornar su cualidad de recurso para la sociedad o, más específicamente, para empresas humanas que trascienden al conjunto de la sociedad, y las presas defensivas volverán a verse como vasos en un lento pero seguro proceso de vaciado.

6. EL CARÁCTER DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL POR REGIONES Y POSIBILIDAD DE INTERCAMBIO

En un territorio como el de España peninsular, donde la lluvia cae con irregularidad señalada, no sólo en el tiempo, también en el espacio, cuando las empresas humanas exigentes de agua quedan insatisfechas con la regulación temporal y actua-

ciones de interior de cuenca, entonces tienden a abordar la regulación espacial, entre cuencas, mediante los trasvases. Interesa, en consecuencia, un examen comparado de la precipitación anual de la Cuenca del Guadalquivir y de la Cuenca Sur en el contexto territorial nacional en el que se inscriben. Con tal propósito he elaborado la figura III-

La figura III representa, pues, casi lo mismo que las anteriores, con la diferencia del análisis comparado entre las regiones pluviométricas establecidas que propicia. Para tal propósito se establecen en ella umbrales generales que definen el carácter de la lluvia de los años de la serie analizada en cada unidad espacial: los valores de precipitación media y desviación estándar de España peninsular, y relega a un segundo plano el dato de la evolución: se ordenan los años de la serie 1947 a 1998 según el total de precipitación en valores absolutos recogido en ambas superficies andaluzas, en vez de seguir el orden de sucesión, con el objeto de observar de forma sencilla y nítida en la sinopsis que forma la figura durante los años de mayor escasez y abundancia qué carácter adopta la precipitación en las otras regiones peninsulares.

La percepción de la disponibilidad ajena de agua quedaría mediatizada por la disponibilidad propia: a un agricultor de la Cuenca Sur le parecerá mucha el agua caída en el Norte y Noroeste aunque sea un año localmente menos favorecido por la lluvia, como 1949, cuando la precipitación media apenas llegó a 939 mm.

Representaría esa imagen, pero completa, una tabla de doble entrada: en un eje los años, y en el otro las regiones pluviométricas, con un símbolo en cada casilla significativo del carácter húmedo o seco de cada caso para el perceptor, pues emplearía como umbral entre ambos caracteres la media de la región pluviométrica considerada, y se añadirían matices en ambos conjuntos de símbolos mediante los límites que, a partir de la media, indican las unidades de desviación estándar, naturalmente también de la región pluviométrica donde se formaría la imagen.

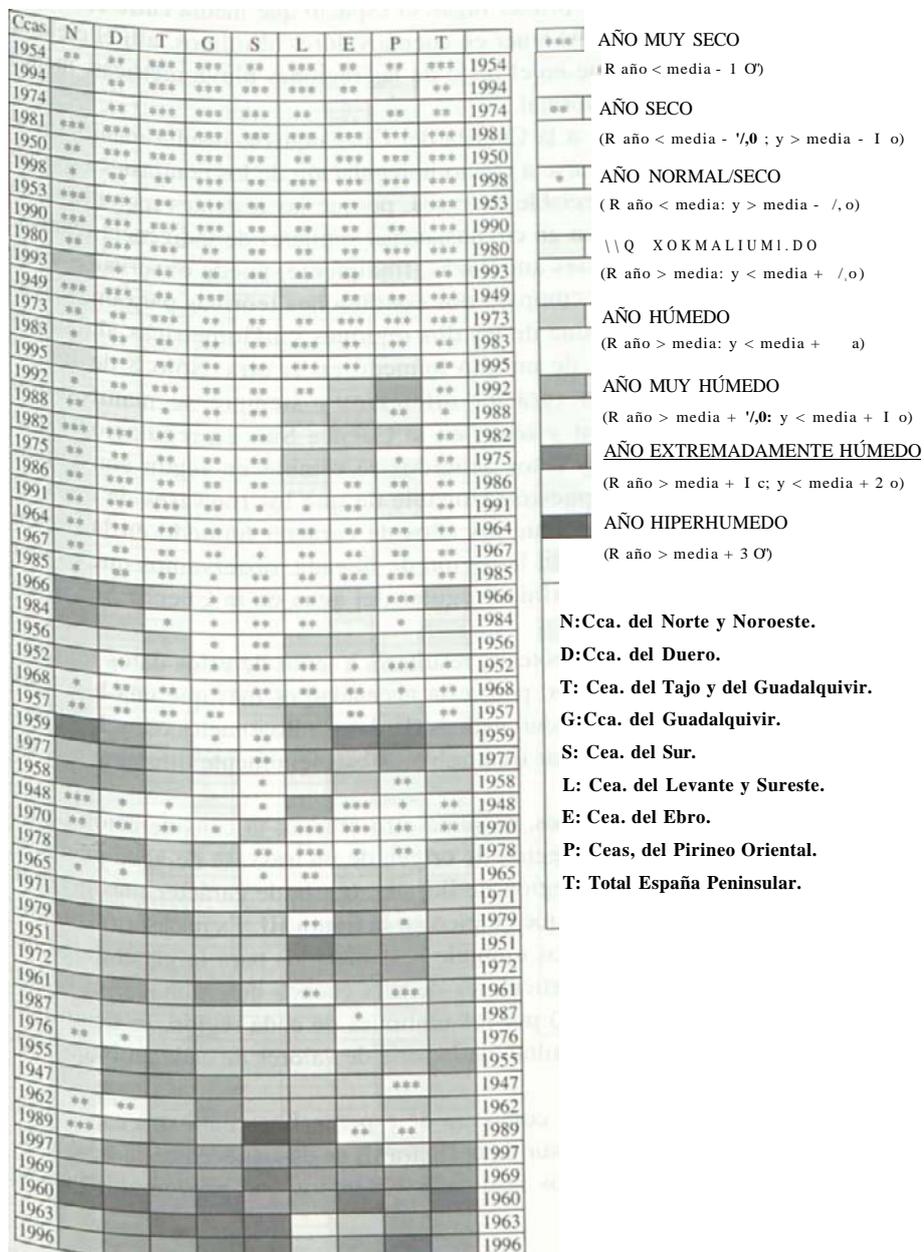
Como he indicado, tal operación gráfica genera la imagen regional de la precipitación en España peninsular a partir del ámbito concreto cuya media y desviación estándar se emplean como límites de clase para el resto. Sin embargo, si se desea mostrar la percepción desde otro ámbito entonces debería llevarse a cabo la misma operación gráfica, pero con otros valores, la media y la desviación estándar de otra serie de datos.

Para evitar la duplicidad que resultaría en Andalucía el análisis de las dos regiones pluviométricas existentes: la Cuenca del Guadalquivir y la Cuenca Sur, he preferido tomar sólo los valores de España peninsular o, lo que es igual, los valores del conjunto de las regiones pluviométricas porque se obtiene una imagen única y lo bastante representativa de cómo se percibe, ahora con información y criterios de tipo general, la cantidad de agua de otros ámbitos en las regiones menos favorecidas por la atmósfera en la producción de las lluvias.

En la tabla de doble entrada de la figura III sobresale casi todos los años una contraposición ya comentada:

- Escasez, en las unidades del espacio ya definido (ver cuadro 1) de la *periferia meridional*.
- Abundancia, en las *regiones periféricas septentrionales* y, de manera especial Norte y Noroeste, aunque también queda bien señalado Pirineo Oriental.

FIGURA III: CARÁCTER DE LA LLUVIA ANUAL POR REGIONES RESPECTO A LA MEDIA PARTICULAR



Fuente: Elaboración propia a partir del C.M. 1958, C.M. 1982. y ss. rectificadas.

Es patente la frecuencia con la que el agua de las regiones septentrionales podría solucionar la sequía en el sur.

Pero no es menos evidente, en primer lugar, el espacio que media entre el norte y la Cuenca Sur: Levante y Sureste. Al tener en cuenta valores absolutos, allí el cielo se muestra, con mayor frecuencia que en el resto de las regiones pluviométricas, menos pródigo en precipitaciones de lo normal.

Y, en segundo lugar, respecto a la Cuenca del Guadalquivir, resulta manifiesto el espacio tan vasto donde podría llevarse a efecto la regulación de los contrastes espaciales durante un número nada despreciable de casos, porque las restantes regiones de la *unidad central ibérica* se encuentran en circunstancias similares de indigencia relativa.

Al relacionar ambas superficies andaluzas, finalmente, puede observarse en la figura III la escasez de casos que cumplen dos condiciones teóricas para un trasvase: existencia de un año seco en una de las dos regiones pluviométricas andaluzas y, simultáneamente, constitución de un año húmedo en la otra. Sólo 8 de los 52 años representados adoptaron un carácter diferente, y siempre se manifestaron como húmedos en el Guadalquivir y secos en la Cuenca Sur. La regulación espacial del agua requiere acuerdos, y estos acuerdos se establecen según conveniencias de todas las partes. En el supuesto razonable de que los trasvases de agua de una a otra cuenca se realizaran durante los años de carácter húmedo en la región de partida y durante los años secos en la región de llegada, observamos que es una solución al problema de la disponibilidad regular del agua en la Cuenca Sur factible en pocos casos (15,4%).

Siguiendo en el terreno de la hipótesis, resultaría a tenor de estos datos la necesidad de acudir a cuencas más lejanas, pero esta necesidad es más que una hipótesis planteada en el plano teórico a partir del análisis de datos pluviométricos, y la observación de los conflictos sugiere realizar otra traba, substancialmente diferente a la de la figura III.

A los problemas antes comentados, se suma otro crucial: la consideración particular de un año como húmedo en la región de origen de un trasvase de agua puede, y suele, diferir de la que tienen en la región de llegada, o a la de carácter más general que proporcionan los límites de clase que empleo en la figura III. Es necesario componer una figura donde se substituyan los umbrales establecidos para la generalidad de las regiones (a partir de los datos particulares de una cuenca determinada, o de los datos del conjunto peninsular español) por los umbrales de cada región, es decir, por umbrales distintos entre sí: los que resultan de la serie de valores de cada ámbito. Esto es lo que representa la figura IV.

La imagen es totalmente distinta, como era de esperar. Los contrastes espaciales casi imperturbables entre el norte y el sur de la figura III se desvanecen en la figura IV y aparecen múltiples situaciones en los resultados obtenidos que pueden clasificarse en torno a cuatro grandes tipos:

- Años en que el carácter seco se extiende a las regiones septentrionales y meridionales; por ejemplo, 1981, cuando hubo coincidencia incluso en la intensidad de la sequedad de los distintos espacios considerados.

FIGURA IV: CARÁCTER DE LA LLUVIA ANUAL POR REGIONES RESPECTO A LA MEDIA DE ESPAÑA PENINSULAR

1954	ANO EXTREMADAMENTE SECO
1994	(R año < media - 1 c)
1974	ANO MUY SECO
1981	(R año < media - 1 a: y > media - 2 o)
1950	
1998	ANO SECO
1953	(R año < media - 7, a : y > media - 1 a)
1990	
1980	ANO NORMAL/SECO
1993	(R año < media: y > media - / o)
1949	
1973	1 AÑO NORMAL/HÚMEDO
1983	(R año > media: v < media + 7 a)
1995	
199:	<u>ANO HÚMEDO</u>
1988	(R año > media + 7, o: v < media -1 a)
1975	<u>ANO MUY HÚMEDO</u>
1986	(R año > media + V o: y < media + 1 o)
1991	
1964	<u>AÑO EXTREMADAMENTE HÚMEDO"</u>
1967	(R año > media + 1 a: y < media + 2 o)
1985	
1966	<u>AÑO HIPERHÚMEDO</u>
1984	(R año > media + 3 O)
1956	
1957	
1968	N:Cca. del Norte y Noroeste.
W	D: Cea. del Duero.
i9.v:	T: Cea. del Tajo y del Guadalquivir.
~ 1977	G:Cca. del Guadalquivir.
1958	S: Cea. del Sur.
1948	L: Cea. del Levante y Sureste.
1970	E: Cea. del Ebro.
1978	P: Ceas, del Pirineo Oriental.
1965	T: Total España Peninsular.
1971	
1979	
<u>1951</u>	
1972	
1961	
1987	
1976	
1955	
<u>1947</u>	
1962	
1989	
<u>1997</u>	
<u>1969</u>	
1960	
<u>1963</u>	
1 996	

*Uente. Elaboración propia a partir del C.M. 1958. C.M. 1982. y ss. rectificadas.

- Años en que el carácter húmedo se extiende también a todas las regiones pluviométricas peninsulares; por ejemplo. 1960. aunque hubo alguna falta de coincidencia en su extremosidad.
- Años en que el carácter húmedo se observa en las regiones pluviométricas septentrionales y el carácter seco en las meridionales; por ejemplo, 1959.
- Años en que el carácter seco se observa en las regiones de la *periferia septentrional*, y el carácter contrario en las del Sur y del Guadalquivir: por ejemplo. 1989; o en las regiones de la *periferia meridional y del este*, como es el caso de 1949.

Entre estos cuatro tipos probablemente se han presentado, en una serie de años más prolongada, todas las transiciones posibles. Incluso, podríamos realizar otra clasificación, atendiendo a otras zonas de provisión de agua para trasvases. Lo cierto es que la realidad es muy compleja y difícil de interpretar por este camino.

Con la correlación entre series sí se puede obtener, sin embargo, y de forma sistemática y sintética, unos valores indicativos de la posibilidad de relación hidráulica que existe entre cada una de las regiones pluviométricas homogéneas de Andalucía y las restantes de España peninsular.

En el cuadro IV se ofrecen los valores que se han hallado. Para interpretarlos se puede establecer que -1 representa una relación entre las dos series consideradas totalmente **complementaria** en frecuencia y / o cantidad de agua, es decir, en el caso que nos ocupa, serían dos espacios cuyo ritmo de la precipitación anual, por completo diferente, propiciaría el intercambio de agua. Al contrario. +1 significaría series con **simultaneidad** en el ritmo de la evolución anual de la precipitación, es decir, casos inadecuados para el intercambio porque los momentos de abundancia y de escasez coinciden en ambos espacios. Por último, podemos convenir que 0 representa una relación de **conflictividad** potencial al constituir una mezcla idéntica de casos en las dos situaciones anteriores aunque su ocurrencia aleatoria propiciaría un problema de anacronismo cuando la información respecto a las disponibilidades del recurso en la otra región no fuera actual; puede afirmarse, de manera general, que al final de un año seco, o inmediatamente después, es poco apropiado o inoportuno hablar de agua.

Los índices de correlación que se han obtenido señalan una proximidad general al caso de la simultaneidad, tanto en la Cuenca Sur como en la Cuenca del Guadalquivir.

Esta última, con respecto a la España atlántica, llega al valor máximo de "r" en el cuadro IV, debido en parte a que se incluyen en la vertiente atlántica la propia Cuenca del Guadalquivir y los valores casi iguales de la Cuenca del Tajo y Guadiana, cuyo peso en la operación es proporcional al de su extensión. Por lo demás no hay ningún valor de "r" negativo y casi todos quedan más próximos a +1 ("r" > +0,5).

En el caso de la Cuenca Sur existe una correlación con los valores de la parte mediterránea de la península ibérica menor de lo observado en la Cuenca del Guadalquivir con su correspondiente vertiente ibérica. En general, su falta de correlación positiva trasciende a los casos concretos con una mayor proximidad de "r" = 0, como es el caso del valor de correlación con la Cuenca del Ebro (0,449), y, sobre todo, con Norte y Noroeste (0,173), de modo que, entre los espacios considerados, "r" llega a

CUADRO IV. CORRELACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL DE LAS REGIONES ANDALUZAS CON LAS REGIONES PLUVIOMÉTRICAS DE ESPAÑA (1947-1988)

	<i>Cea del Guadalquivir</i>	<i>Cea. Sur</i>
Cea. Norte y Noroeste	0,472	0,173
Cea. del Duero	0,742	0,501
C. del Tajo y Guadiana	0,918	0,754
Cea. del Guadalquivir	-	0,841
Cea. Sur	0,841	-
Cea. de Levante y SE	0,495	0,635
Cea. del Ebro	0,604	0,449
Cea. del Pirineo Or.	0,506	0,519
España atlántica	0,918	0,725
España mediterránea	0,661	0,796
España peninsular	0,892	0,722

FUENTE: elab. propia con datos rectificadlos del C.M. 1958. C.M. 1982 y ss. I.N.M.

ser menor (4-0.082) sólo al operar con las series de las Cuencas Norte y Noroeste y Cuencas de Levante y Sureste.

7. CONCLUSIONES

En Andalucía el agua muestra dos facetas bien diferentes y hasta contradictorias: la natural de la precipitación, y la social de la regulación hidráulica. Una y otra hacen posible la simultaneidad del exceso y la deficiencia.

Los 37.865 hm³ de agua que recibe del cielo la Cuenca del Guadalquivir en promedio desde 1947 a 1998, o los 8.993 hm³ que caen sobre la Cuenca Sur. constituyen cantidades excesivas porque, con datos del *Anuario estadístico de Andalucía. 2000* (I.E.A., 2000), en el espacio del Guadalquivir más Guadalete y Barbate (la región pluviométrica del Guadalquivir que he venido considerando), los recursos superficiales regulados alcanzan sólo 2.613 hm³ (6,9% del agua caída en promedio), y en la Cuenca Sur apenas 414 (4,6%). Es evidente que la precipitación total anual excede con creces la que se regula. Más en años especialmente lluviosos cuando se pueden recoger casi 70.000 y 20.000 hm³.

Frente al dato anterior, la capacidad de embalse en el primer ámbito supera 8.642 hm³, aproximadamente 3,3 veces los recursos superficiales regulados, y en el otro ámbito supera 1.113 hm³, 2,7 veces sus recursos superficiales regulados. Si consideramos la capacidad de los vasos, el agua superficial al final regulada resulta, en efecto, muy poca. Más aún durante los años con escasa precipitación que, a pesar de llegar a proporcionar en torno a 20.000 y 5.000 hm³ resulta menguada entonces especialmente la cantidad de agua útil.

La cantidad que alcanza la demanda del recurso en uno y otro espacio refuerza la impresión de escasez del agua superficial que se logra regular y hacer disponible al

final. La demanda en la Cuenca del Guadalquivir (3.987 hm³ al año) supone actualmente el 152,58% de sus recursos superficiales regulados, y en la Cuenca Sur, aunque la demanda es menor en cifras absolutas (1.377 hrr al año), supone nada menos que el 332,61%. Sin duda alguna Andalucía, en agua, es deficiente.

Hay una enorme capacidad de embalse en términos relativos, una elevada demanda de agua en valores absolutos y unos recursos superficiales finalmente regulados escasos, desde cualquier punto de vista, y además, muy variables según el signo de la precipitación del año. Son pocos, pero ha habido años en que los vasos incluso se han mostrado pequeños para recoger toda el agua caída; en la mayoría de los años, sin embargo, fueron excesivos.

A las dificultades que la variabilidad de la precipitación entraña se suma una escasa probabilidad de poder remediar la escasez de agua disponible regularmente mediante trasvases de un espacio andaluz a otro, o hacia cualquiera de los dos desde el exterior, como he puesto de manifiesto en el cuadro IV.

No existe toda la certidumbre necesaria sobre los trasvases como mecanismo de elevación de los recursos disponibles, al menos de forma perdurable, y sin embargo suelen tener el efecto de crear un incremento de la demanda, por periodos más o menos prolongados sostenido, y esta es una cifra que ya se halla en Andalucía muy elevada, como dejan patente los datos citados.

En realidad, el de la disponibilidad del agua, es un problema de localización planificada. Pero no tanto de localización de embalses, donde la magnitud de la obra y la frecuencia de su utilidad son proporciones inversas que exigen un equilibrio en permanente inestabilidad entre los objetivos de la prevención y de la disponibilidad, sino un problema de localización en determinado subsistema del ciclo hidrológico.

Cuanto más se agote la reserva convencional o artificial de agua, cuyo efecto en el ciclo es amortiguar la variabilidad de la precipitación caída localmente, o cuanta más agua se trasvase, cuya consecuencia en el sistema es el incremento de la demanda hasta umbrales con poca probabilidad de ser sostenidos, crecerá proporcionalmente entonces la dependencia de la coyuntura en la recepción local de precipitaciones, es decir, de la irregularidad en el tiempo, con la frecuente producción artificial de sequías, tan característica del sur peninsular, y en el espacio, con la ocasional generación de conflictos por el agua entre comunidades vecinas.

La planificación de la demanda y la regulación consiguiente del consumo de agua debe anticiparse a ambos procesos, el del agotamiento de las reservas y el de la dependencia de los trasvases; debe ordenar las actuaciones hidráulicas en el territorio que le es propio, más que ser presa de ellas.

BIBLIOGRAFÍA

- CAPEL, J. J. y ANDÚJAR, F. (1978): "El mapa pluviométrico de Andalucía". *Paralelo 37*"n.º 2. pp. 187-210. Almería.
- CASTILLO, J. M. (1998): "Análisis regional de la precipitación anual. España peninsular". *Nimfnis*. n.º 1, pp. 37-78. Almería.

Cuadernos Geográficos. 30 (2000), 123-141

Uo, J. M. (1999): "Agricultura ecológica en el valle del Guadalquivir"
(1989): *El clima de Andalucía: Clasificación y análisis regional de los tipos* I

OL DE ANDALUCÍA «2000»: *Anuario estivo de Andalucía. 2000.* Junta de Andalucía.

I- (1983): *Atlas climático de España.* I.N.M. Madrid 1931-1960. S.M.N.
HUERTA, F. (1969): *La lluvia media de la España península, en el periodo*

Notas de Meteorología sinóptica. n.º 21. Madrid. Honórfica M O P.T.M.A.
N- d995): *Atlas Nacional de España.* Centro Nacional de Informac.on Geográfica. M.O.F.
Madrid.

LN-M. (1977, península ibérica) I.G.N. Madrid. Universidad

MARÍN VIVAU, M." E. (1991): *Estudio hidrográfico de la "Cuenca Sur de España.*
de Granada. Granada.

S.-M.-N. (1960, Calendario Meteoro-Fenológico. 1958. S.M.N. Madrid.

(1965) Calendario Meteoro-Fenológico. 1963. S.M.N. Madrid

(1968): *Situación Geográfica e indicativos de las estaciones pluviométricas*

S.M.N. Secciones de Climatología e Hidrología. Madrid

THE WORLD BANK (1994): *The World Bank Atlas. 1995.* Washington.