

ESTUDIO ESTADISTICO DE LLUVIAS EN EL NE DE LA PROVINCIA DE GRANADA A TRAVES DE SERIES DE DATOS INCOMPLETAS

M.^a Asunción Romero Díaz

Departamento de Geografía
Universidad de Murcia

RESUMEN

Se analizan las lluvias en un amplio sector del NE de la provincia de Granada. Las series de datos disponibles se homogeneizan y se extienden a un mismo período de observación, con el objeto de poseer series fiables. Debido a que el área estudiada posee un clima de fuertes contrastes, de acusada irregularidad y gran variabilidad, se realiza un estudio estadístico-probabilístico, prestando atención a la distribución de frecuencias de las lluvias, y caracterizando la distribución de cada frecuencia, mediante medidas de centralización, de dispersión y de forma. Tras este análisis se obtiene una clasificación de los valores pluviométricos, para las distintas estaciones, destacando la media y la desviación típica, respecto a la mediana y quintiles, como índice de clasificación. El valor medio de precipitación para el conjunto estudiado que es de 450 mm, es poco representativo, tanto espacial como temporalmente.

Palabras clave: Lluvias, series de datos, análisis estadístico.

SUMMARY

Statistical study of rainfall in the North East of the province of Granada using incomplete data sets

The rainfall over a large sector of NE Granada has been analysed. The available data series have been corrected and extended to cover the same observation period in order to have fiable data series. As the study area has a climate with strong contrasts with marked irregularity and great variability, a statistical study was carried out paying attention to the distribution of rainfall frequency and characterising the distribution of each frequency using methods to measure central tendency, dispersion and form. Following this analysis a classification of the pluviometric

values is obtained for the separate stations emphasising the mean and standard deviation in contrast to the median and quintiles, as an index of classification. The mean annual precipitation for the whole data set studied is 450 mm, wich is poorly representative both spatially and temporally.

Key words: Rainfall, data series. statistical analysis.

1. INTRODUCCION

Un viejo problema que se le plantea al investigador que pretende hacer un estudio climático, es encontrarse con series de datos que no contienen el mismo período de observaciones, y con frecuencia que son series cortas o con lagunas, bien en algunos de sus meses o de sus años.

Este ha sido nuestro caso al disponer en un principio de 37 estaciones meteorológicas, pertenecientes a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y al Centro Meteorológico, pero que no ofrecían la misma cantidad de información.

El primer aspecto a solucionar era contar con series lo suficientemente fiables como para que el estudio a realizar tuviera la mayor representatividad posible. Con tal fin se comprobó la homogeneización de cada una de las series para cada estación, y con posterioridad en las estaciones carentes de datos en alguno de sus años, se extendieron las series a un mismo periodo.

Al ponerse de manifiesto la escasa validez de los valores medios para este clima, se ha hecho un tratamiento estadístico de la precipitación, prestando especial atención a las medidas de dispersión, persiguiéndose realizar un estudio probabilístico, de gran interés pragmático en hidrología, geomorfología y en otras actividades humanas.

2. AREA DE ESTUDIO

El territorio estudiado administrativamente pertenece en su mayor parte a la provincia de Granada, aunque al ser considerados los límites naturales de la cabecera de la cuenca del Guadalquivir, hay que incluir pequeñas áreas en su sector septentrional y oriental que corresponden a las provincias limítrofes de Albacete, Murcia y Almería.

La superficie analizada es de 2.642 km² y se localiza entre los 2° 10' 58" y 2° 54' 20" de longitud oeste. según el meridiano de Greenwich y los 37° 30' 41" y los 38° 05' 30 de latitud norte.

La altitud media es de 1.132 m, siendo la superficie comprendida entre los 1.000 y 1.200 m la que presenta el mayor porcentaje, el 35'8%. Aunque existen cotas por encima de los 2.000 m, escasa superficie ocupan las tierras superiores a 1.800 m; estas altitudes tan sólo las alcanzan las cumbres de las sierras de Castril, Seca, La Sagra, Guillimona, Las Cabras, Revolcadores y María, que situadas preferentemente en el área septentrional y occidental constituyen las

cabeceras de los principales ríos, Castril y Guardal. Las altitudes inferiores a los **800 m** se localizan en los tramos bajos de los cursos fluviales, en el sector meridional.

3. METODOS

La metodología aquí utilizada presenta una doble vía, por un lado, la que trata de corregir las series de datos incompletas, y por otro lado, la que se aplica al estudio estadístico-probabilístico que se hace de las lluvias.

Por lo que respecta a la primera, la *homogeneización* de las series para cada estación se ha realizado según el criterio basado en «series de secuencias», método recomendado por la O.M.M. (Jansa, 1969), despreciando 5 de las **37** estaciones por no ser homogéneas, descubriéndose que en **4** de ellas, la heterogeneidad era debida al escaso número de años de observaciones. y en la restante, se debía a un cambio en el emplazamiento de la estación.

Al no disponerse de períodos de observación lo suficientemente amplios (cuadro 1), no se ha podido estudiar el óptimo de **40** años para llanuras y de **50** para montañas, que la O.M.M. considera recientemente tras la actualización de la Conferencia de Varsovia de **1935**. Por ello se han seguido los criterios de los nuevos convenios que conservan la treintena de años para las precipitaciones, empezando por el decenio terminado en 1. El período elegido ha sido **1951-1980**; sin embargo, al ser tan sólo **18** estaciones las que poseían la serie elegida completa, se hizo necesario la extensión de las series para efectos de comparación.

Todos los métodos de corrección se basan en la comparación con otras estaciones próximas y sobre todo situadas en una zona climática parecida y cuya homogeneización no ofrezca dudas. Los métodos usados más frecuentemente por la facilidad de cálculo, son el método de las diferencias y el de la *proporcionalidad*; sin embargo, un procedimiento por el que se manifiestan muchos autores, aunque laborioso, consiste en calcular el *coeficiente* de correlación entre las estaciones, tomando como base el último período homogéneo de la que se va a corregir y el correspondiente simultáneo de la otra. Si la correlación es buena la extensión se realiza a partir de una regresión, completándose los años de las que no disponen de datos (Dubreuil, **1974**). Este ha sido el método elegido y a partir del cual se han completado las series.

Al calcular los coeficientes de correlación se desestimaron aquellas estaciones inferiores a **0'7** (Estebanez y Brandshaw, **1978**). De esta forma el número total de estaciones estudiadas quedó reducido a **30**. La densidad de la red de observatorios puede considerarse aceptable ya que se cuenta con una estación por cada **100 km²** de superficie.

En el cuadro 2 se recogen las estaciones base a partir de las cuales se han completado las distintas series, así como también las diferencias medias de precipitación anuales, halladas de las series que han sido alargadas respecto a las series incompletas. En estas diferencias se puede observar que no existe un signo positivo o negativo marcado, y las diferencias en milímetros de precipita-

N.º	Nombre	Provincia	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Distancia al mar (km)	Período de observación	
							Total	Seleccionado
50	Huéscaar «Fuente Guardal»	Granada	37° 53'	1° 01'E	1.000	107,3	1931-1980	1951-1980
51	Huéscaar «San Clemente»	Granada	37° 53'	1° 02'E	1.120	106,5	1944-1980	1951-1980
52	Huéscaar «La Losa»	Granada	37° 58'	1° 05'E	1.310	108,0	1944-1966	1944-1966
53	Castril «Las Hazadillas»	Granada	37° 51'	0° 58'E	1.290	108,0	1957-1980	1957-1980
54	Huéscaar «Cortijo Valentin»	Granada	37° 48'	1° 05'E	950	96,0	1945-1966	1945-1966
57	Cañada de la Cruz	Murcia	38° 02'	1° 25'E	1.271	93,8	1953-1980	1953-1980
58	Puebla de D. F. «Anasblancas»	Granada	38° 01'	1° 13'E	1.460	102,8	1945-1964	1945-1964
59	Puebla de Don Fadrique	Granada	37° 58'	1° 15'E	1.164	95,3	1914-1980	1951-1980
60	Topares	Almería	37° 52'	1° 28'E	1.192	75,8	1966-1980	1966-1980
61	Puebla de D. F. «Cantero»	Granada	37° 55'	1° 17'E	1.050	90,0	1944-1963	1944-1963
63	Puebla de D. F. «Cortijos Nuevos»	Granada	37° 51'	1° 21'E	1.069	81,8	1945-1967	1945-1967
65	Orcé	Granada	37° 43'	1° 12'E	925	81,8	1945-1980	1951-1960
66	Galera Ca.	Granada	37° 43'	1° 08'E	950	85,5	1944-1980	1951-1980
67	Puebla de D. F. «El Marchante»	Granada	37° 57'	1° 11'E	1.180	100,5	1945-1974	1945-1974
68	Puebla de D. F. «Los Gujjarros»	Granada	37° 57'	1° 10'E	1.200	98,3	1958-1980	1958-1980
69	Huéscaar «Doctor Jurena»	Granada	37° 54'	1° 11'E	1.100	96,0	1944-1980	1951-1980
70	Huéscaar «Sierra Bermeja»	Granada	37° 49'	1° 08'E	1.010	93,8	1957-1980	1957-1980
71	Huéscaar Ca.	Granada	37° 49'	1° 09'E	953	91,5	1931-1980	1951-1980
73	Castillejar de los Olivos	Granada	37° 42'	1° 02'E	759	92,3	1945-1980	1951-1980
76	Benamaurel «Los Atochaes»	Granada	37° 37'	0° 59'E	723	93,0	1960-1979	1960-1979
77	Cullar de Baza «Las Vertientes»	Granada	37° 36'	1° 17'E	1.119	76,8	1945-1980	1951-1980
78	Cullar de Baza «Pulpite»	Granada	37° 35'	1° 10'E	1.031	75,8	1956-1980	1956-1980
79	Cullar de Baza	Granada	37° 35'	1° 07'E	891	80,3	1945-1980	1951-1980
81	Castril «Nacimiento»	Granada	37° 53'	0° 56'E	1.165	111,8	1981-1980	1951-1980
82	Castril de La Peña	Granada	37° 48'	0° 54'E	959	107,3	1919-1975	1919-1975
84	Zújar «Las Juntas»	Granada	37° 36'	0° 52'E	610	99,8	1960-1980	1960-1980
89	Pozo Alcón «El Hornico»	Jaén	37° 47'	0° 46'E	1.020	117,0	1911-1980	1951-1980
90	La Boleira	Jaén	37° 46'	0° 47'E	940	115,5	1954-1980	1954-1980
187	Chirivel «C. H. Segura»	Almería	37° 36'	1° 25'E	1.038	58,5	1945-1966	1945-1956
194	María «C. H. Segura»	Almería	37° 43'	1° 31'E	1.200	59,3	1964-1980	1964-1980

Las longitudes están referidas al Meridiano de Madrid (longitud 3° 41' W Greenwich).

ción, excepto para tres estaciones suelen estar en torno a los 10 mm o inferior a este valor.

Respecto al análisis **estadístico-probabilístico** son numerosos los autores (Albentosa, 1974, 1975; Baldit, 1934; Bernabé Maestre y Mateu Belles, 1976; Jansa, 1974, 1954; Miller, 1970; Peguy, 1948, entre otros), que definen o proponen un tratamiento estadístico minucioso para explicar el comportamiento de las series pluviométricas, en climas de fuertes contrastes como el de este territorio del NE de la provincia de Granada, de acusada irregularidad y gran variabilidad, e incluso hay quien afirma que se debe dar mayor importancia a los regímenes probables que a los regímenes medios (Hufty, 1984).

Por ello se ha hecho un estudio de distribución de frecuencias de precipitación, caracterizando la distribución de cada frecuencia (Ebdon, 1982), mediante **medidas de centralización**, de **dispersión** y de **forma**.

1. Las **medidas de centralización** determinan los valores en torno a los cuales se agrupan las demás observaciones. Se ha dado prioridad a la **media** y a la **mediana** respecto a la **moda**, ya que ha sido a partir de ellas con las que se han calculado las medidas de dispersión.

La **media** es el valor central más utilizado en los parámetros climáticos, es el «promedio» por el cual se caracteriza la pluviosidad que recoge una región. Pero al inconveniente de tal simplificación, se le une el diferente nivel de significación que las medias tienen según el número de años utilizado para su cálculo (Albentosa, 1975).

Para ver la fiabilidad, que las medias de las estaciones analizadas poseían, se han calculado los intervalos de confianza para cada una de ellas según la siguiente fórmula:

$$\bar{x} \pm \frac{196\sigma}{\sqrt{N}} \quad \text{Para } N = n.^{\circ} \text{ de años analizados}$$

$a = \text{desviación típica}$

El intervalo de probabilidad es del 95%.

La **mediana** representa el valor central de las precipitaciones ordenadas en función de su cuantía, es pues independiente de los valores que presentan las precipitaciones extremas, ventaja que tiene respecto a la media, excepto en aquellos casos en los que los valores extremos sean importantes en el conjunto de datos. Para la mediana también se han calculado los intervalos de confianza cuya fórmula es:

$$Me \pm 1.2533 \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

2. Las **medidas de dispersión**, miden la dispersión de los valores de un conjunto de datos en torno a un valor central e informan acerca de los límites entre los cuales se encuentran distribuidos los valores. Existen medidas de dispersión absoluta y medidas de dispersión relativa. De entre las medidas de

CUADRO 2. Relación de estaciones climatológicas con indicación de las que se han ampliado las series, coeficientes de correlación y totales medios pluviométricos

<i>N.º de estación</i>	<i>N.º de estación base</i>	<i>Coficiente de correlación</i>	<i>Precipita. media anual serie incompleta</i>	<i>Precipita. media anual serie completada</i>	<i>Diferencia en (mm)</i>
50				586,2	
51	—	—	—	481,3	—
52	50	0,828	632,9	682,2	- 49,3
53	50	0,733	556,8	562,2	- 5,4
54	71	0,880	323,3	325,7	- 2,4
57	69	0,732	410,0	420,3	- 10,3
58	59 E	0,840	570,7	544,3	+ 26,5
59 E		—	—	556,0	—
60	69	0,762	394,2	400,8	- 6,6
61	71	0,778	366,7	370,6	- 3,9
63	65	0,734	286,6	285,5	+ 1,1
65				319,4	
66				304,5	
67	71	0,780	560,9	559,8	+ 1,1
68	69	0,860	580,2	579,0	+ 1,0
69	—	—	—	415,7	—
70	71	0,824	362,6	351,7	+ 10,9
71		—		350,3	
73	—	—	—	286,0	—
76	73	0,879	364,9	355,6	+ 9,3
77	—	—	—	291,7	—
78	79	0,739	310,9	320,3	- 9,4
79				331,0	
81			—	808,0	
82	73	0,862	373,1	355,9	+ 17,2
84	79	0,852	328,6	329,3	- 0,7
89	—	—	—	836,9	—
90	81	0,722	650,2	651,9	- 1,7
187	77	0,715	405,3	415,2	- 9,9
194	65	0,763	436,0	425,9	+ 10,1

dispersión absoluta se han hallado medidas que no tienen en cuenta ningún promedio o valor central (índice de dispersión y cuartilas) y aquellas otras que sí están referidas a un valor central (varianza y desviación típica).

El coeficiente de desviación típica es el coeficiente usado con más frecuencia por su utilidad en sí mismo, pero también por ser instrumento necesario para la obtención de otros coeficientes; además de que en una distribución normal o de Gauss, toma un valor concreto y probable, distribuyendo los valores uniformemente a una parte y a otra del valor central de la media.

Como medidas de dispersión relativa se han calculado el coeficiente de variación, el coeficiente intercuartílico y la desviación semi-intercuartílica.

3. Por último, las *medidas de forma* explican la forma de la distribución de frecuencias. Los coeficientes que mejor definen la forma de la distribución son el coeficiente de asimetría o sesgo y la curtosis.

El sesgo. mide el grado de concentración de la masa de valores de una distribución a un lado u otro de la media. Si la distribución no es simétrica y la masa de valores es inferior a la media la distribución tiene una asimetría o sesgo positivo, si por el contrario hay más valores superiores a la media la distribución presenta una asimetría o sesgo negativo. El valor «0» indica una simetría perfecta.

La fórmula más frecuente para calcular el sesgo es la ecuación llamada sesgo por momento:

$$\frac{\sum(x-\bar{x})^3}{n}$$

La *curtosis* mide el grado de distribución de los valores, en este caso de las precipitaciones, en una parte de la distribución de frecuencia. Si las precipitaciones se encuentran muy concentradas en uno o dos intervalos de clase la curva será muy picada o «leptocúrtica» y tendrá por tanto un alto grado de curtosis. Si por el contrario los valores se encuentran repartidos la curva será plana o «platicúrtica» siendo el índice de curtosis bajo, y si la distribución es normal, la curva resultante será «mesocúrtica».

El coeficiente de curtosis queda expresado así:

$$\frac{\sum(x-\bar{x})^4-3}{n}$$

Una distribución platocúrtica tendrá un valor positivo, una distribución leptocúrtica un valor negativo y la mesocúrtica un valor 0.

Por fin. resultado de la distribución de frecuencias es la clasificación de las precipitaciones en función de su cuantía y probabilidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Precipitaciones medias anuales

La precipitación media anual en la región oscila entre los 285'5 mm que registra «Puebla, Cortijos Nuevos» y los 836'8 mm que recoge «Pozo Alcón, El Hornico». La diferencia pluviométrica entre ambas estaciones superior a 550 mm, indica los marcados contrastes de humedad existentes en este territorio. Contrastes que se ponen de manifiesto al observar el mapa de isoyetas medias (fig. 1). Si bien el trazado de las isoyetas se ha hecho de forma minu-

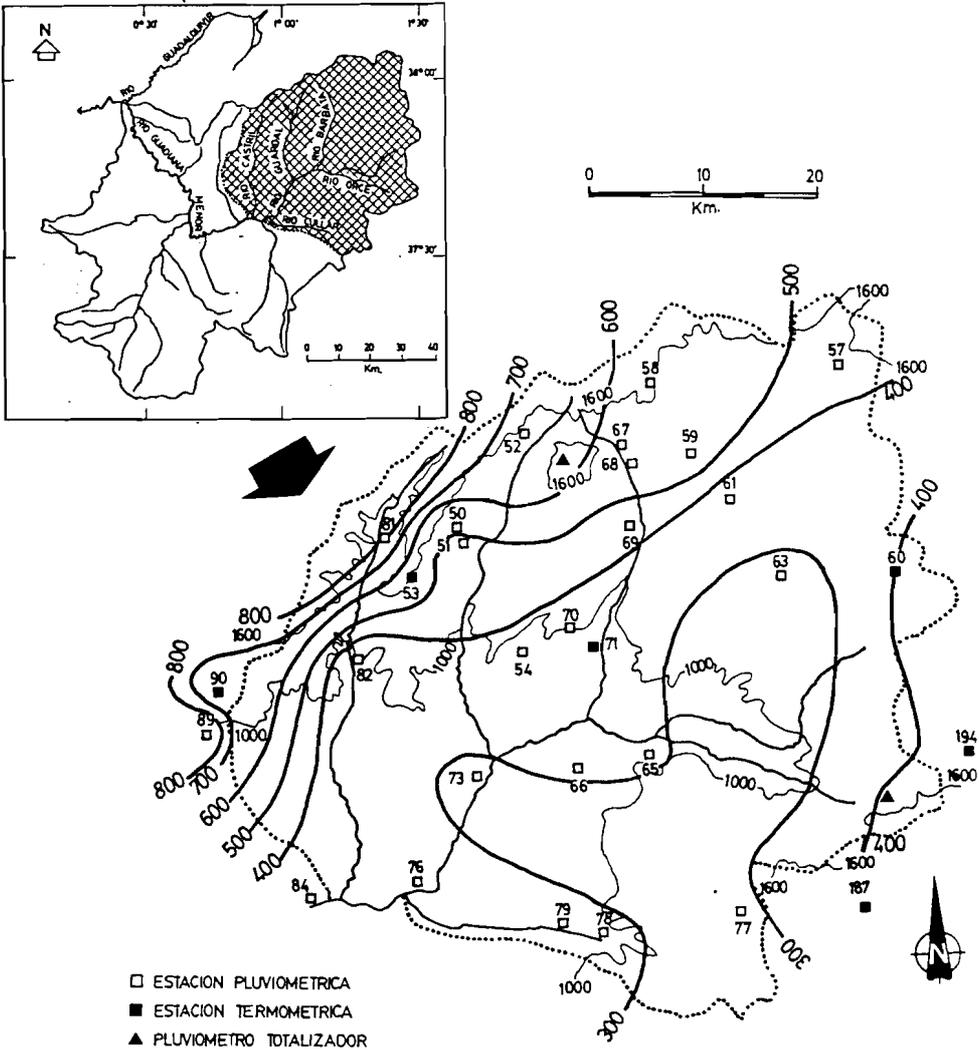


FIGURA 1. Mapa de isoyetas medias anuales (1951-1980)

ciosa, se es consciente de que la repartición de las mismas enmascaran la realidad, sobre todo en sectores de relieve accidentado como el que aquí se presenta.

El mapa de isoyetas parece ser a grosso modo fiel reflejo del relieve. Las precipitaciones superiores a los **600** mm se dibujan bordeando las sierras noroccidentales más elevadas: sierra de La Sagra, Seca y Castril; mientras que los sectores más llanos y deprimidos, como gran parte de la superficie central, las precipitaciones son inferiores a los **300** mm. Por el borde oriental, el sector queda limitado por la isoyeta de los **400** mm, enlazando así con los valores de precipitación similares que registra Murcia y Almería en sus sectores limítrofes. El valor medio de precipitación para el conjunto estudiado es de **450** mm.

Las precipitaciones. como es posible observar en el mapa de pluviometría media, aumentan de Este a Oeste y de Sur a Norte, las causas de esa repartición desigual son inducidas por los factores climáticos, entre los que el relieve, es el más importante.

Estudio estadístico de las precipitaciones

Al constatarse la gran variabilidad interanual existente, es por lo que se ha realizado un tratamiento estadístico de las mismas. estudiando en particular las medidas de dispersión.

1. *Distribución de frecuencias*

Se han agrupado las precipitaciones en intervalos de 100 mm y se han hallado las frecuencias en tantos por ciento, lo cual equivale a la probabilidad que una determinada precipitación tiene de producirse para cada una de las estaciones y en el período considerado de análisis (cuadro 3). Las precipitaciones para todos los observatorios se han repartido en 12 intervalos de clase, si bien la mayoría de las estaciones se agrupan en la mitad de los intervalos. El límite inferior comprende las precipitaciones por debajo de los 200 mm y el límite superior las que sobrepasan los 1.200 mm.

Aproximadamente la mitad de los observatorios alcanzan su umbral pluviométrico a los 700 mm y las frecuencias medias para intervalos suelen oscilar entre el 10 y el 30%.

De forma general los observatorios de mayor indigencia pluviométrica agrupan sus precipitaciones en pocos intervalos de clase, mientras que aquellas otras que reciben más precipitaciones se distribuyen sobre un número mayor de intervalos de clase.

Considerando de forma conjunta todas las estaciones como integrantes de un único espacio se puede deducir que a nivel regional, la probabilidad de superarse los 1.000 mm de precipitación es escasamente del 2% y la de superar los 500 del 32'5%, siendo el intervalo comprendido entre los 300 y 400 mm el que mayor concentración de las precipitaciones registra.

2. *Características de la distribución de frecuencias*

a) Medidas de centralización

Respecto a la media, para el conjunto regional, la precipitación media es de 449'8 mm, con una posible diferencia por defecto o por exceso de 50'7 mm, es decir, la media puede estar comprendida entre los 500'5 mm y los 399'1 mm. Los intervalos de confianza hallados para las diversas estaciones muestran unos valores altos, sobre todo en aquellas estaciones con mayor desviación típica,

CUADRO 3. Frecuencias en % de las precipitaciones medias anuales (mm)

N.º	Estación	< de 200 mm	201	300	301	400	500	501	600	601	701	800	801	900	901	1.000	1.001	1.101	1.200	> de 1.200
50	Huésкар «Fuente Guardal»	3,3	3,3	10,0	13,3	33,3	10,0	13,3	3,3	10,0	13,3	3,3	3,3	6,7	—	—	—	—	—	—
51	Huésкар «San Clemente»	3,3	13,3	20,0	30,0	16,7	3,3	16,7	3,3	3,3	6,7	—	3,3	—	—	—	—	—	—	3,3
52	Huésкар «La Losa»	—	—	—	13,3	16,7	33,3	13,3	3,3	3,3	13,3	13,3	6,7	—	—	—	—	—	—	—
53	Castril «Las Hazadillas»	—	3,3	10,0	23,3	30,0	23,3	3,3	—	—	—	—	6,7	—	—	—	—	—	—	—
54	Huésкар «Valentín»	10,0	46,7	23,3	10,0	3,3	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	Cañada de La Cruz	—	20,0	23,3	26,7	20,0	6,7	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
58	Puebla «Anasblancas»	—	3,3	13,3	40,0	—	30,0	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59E	Puebla de Don Fadrique	—	—	—	13,3	13,3	30,0	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	Topares	6,7	33,3	23,3	10,0	13,3	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61	Puebla «Cantero»	—	16,7	56,7	16,7	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	Puebla «Cortijos Nuevos»	10,0	53,3	20,0	15,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	Orce	16,7	36,7	23,3	13,3	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66	Galera	10,0	40,0	25,7	23,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	Puebla «El Marchante»	—	—	10,0	20,0	36,7	23,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68	Puebla «Los Guijarros»	—	—	10,0	33,3	20,0	20,0	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69	Huésкар «Doctor Jurena»	6,7	10,0	43,3	13,3	13,3	6,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	Huésкар «Sierra Bermeja»	—	26,7	43,3	26,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
71	Huésкар	6,7	33,3	36,7	13,3	3,3	6,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73	Castillejar de Los Olivos	13,3	46,7	30,0	3,3	6,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76	Renamaurel «Los Atochares»	3,3	36,7	36,7	13,3	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
77	Cullar de Baza «Las Vertientes»	26,7	26,7	26,7	16,7	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
78	Cullar «Pulpite»	30,0	13,3	30,0	20,0	3,3	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
79	Cullar de Baza	—	50,0	26,6	20,0	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
81	Castril «Nacimiento»	—	—	—	13,3	10,0	10,0	13,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
82	Castril de La Peña	6,7	20,0	46,7	20,0	6,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
84	Zújar «Las Puntas»	3,3	33,3	43,3	20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
89	Pozo Alcón «El Hornico»	—	—	—	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	La Bolera	13,3	13,3	26,7	16,7	16,7	6,7	6,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
187	Chirivel	—	—	—	20,0	36,7	13,3	16,7	6,7	6,7	6,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
194	María	—	20,0	36,7	13,3	16,7	6,7	6,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Valores medios regionales	5,8	20,1	24,0	18,3	11,7	9,1	4,2	3,2	2,4	0,8	0,3	0,8	—	—	—	—	—	—	—

como le ocurre a «Castril, Nacimiento), que tiene un intervalo de $\pm 91'5$ mm.

Los intervalos de confianza obtenidos para la mediana son más reducidos. A nivel regional para un valor de mediana de 427'3 y en el supuesto de que no exista un cambio de clima. con una probabilidad del 95%, se puede decir que los valores oscilarán entre 459'7 y 394'9 mm. Con la excepción de tres estaciones, los valores de las medianas son inferiores a las medias, hecho que sucede normalmente, ya que por encima de la mediana la variación no tiene límites, mientras que por debajo tiene como límite cero.

b) Medidas de dispersión

Las medidas de dispersión referidas o no a un valor central y las medidas de dispersión relativa están reflejadas por estaciones en el cuadro 4. Sería oneroso comentar cada estación y medida, por lo que se remite al análisis del cuadro mencionado. Sin embargo se citarán algunos aspectos.

Respecto a las medidas no referidas a un valor central, las cuartiles distribuyen las series pluviométricas y caracterizan a los años según unos umbrales de pluviosidad, al mismo tiempo que ayudan a establecer el régimen pluviométrico probable. La cuartila inferior Q_1 , indica que el 25% de los valores son menores que ella y la cuartila superior Q_3 , representa el 75% de todos los valores. La mediana se corresponde con la segunda cuartila.

Las medidas de dispersión referidas a un valor central se basan en el cálculo de la desviación típica:

- entre una desviación típica y menos una desviación típica se encuentra comprendido el 68'3% de todos los valores de las precipitaciones;
- entre más 2 y menos 2 están comprendidos el 95'4% y
- entre más 3 y menos 3 el 99'7%, es decir la casi totalidad.

Los coeficientes calculados dentro de las medidas de dispersión relativa presentan valores todos ellos elevados, lo cual indica que todas las estaciones sin excepción pueden registrar sequías prolongadas (Peterssen, 1968).

c) Medidas de forma

No existe ninguna estación que presente asimetría negativa, es decir, la masa de las precipitaciones suele ser inferior a la media y tan sólo de dos estaciones «Castril de la Peña» y «Zujar, Las Juntas») puede decirse que tienen una distribución normal. «San Clemente», «Valentín» y «Castillejar» tienen una fuerte asimetría positiva.

Según el coeficiente de curtosis, 21 estaciones, presentan una distribución leptocúrtica, lo que nos indica que las precipitaciones se encuentran concentradas en pocos intervalos de frecuencias, y las 9 restantes presentan una distribución platocúrtica, no existiendo ninguna distribución normal.

CUADRO 4. Caracteres estadísticos de las precipitaciones: medidas de dispersión y de forma

Estación	MEDIDAS DE DISPERSION										Medidas de forma		
	Medidas no referidas a un valor central					Medidas referidas a un valor central					Medidas de dispersión relativa		
	Valor máximo	Valor mínimo	Id	Q ₁	Q ₃	σ ²	σ	s-	s+	CV	$\frac{Q_3 - Q_1}{Q_2}$	$\frac{Q_3 - Q_1}{2}$	Sesgo Curtosis
50 Huéscar «Fuente Guardal»	1.048,6	158,3	890,3	470,5	717,4	45.637,1	213,6	372,6	799,9	36,4	43,6	123,5	0,4
51 Huéscar «San Clemente»	1.222,8	163,0	1.059,8	336,4	557,8	50.951,4	225,7	255,6	707,0	46,9	51,2	110,7	1,4
52 Huéscar «La Losa»	1.107,0	429,8	677,2	567,2	772,4	27.680,2	166,4	515,8	848,6	24,4	30,8	102,6	0,6
53 Castril «Las Hazadillas»	971,2	297,1	674,1	444,2	655,2	23.784,6	154,2	408,0	716,5	27,4	37,5	105,5	0,7
54 Huéscar «Valentín»	731,5	143,8	587,7	236,5	352,2	17.234,9	131,3	194,4	456,9	40,3	39,2	57,8	1,3
57 Cañada de La Cruz	726,0	230,8	495,2	321,6	513,7	16.132,3	127,0	293,4	547,4	30,2	47,1	96,0	0,5
58 Huéscar «Anasblancas»	940,8	292,7	648,1	416,1	659,9	30.629,7	175,0	369,4	719,4	32,1	51,1	121,9	0,6
59E Puebla de Don Fadrique	899,5	350,1	549,4	441,2	638,0	21.144,9	145,4	410,6	701,4	26,1	42,5	108,4	0,7
60 Topares	875,3	102,4	772,9	266,2	514,0	37.720,5	194,2	206,6	595,1	48,4	65,6	123,9	0,8
61 Puebla «Cantero»	535,9	229,5	306,4	329,5	429,6	6.129,7	78,3	292,4	448,9	21,1	28,2	50,1	0,4
63 Puebla «Cortijos Nuevos»	452,9	136,0	316,9	214,7	353,6	7.570,3	87,0	198,5	372,5	30,5	51,8	69,4	0,4
65 Orce	577,5	143,5	434,0	258,0	394,6	12.828,3	113,3	206,2	432,7	35,5	46,7	68,3	0,6
66 Galera	497,2	97,0	400,2	231,5	369,0	8.779,1	93,7	210,8	398,2	30,8	46,1	68,8	0,2
67 Puebla «El Marchante»	899,5	350,1	549,4	457,2	651,4	18.524,2	136,1	423,7	695,9	24,3	36,4	97,1	0,8
68 Puebla «Los Guijarros»	985,2	307,3	677,9	455,2	681,5	30.192,9	173,7	394,7	742,2	30,6	42,2	113,2	0,8
69 Huéscar «Doctor Jurena»	866,7	132,0	734,7	311,9	514,5	29.757,5	172,5	243,2	588,2	41,5	56,0	101,3	0,9
70 Huéscar «Sierra Bermeja»	609,3	221,0	388,3	293,8	409,5	7.744,3	88,0	263,7	439,7	25,0	36,1	57,8	0,5
71 Huéscar	620,6	162,3	458,3	293,6	397,5	11.866,4	108,9	241,3	459,2	31,1	32,6	51,9	0,8
73 Castillejar de Los Olivos	586,7	115,0	471,7	217,0	332,0	10.708,2	103,5	182,6	389,5	26,2	43,6	59,0	1,1
76 Benam. «Los Atochares»	582,7	197,4	385,3	274,0	399,0	10.897,4	104,4	251,2	459,9	29,4	36,8	61,0	0,7
77 Cullar «Las Vertientes»	586,0	59,0	527,0	181,8	378,0	15.064,0	122,7	168,9	414,4	42,1	69,8	98,1	0,2
78 Cullar «Pulpite»	601,0	139,5	461,5	193,0	403,0	15.225,6	123,4	196,9	443,7	38,5	67,4	105,0	0,3
78 Cullar de Baza	517,0	210,5	306,5	257,9	391,0	8.650,7	93,0	238,0	424,1	28,1	43,8	66,6	0,5
81 Castril «Nacimiento»	1.314,0	413,9	900,3	609,8	945,7	65.453,6	255,8	552,2	1.063,8	31,7	41,5	167,9	0,3
82 Castril de La Peña	573,0	168,5	404,5	299,1	418,7	8.904,1	94,4	261,6	450,3	26,5	33,9	59,4	0,1
84 Zújar «Las Juntas»	473,9	194,3	279,6	200,3	397,4	5.990,9	77,4	251,9	406,7	23,5	35,2	63,5	0,01
89 Pozo Alcón «El Hornico»	1.344,1	385,7	958,4	686,2	982,1	50.669,6	225,1	611,7	1.061,9	26,9	35,9	147,9	0,4
90 La Bolera	1.141,6	371,5	770,1	536,4	729,2	25.409,8	159,4	492,5	811,4	24,5	30,1	96,4	0,7
187 Chirivel	745,8	133,4	612,4	285,7	561,8	27.328,1	165,3	249,9	580,6	39,8	71,0	138,1	0,2
194 María	732,2	201,4	530,8	318,8	542,7	20.955,2	144,7	281,2	570,7	33,9	56,6	111,9	0,4

Id. = Índice de dispersión
 Q₁ = Primer cuartil
 Q₃ = Tercer cuartil
 σ² = Varianza
 σ = Desviación típica
 S- = La media menos la σ
 S+ = La media más la σ
 CV = Coeficiente de variación (%)
 $\frac{Q_3 - Q_1}{Q_2}$ = Coeficiente intercuartilico(%)
 $(Q_3 - Q_1)/2$ = Desviación semintercuartilica

CUADRO 5. Intervalos pluviométricos para las distintas clasificaciones (mm)

Nº	ESTACION	RESPECTO DE LA MEDIA				
		AÑOS MUY SECOS	AÑOS SECOS	AÑOS NORMALES	AÑOS HÚMEDOS	AÑOS MUY HÚMEDOS
50	HUESCAR "Fuente Guardal"	265,8	265,8 - 479,4	479,4 - 693,0	693,0 - 906,6	906,6
51	HUESCAR "San Clemente"	142,8	142,8 - 368,5	368,5 - 594,1	594,1 - 819,8	819,8
52	HUESCAR "La Losa"	432,6	432,6 - 599,0	599,0 - 765,4	765,4 - 931,8	931,8
53	CASTRIL "Las Hazadillas"	331,0	331,0 - 485,2	485,2 - 639,4	639,4 - 793,6	793,6
54	HUESCAR "Valentín"	128,8	128,8 - 260,1	260,1 - 391,3	391,3 - 522,6	522,6
57	CAÑADA DE LA CRUZ	229,9	229,9 - 326,9	326,9 - 483,9	483,9 - 610,9	610,9
58	PUEBLA "Añasblanca"	194,4	194,4 - 456,9	456,9 - 631,9	631,9 - 894,4	894,4
59E	PUEBLA DE DON FADRIQUE	337,9	337,9 - 483,3	483,3 - 628,7	628,7 - 774,1	774,1
60	TOPARES	109,5	109,5 - 303,7	303,7 - 497,9	497,9 - 692,1	692,1
61	PUEBLA "Cantero"	253,2	253,2 - 331,5	331,5 - 409,7	409,7 - 488,0	488,0
63	PUEBLA "Cortijos Nuevos"	155,0	155,0 - 242,0	242,0 - 329,0	329,0 - 416,0	416,0
65	ORCE	149,5	149,5 - 262,8	262,8 - 376,0	376,0 - 489,3	489,3
66	GALERA	164,0	164,0 - 257,7	257,7 - 351,3	351,3 - 445,0	445,0
67	PUEBLA "El Marchante"	355,7	355,7 - 491,7	491,7 - 627,9	627,9 - 763,9	763,9
68	PUEBLA "Los Guajarros"	307,9	307,9 - 481,6	481,6 - 655,2	655,2 - 828,9	828,9
69	HUESCAR "Doctor Jurena"	157,0	157,0 - 329,5	329,5 - 501,9	501,9 - 674,4	674,4
70	HUESCAR "Sierra Bermeja"	219,7	219,7 - 307,7	307,7 - 395,7	395,7 - 483,7	483,7
71	HUESCAR	187,0	187,0 - 295,9	295,9 - 404,7	404,7 - 513,6	513,6
73	CASTILLEJAR DE LOS OLIVOS	130,8	130,8 - 234,3	234,3 - 337,7	337,7 - 441,2	441,2
76	BENANAUREL "Los Atocharas"	199,0	199,0 - 303,4	303,4 - 407,8	407,8 - 512,2	512,2
77	CULLAR "Las Vertientes"	107,7	107,7 - 230,4	230,4 - 353,0	353,0 - 476,7	476,7
78	CULLAR "Pulpita"	125,2	125,2 - 258,6	258,6 - 382,0	382,0 - 505,4	505,4
79	CULLAR DE BAZA	191,6	191,6 - 284,6	284,6 - 377,6	377,6 - 470,6	470,6
81	CASTRIL "Nacimiento"	424,2	424,2 - 680,0	680,0 - 935,8	935,8 - 1191,6	1191,6
82	CASTRIL DE LA PEÑA	214,3	214,3 - 308,7	308,7 - 403,1	403,1 - 497,5	497,5
84	ZUJAR "Las Juntas"	213,2	213,2 - 290,6	290,6 - 368,0	368,0 - 445,4	445,4
89	POZO ALCON "El Hornico"	499,2	499,2 - 724,3	724,3 - 949,3	949,3 - 1174,4	1174,4
90	LA BOLERA	412,8	412,8 - 572,2	572,2 - 731,6	731,6 - 891,0	891,0
187	CHIRIVEL	167,3	167,3 - 332,6	332,6 - 497,8	497,8 - 663,1	663,1
194	MARTA	208,8	208,8 - 353,6	353,6 - 498,2	498,2 - 643,0	643,0

Intervalos pluviométricos para las distintas clasificaciones (mm)

Nº	ESTACION	RESPECTO DE LA MEDIANA				
		AÑOS MUY SECOS	AÑOS SECOS	AÑOS NORMALES	AÑOS HÚMEDOS	AÑOS MUY HÚMEDOS
50	HUESCAR "Fuente Guardal"	418,3	418,3 - 508,5	508,5 - 572,1	572,1 - 739,7	739,7
51	HUESCAR "San Clemente"	301,5	301,5 - 410,5	410,5 - 474,5	474,5 - 580,2	580,2
52	HUESCAR "La Losa"	527,0	527,0 - 639,9	639,9 - 672,7	672,7 - 813,3	813,3
53	CASTRIL "Las Hazadillas"	415,9	415,9 - 505,5	505,5 - 578,1	578,1 - 655,3	655,3
54	HUESCAR "Valentín"	221,4	221,4 - 266,9	266,9 - 315,7	315,7 - 376,3	376,3
57	CAÑADA DE LA CRUZ	296,8	296,8 - 378,3	378,3 - 437,1	437,1 - 517,3	517,3
58	PUEBLA "Añasblanca"	404,3	404,3 - 455,7	455,7 - 607,4	607,4 - 674,7	674,7
59E	PUEBLA DE DON FADRIQUE	435,9	435,9 - 475,8	475,8 - 553,5	553,5 - 659,1	659,1
60	TOPARES	239,0	239,0 - 298,2	298,2 - 395,2	395,2 - 558,8	558,8
61	PUEBLA "Cantero"	308,9	308,9 - 339,8	339,8 - 357,1	357,1 - 438,5	438,5
63	PUEBLA "Cortijos Nuevos"	211,6	211,6 - 245,7	245,7 - 283,3	283,3 - 359,2	359,2
65	ORCE	212,0	212,0 - 280,0	280,0 - 313,9	313,9 - 433,0	433,0
66	GALERA	228,0	228,0 - 270,0	270,0 - 312,0	312,0 - 408,0	408,0
67	PUEBLA "El Marchante"	441,2	441,2 - 508,7	508,7 - 556,8	556,8 - 655,5	655,5
68	PUEBLA "Los Guajarros"	433,7	433,7 - 472,5	472,5 - 550,2	550,2 - 686,3	686,3
69	HUESCAR "Doctor Jurena"	301,0	301,0 - 339,4	339,4 - 399,4	399,4 - 530,0	530,0
70	HUESCAR "Sierra Bermeja"	285,5	285,5 - 315,1	315,1 - 331,5	331,5 - 418,0	418,0
71	HUESCAR	280,5	280,5 - 297,7	297,7 - 325,1	325,1 - 433,4	433,4
73	CASTILLEJAR DE LOS OLIVOS	207,3	207,3 - 235,8	235,8 - 290,8	290,8 - 336,5	336,5
76	BENANAUREL "Los Atocharas"	269,0	269,0 - 288,9	288,9 - 358,7	358,7 - 441,3	441,3
77	CULLAR "Las Vertientes"	166,3	166,3 - 259,0	259,0 - 318,0	318,0 - 387,5	387,5
78	CULLAR "Pulpita"	183,5	183,5 - 284,0	284,0 - 358,0	358,0 - 414,0	414,0
79	CULLAR DE BAZA	251,0	251,0 - 283,0	283,0 - 323,0	323,0 - 425,0	425,0
81	CASTRIL "Nacimiento"	529,5	529,5 - 710,1	710,1 - 872,9	872,9 - 946,1	946,1
82	CASTRIL DE LA PEÑA	290,6	29,6 - 334,7	334,7 - 376,5	376,5 - 422,6	422,6
84	ZUJAR "Las Juntas"	256,3	256,3 - 310,4	310,4 - 336,5	336,5 - 399,6	399,6
89	POZO ALCON "El Hornico"	658,8	658,8 - 737,4	737,4 - 867,6	867,6 - 1002,8	1002,8
90	LA BOLERA	512,4	512,4 - 594,1	594,1 - 691,7	691,7 - 774,8	774,8
187	CHIRIVEL	260,0	260,0 - 355,5	355,5 - 428,9	428,9 - 575,0	575,0
194	MARTA	280,3	280,3 - 372,1	372,1 - 419,9	419,9 - 576,1	576,1

3. *Clasificación pluviométrica*

En función de las medidas centrales, media y mediana, se han clasificado los años según su total pluviométrico. La O.M.M. recomienda la repartición pluviométrica interanual en quintiles, criterio que adoptan Grisollet, Guilmet y Arley (1962); Albentosa (1975); López Bermúdez (1975) entre otros. Al distribuir las series por quintiles se distinguen cinco clases:

- Años muy secos: los inferiores al valor del primer quintil.
- Años secos: los comprendidos entre el primer y segundo quintil.
- Años normales: los que se agrupan entre el segundo y tercer quintil.
- Años húmedos: los que lo hacen entre el tercero y el cuarto.
- Años muy húmedos: los que presentan precipitaciones superiores al cuarto quintil.

Aunque se recomienda clasificar los años en función de la mediana, la distribución sigue siendo arbitraria, tanto si se adopta la clasificación en quintiles y más aún si se hace en cuartiles. La explicación a esta arbitrariedad la justificamos en que al haber una distribución equitativa de años, puede ocurrir que estaciones de características pluviométricas similares vean incluidos algunos de sus años en distintos períodos, simplemente porque la ordenación de la serie así lo impone.

Según lo expuesto, la clasificación de los valores pluviométricos anuales para series como las que nos ocupan, según la media, la consideramos más acertada, ya que la distribución se hace respecto a la media, pero en función de la desviación típica como unidad de medida.

La distribución en cinco clases respecto a la media es la siguiente:

- Años normales: los comprendidos entre los umbrales que se obtienen al restar y sumar a la media la mitad de 1 desviación típica (σ).
- Años secos: los que registran valores entre la media menos la mitad de 1σ y la media menos la mitad de tres σ .
- Años húmedos: los que registran precipitaciones superiores a la media más la mitad de una σ , pero inferior a la media más la mitad de tres σ .
- Años muy secos: los inferiores a la media menos la mitad de tres σ y
- Años muy húmedos: los superiores a la media más la mitad de tres σ .

Los intervalos pluviométricos para cinco clases respecto a la media y mediana se recogen en el cuadro 5. Como es lógico, al utilizar dos criterios distintos de clasificación, los umbrales límites varían de una clasificación a otra, aumentándose sensiblemente las diferencias para las clases extremas.

Los años clasificados como normales, representan por término medio entre el 30 y el 40%, los secos entre el 25 y el 30%, los húmedos en torno al 20%, los muy secos tan sólo representan un 3% y los muy húmedos entre un 6 y 10%.

5. **CONCLUSIONES**

De entre las conclusiones que se desprenden del estudio realizado merecen destacarse:

— La necesidad de homogeneizar y extender las series de datos, haciéndolos de mayor fiabilidad y susceptibles de ser comparados.

— La distribución pluviométrica espacial a la que se llega mediante la representación de las isoyetas, diferenciándose tres sectores:

1. Las *sierras noroccidentales* o cabeceras de las principales cuencas fluviales. que constituye el sector más lluvioso con precipitaciones superiores a los 600 mm y que rebasan los 800 mm.

2. Las altas *tierras centro-septentrionales*, que comprenden los tramos altos de los ríos Castril y Guardal, con precipitaciones entre los 400 y 600 mm.

3. Y por último, el sector más seco. el *centro-meridional*, con precipitaciones inferiores a los 400 mm, que ocupa aproximadamente el 60% del territorio. constituido por los tramos medios y bajos de los ríos mencionados.

— La escasa representación de los valores medios, para un territorio tan contrastado y de gran irregularidad.

— La utilidad de un tratamiento estadístico, en particular de medidas de dispersión, para explicar el comportamiento de las series pluviométricas.

— La preferencia por el uso de la media y la desviación típica, como índices de clasificación pluviométrica, respecto a la mediana, para series de 30 años; con la excepción de aquellos observatorios que localizados en otros dominios climáticos no presenten irregularidades interanuales tan acusadas.

Cabría sin embargo, poner una objeción a este método, y es que estadísticamente la desviación típica clasifica una distribución unimodal y simétrica, y que las frecuencias de las precipitaciones en casi todas las estaciones presentan distribuciones bimodales o plurimodales y son asimétricas; sin embargo, esto no representa ningún obstáculo, ya que en este caso no importa la forma de la distribución, sino el agrupamiento de los valores, según su variación. Aunque puede ocurrir y de hecho así sucede, que los valores muy grandes o muy pequeños, es decir, los años muy secos o muy húmedos, se encuentren escasamente representados. No obstante, el método defendido presenta todos los inconvenientes que van ligados a la utilización de la media como valor central y que han sido puestos de relieve.

6. REFERENCIAS

- ALBENTOSA. L. M. (1974): Los *climas de Cataluña. Estudio de climatología dinámica*. Barcelona, 32 pp.
- (1975): «La aplicación del método estadístico en climatología: 105 años de lluvias en Barcelona (1966-1970)»-*Revista de Geografía*. Barcelona. pp. 59-77.
- BALDIT, A. (1935): «Les elements météorologiques du climat», en *Traité de climatologie biologique et médicale*. París, vol. I, pp. 16-26.
- BERNABE MAESTRE, J. M. y MATEU BELLES, J. I. (1976): «Tratamiento estadístico de precipitaciones aplicado al País Valenciano»,. *Cuadernos de Geografía*, Valencia, n.º 18, pp. 1-25.
- DUBREVIL, P. (1974): *Initiation a l'analyse hydrologique*. Masson et Cie. París. 216 pp.
- EBDON. D. (1982): *Estadística para geógrafos*. Ed. Oikos-Tau. Colc. Cien. Geogr. 348 pp.
- ESTEBANEZ. J. y BRANDSHAW. R. (1978): *Técnicas de cuantificación en Geografía*. Edit. Tebar Flores. Albacete.

- GRISOLLET, H.; GUILMET, B. y ARLERY, R. (1962): *Climatologie, méthodes et pratiques*. Ed. Gauthier-Villors. París, 183 pp.
- HUFTY, A. (1984): *Introducción a la climatología*. Edit. P.U.F. París, 263 pp.
- JANSA GUARDIOLA, J. M. (1945): «La climatología: ¿Estadística o Física? *Rev. de Geofísica*, Madrid, n.º 13, pp. 45-75.
- (1954): «La climatología como ciencia geográfica». *Estudios geográficos* n.º 57, pp. 569-588.
- (1969): *Curso de climatología*. S.M.N. Madrid. 445 pp.
- LOPEZ BERMUDEZ, F. (1985): *Sequía, aridez y desertificación en Murcia*. Academia Alfonso X el Sabio. Murcia. 35 pp.
- MILLER, A. (1970): *La piel de la tierra*. Edt. Alhambra.
- PEGUY, C. H. P. (1948): *Introduction à l'emploi des méthodes statistiques en Géographie Physique*. Alliens. Edit. Grenoble.
- PETERSSEN, S. (1968): *Introducción a la Meteorología*. Edit. Espasa Calpe, 375 pp.
- ROMERO DIAZ, M. A. (1987): *Formas y procesos hidrogeomorfológicos en las cuencas de los ríos Castil y Guardal (Cabecera del Guadalquivir)*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. 1.178 pp. (en prensa).