

OBSERVACIONES METODOLOGICAS SOBRE EL ESTUDIO DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO INTERANUAL. EL CASO DE LA COSTA GRANADINA

Josefa FRONTANA GONZALEZ y María Teresa LOPEZ MARTINEZ

RESUMEN

El estudio del regimen pluviométrico interanual puede efectuarse de diferentes formas. Este trabajo pretende demostrar las ventajas e inconvenientes de los métodos siguientes: La relación numérica existente entre los datos extremos, los gráficos del régimen pluviométrico interanual y pluviogramas, el ajuste de las series a la distribución normal y los coeficientes de variación. Este análisis se aplica al caso concreto de la costa de Granada.

SUMMARY

The study of the interannual pluviometrical system is made by several ways. This study tries to establish the advantages and disadvantages of the following methods of study of the interannual pluviometrical system: the numerical relationship among the extreme values, the diagrams of interannual pluviometrical system and pluviogramme, the adjustment of the series to the normal distribution and the coefficients of variation. Such analysis is applied to the Coast of Granada in particular.

RESUME

L'étude du régime pluviométrique interannuel s'aborde de différentes façons. Cette étude prétend présenter les avantages et inconvénients des méthodes suivantes sur l'étude du régime pluviométrique interannuel: la relation numérique existant entre les données extrêmes, les graphiques du régime pluviométrique interannuel et pluviogrammes, le raccordement des séries à la distribution normale et les coefficients de variation. Cette analyse s'applique au cas concret de la côte de Grenade.

Cuando se caracteriza el régimen pluviométrico anual en base al comportamiento medio de una estación durante un período determinado, se obtiene una idea abstracta

de dicho comportamiento y, por ende, bastante alejada y distinta a la realidad concreta de cada año. De ello deriva, entre otras cosas, la necesidad de emprender el estudio del régimen interanual, estudio que puede plantearse desde diversas ópticas, que no son excluyentes sino que, por el contrario, consideramos como complementarias. No obstante, creemos que, sea cual sea la óptica de su planteamiento, este estudio debe ir referido a la cantidad, frecuencia e intensidad de precipitación.

En este trabajo pretendemos plantear observaciones críticas sobre algunas de las formas de enfocar el estudio del régimen pluviométrico interanual, aplicándolos al ejemplo concreto de la Costa Granadina

RELACION NUMERICA EXISTENTE ENTRE LOS VALORES EXTREMOS

Al dividir el valor máximo por el mínimo, el cociente expresa el número de veces que el primero de ellos contiene al segundo. El coeficiente de Neuman(1) no es más que la relación existente entre el valor máximo y el mínimo de los totales pluviométricos anuales de una serie de años. En el caso que estudiamos, los coeficientes obtenidos a través de esta relación son los siguientes:

	<u>Cantidad</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Intensidad</u>
Almuñécar	2'9	4'6	3'1
Lentegí	4'5	2'3	2'9
Guajar Faragüit	4'1	5'0	2'8
Itrabo	4'1	4'0	3'2
Salobreña	3'9	3'0	2'5
Vélez Benaudalla	3'4	4'1	3'7
Albuñol	4'0	2'8	4'1
El Pozuelo	5'1	4'1	3'4
Faro Sacratif	3'2	2'9	3'0
Valor medio	3'9	3'6	3'2

(1) Neuman, H. "El clima del Sureste en España". Est. Geog. Madrid, 1960.

ESTUDIO DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO INTERANUAL

Como puede verse, de esta forma, la variabilidad inter-anual de cada estación se establece en comparación con las restantes estaciones, o bien con respecto a la media del conjunto de ellas. Así, en relación a la cantidad de precipitación se aprecia que las estaciones de mayor variabilidad son El Pozuelo y Lentegí, las de variabilidad media son Guajar Faragüit, Itrabo, Salobreña, Vélez Benaudalla y Albuñol, y las de variabilidad más baja son Almuñécar y Faro Sacratif. Respecto a la frecuencia de la precipitación, la mayor variabilidad tiene lugar en Guajar Faragüit y Almuñécar, la media en Itrabo, Vélez Benaudalla y El Pozuelo, y la menor en Lentegí, Salobreña, Albuñol y Faro Sacratif. Por último, por lo que se refiere a las series de intensidad, la mayor variabilidad la ostentan Vélez Benaudalla y Albuñol, la media corresponde a Almuñécar, Itrabo, El Pozuelo y Faro Sacratif, y la menor variabilidad la tienen Guajar Faragüit, Lentegí y Salobreña.

En consecuencia, los coeficientes obtenidos a través de esta relación entre los valores extremos, constituyen desde un punto de vista cualitativo, un grosero acercamiento a la realidad de la variabilidad pluviométrica anual, sobre todo si tenemos en cuenta que su interpretación se basa en la comparación de las estaciones que se estudian y, por consiguiente, se presta a un excesivo grado de subjetividad.

GRAFICAS DE REGIMEN PLUVIOMETRICO INTERANUAL Y PLUVIOGRAMAS

Los diagramas en columnas superpuestas muestran gráficamente la variabilidad existente en las series de cantidad y frecuencia anual de precipitación, poniendo de manifiesto además (siempre que de modo intuitivo se intente establecer unas relaciones entre las columnas superpuestas) las variaciones de la intensidad pluviométrica de unos años a otros.

En el caso de la Costa Granadina presentamos, a modo de ejemplo, los diagramas de Guajar Faragüit, Almuñécar y Lentegí (gráfico nº 1). La primera de estas estaciones (gráfico nº 1; fig. a), como podemos observar a través de la relación existente entre los valores extremos que acabamos de estudiar, presenta una variabilidad de la cantidad de precipitación de tipo medio, elevada en su frecuencia y baja en la intensidad; Almuñécar (gráfico nº 1; fig. b) tiene una variabilidad baja en la cantidad de precipitación, elevada en la frecuencia y de tipo medio en la intensidad; y Lentegí la tiene elevada en la cantidad, baja en la frecuencia y de tipo medio en la intensidad. En los diagramas del gráfico nº 1, se ponen de manifiesto las oscilaciones de la cantidad y la frecuencia de la precipitación, así como la desigual relación existente entre ambas, de unas estaciones a otras y de unos años a otros del período estudiado. Por otro lado, habrá que hacer notar la existencia de años con elevada cantidad y frecuencia de precipitación, con elevada cantidad y escasa frecuencia, con escasa cantidad y frecuencia, con escasa cantidad y elevada frecuencia, etc. Pero todas estas apreciaciones son, asimismo, groseramente cualitativas y bastante subjetivas.

Los pluviogramas establecen la comparación del régimen pluviométrico medio anual con el régimen de años concretos, como pueden ser el año lluvioso, el seco y el "normal" (año cuya precipitación esté próxima a la precipitación media anual del período estudiado). En este caso, además de ponerse de manifiesto la variabilidad interanual de la cantidad de precipitación a través de los valores medios, extremos y normal, se tienen presentes las variaciones mensuales existentes de unos años a otros.

Para el caso de la Costa Granadina, hemos seleccionado los pluviogramas de Faro Sacratif, El Pozuelo e Itrabo (gráfico nº 2). En ellos se evidencia la abstracción que supone el año medio y la existencia de meses muy secos

ESTUDIO DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO INTERANUAL

GRAFICO Nº 1

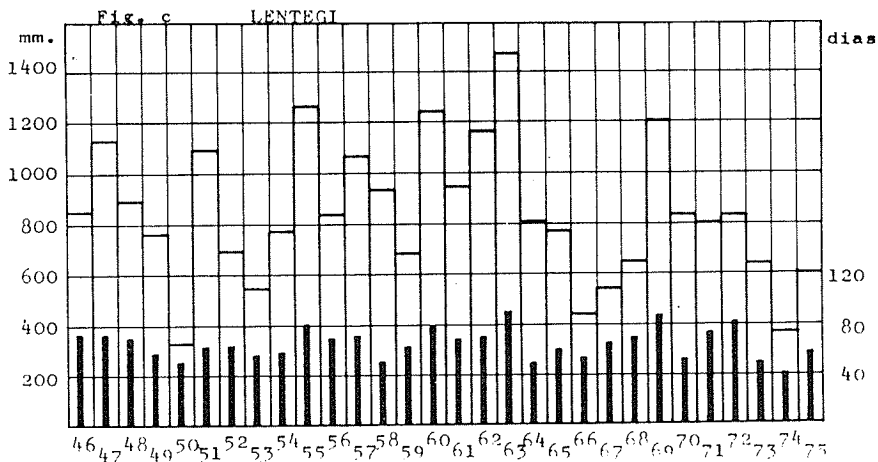
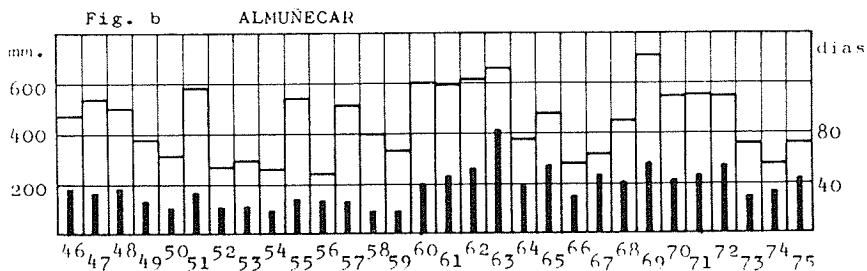
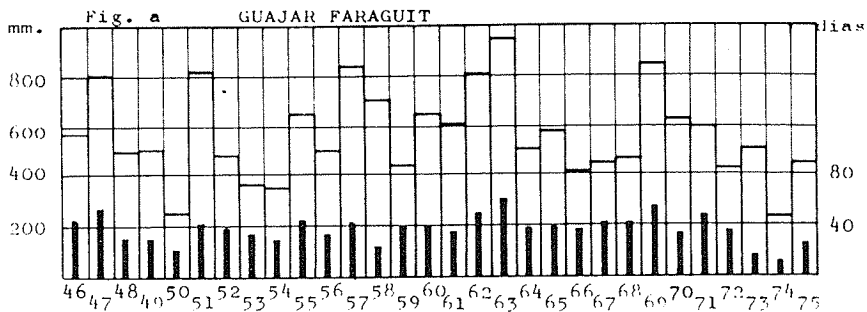
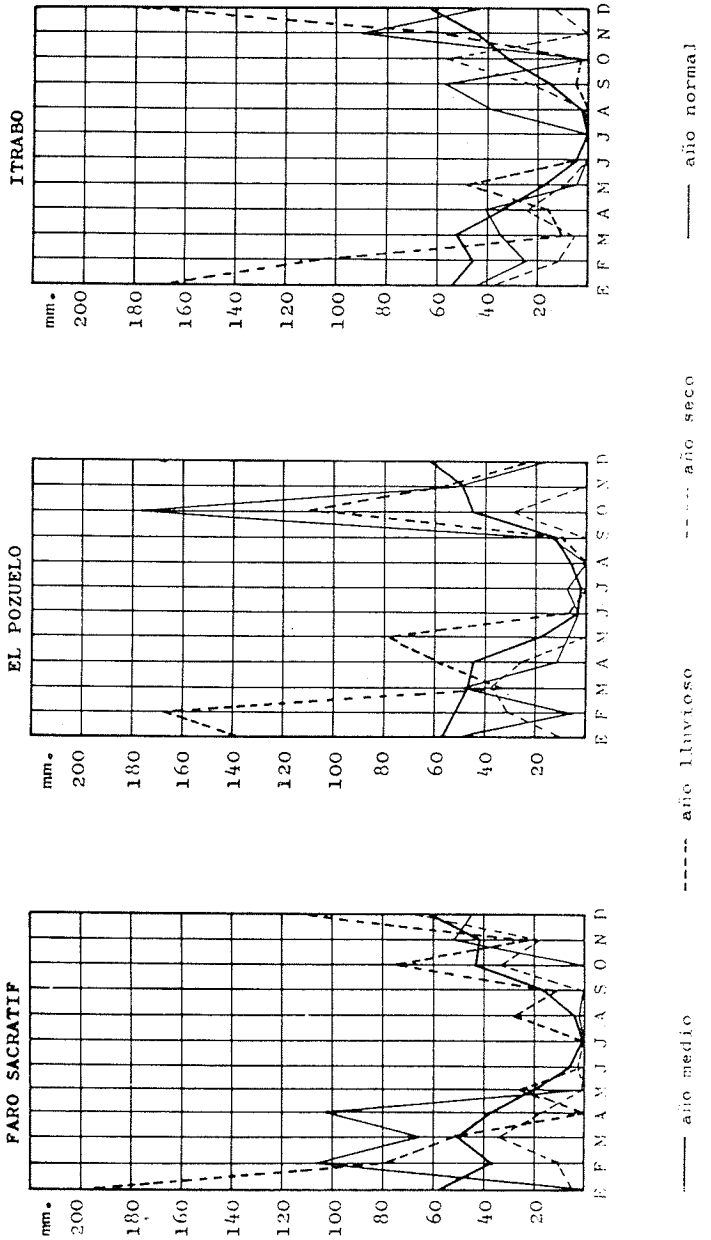


GRAFICO Nº 2



ESTUDIO DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO INTERANUAL

en el año lluvioso (Abril, en Faro Sacratif), meses muy húmedos en el año normal (Octubre, en El Pozuelo)(2), o húmedos en el año seco (Diciembre, en Faro Sacratif), la presencia de dos meses de elevada precipitación en el año húmedo (Enero y Diciembre en Itrabo), etc. Estas y otras apreciaciones por el estilo que pueden hacerse se caracterizan por su condición cualitativa y comparativa, por lo que la subjetividad continúa estando presente en el estudio de la variabilidad de la precipitación en un alto grado.

AJUSTE DE LAS SERIES A LA DISTRIBUCION NORMAL

Este método, utilizado ya en 1954 por Lorente(3), ha estado muy olvidado, lo que resulta difícil de entender si se tiene en cuenta que proporciona un conocimiento más objetivo de la variabilidad de la cantidad, frecuencia e intensidad de la precipitación que muchos de los métodos empleados tradicionalmente por los geógrafos-climatólogos.

En definitiva se trata de hacer uso de algunas de las medidas de tendencia central y dispersión(4). Con la media y la desviación típica de cada serie hemos elaborado, para el ejemplo de la Costa Granadina, los cuadros números 1, 2 y 3 relativos, respectivamente, a la cantidad, frecuencia e intensidad de la precipitación y cuyo comentario breve acometemos seguidamente.

Por lo que se refiere a la cantidad de precipitación (cuadro nº 1), Almuñécar, Vélez Benaudalla y El Pozuelo presentan un porcentaje de casos (60%), entre la media más la desviación típica y la media menos la desviación

(2) Corresponde a las inundaciones de Octubre de 1973 en el SE español, estudiadas por Capel Molina (ver bibliografía).

(3) Lorente, J.M^a.: "La variabilidad de las lluvias en España". Calendario Meteorológico. S.M.N. Madrid, 1954.

(4) Estébanez, J. Bradshaws, R.P. "Técnicas de cuantificación en Geografía". Ed. Tebar Flores. Madrid, 1979, págs. 155-182.

C U A D R O N^o 1
VARIABILIDAD DE LA CANTIDAD DE PRECIPITACION

ESTACION		$\bar{x} - \sigma$ y $\bar{x} + \sigma$	$\bar{x} - 2\sigma$ y $\bar{x} + 2\sigma$	$\bar{x} - 3\sigma$ y $\bar{x} + 3\sigma$
ALMUNECAZ	A	307'5 - 578'4	172'1 - 713'9	
	B	18	30	
	C	60	100	
LENTEGI	A	565'7 - 1.111	293'1 - 1.383'6	20'5 - 1.656'2
	B	19	29	30
	C	63'3	96'7	100
GUAJAR FARACUIT	A	386'4 - 741'9	208'7 - 919'6	31 - 1.097'3
	B	20	29	30
	C	66'7	96'7	100
ITRABO	A	373'5 - 732'9	193'9 - 912'6	
	B	19	30	
	C	63'3	100	
SALOBREÑA	A	310'9 - 588'1	172'3 - 726'7	33'8 - 865'3
	B	19	29	30
	C	63'3	96'7	100
VELEZ BENAUDALLA	A	340 - 642'8	188'6 - 794'2	
	B	18	30	
	C	60	100	
ALBUÑOL	A	319'3 - 648'5	154'7 - 813'1	0 - 977'7
	B	23	28	30
	C	76'7	93'3	100
EL POZUELO	A	252'7 - 542'1	108 - 686'8	0 - 831'4
	B	18	29	30
	C	60	96'7	100
FARO SACRATIF	A	264'9 - 484'5	155'1 - 594'3	45'3 - 704'1
	B	21	29	30
	C	70	96'7	100
% correspondiente a la distribución normal		68	95	99

Nota.- A = Límite de cantidad de precipitación (mm.).
B = Número de casos.
C = % Número de casos.

ESTUDIO DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO INTERANUAL

típica, más bajo de lo que corresponde a la distribución normal (68%), lo que implica que las series de estas estaciones no están muy agrupadas y, por el hecho de que los porcentajes entre la media más dos desviaciones y la media menos dos desviaciones típicas sea superior a lo que corresponde a la distribución normal, las lluvias anuales están menos extendidas de lo normal, en las tres estaciones, aunque en El Pozuelo, debido a que el porcentaje entre la media más tres desviaciones y la media menos tres desviaciones típicas supera el 99% de la distribución normal, las precipitaciones anuales se extienden hacia los límites un poco más de lo debido. Las estaciones de Itrabo, Lentegí y Salobreña están, sin llegar al grado que las anteriores, poco agrupadas y sus lluvias menos extendidas de lo normal, aunque en el caso de las dos últimas estaciones se extienden, hacia los límites más de lo debido. Las precipitaciones anuales de Guajar Faragüit están poco agrupadas y se extienden menos de lo normal y, hacia los límites, más de lo debido; en Faro Sacratif están agrupadas y menos extendidas de lo normal, aunque los límites extremos se extienden más de lo debido; en Albuñol las lluvias están muy agrupadas aunque más extendidas de lo normal y, hacia los extremos más de lo debido.

En cuanto a la frecuencia de la precipitación (cuadro nº 2), la serie de Vélez Benaudalla es la menos agrupada, estando más extendida de lo normal hacia los límites; Salobreña presenta una serie de las menos agrupadas, aunque un poco más que en el caso anterior, y muy poco extendida hacia los límites. Almuñécar y Lentegí presentan series más agrupadas que las estaciones anteriores, aunque no apiñadas alrededor de sus respectivos valores medios. No obstante, mientras la segunda de las estaciones se extiende más de lo normal y de lo debido, la primera se extiende menos de lo normal, aunque, finalmente, sus valores extremos, extendiéndose más de lo debido, llegan a salirse de los extremos. Guajar Faragüit presenta una serie poco agrupada, aunque menos dispersa que en

CUADRO N° 2
VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA DE LA PRECIPITACION

ESTACION		$\bar{x} - \sigma$ y $\bar{x} + \sigma$	$\bar{x} - 2\sigma$ y $\bar{x} + 2\sigma$	$\bar{x} - 3\sigma$ y $\bar{x} + 3\sigma$
ALMUÑECAR	A	22'5 - 50'5	8'5 - 64'5	0 - 78'5
	B	19	29	29
	C	63'3	96'7	96'7
LENTEGI	A	52'9 - 76'9	40'9 - 88'9	28'9 - 100'9
	B	19	28	30
	C	63'3	93'3	100
GUAJAR FARAGUIT	A	26'4 - 47'4	16'0 - 57'8	5'6 - 68'2
	B	20	28	30
	C	66'7	93'3	100
ITRABO	A	29'1 - 49'5	17'9 - 60'7	6'7 - 71'9
	B	23	29	29
	C	76'7	96'7	96'7
SALOBREÑA	A	25'4 - 47'0	14'6 - 57'8	
	B	18	30	
	C	60	100	
VELEZ BENAUDALLA	A	37'2 - 65'6	23'0 - 79'8	8'8 - 94'0
	B	17	28	30
	C	56'7	93'3	100
ALBUÑOL	A	34'4 - 58'1	12'5 - 70'0	0'7 - 81'9
	B	23	29	30
	C	76'7	96'7	100
EL POZUELO	A	26'3 - 46'8	16'1 - 57'1	5'8 - 67'4
	B	21	29	30
	C	70	96'7	100
FARO SACRATIF	A	27'4 - 48'4	17'9 - 57'9	8'4 - 67'4
	B	21	29	30
	C	70	96'7	100
% correspondiente a la distribución normal		68	95	99

Nota.- A = Límite de frecuencia de precipitación (días).
B = Número de casos.
C = % Número de casos.

ESTUDIO DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO INTERANUAL

los casos anteriores, y se extiende más de lo normal y, hacia los extremos, más de lo debido. El Pozuelo y Faro Sacratif tienen series agrupadas aunque se extienden un poco hacia los extremos. Itrabo y Albuñol presentan series muy agrupadas y poco extendidas, pero hacia los extremos más de lo debido. El Pozuelo y Faro Sacratif tienen series agrupadas aunque se extienden un poco hacia los extremos. Itrabo y Albuñol presentan series muy agrupadas y poco extendidas pero, hacia los extremos, se extienden más de lo debido, sobre todo en la primera de las estaciones.

Respecto a la intensidad de la precipitación (cuadro nº 3) las series de El Pozuelo y Lentegí son muy dispersas, están menos extendidas de lo normal pero excesivamente hacia los extremos, sobre todo la segunda de ellas. Faro Sacratif tiene una serie dispersa, más extendida de lo normal y, hacia los límites más de lo debido. La de Almuñécar es un poco dispersa, extendida menos de lo normal pero más de lo debido hacia los extremos. Itrabo y Salobreña tiene series agrupadas pero, mientras la primera está más extendida de lo normal y, hacia los extremos, más de lo debido, la segunda está menos extendida de lo normal pero más de lo debido hacia los extremos. Albuñol y Vélez Benaudalla presentan series muy poco agrupadas y menos extendidas de lo normal, aunque uno de los valores se sale de los límites extremos. Finalmente, Guajar Faragüit presenta la serie más agrupada de todas las estaciones pero está más extendida de lo normal y excesivamente hacia los límites, llegando a salirse de ellos.

De este modo, el estudio de la variabilidad interanual de la precipitación es más preciso y cuantitativo, aunque todavía las conclusiones desprendidas de los cuadros números 1, 2 y 3, al basarse en la dispersión absoluta(5), son bastantes cualitativas.

(5) Grupo Chadule: "Iniciación a los métodos estadísticos en Geografía". Ed. Ariel, colec. Elcano. Barcelona, 1980, págs. 78-79.

C U A D R O N º 3
VARIABILIDAD DE LA INTENSIDAD DE LA PRECIPITACION

ESTACION		$\bar{x}-\sigma$ y $\bar{x}+\sigma$	$\bar{x}-2\sigma$ y $\bar{x}+2\sigma$	$\bar{x}-3\sigma$ y $\bar{x}+3\sigma$
ALMUÑECAR	A	9'43 - 16'61	5'84 - 20'20	2'25 - 23'79
	B	20	29	30
	C	66'7	96'7	100
LENTEGI	A	9'71 - 15'85	6'64 - 18'92	3'57 - 21'99
	B	18	29	30
	C	60	96'7	100
GUAJAR FARAGUIT	A	11'13 - 20'45	6'47 - 25'11	1'81 - 29'77
	B	25	28	29
	C	83'3	93'3	96'7
ITRABO	A	11'02 - 18'42	7'32 - 22'12	3'62 - 25'82
	B	21	28	30
	C	70	93'3	100
SALOBREÑA	A	9'92 - 15'40	7'18 - 18'14	4'44 - 20'88
	B	21	29	30
	C	70	96'7	100
VELEZ BENAUDALLA	A	6'61 - 13'13	3'35 - 16'39	0'09 - 19'65
	B	24	29	29
	C	80	96'7	96'7
ALBUÑOL	A	6'98 - 14'48	3'23 - 18'23	0 - 21'98
	B	23	29	29
	C	76'7	96'7	96'7
EL POZUELO	A	7'64 - 14'48	4'22 - 17'90	0'80 - 21'32
	B	18	29	29
	C	60	96'7	96'7
FARO SACRATIF	A	7'50 - 11'96	5'27 - 14'19	3'04 - 16'42
	B	19	28	30
	C	53'3	93'3	100
% correspondiente a la distribución normal		68	95	99

Nota.- A = Límite de intensidad de precipitación.

B = Número de casos.

C = % Número de casos.

ESTUDIO DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO INTERANUAL

COEFICIENTES DE VARIACION

Con objeto de cuantificar la variabilidad de la precipitación (cantidad, frecuencia e intensidad), nos planteamos la utilización de medidas de variación relativa y, entre éstas, hemos elegido el coeficiente de variación, que es la medida de desviación más segura(6).

Para el caso concreto de la Costa Granadina, los valores de los coeficientes de variación de la precipitación son los siguientes:

COEFICIENTES DE VARIACION DE LA PRECIPITACION (%)

	<u>Cantidad</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Intensidad</u>
Almuñécar	30'6	38'3	27'6
Lentegí	32'5	18'5	24'0
Guajar Faragüit	31'5	28'3	29'5
Itrabo	32'5	29'2	25'2
Salobreña	30'8	29'8	21'7
Vélez Benaudalla	30'8	27'7	33'1
Albuñol	34'0	25'7	34'9
El Pozuelo	36'4	28'1	30'9
Faro Sacratif	29'3	24'5	23'0

El promedio de variación en cada estación es igual al % (coeficiente de variación) del promedio de precipitación anual o, lo que es igual, la desviación standar de cada estación es igual al % (coeficiente de variación) de la precipitación media anual

La variación de las precipitaciones de unos años a otros en el período 1946-1975, decrece en el siguiente orden: El Pozuelo, Albuñol, Lentegí, Itrabo, Guajar Faragüit, Salobreña, Vélez Benaudalla, Almuñécar y Faro Sacratif.

(6) Obra citada en la nota (4), págs. 175.

Los coeficientes de variación de la frecuencia de la precipitación son inferiores a los de la cantidad de ella en todas las estaciones, a excepción de Almuñécar que lo supera ampliamente ya que mientras en las frecuencias tiene el mayor coeficiente, en la cantidad tiene uno de los más bajos. La variabilidad de la frecuencia de las precipitaciones decrece en el siguiente orden: Almuñécar, Salobreña, Itrabo, Guajar Faragüit, El Pozuelo, Vélez Benaudalla, Albuñol, Faro Sacratif y Lentegí.

Los coeficientes de variación de la intensidad de la precipitación de Almuñécar, Lentegí, Guajar Faragüit y El Pozuelo, son inferiores a los de la cantidad de precipitación y superior a los de la frecuencia; así pues, en estas estaciones la variabilidad de la intensidad es mayor que la de la frecuencia pero menor que la de la cantidad de precipitación. Itrabo, Salobreña y Faro Sacratif tiene una variabilidad de la intensidad inferior a la de la cantidad y la frecuencia de la precipitación. Vélez Benaudalla y Albuñol tienen una variabilidad de la intensidad superior a las de la cantidad y frecuencia de la precipitación

En **conclusión**, el coeficiente de variación, además de ser entre las medias de dispersión relativa la más segura(7), tiene la ventaja, respecto a los restantes métodos de estudio del régimen pluviométrico interanual que hemos comentado, de hacer comparables los resultados de estaciones muy diversas. Por consiguiente, su empleo debería extenderse más o generalizarse en este tipo de análisis.

(7) Obra citada nota (5), págs. 89-90.

ESTUDIO DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO INTERANUAL

BIBLIOGRAFIA

- CAPEL MOLINA, J.J.: "Génesis de las inundaciones de Octubre de 1973 en el SE de la Península Ibérica". Cuad. Geog. nº 4. Universidad de Granada, 1974, págs. 149-166.
- ESTEBANEZ, J. y BRADSHAW, R.P.: Técnicas de cuantificación en Geografía. Ed. Tebar Flores. Madrid, 1979.
- FRONTANA GONZALEZ, J.: El clima de la Costa Mediterránea Andaluza. Estudio estadístico. Memoria de Licenciatura. Universidad de Granada, 1979.
- "Régimen pluviométrico de la Costa Meditránea Andaluza (1946-1975)". Cuad. Geog. nº 9. Universidad de Granada. 1979, págs. 101-149.
- El clima como recurso para el desarrollo socioeconómico de la Costa del Sol Granadina. Trabajo realizado con una Ayuda a la investigación del C.E.O.T.M.A., Granada, 1981.
- GRUPO CHADULE: Iniciación a los métodos estadísticos en Geografía. Ed. Ariel, colec. Elcano, Barcelona, 1980.
- LORENTE, J.Mª.: "La variabilidad de las lluvias en España". Calendario Meteorológico, S.M.N., Madrid, 1954.
- "La variabilidad de las precipitaciones atmosféricas sobre España Peninsular. Rev. Geog., XIV, Madrid, 1955, págs. 229-242.
- "La variabilidad de las precipitaciones atmosféricas sobre España Peninsular durante los años 1947-48 a 1960-61". Rev. Geog. XX. Madrid, 1961, págs. 229-245.
- La variabilidad de las precipitaciones atmosféricas sobre España. II Congreso Nacional de Ingeniería, tomo V. Madrid, 1951.
- MONKHOUSE, F.J. y WILKINSON, H.R.: Mapas y Diagrams. Técnicas de elaboración y trazado. Ed. Oikos-Tau, S.A., colec. Ciencias Geográficas, 1ª edición. Barcelona, 1968.
- NEUMAN, H.: "El clima del Sureste de España". Est. Geog. XXII, Madrid, 1960.