



## VALORACIÓN DE LA IDONEIDAD DE LOS ÍNDICES PCI Y MFI PARA ESTIMAR LA CONCENTRACIÓN Y AGRESIVIDAD DE LAS PRECIPITACIONES EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

*Evaluation of the suitability of rainfall concentration and erosivity indexes  
(PCI and MFI) in the Valencia Region*

J. A. Pascual Aguilar, C. Añó Vidal, J. Sánchez Díaz,  
F. J. Masiá Mira y E. Arnau Rosalén

*Departamento de Planificación Territorial. Centro de Investigaciones sobre Desertificación- CIDE  
(CSIC, UV, GV). 46470 Albal (Valencia). E-mail: juan.a.pascual@uv.es. Fax: 96 127 09 67.*

**Resumen:** En este trabajo se analiza, a partir de los datos procedentes de 234 estaciones meteorológicas, tanto la concentración de las precipitaciones anuales y mensuales como su agresividad climática en la Comunidad Valenciana. Utilizando métodos geoestadísticos se obtiene la regionalización de la variable de manera que se puedan observar las diferencias de su distribución espacial. Inicialmente, se aplica el Índice de Concentración de las Precipitaciones (PCI) de Oliver para la estimación anual y, posteriormente, se desarrollan índices, a partir de las lluvias mensuales y el PCI obtenido, para analizar la variabilidad mensual. La evaluación de la agresividad climática se realiza con el índice modificado de Fournier (MFI). Para el proceso de cálculo, regionalización y tratamiento de los datos se ha recurrido a técnicas propias de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

**Palabras clave:** Concentración anual y mensual de las precipitaciones, Agresividad climática, Métodos geoestadísticos, Sistemas de Información Geográfica, Comunidad Valenciana.

**Abstract:** The present paper analyses, based on 234 weather stations, the concentration of annual and monthly together with annual rainfall erosivity for the Valencia Region (Spain). In order to obtain spatial distributions geostatistical techniques have been applied to the original punctual data. Initially, the Oliver Precipitation Concentration Index (PCI) has been implemented for the annual interpretation. Using monthly rainfall and the estimated PCI indexes have been developed in order to obtain a more detailed information of the monthly rainfall concentration variability. Rainfall erosivity has been analysed by means of the Modified Fournier Index (MFI). Data analysis has been undertaken using Geographical Information Systems techniques.

**Key words:** Annual and monthly rainfall concentration, Rainfall erosivity, Geostatistical methods, Geographical Information Systems, Valencia Region.



Pascual, J. A., Añó Vidal, C., Sánchez Díaz, J., Masiá Mira, F. J. y Arnau Rosalén, E. (2001). Valoración de la idoneidad de los índices PCI y MFI para estimar la concentración y agresividad de las precipitaciones en la Comunidad Valenciana. *Rev. C. & G.*, 15 (3-4), 77-84. © SEG. AEQUA. GEOFORMAEdiciones

### 1. Introducción

La erosividad de la lluvia constituye un factor fundamental para comprender el funcionamiento

de los procesos erosivos que tienen lugar en un territorio. Para su cálculo se han diseñado numerosos índices que se han utilizado en modelos de predicción del riesgo de erosión, siendo el más cono-

cido el factor R (Wischmeier, 1959) que se incorpora en la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (Wischmeier y Smith, 1978). Este factor evalúa la importancia que tiene sobre la erosión del suelo la energía cinética de cada evento tormentoso y su intensidad máxima.

El cálculo del valor de erosividad de la lluvia es difícil de realizar en territorios como el español, ya que es necesario disponer de información detallada de las precipitaciones al requerirse un registro continuo de las variaciones de intensidad de la lluvia durante los diferentes aguaceros. Por el contrario, en España la red de pluviógrafos existente es escasa y está distribuida irregularmente (González Hidalgo, 1996).

Por estos motivos se han elaborado índices de erosividad que se obtienen exclusivamente con volúmenes de precipitación. Entre éstos los más conocidos son el índice de agresividad climática de Fournier (1960), en su formulación original o en la versión modificada (MFI) por Arnoldus (1980). En algunos casos, como complemento (Padrón *et al.*, 1991) o sustituto de los anteriores (Jordán, 2000; Jordán y Bellinfante, 2000), también se ha utilizado el Índice de Concentración de las Precipitaciones (PCI en su acrónimo en inglés) de Oliver (1980).

Los índices de concentración de las precipitaciones principalmente ofrecen un resumen anual, de un año en concreto o de medias de un período de varios años. Recientemente, y debido a la mayor accesibilidad a métodos geoestadísticos de interpolación (Creutin y Obled, 1982; Tabios y Salas, 1985), se utilizan para obtener distribuciones espaciales de la variable. Los índices de agresividad climática de síntesis relacionan las precipitaciones mensuales con las anuales y, como en el método anterior, pueden ser tanto un resumen de un año en concreto como de las medias mensuales de una serie. También son susceptibles de aplicaciones geoestadísticas que muestren las diferencias espaciales de sus valores.

En la Comunidad Valenciana la erosividad de las precipitaciones se ha estimado utilizando el factor R de la USLE, calculado a partir de la fórmula propuesta por ICONA (1981). Ejemplos de esta aplicación son los de Pons y Bordás (1987), Bordás *et al.* (1988), Pons y Soriano (1994), Antolín *et al.* (1998), Mateu *et al.* (2001) y Juan (2001). Más escasos son los estudios que, aplicando diferentes

índices (F, MFI, PCI, DPI, PCIw), analizan la distribución espacial de la concentración y agresividad de las precipitaciones en la Comunidad Valenciana (De Luís *et al.* 1996; De Luís *et al.*, 1997; De Luís *et al.*, 1998).

A diferencia de estos últimos análisis, en el presente trabajo se utiliza el PCI anual de Oliver y el MFI de Arnoldus de manera que sirva de razonamiento para destacar sus principales inconvenientes de síntesis, aplicados a la Comunidad Valenciana. Alternativamente, en el caso del PCI, se desciende, tal como recomienda Oliver (1980), de escala temporal, estableciéndose ratios derivadas de los resultados obtenidos para extraer valores de concentración de precipitaciones mensuales, obteniéndose mayor información de la variabilidad espacio-temporal de los mismos. En los cálculos se han utilizado los Sistemas de Información Geográfica (SIG), tanto en las fases de interpolación superficial como en las derivaciones de los índices mensuales.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Datos climáticos de síntesis y tratamiento de la información

Todos los índices han sido calculados a partir de medias mensuales de 234 estaciones pluviométricas obtenidas del trabajo coordinado por Pérez Cueva (1994). Incluyen, además de las de la Comunidad Valenciana, algunas circundantes, de modo que permitan un mejor ajuste de la función de interpolación en los bordes del área de estudio. A los datos originales de cada estación se les aplicó las formulaciones de los distintos índices (anuales y mensuales).

El carácter puntual de los datos climáticos exige, cuando se pretende obtener la regionalización de la variable, la aplicación de técnicas estadísticas de interpolación. Éstas consisten en un relleno de valores de los espacios vacíos entre los puntos medidos, de manera que se obtenga un mapa de distribución superficial. Existe una gran variedad de métodos: polígonos Thiessen (Diskin, 1970); ajuste por *splines* (Lebel *et al.*, 1987); polinomiales (Tabios y Salas, 1985); *Kriging* (Dingman *et al.*, 1988; Hudson y Wackernagel,

1994). El análisis comparativo de los métodos de interpolación más comunes (Creutin y Obled, 1982; Tabios y Salas, 1985; Dingman, 1994) destaca la interpolación óptima y el *Kriging* como los que ofrecen mejores resultados; sin embargo, el establecimiento de la función de correlación espacial o variograma, respectivamente, que represente la dependencia espacial de los datos no es siempre realista cuando las muestras exhiben rangos de dispersión altos. En este caso, Francés y Benito (1995) sugieren la utilización de métodos alternativos, como el inverso de la distancia al cuadrado, escogido en este trabajo para la creación de las superficies de todos los índices utilizados.

## 2.2 Índices de concentración de las precipitaciones

El índice de concentración de las precipitaciones se obtiene a partir de precipitaciones mensuales y anuales:

$$PCI = 100 \cdot p^2 / P^2$$

Donde:

- *PCI*: Índice de Concentración de la Precipitación
- *p*: precipitación mensual (valores acumulados mensual o medias mensuales de la serie)
- *P*: precipitación anual (valores acumulados anuales o media anual de la serie)

Inherente al método, los valores obtenidos se distribuyen entre un rango mínimo de 8,3 (para situaciones de igual precipitación mensual) y 100 (caso extremo de concentración de la lluvia en un único mes), independientemente del volumen de precipitación. Según el propio creador del índice (Oliver, 1980) su principal inconveniente radica en el hecho de que no establece el mes y/o estación de máximas precipitaciones; es decir, el período en el que se concentran las precipitaciones. Ante esta situación sugiere la aplicación de “un segundo índice, valores o símbolos” que permitan delimitar de una manera u otra la estacionalidad.

Por tanto, se proponen unos índices utilizando los resultados del PCI junto con las precipitaciones medias de cada mes de la serie anual. Con ellos se asume una mejor definición de la concentración del PCI de síntesis, de manera que se da una mayor información de la distribución mensual del PCI. Su cálculo se basa en criterios de estadística descriptiva:

$$ICPm = pi/(P/12) \cdot PCI$$

Donde:

- *ICPm*: Índice de Concentración mensual de la Precipitación
- *pi*: precipitación del mes correspondiente
- *P*: precipitación anual
- *PCI*: Índice de Concentración de la Precipitación

Hay que hacer notar que los valores obtenidos para los ICPm deben asociarse siempre con su PCI anual, pues los mensuales relacionan el índice de precipitación mensual con la teórica distribución completamente homogénea de las precipitaciones. Es así, un ajuste para obtener mayor información intramensual del PCI original, por tanto su rango de valores se asocia con los anuales por medio de los índices de precipitación.

## 2.3 Índice de agresividad climática

Se ha utilizado el índice modificado de Fournier (Arnoldus, 1980). El MFI se realiza también con precipitaciones mensuales y anuales, siendo una aproximación rápida al establecimiento de un factor de agresividad de la lluvia. Su cálculo relaciona las precipitaciones mensuales con las anuales:

$$MFI = p^2 / P$$

Donde:

- *MFI*: Índice de agresividad de la lluvia
- *p*: precipitación mensual
- *P*: precipitación anual

Como indican Michiels y Gabriels (1996), el MFI puede también derivarse a partir del PCI, pues se observa que aquél es igual al PCI dividido por 100 y multiplicado por la precipitación anual:

$$MFI = (PCI/100) \cdot P$$

## 3. Resultados

La concentración de las precipitaciones (Fig. 1), según el índice de Oliver, presenta una disposición en bandas, con valores mínimos en el interior (entre 8,5 y 9) y máximos en la franja prelitoral y litoral (entre 11 y 12). Tanto rango de valores como distribuciones superficiales no muestran gran variabilidad, lo que hace suponer, en principio, que

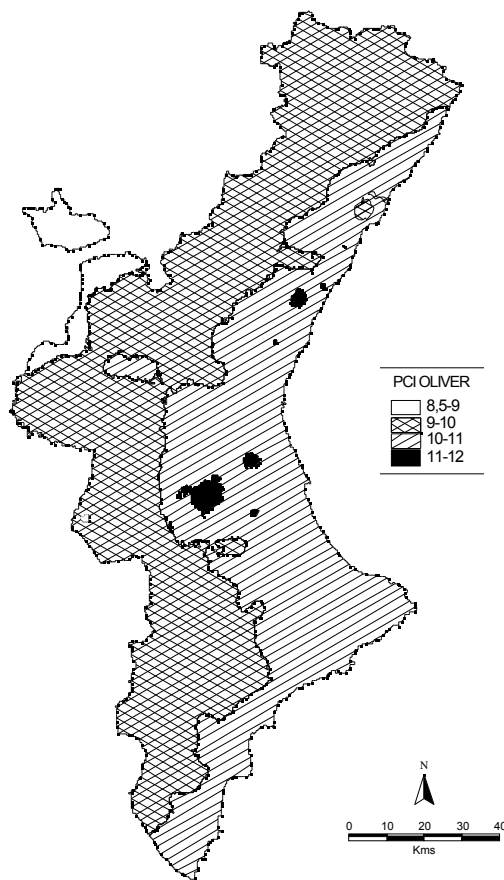


Figura 1. Distribución espacial del Índice de Concentración de las Precipitaciones en la Comunidad Valenciana  
 Figure 1. Spatial distribution of Precipitation Concentration Index in the Valencia Region (Spain).

la precipitación en la Comunidad Valenciana tiene una componente homogénea a lo largo del año y, también, en el espacio. Oliver considera como distribución uniforme de las lluvias los valores inferiores a 10 y de estacionalidad moderada a los que se encuentran entre 11 y 20, a partir de 20 las diferencias van definiendo concentraciones estacionales cada vez más marcadas. Michiels y Gabriels (1996) matizan algo más los rangos del índice, estableciendo su división según la tabla 1.

Independientemente de una u otra valoración, la Comunidad Valenciana muestra una distribución del PCI siempre por debajo de 12, lo que significa que la concentración estacional de la precipitación es moderada en algunas zonas de la franja costera o,

por el contrario, uniforme (valores inferiores a 10) para gran parte de su superficie. Cualquier conocedor de la meteorología de la zona encontraría tales resultados como mínimo sorprendentes, pues una de las principales características del clima mediterráneo es la estacionalidad, y por ende la concentración, de las lluvias al menos en varios meses del año, normalmente en otoño; es más, con un segundo repunte menor de primavera. Es cierto que a medida que nos adentramos en la Península la continentalidad afecta a dicha distribución, suavizando los extremos de las máximas, pero manteniéndose presente el trazado de la distribución mensual.

Los índices mensuales matizan dicha paradoja. Los valores obtenidos con el ICPm (Fig. 2) hacen desaparecer, para cada mes, las bandas del índice global, encontrándose ahora una mayor heterogeneidad, pues en algunos meses surgen núcleos de concentración de precipitaciones por todo el territorio de la Comunidad Valenciana. Es en otoño cuando de forma generalizada se registran los valores máximos de concentración, delimitándose en octubre tanto el trazo del PCI como las máximas de todo el año, lo que posiblemente determina el resultado de síntesis anual de éste. Los valores de noviembre resaltarían la configuración del núcleo central de máximas del PCI. Sin embargo, destaca el trazado sugerido en los meses centrales, donde, aunque con índices relativamente bajos, las precipitaciones se concentran en el sector oeste de la comunidad, la zona de mayor homogeneidad del PCI anual.

Los valores de agresividad de las lluvias en la Comunidad Valenciana según el MFI oscilan entre mínimos cercanos a 24 (Sant Joan) y máximos de casi 96 (Tormos). Su distribución muestra un

Tabla 1. Clasificación del Índice de Concentración de las Precipitaciones (Michiels y Gabriels, 1996)  
 Table 1. Classification of Precipitation Concentration Index (Michiels and Gabriels, 1996)

Índice de concentración de la precipitación (%)	Distribución estacional de la precipitación
< 10	Uniforme
11 - 15	Estacionalidad moderada
16 - 20	Estacional
21 - 50	Fuerte estacionalidad
> 50	Aislado

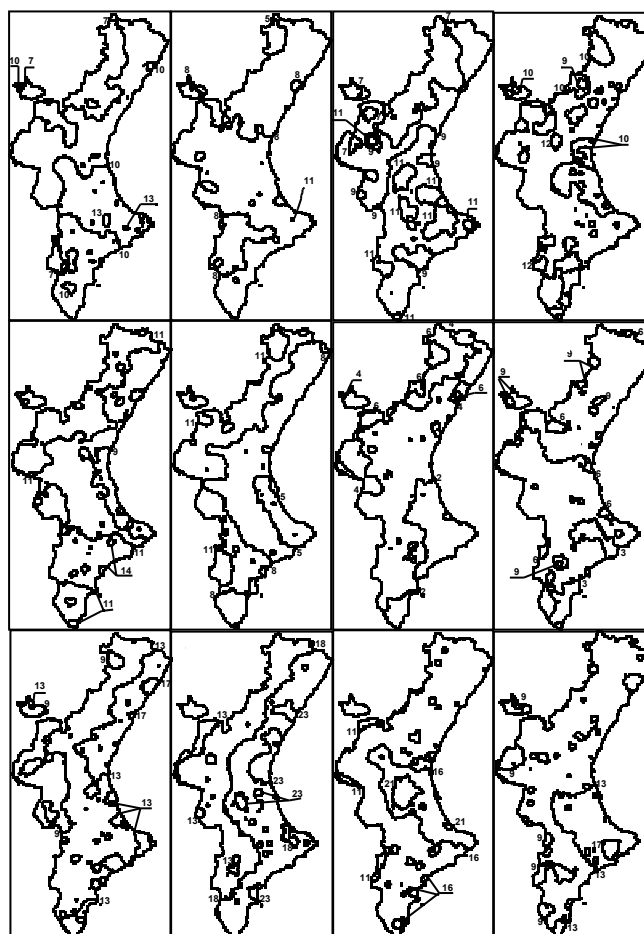


Figura 2. Concentraciones mensuales de la precipitación en la Comunidad Valenciana según el ICPm derivado del PCI de Oliver  
 Figure 2. Monthly rainfall concentration in the Valencia Region (Spain) according to ICPm derived from the Oliver's PCI

amplio dominio de los inferiores a 60. Los intermedios (entre 60 y 90) aparecen muy bien localizados en el sector montañoso del norte de la provincia de Castellón y entre Valencia y Alicante. Los máximos (superiores a 90), desde un punto de vista espacial, pueden considerarse poco representativos. CEC (1992) considera que la erosividad es baja o muy baja cuando los valores son inferiores a 90 (tabla 2), siendo moderada los comprendidos entre 90 y 120. Así, la Comunidad Valenciana presenta en la práctica mayoría de su territorio valores muy bajos y bajos de agresividad o erosividad climática, llegando a moderados en el caso puntual

de máximas establecido alrededor de la estación de Tormos (Fig. 3).

Tabla 2. Clasificación de los valores del MFI según CEC (1992)  
 Table 2. Classification of the MFI values according to CEC (1992)

Clase	MFI	Descripción
1	< 60	Muy baja
2	60 – 90	Baja
3	90 – 120	Moderada
4	120 – 160	Alta
5	> 160	Muy alta

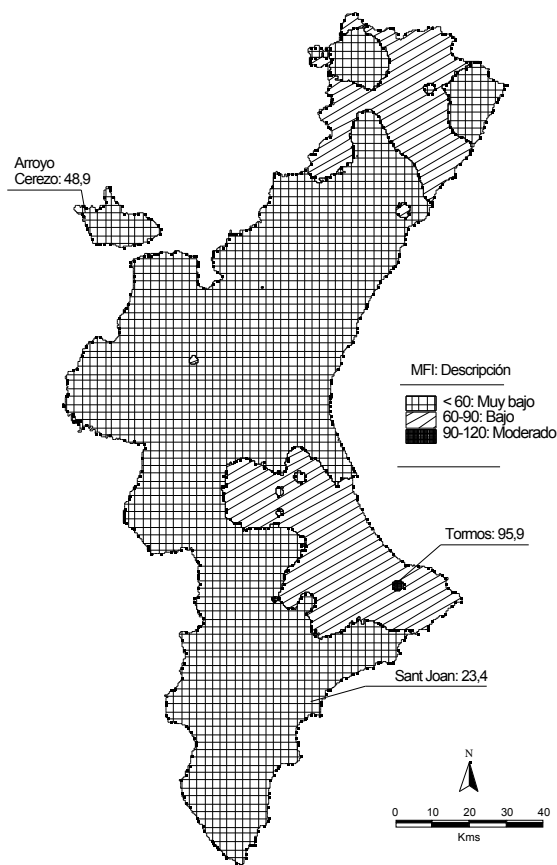


Figura 3. Distribución espacial del MFI en la Comunidad Valenciana  
 Figure 3. Spatial distribution of the MFI in the Valencia Region (Spain)

#### 4. Conclusiones

Los resultados obtenidos con la aplicación del PCI, al tratarse de un resumen anual, pueden conducir a asignaciones que indican uniformidad de las concentraciones de la precipitación sin reflejar adecuadamente la variabilidad e irregularidad temporal, y por extensión espacial, que caracterizan a las lluvias mediterráneas. Los valores mensuales del ICPm matizan, mes a mes, una ligera variabilidad del PCI, aunque no hay que olvidar la estrecha relación existente entre unos y otros. Por lo que se refiere a los resultados del método del MFI, podría deducirse que en la práctica totalidad del territorio la erosividad no es en realidad un problema cuando se utilizan única y exclusivamente valores promedios de precipita-

ción. Puesto que existe una estrecha relación entre las formulaciones del PCI y el MFI, la excesiva generalización de este último se matizaría con la aplicación de un método alternativo, similar al PCI<sub>m</sub>, que contemple las diferencias mensuales.

En realidad, tales aproximaciones tienen mayor validez cuando se pretende establecer diferencias de grandes zonas que presentan varias regiones climáticas; sin embargo, su aplicación en ámbitos como la Comunidad Valenciana, de menor dimensión, queda muy matizada, a pesar de los contrastes, por su pertenencia a un solo tipo climático general.

Otro factor a tener en cuenta, propio de estos índices, es su naturaleza sintética, basados principalmente en datos de resumen mensual y anual. Esta característica enmascara en gran manera uno de los principales rasgos del régimen pluviométrico del área de estudio: la escasez de lluvias concentradas por regla general en sucesos de poca duración (Clavero, 1980 y 1981), particularmente en otoño (López Gómez, 1983; López Bermúdez, 1990). Tampoco se consideran ni la intensidad ni el volumen precipitado, factores de los que también depende la erosividad (López Bermúdez y Romero, 1992-93). Lógicamente, el tratamiento geoestadístico de los datos, por muy sofisticado que sea (De Luís *et al.*, 2000), una vez agrupados en rangos de interpretación, enfatiza la homogeneidad de los resultados obtenidos.

La gran ventaja de estos índices es su sencillez de cálculo, sin embargo su aplicación en zonas relativamente homogéneas infravalora los contrastes y resultados obtenidos, debiéndose acudir a estudios de mayor detalle. Así para evaluar la erosividad de las lluvias en climas mediterráneos, con baja precipitación anual, deberían incorporarse, precisamente, los matices intrínsecos propios de éstas como la duración de los sucesos y su distribución anual (Schnabel, 1998), y, especialmente, la intensidad horaria, considerando más el valor de la intensidad media del evento que la intensidad máxima en 60 minutos (Romero *et al.*, 1995; Romero *et al.*, 1998).

#### Referencias bibliográficas

Antolín, C., Carbó, E. & Álvarez, D. (1998). Aplicación de la ecuación universal de pérdida de suelo en la Comunidad

- Valenciana. En: *El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*. Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, Generalitat Valenciana, Valencia, 136-165.
- Arnoldus, H. M. J. (1980). An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. En: *Assessment of Erosion* (M. De Boodt & D. Gabriels, eds.). John Wiley & Sons, Chichester, 127-132.
- Bordás, V., Pons, V. & Sánchez Díaz, J. (1988). Valores estimativos de la torrencialidad obtenidos por comparación de distintos métodos de valoración aplicados en la provincia de Valencia. *Anales de Edafología y Agrobiología*, XLVII (5-6), 789-799.
- CEC (1992). *CORINE soil erosion risk and important land resources in the southern regions of the European Community*. Commission of the European Communities, Luxembourg, 97 pp.
- Clavero, P. L. (1980). Estudio climatológico de los días de precipitación en Valencia. *Notes de Geografía Física*, 3, 23-30.
- Clavero, P. L. (1981). Estudio de la persistencia de días de precipitación en Valencia. Probabilidades de secuencias de n días. *Notes de Geografía Física*, 4, 31-39.
- Creutin, J. D. & Obled, J. D. (1982). Objective analysis and mapping techniques for rainfall fields: an objective comparison. *Water Resources Research*, 18 (2), 413-431.
- De Luís, M., González Hidalgo, J. C. & Sánchez, J. R. (1996). Análisis de la distribución espacial de la concentración diaria de precipitaciones en el territorio de la Comunidad Valenciana. *Cuadernos de Geografía*, 59, 47-62.
- De Luís, M., González Hidalgo, J. C., Raventós, J., Sánchez, J. R. & Cortina, J. (1997). Distribución espacial de la concentración y agresividad de la lluvia en el territorio de la Comunidad Valenciana. *Rev. C&G*, 11 (3-4), 33-44.
- De Luís, M., González Hidalgo, J. C., Raventós, J., Cortina, J. & Sánchez, J. R. (1998). Estudio espacial y temporal de las tendencias de la lluvia en la Comunidad Valenciana (1961-1990). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 24, 7-24.
- De Luís, M., González Hidalgo, J. C., Raventós, J., Sánchez, J. R. & Cortina, J. (2000). Análisis espacial de las tendencias de la agresividad erosiva de la lluvia en la Comunidad Valenciana. *Rev. C&G*, 14 (3-4), 39-53.
- Dingman, S. L. (1994). *Physical Hydrology*. Macmillan, New York, 575 pp.
- Dingman, S. L., Seely-Reynolds, D. M. & Reynolds, R. C. (1988). Application of kriging to estimating mean annual precipitation in a region of orographic influence. *Water Resources Bulletin*, 24, 329-389.
- Diskin, M. H. (1970). On the computer evaluation of Thiessen weights. *Journal of Hydrology*, 11, 69-78.
- Fournier, F. (1960). *Climat et érosion*. Presses Universitaires de France, París, 201 pp.
- Francés, F. & Benito, J. (1995). La modelación distribuida con pocos parámetros de las crecidas. *Ingeniería del Agua*, 2, 7-24.
- González Hidalgo, J. C. (1996). *Los índices de agresividad de la lluvia y su aplicación en la valoración de la erosión del suelo*. Cuadernos Técnicos de la SEG 10, Sociedad Española de Geomorfología, Geoforma Ediciones, Logroño, 37 pp.
- Hudson, G. & Wackernagel, H. (1994). Mapping temperature using kriging with external drift: theory and an example from Scotland. *International Journal of Climatology*, 14, 1095-1114.
- ICONA (1981). *Estudio del coeficiente R, factor lluvia de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo y del factor de agresividad de la precipitación en la vertiente mediterránea*. ICONA, Ministerio de Agricultura, Madrid, 15 pp.
- Jordán, A. (2000). *El medio físico del Campo de Gibraltar: Unidades geomorfoedáficas y riesgo de erosión*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla (España), 472 pp.
- Jordán, A. & Bellinfante, N. (2000). Cartografía de la erosividad de la lluvia estimada a partir de datos pluviométricos mensuales en el Campo de Gibraltar (Cádiz). *Edafología*, 7 (3), 83-92.
- Juan, P. (2001). *Análisis geoestadístico de la erosividad de la lluvia en la provincia de Castellón*. Tesis de Licenciatura, Universitat Jaume I, Castellón (España), 208 pp.
- Lebel, T., Bastin, G., Obled, C. & Creutin, J. D. (1987). On the accuracy of areal rainfall estimation: a case study. *Water Resources Research*, 23, 2123-2134.
- López Bermúdez, F. (1990). El clima mediterráneo semiárido como factor de erosión. *Estudios Geográficos*, 199-200, 489-506.
- López Bermúdez, F. & Romero, M. A. (1992-93). Génesis y consecuencias erosivas de las lluvias de alta intensidad en la región mediterránea. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 18-19, 7-28.
- López Gómez, A. (1983). Las lluvias catastróficas mediterráneas. *Estudios Geográficos*, 170-171, 11-29.
- Mateu, J., Juan, P., Añó, C. & Antolín, C. (2001). Spatial analysis of rainfall erosivity in a Spanish Mediterranean area. En: *Ecosystems and Sustainable Development III. Advances in Ecological Sciences 10* (Y. Villacampa, C. A. Brebbia & J. L. Usó, eds.). WIT Press, Southampton (UK), 501-509.
- Michiels, P. & Gabriels, D. (1996). Rain variability indices for the assessment of rainfall erosivity in the Mediterranean region. *Soil degradation and desertification in Mediterranean environments* (J.L. Rubio & A. Calvo, eds.). Geoforma Ediciones, Logroño, 49-70.
- Oliver, J. E. (1980). Monthly precipitation distribution: A comparative index. *Professional Geographer*, 32 (3), 300-309.
- Padrón, P. A., González Soto, M. C., Hernández, L. A., Jiménez, C. C., Ortega, M. J., Rodríguez, A., Torres, J. M. & Vargas, G. E. (1991). Erosividad de las lluvias en las Islas Canarias Occidentales. *Actas XVIII Reunión Nacional de Suelos*, Universidad de La Laguna, Tenerife (España), 459-470.
- Pérez Cueva, A. (1994). *Atlas Climático de la Comunidad Valenciana*. Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transports, Generalitat Valenciana, Valencia, 205 pp.

- Pons, V. & Bordás, V. (1987). Cálculo y distribución del factor torrencialidad (R) en la provincia de Valencia. *Actas III Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*, Universitat de València, Valencia (España), 949-963.
- Pons, V. & Soriano, M. D. (1994). Valores de torrencialidad R. Su cálculo y distribución en la provincia de Alicante. *Cuadernos de Geografía*, 56, 163-173.
- Romero, A., Barberá, G. G. & López Bermúdez, F. (1995). Relaciones entre erosión del suelo, precipitación y cubierta vegetal en un medio semiárido del Sureste de la Península Ibérica. *Lurralde*, 18, 229-243.
- Romero, A., López Bermúdez, F. & Belmonte, F. (1998). Erosión y escorrentía en el campo experimental de «El Ardal» (Murcia). Nueve años de experiencias. *Papeles de Geografía*, 27, 115-130.
- Schnabel, S. (1998). La precipitación como factor en los procesos hidrológicos y erosivos. Análisis de datos de Cáceres capital. *Norba*, X, 137-153.
- Tabios, G. Q. & Salas, J. D. (1985). A comparative analysis of techniques for spatial interpolation of precipitation. *Water Resources Research*, 21 (3), 365-380.
- Wischmeier, W. H. (1959). A rainfall erosion index for a universal soil-loss equation. *Soil Science Society of America Proceedings*, 23, 246-249.
- Wischmeier, W. H. & Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning*. Agriculture Handbook 537, United States Department of Agriculture, Washington D.C. (USA), 58 pp.

Enviado el 30 de mayo de 2001

Aceptado el 24 de septiembre de 2001