

V. PONS MARTÍ\*  
M. D. SORIANO SOTO\*\*

## VALORES DEL COEFICIENTE DE TORRENCIALIDAD R. SU CÁLCULO Y DISTRIBUCIÓN PARA LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

### RESUMEN

Dentro del factor climático el valor de la torrencialidad R es el que condiciona la pérdida de suelo principalmente en un área como el área mediterránea. Dicho valor se utiliza en diferentes metodologías para el cálculo de la erosión entre ellas la USLE. Para Castellón la torrencialidad se concentra durante el mes de octubre marcando tres zonas diferentes en la citada provincia.

### ABSTRACT

Climate is one of the factors mostly affecting the erosion and soil loss in the Mediterranean area, and, the torrentiality value R is used for computing such a factor in different methodologies, like for instance the USLE. The influence of this factor is more marked in provinces as Castellón, where torrentiality concentrates around october month.

### 1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Castellón se localiza al norte de la Comunidad Valenciana y ocupa una extensión de 6.878'5 Km<sup>2</sup>. Se encuentra situada en la costa mediterránea, entre las provincias de Tarragona al norte; Teruel al oeste y Valencia al sur. Su litoral se extiende desde los municipios de Vinaròs hasta el de Almenara.

La provincia de Castellón se encuadra en la parte meridional del Sistema Ibérico, con una zona interior en forma de arco montañoso desde la que se

---

\* Departamento de Biología Vegetal de la Facultad de Farmacia. Universitat de València

\*\* Departamento de Geografía de la Facultad de Geografía e Historia. Universitat de València

extiende la llanura litoral. Comarcalmente (SOLER, 1970) se divide en els Ports, L'Alt Maestrat, Baix Maestrat, L'Alcalatén, Plana Baixa, Plana Alta, donde se situa la capital de la provincia, Alto Mijares y Alto Palancia.

La orografía muy accidentada en la zona montañosa se compone por elevadas sierras que culminan en el pico de Peñagolosa (1813 m), el cual es la mayor altura de Castellón. Los ríos más importantes son el Millars y Palància junto con Montlleó y Cenia

Climáticamente la provincia de Castellón participa por un lado de la influencia marítima flujos de Levante y del Sur de elevadas temperaturas y fuerte evapotranspiración suavizado por su proximidad al mar; por otro lado participa de las influencias continentales de la meseta debido a la disposición de las cadenas montañosas que canalizan los vientos del norte, o de las estribaciones de los macizos turolenses perpendiculares al mar y formados por materiales calizos del Cretácico.

Los materiales triásicos afloran principalmente en el sur de la provincia (San Joan de Moró, Villafamés y estribaciones de la Sierra Calderona) con dirección paralela al mar. Localizándose en la zona meridional (Sierra Espadà) algunos materiales paleozoicos constituidos por pizarras. Los materiales terciarios afloran en las depresiones del Palància y Millars. La franja montañosa prelitoral que se apoya en las sierras altas pertenece al Cuaternario al igual que la llanura litoral.

La zona montañosa se caracteriza climáticamente por presentar inviernos muy fríos con temperaturas en ocasiones inferiores a los 0°C principalmente durante los meses de Enero a Marzo, siendo frecuente las precipitaciones en forma de nieve. En altitudes superiores a 600 m la temperatura media es inferior a los 10°C (alcanzándose en el mes de Enero en Vistabella valores de temperatura de -19°C), oscilando en la llanura litoral entre los 13 y 19°C superando en verano los 30°C.

La vegetación corresponde a la serie *Rubio longifoliae Quercetum rotundifoliae*, (COSTA, 1986) existiendo además pequeños bosques de robles y arces, y al NE un pequeño bosque de hayas.

Los datos climáticos generales GEIGER (1970), se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Datos climáticos generales de la provincia de Castellón

Temperatura media anual (°C)	16.0
Rango anual de temperaturas (°C)	14.0
Meses con T° > 22°C	4
Precipitación anual	439
Ia	0-60
Clasificación de Köppen	Cs'a

Climáticamente el rango anual medio de temperaturas para la provincia es de 14°C, presentando los meses de verano temperaturas superiores a los 22°C. En invierno el mes más frío se sitúa por debajo de los 10°C (LAMB, 1982).

En la zona oeste las precipitaciones presentan un ascenso considerable frente al resto de la provincia, puesto que la influencia orográfica es determinante al conducir los vientos de componente N que son los que determinan las precipitaciones más importantes (KUNOW, 1976), observándose una gradación descendente del interior al litoral.

El otoño es la estación más lluviosa, siendo lo más importante el carácter torrencial e irregular que las lluvias adquieren en razón de la influencia mediterránea.

Los tipos climáticos van de Semiárido ( $I_m = -20$  a  $-40$ ), Secosubhúmedo ( $I_m = 0$  a  $-20$ ), Subhúmedo ( $I_m = 0$  a  $20$ ) a Húmedo ( $I_m = 20$  a  $40$ ) con temperaturas medias de 16 y 19°C precipitaciones anuales entre 700 y 450 mm,

I.C.O.N.A. (1981) realizó el estudio de la evaluación del factor Torrencialidad R en España a escala 1:1.000.000. El objetivo de nuestro estudio es realizar el cálculo de este mismo factor aplicado a la provincia de Castellón, obteniendo un mapa de isolíneas de valores de R, pero utilizándolo un mayor número de estaciones, para su utilización en posteriores estudios.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realiza el cálculo del coeficiente de Torrencialidad R a partir de los datos de 18 estaciones pluviométricas de la provincia de Castellón, obtenidos del Centro Meteorológico de Levante y de ELÍAS y RUIZ (1977).

Para ello se utilizó la fórmula propuesta por I.C.O.N.A. (1981), en la que se considera que la torrencialidad es función de la precipitación del mes más lluvioso y del módulo pluviométrico anual.

Se ha obtenido el valor R mensualmente para poder determinar la época que presenta mayor riesgo, a pesar de que R no se considera valor acumulativo.

## 3. RESULTADOS

La situación de las estaciones estudiadas se muestra en la tabla 2, y en la tabla 3 se muestran los datos de precipitación mensual de las 18 estaciones utilizadas en la provincia de Castellón. En la figura 1 se observa la distribución de las mencionadas estaciones climáticas junto a las isolíneas de precipitación para la mencionada provincia.

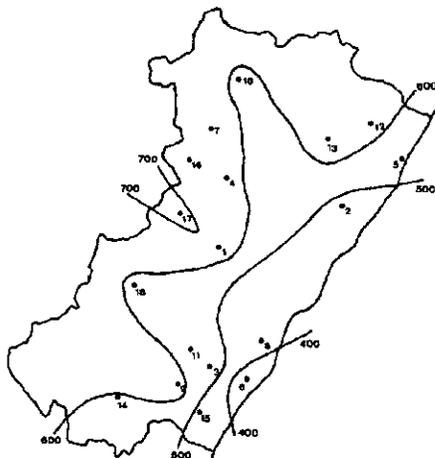


Fig. 1. Distribución de las estaciones climáticas y de las isolíneas de precipitación para la provincia de Castellón

Tabla 2. Situación de las estaciones estudiadas en la provincia de Castellón

nº	Estación	Log			Lat			Alt. m	Periodo
1	Adzaneta	0°	10'	W	40°	13'	N	400	1943-69
2	Alaclà de Xivert	0°	14'	E	40°	18'	N	159	1944-69
3	Betxí	0°	12'	W	39°	56'	N	102	1957-70
4	Benassal	0°	10'	W	40°	24'	N	821	1943-55
5	Benicarló	0°	26'	E	40°	25'	N	10	1955-70
6	Borriana	0°	5'	W	39°	53'	N	12	1961-70
7	Castellfort	0°	11'	W	40°	30'	N	1181	1946-69
8	Castellón	0°	2'	W	39°	59'	N	27	1931-70
9	Eslida	0°	18'	W	39°	53'	N	370	1931-50
10	Morella	0°	5'	W	40°	37'	N	984	1943-69
11	Onda	0°	16'	W	39°	57'	N	226	1954-69
12	Sant Jordi	0°	20'	E	40°	31'	N	175	1957-69
13	Sant Mateu	0°	11'	E	40°	28'	N	325	1943-62
14	Segorbe	0°	29'	W	39°	51'	N	364	1943-69
15	La Vall d'Uixó	0°	14'	W	39°	49'	N	118	1961-70
16	Vilafranca del Cid	0°	15'	W	40°	26'	N	1123	1957-69
17	Vistabella	0°	21'	W	40°	15'	N	1400	1951-69
18	Zucaina	0°	25'	W	40°	8'	N	610	1943-67

En general se observa que en la llanura litoral las lluvias más abundantes se obtienen al final del verano y en otoño, mientras que en la zona montañosa las lluvias más abundantes se registran en primavera, siendo frecuente en invierno las precipitaciones en forma de nieve.

En general se observa una mayor uniformidad respecto a las precipitaciones comparado con las provincias de València y Alicante.

Las precipitaciones mínimas se obtienen para los meses de Julio y Agosto (tabla 3). El mes de Julio es el que menor pluviosidad presenta en todas las estaciones a excepción de las de Castellón, Onda y Vistabella.

Las precipitaciones aumentan en primavera obteniéndose para el invierno los valores máximos en el mes de Enero para la estación de Eslida.

Excepto en las estaciones de Castellón, Morella y Zucaina los valores máximos de precipitación se producen en Octubre, siendo los máximos en las citadas estaciones durante los meses de Septiembre, Abril y Mayo respectivamente. Destacan así mismo durante este mes de Octubre las estaciones de Adzaneta, Alcalà de Xivert, Betxí, Benassal, Sant Jordi, Sant Mateu, La Vall d'Uixó y Vistabella obteniéndose valores de precipitación para este mes comprendidos entre los 142 y 101 mm. Las precipitaciones más bajas en Octubre se obtienen para las estaciones de Castellón, Eslida y Zucaina con valores respectivos de 59, 53 y 63 mm.

Durante el resto del año, los máximos son para Segorbe durante los meses de Marzo, Mayo y Septiembre, para Zucaina durante los meses de Julio, Noviembre y Diciembre, para Benicarló Agosto y Septiembre, Castellón en Julio y Morella en Abril.

En conjunto se observa que las precipitaciones del semestre estival y del invernal son similares, lo cual indica la mayor disponibilidad del agua al corresponder sólo el 30% de la ETP entre los meses de Noviembre a Abril (QUEREDA *et al*, 1978)



Fig. 2. Distribución de las estaciones climáticas y de las isolíneas de torrencialidad para la provincia de Castellón

Tabla 3. Precipitación mensual para las estaciones estudiadas de la provincia de Castellón

Estación	En.	Feb.	Mr.	Ab.	My.	Jn.	Jl.	Ag.	Sp.	Oc.	Nv.	D.	P an
Adzaneta	29.0	39.0	46.0	53.0	62.0	46.0	23.0	41.0	78.0	108.0	47.0	65.0	637.0
Alcalà Xivert	27.0	23.0	30.0	20.0	33.0	35.0	17.0	37.0	54.0	101.0	48.0	65.0	490.0
Betxí	28.0	37.0	44.0	41.0	43.0	39.0	11.0	22.0	51.0	141.0	43.0	45.0	545.0
Benassal	25.0	41.0	48.0	44.0	65.0	47.0	33.0	51.0	77.0	104.0	59.0	66.0	660.0
Benicarló	30.0	35.0	33.0	41.0	42.0	23.0	15.0	37.0	94.0	92.0	51.0	71.0	564.0
Borriana	25.0	29.0	31.0	25.0	26.0	20.0	5.0	17.0	48.0	78.0	38.0	39.0	381.0
Castellfort	20.0	37.0	47.0	39.0	67.0	54.0	50.0	42.0	71.0	93.0	49.0	60.0	629.0
Castellón	25.0	25.0	30.0	33.0	43.0	29.0	14.0	18.0	61.0	59.0	46.0	42.0	425.0
Eslida	68.0	64.0	57.0	70.0	57.0	43.0	11.0	28.0	69.0	53.0	50.0	67.0	637.0
Morella	30.0	31.0	41.0	41.0	78.0	53.0	42.0	36.0	57.0	80.0	53.0	57.0	599.0
Onda	29.0	49.0	44.0	44.0	45.0	30.0	8.0	29.0	59.0	98.0	44.0	59.0	538.0
Sant Jordi	39.0	44.0	44.0	40.0	54.0	36.0	19.0	39.0	75.0	114.0	53.0	61.0	618.0
Sant Mateu	29.0	45.0	60.0	47.0	75.0	53.0	23.0	30.0	77.0	110.0	47.0	65.0	661.0
Segorbe	24.0	30.0	31.0	41.0	52.0	36.0	17.0	25.0	50.0	90.0	57.0	53.0	506.0
Vall d'Uixó	26.0	18.0	32.0	41.0	33.0	23.0	5.0	27.0	58.0	142.0	35.0	41.0	481.0
Vilafrañca Cid	26.0	34.0	44.0	28.0	96.0	75.0	51.0	31.0	81.0	91.0	58.0	65.0	680.0
Vistabella	30.0	41.0	54.0	52.0	67.0	66.0	39.0	42.0	73.0	121.0	84.0	79.0	748.0
Zucaina	24.0	34.0	38.0	39.0	66.0	54.0	29.0	33.0	73.0	63.0	47.0	57.0	557.0

#### 4. FACTOR TORRENCIALIDAD

La figura 2 muestra la distribución de las isolíneas de torrencialidad (R) para la provincia de Castellón. La tabla 4 muestra los valores de torrencialidad R mensuales para las estaciones de dicha provincia.

Durante la primavera los valores de R representan el 20.4% (tabla 4), correspondiendo al mes de Abril el 5.2%, aunque en el caso de la estación de Zucaina los valores máximos de torrencialidad se obtienen en el mes de Mayo, siendo también en Morella bastante elevados.

En verano los valores son mínimos con un 10.4% del valor total de R, siendo el respectivo valor de torrencialidad para el mes de Julio el más bajo de todos los mensuales (1.8%); elevándose en el mes de Septiembre, presentando las estaciones de Eslida y Zucaina valores de R de 73 y 100 respectivamente.

Los valores máximos de torrencialidad se concentran en tres zonas : una al NE de la provincia en los montes de Vinarós, la segunda en las cadenas montañosas de Peñagolosa, localizándose la tercera en la sierra d'Espadà en las proximidades de Betxí y Castellón.

Durante los meses de invierno (17.8%) y primavera (20.4%) se presenta una gran uniformidad respecto al valor de R. Es decir, al igual que ocurría en la provincia de Valencia (PONS *et al.* 1987), la torrencialidad presenta tres ciclos que van desde una época con valores intermedios y constantes, a la época estival con índices de torrencialidad muy bajos, al que continúan elevados valores de R correspondientes a los meses de otoño.

Excepto en las estaciones de Castellón, Eslida y Zucaina en el resto de las estaciones los valores de torrencialidad se elevan para el mes de Octubre. con valores máximos de 389.0 y 362.4 para las estaciones de Betxí y La Vall d'Uixó.

Tabla 4. Valores de R para las estaciones estudiadas de la provincia de Castellón

Estación	En.	Feb.	Mr.	Ab.	My.	Jn.	Jl.	Ag.	Sp.	Oc.	Nv.	Dc.
Adzaneta	11.9	22.3	31.7	42.9	59.9	31.7	7.2	24.8	97.7	195.4	33.2	66.3
Alcalà Xivert	12.1	9.0	15.9	6.7	19.5	22.1	4.7	24.9	55.7	211.3	43.3	82.6
Betxí	11.6	21.0	30.3	26.1	28.9	23.5	1.6	6.9	41.5	362.4	28.9	31.8
Benassal	8.5	24.3	34.0	28.3	64.9	32.5	15.3	38.7	93.1	176.5	52.8	67.0
Benicarló	13.9	19.3	17.0	27.1	28.5	7.9	3.2	21.7	158.4	151.3	43.1	87.2
Borriana	14.1	19.4	22.3	14.1	15.4	8.8	0.5	6.2	56.7	159.5	34.5	36.4
Castellfort	5.6	20.7	34.5	23.2	73.5	46.4	39.4	27.2	83.1	147.7	37.7	58.1
Castellón	13.4	13.4	19.7	24.1	42.4	18.3	3.9	6.6	89.4	83.2	49.0	40.4
Eslida	75.2	66.1	51.6	80.0	51.6	28.3	1.6	11.4	77.6	44.2	39.1	72.9
Morella	14.1	15.1	27.4	27.4	107.9	47.4	28.9	20.8	55.3	113.9	47.4	55.3
Onda	13.9	42.5	33.8	33.8	35.5	15.0	0.9	13.9	63.2	186.1	33.8	63.2
Sant Jordi	22.8	29.4	29.4	24.0	45.5	19.2	4.9	22.8	91.6	223.5	43.7	59.0
Sant Mateu	11.4	29.0	53.5	31.8	86.1	41.1	6.9	12.2	91.0	194.6	31.8	63.4
Segorbe	10.0	16.1	17.2	31.3	51.9	23.7	4.8	10.9	47.7	166.9	63.1	54.0
Vall d'Uixó	10.5	4.8	16.3	27.6	17.4	8.1	0.3	11.3	57.8	389.0	19.7	27.6
Vilafranca Cid	8.8	15.5	26.9	10.3	141.5	83.6	36.8	12.7	98.5	126.2	48.4	61.7
Vistabella	10.9	21.1	38.0	35.1	60.2	58.3	19.0	22.3	72.3	212.0	97.4	85.5
Zucaina	9.4	19.8	25.1	26.5	81.4	53.1	14.1	18.6	100.8	73.7	39.5	59.5

Esta concentración de la precipitación en otoño que representa el 54.4%, provoca para las estaciones de dicha provincia el máximo valor de R correspondiente al mes de Octubre que representa el 32.0%. Los valores más elevados de R para este mes corresponden a las estaciones de Betxí con R = (67.1%) y La Vall d'Uixó R = (60.1%).

Frente a estos valores de R para norte y noroeste contrastan los correspondientes en la llanura litoral de la provincia con valores mínimos destacando la

estación de Castellón, donde salvo la excepción citada de Octubre los valores son mínimos durante todo el año.

Se manifiesta un claro gradiente de este a oeste provincia debido a la presencia de cadenas montañosas (Peñagolosa, Tosal del Encanadé, Cervera, Montes de Llacuá, etc), cuya orientación condiciona la circulación de los vientos. Esto nos indica que los valores del índice R van unidos al factor lejanía del mar, como citaba PONS *et al.* (1987) para la provincia de Valencia, o HERNÁNDEZ *et al.* (1977).

## 5. CONCLUSIONES

14 de las 18 estaciones estudiadas para la provincia de Castellón, presentan su máximo de torrencialidad en el mes de Octubre, tanto en el norte como en el sur de la provincia. Y los valores mínimos en los meses de Julio y Agosto, destacando por sus valores bajos durante el mes de Julio las estaciones de Borriana, Onda y La Vall d'Uixó.

Se encuentran tres zonas perfectamente delimitadas en función de los valores de R. La primera se sitúa en la exposición marítima de la Sierra d'Espadà, con valores superiores a los 300, indicando una gran concentración de las precipitaciones en un espacio mínimo.

La segunda zona corresponde a las áreas montañosas de las cadenas litorales y prelitorales con valores de R superiores 200, mención especial de las últimas estribaciones del Sistema Ibérico localizada en las inmediaciones de Peñagolosa. La tercera zona se localiza en la fachada litoral y en el corredor interior que surca la provincia de norte a sur, en el que podemos suponer la presencia de una zona de sombra motivada por la presencia de cordilleras montañosas en las inmediaciones. Esta zona se interna en la provincia de Teruel y presenta valores de R inferiores a 200.

En general podemos indicar que los valores del índice R van unidos al factor lejanía del mar, como ocurría para Valencia (PONS *et al.*, 1987), u otras provincias españolas (HERNÁNDEZ *et al.*, 1977), concentrándose dichos valores en la zona montañosa, observándose una gradación ascendente del interior al litoral.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBERO, V. (1978): *Evaporación y Microclimas*. I.N.M. Centro Meteorológico de Levante Investigación Técnica. Fascículo 7. Valencia.
- CLAVERO, P.L. (1977): *Los climas de la región valenciana II*. Tesis Doctoral. Dept. Geografía. Univ. Barcelona (inéd.).
- COSTA, M. (1986): *La vegetació del País Valencià*. Universitat de Valencia. Servei de Publicacions, 240 pp.
- ELÍAS, F.; RUIZ, L. (1977): *Agroclimatología de España*. INIA. Cuaderno 7. Ministerio de Agricultura. Madrid.

- FOURNIER, F. (1960): *Climat et erosion*. Ed. Presses Universitaires de France. París, 223 pp.
- GAUSSEN, H.; EMBERGER, M.; BERGER, L.; PHILIPIS, A. (1963): Carte Bioclimatique de la Zone Méditerranéenne. En: *Soil degradation and rehabilitation in mediterranean environmental conditions*. Albaladejo, J.; Stoking, M.A.; Diaz, E. (1990). C.S.I.C.
- GEIGER, F. (1970): *Die Ariditat in Sudostspanium*. Stuttgart Geographische Studien. Band 77.
- GICOECHEA ACOSTA, M. (1983): Aproximación al estudio de la influencia del clima en la erosión. El caso de la Alpujarra alta granadina. *Cuad. Geograf. Univ. de Granada*, nº 11, pp. 153-181.
- HERNÁNDEZ, J.A.; HERNÁNDEZ, J. F.; SÁNCHEZ, J.; GARMENDIA, J. (1977): Influencia de la distancia al mar en la producción y distribución de las precipitaciones. *Anal. Edaf. Agrobiol.* vol. 36, pp. 893-903.
- ICONA (1981): *Estudio del coeficiente R, factor lluvia de la ecuación universal de pérdida de suelos y del factor de agresividad de la precipitación en la vertiente mediterránea*. Ministerio de Agricultura. Madrid. 13 pp.
- KÖPPEN, W (1936): Das geographische System der Klimate. In: W. Köppen and R. Geiger (eds.): *Handbuch der Klimatologie*, Vol. 1, part C, Kraus Reprint, Nendeln/Liechtenstein, 1972.
- KUNOW, P. (1976): *El clima de Valencia y Baleares*. Diputación Provincial de Valencia, 239 pp.
- LAMB, H.H. (1982): *Climate, history and the modern world*. University Press, Cambridge.
- LITYNSKI, K. (1983): *The numerical classification of the world's climates*. WMO, WCP/PMC-63, Geneve.
- PONS, V.; BORDAS, V. (1987): Cálculo y distribución del factor torrencialidad en la provincia de Valencia. *Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*. Comunicaciones, Vol. II, pp. 949-963.
- QUEREDA, J. (1982): *Castellón precipitaciones y radiación solar*. Publicaciones Exc. Ayuntamiento de Castellón de la Plana. 38 pp.
- QUEREDA, J.; CALVO, A. (1980): *El ciclo del agua. Magnitudes evaporativas en Castellón*. Diputación Provincial. 55 pp.
- WISCHMEIER, W.H. (1960): Cropping-management factor evaluation for a universal soil-loss equation. *Soil Sci. Amerc. Proc.* vol. 24, pp. 322-326.
- WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. (1965): *Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains US*. Gout. Printing office. Washington, USDA Agric. Handbook 282.
- (1978): *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning*. Agricultura. Handbook N. 537. USDA. Washington D.C.

