

# ESTIMACIÓN DE LA CURVA GLOBAL DE LAS INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN

R. Moncho<sup>1</sup>, F. Belda<sup>2</sup> y V. Caselles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física de la Tierra y Termodinámica. Universitat de Valencia. c/Dr. Moliner, 50. 46100-Burjassot (Valencia)

[robert@temps.cat](mailto:robert@temps.cat); [Vicente.Caselles@uv.es](mailto:Vicente.Caselles@uv.es)

<sup>2</sup> Centro Meteorológico Territorial en Valencia. INM. c/ Botánico Cavanilles, 3. 46010 – Valencia.

[fbelda@inm.es](mailto:fbelda@inm.es)

Los extremos climáticos suponen un interés especial para la sociedad ya que determinan el nivel de riesgo al que se ven sometidos. De hecho, las grandes infraestructuras se planifican teniendo en cuenta la potencialidad extrema de la pluviosidad de cada región, entre otros factores.

El área mediterránea, y concretamente el mediterráneo occidental, es la zona de Europa con registros de intensidad pluviométrica más elevada. Por ello la precipitación es un tema que centra la atención de muchas investigaciones del campo de las ciencias de la Tierra. Pero también encontramos una importante huella de este interés en la terminología popular, ya que existen conceptos muy arraigados pero a la vez confusos como el de gota fría y lluvias torrenciales. ¿Pero qué es una lluvia torrencial?

Según el Instituto Nacional de Meteorología, la intensidad de la lluvia se clasifica según la cantidad registrada en una hora, de tal modo que podemos hablar de *lluvia débil, moderada o fuerte*, e incluso *lluvia inapreciable, muy débil, muy fuerte o torrencial*. Por ejemplo, un lluvia torrencial, oficialmente se definiría para una precipitación mayor de 60 mm registrados en una hora.

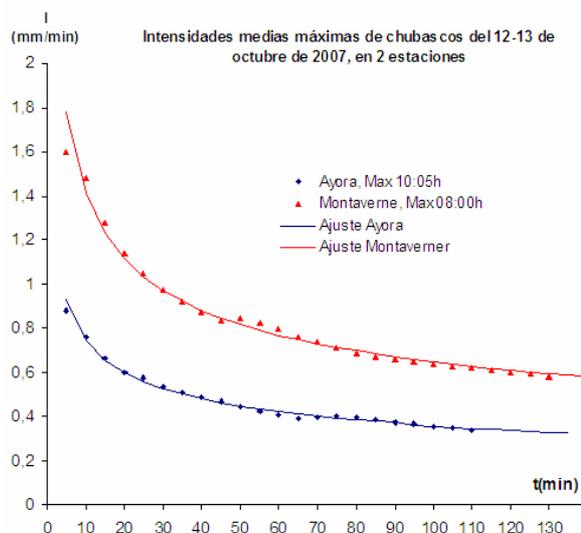
Pero la importancia no estaría sólo en que la precipitación total en una hora, sino que también sería importante cómo se habría repartido en el tiempo esa precipitación, si de forma regular o de forma muy irregular. Uno de los objetivos de este trabajo es cuantificar la regularidad o irregularidad de la distribución de la precipitación respecto al tiempo. Como **hipótesis inicial, haremos la consideración de que toda precipitación máxima se atenúa con el tiempo de promedio**.

Sea por ejemplo una precipitación de duración mayor a una 1 hora, con datos cada 5 minutos, y representamos las *intensidades medias máximas* (IMM) de  $t = \{5, 10, 15, 20, 25, \dots\}$  minutos en función de dichos tiempos, obtendremos una curva cuyo mejor ajuste se corresponderá, de acuerdo con la hipótesis de partida, con la expresión que proponemos a continuación:

$$\bar{I} = \bar{I}_o \left( \frac{t_o}{t} \right)^n \quad (1)$$

Donde  $\bar{I}$  es la IMM en  $t$  minutos y  $\bar{I}_o$  es la IMM en  $t_o$  minutos, y  $n$  es un parámetro entre 0 y 1 ajustable a los datos, que indica la concentración de las precipitaciones intensas en un determinado intervalo de tiempo.

En la figura 1 mostramos las intensidades medias máximas de diferentes estaciones durante el episodio de lluvias intensas del 11 al 13 de octubre de 2007, en la Comunidad Valenciana.



**Figura 1.** Curva ajustada a la distribución de la intensidad media máxima respecto al tiempo de promedio para dos estaciones de la red del SAIH-CHJ, según la ley de atenuación (1), con índices  $n = 0'34$ , y  $0'32$ , respectivamente para Montaverner y Ayora.

Repitiendo los cálculos para otras estaciones y episodios, se obtiene un exponente medio de gran variabilidad, concretamente  $n \approx 0'5 \pm 0'3$ . Además podemos señalar que para caracterizar un registro de lluvia con un máximo relativo bien marcado, necesitamos tres parámetros independientes: (A) duración total, (B) exponente de la curva y (C) intensidad máxima en un determinado tiempo de promedio.

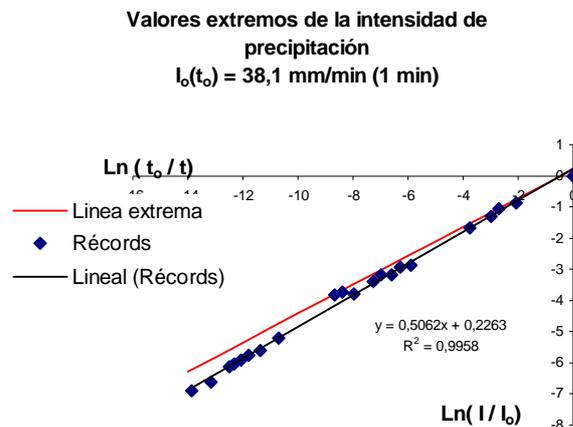
A continuación estudiamos la distribución temporal de las intensidades máximas a nivel mundial, y para ello necesitaríamos analizar, uno a uno, todos los récords para determinar si cumplen la ley de atenuación (1) y para comparar entre sí los índices  $n$  de los distintos récords, ajustados en cada caso para la duración efectiva de cada precipitación. Sin embargo no disponemos de la información temporal detallada de cada récord, sino que sólo contamos con los valores finales de cada uno de ellos, por lo que no podemos deducir las características individuales, en base a la ley (1).

Los datos de los que disponemos a día de hoy, según Thapliyal-Kulshrestha (1992)<sup>1</sup>, Paulhus

(1965)<sup>2</sup>, Barry (1985)<sup>3</sup>, WMO (2007)<sup>4</sup> entre otros son los siguientes:

1 min.	38,1 mm.	Barot (Guadalupe), 26/11/1970 <sup>1</sup>
8 min.	126 mm.	Füssen (Alemania), 25/05/1920 <sup>2</sup>
<b>15 min.</b>	<b>198 mm.</b>	<b>Plumb Point (Jamaica), 12/05/1916 <sup>2</sup></b>
20 min.	205 mm	Curtea-de-Arges (Romanía), 07/07/1889 <sup>2</sup>
42 min.	305 mm.	Holt, Misuri (EEUU), el 22/06/1947 <sup>2</sup>
6 h.	780 mm	Smethport, Pensilvania (EEUU), 1942 <sup>2</sup>
9 h.	1090 mm	Belouve, La Reunión <sup>3</sup>
12 h.	1144 mm.	Foc-Foc, (Reunión) 7-8/01/1966 <sup>4</sup>
18 h.	1720 mm	Belouve, La Reunión <sup>3</sup>
24 h.	1870 mm.	Cilaos (Reunión), 15-16/03/1952 <sup>2</sup>
2 d.	2467 mm	Aurère (Reunión), 8-10/01/1958 <sup>2</sup>
<b>3 d.</b>	<b>3929 mm</b>	<b>Commerson (Reunión), 24-26/02/2007 <sup>4</sup></b>
<b>4 d.</b>	<b>4869 mm</b>	<b>Commerson (Reunión), 24-27/02/2007 <sup>4</sup></b>
1 mes	9300 mm.	Cherrapunji (India), Julio de 1861 <sup>2</sup>
2 mes	12400mm	Cherrapunji, India <sup>3</sup>
3 mes	15830mm	Cherrapunji, India <sup>3</sup>
4 mes	18250mm	Cherrapunji, India <sup>3</sup>
5 mes	20200mm	Cherrapunji, India <sup>3</sup>
6 mes	22220mm	Cherrapunji, India <sup>3</sup>
1 año	26461mm	Cherrapunji (India), de 8-1860 a 7-1861 <sup>2</sup>
2 año	40400mm	Cherrapunji, India <sup>3</sup>

Si representamos los datos y los ajustamos a la expresión matemática (1), obtenemos:



**Figura 2.** Distribución de las intensidades máximas globales respecto a la duración según Paulhus (1965) según los últimos datos disponibles (WMO, 2007 y otros), con una intensidad de referencia  $I_0(t_0) = 38^2$  1 mm (1 min).

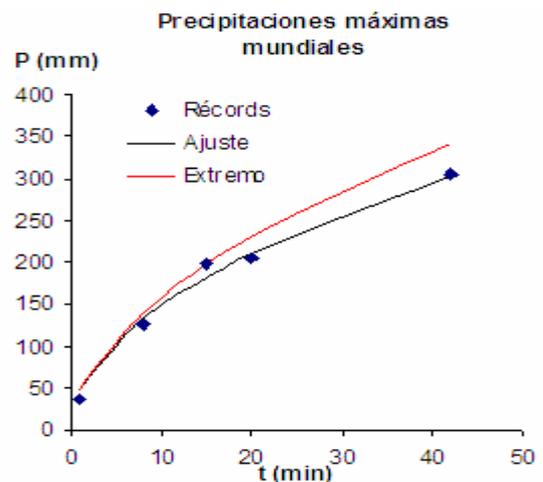
A pesar de que los datos son independientes, obtenemos una elevada correlación sobre los logaritmos ( $R^2 = 0,9958$ ) y un exponente muy cercano a 0,5, lo cual nos hace pensar que la naturaleza de las precipitaciones realmente se comporta de esa manera: la intensidad de la lluvia se

atenúa de forma continua en función del tiempo de promedio, según la ley (1).

Podríamos entender que todas esas precipitaciones son en realidad del mismo tipo en cuanto a  $n$  y en cuanto a intensidad máxima de referencia, pero son distintas cuanto a duraciones totales. Por tanto, podemos construir una “curva de intensidad máxima global”:

$$\overline{I(t)} = \frac{48\text{mm}}{\text{min}} \left( \frac{\text{min}}{t} \right)^{0,5}, \quad P(t) = 48\text{mm} \left( \frac{t}{\text{min}} \right)^{0,5} \quad (2)$$

A pesar de los resultados obtenidos, hay dos récords que se desvían mucho del ajuste, concretamente los de 24-27/02/2007 en Commerson (La Reunión). A partir de estos datos trazamos una curva envolvente convergente en el origen.



**Figura 3.** Curva ajustada (2) a los récords mundiales de precipitación máxima respecto a la duración, según los últimos datos disponibles (WMO, 2007 y otros). Y envolvente extrema de los récords más significativos (para 3 y 4 días)

Según la teoría de la atenuación de la precipitación, esos dos récords suponen una curva diferente, y por tanto cabe esperar que se produzcan precipitaciones pertenecientes a ella con distintas duraciones, cuya predicción queda representada por la curva roja de la figura 3.

### Referencias

ARMENGOT-SERRANO R. (1994). Las precipitaciones extraordinarias. En: A. Pérez Cueva (Dir.) Atlas climàtic de la Comunitat Valenciana. Consellería de Obras Pùblicas, Urbanismo i Transportes. Generalitat Valenciana, Colección Territorio, N° 4, 98-99.

BARRY, R., G. y CHORLEY, R. J. (1985). *Atmósfera, tiempo y clima*. Ed. Omega, p.120.

PAULHUS, J. L. H.: *Indian Ocean and Taiwan rainfalls set new records*. Monthly Weather Review, 93(5), pp. 331-335; 1965.

PÉREZ CUEVA, A.J. "Precipitaciones extraordinarias en España peninsular. *Agricultura y Sociedad*, 1983, n1 28, p. 189-203.

THAPLIYAL V and KULSHERSTHA M.: Which is the rainiest place in the world, *Mausam*, 43(3), pp. 331-332; 1992