

# Aplicación de las propiedades de escala de la lluvia para la reproducción de las curvas de intensidad-duración-frecuencia del Observatori de l'Ebre

Raúl Rodríguez,<sup>1</sup> M. Carmen Casas,<sup>1</sup> Nuria Pérez-Zanón,<sup>2,\*</sup> y Ángel Redaño<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departament de Física i Enginyeria Nuclear, EPSEVG, Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC)

<sup>2</sup>Servei Meteorològic de Catalunya, Generalitat de Catalunya \*E-mail: nzanon@hotmail.com

<sup>3</sup>Departament d'Astronomia i Meteorologia, Facultat de Física, Universitat de Barcelona (UB)



## I INTRODUCCIÓN

Con el fin de reproducir las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) en la zona del Observatori de l'Ebre (Tortosa, Tarragona) se ha aplicado una metodología basada en la invariancia de escala de la lluvia, característica de los procesos fractales, que consigue la desagregación o *downscaling* de los datos de precipitación de baja resolución (diaria) a alta resolución (subdiaria) [1].

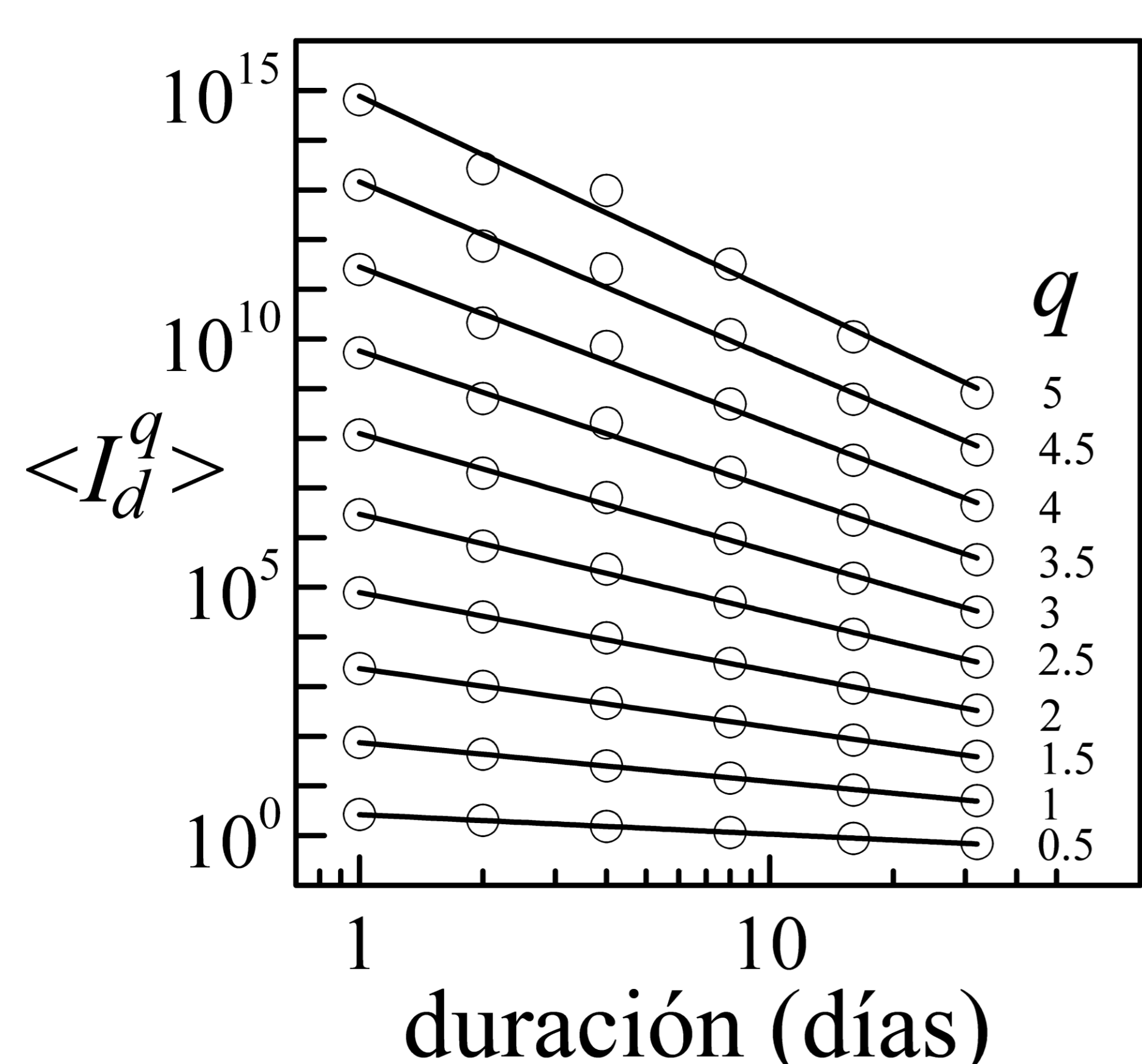


Fig.1 Momentos de orden  $q$  de la intensidad de lluvia,  $\langle I_d^q \rangle$ , para duraciones entre 1 y 32 días

Muchos procesos atmosféricos, entre los que se cuenta los de generación de lluvia, se producen mediante complejos procesos dinámicos que actúan en un amplio rango temporal, mostrando el fenómeno al que dan lugar el mismo aspecto independientemente de la escala en que se contemple (autosimilitud). Estos procesos pueden considerarse de tipo fractal y sus propiedades obedecen a leyes potenciales del parámetro de escala  $\lambda=d/d_0$ , que es la razón entre dos duraciones cualesquiera  $d$  y  $d_0$  dentro del rango escalable. En el caso de la lluvia, ha sido ampliamente constatado que la distribución de probabilidad de las intensidades máximas anuales de precipitación cumple relaciones de escala [2] [3], lo que significa que la distribución de probabilidad de la serie de intensidad diaria máxima anual  $I_{24}$  ( $d_0 = 24$  horas) y la distribución a otra escala  $I_d$  (duración  $d = \lambda d_0$ ) estarán relacionadas mediante un factor que es una función potencial del parámetro de escala  $\lambda$ . Esta relación entre distribuciones de probabilidad implica la relación entre todos sus momentos de orden  $q$  según  $\langle I_d^q \rangle = \lambda^{K(q)} \langle I_{24}^q \rangle$ .

Si el exponente (función de escala) es una función lineal,  $K(q)=\beta q$ , el proceso es de escala simple o monofractal, y si no es lineal el proceso es multiescala o multifractal. En el caso monofractal, la aplicación de la relación de escala a intensidades de lluvia extremas con un período de retorno  $T$  y una duración  $d$  (curvas IDF) da lugar a  $I(T, d) = (d/24)^\beta I(T, 24)$ , expresión que permite estimar los valores IDF para duraciones  $d$  subdiarias a partir de los valores para 24 horas una vez determinado el exponente de escala  $\beta$ .

## II APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE DOWNSCALING

En el Observatori de l'Ebre se dispone del registro de precipitación de un pluviógrafo Lambrecht (1905–2003), y de la serie simultánea de un pluviómetro totalizador Hellman (AEMET T9981A). La aplicación de la técnica de *downscaling* por invariancia de escala a la serie diaria del pluviómetro totalizador va a permitir reproducir las curvas IDF obtenidas haciendo uso del registro del pluviógrafo. Mediante un proceso de agregación de los datos diarios se calcula la precipitación para duraciones entre 2 y 32 días y los momentos  $\langle I_d^q \rangle$ . La figura 1 muestra que en el rango considerado se cumple la relación de escala: las pendientes de las rectas ajustadas en la representación log-log son los valores de la función de escala  $K(q)$  para cada orden  $q$ . La figura 2 muestra que el proceso es monofractal puesto que los valores  $K(q)$  se ajustan linealmente a la recta  $K(q) = -0.78 q - 0.008$ . La figura 3 compara las curvas IDF obtenidas utilizando  $\beta = -0.78$  como exponente de escala con las obtenidas a partir de los registros del pluviógrafo. El método aplicado reproduce de forma satisfactoria las curvas IDF para duraciones entre 1 y 24 horas, con diferencias relativas entre ambas curvas inferiores al 20 %, con un valor promedio del 5 %.

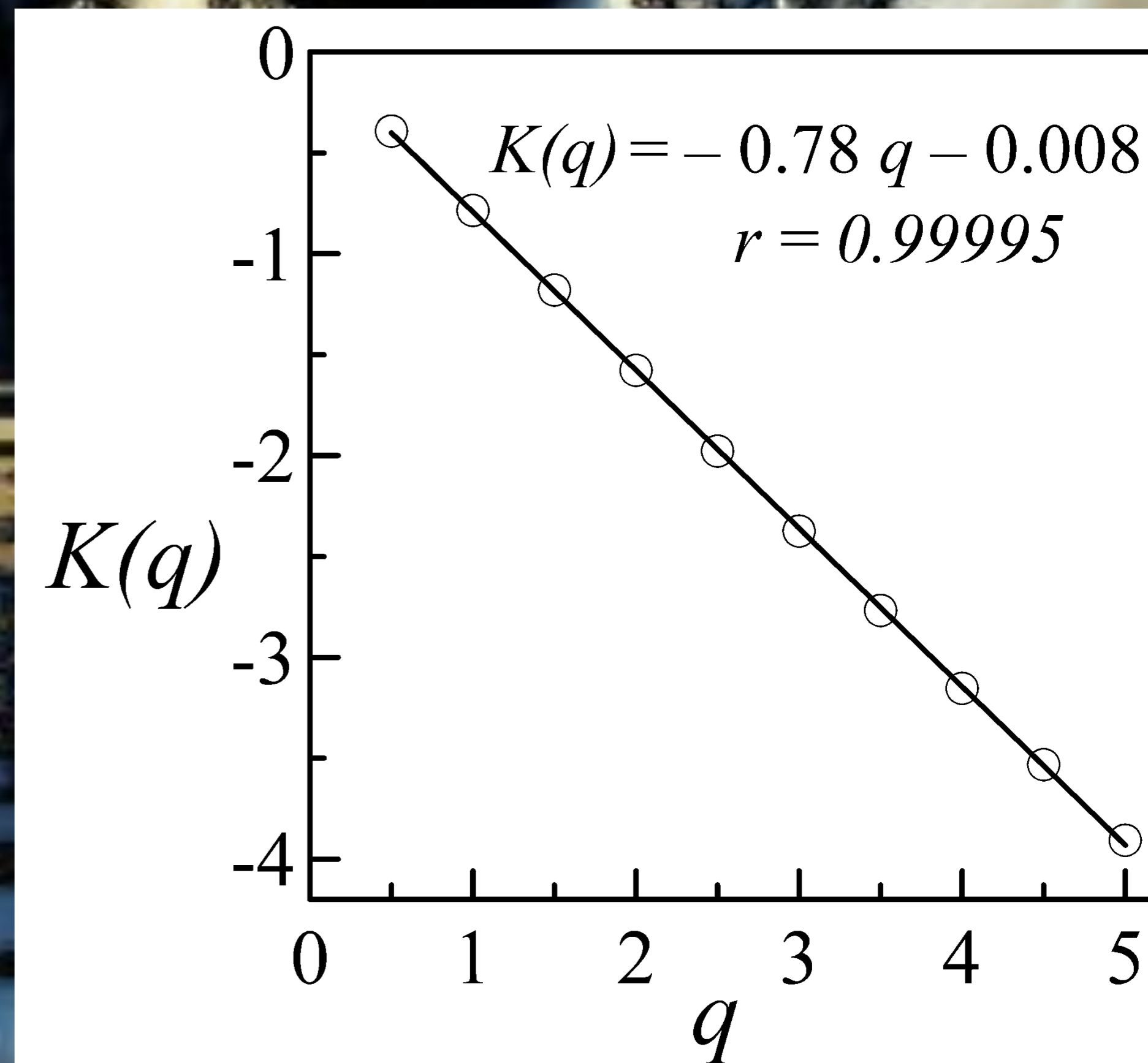


Fig.2 Función de escala  $K(q)$

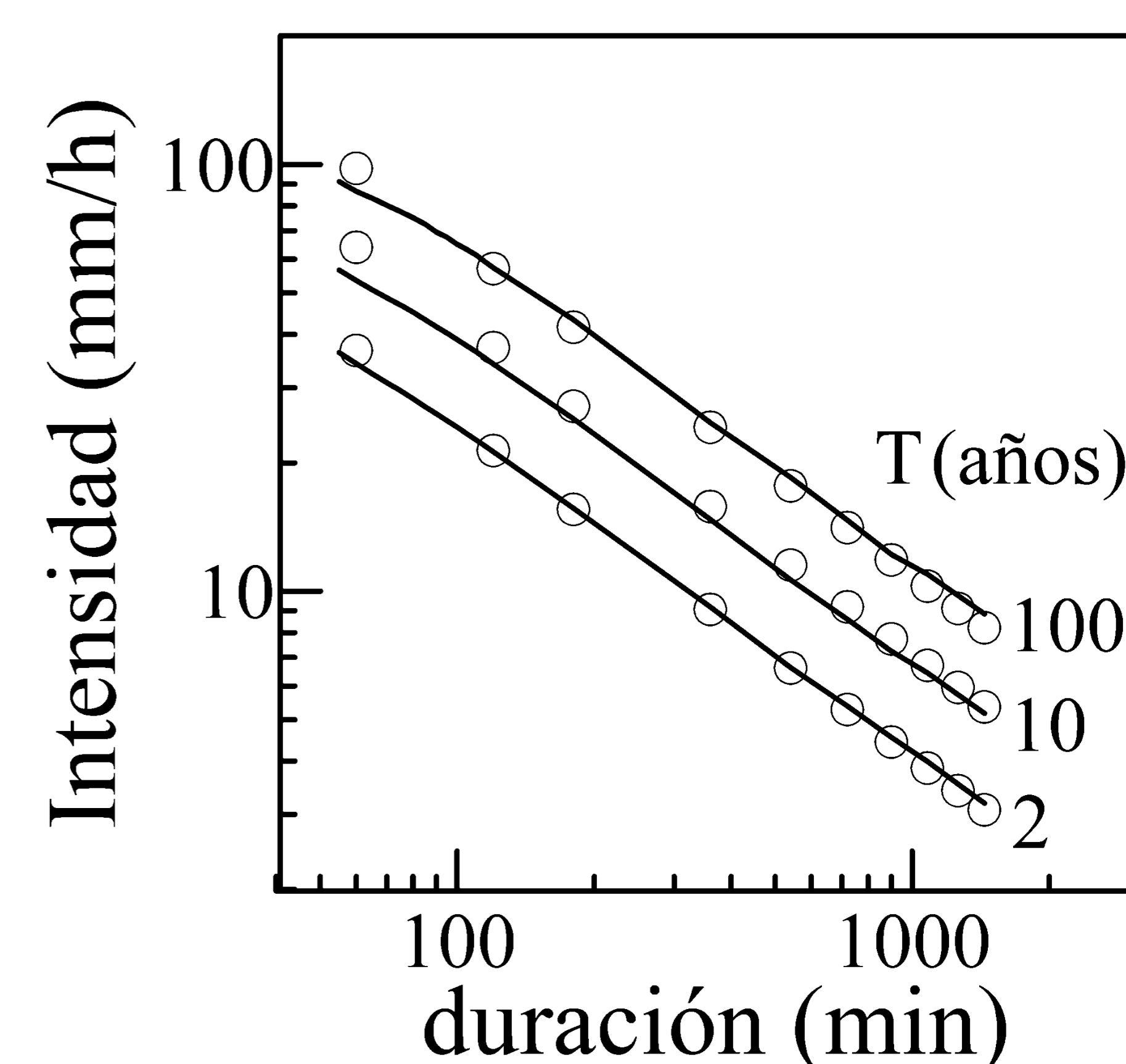


Fig. 3 Curvas IDF obtenidas mediante *downscaling* (círculos) y las calculadas a partir del registro del pluviógrafo (continuas)

[1] M. Bara, S. Kohnová, L. Gaál, J. Szolgay, K. Hlavčová, Estimation of IDF curves of extreme rainfall by simple scaling in Slovakia. Contributions to Geophysics & Geodesy **39**(3), 187-206 (2009).

[2] M. Menabde, A. Seed, G. Pegram, A simple scaling model for extreme rainfall. Water Resour. Res. **35**(1), 335-339 (1999).

[3] R. Rodríguez, M.C. Casas, A. Redaño, Multifractal analysis of the rainfall time distribution on the metropolitan area of Barcelona (Spain). Meteorology and Atmospheric Physics, doi 10.1007/s00703-013-0256-6 (2013).