



## LLUVIAS FUERTES, PERO MAL REPARTIDAS. EL CASO DEL CLIMA MEDITERRÁNEO

Joan A. López-Bustins  
Grupo de Climatología, Departamento de Geografía.  
Universidad de Barcelona  
jlopezbustins@ub.edu

### Lluvias fuertes, pero mal repartidas. El caso del clima Mediterráneo (Resumen)

Se presenta una aproximación al conocimiento actual y futuro del comportamiento de la lluvia como indicador de riesgo para la gestión de los recursos hídricos. Se hace especial hincapié en el ámbito mediterráneo y, concretamente, en la región de Cataluña situada en la cuenca occidental del Mediterráneo. Según el último informe sobre el estado del cambio climático (IPCC), se prevé para las próximas décadas un aumento de la irregularidad pluviométrica en las regiones de clima mediterráneo, tanto por un aumento de las sequías como de los episodios de lluvias torrenciales. En el caso concreto de Cataluña, en las décadas recientes se ha observado un desplazamiento de los episodios extremadamente torrenciales hacia el otoño tardío e invierno. Estos cambios en el comportamiento de la lluvia en el Mediterráneo pueden dar lugar a nuevos retos de gestión de los recursos hídricos y de prevención de los riesgos climáticos en el actual contexto de cambio climático.

**Palabras clave:** Variabilidad pluviométrica, riesgo climático, recurso hídrico, Mediterráneo, episodio torrencial.

### Strong rains but badly distributed. The case of the Mediterranean climate (Abstract)

Herein we present an approach aimed at furthering our current and future knowledge of rainfall behaviour in order to provide a risk indicator for management of water resources. We emphasise the Mediterranean environment, specifically the region of Catalonia, located in the west of the Mediterranean Basin. According to the latest report upon the state of climate change (IPCC), an increase in rainfall variability is forecast for the next few decades in the Mediterranean climate regions, as a result of both increased droughts and torrential rainfall events. Specifically in Cataluña, extreme torrential events have been observed to be displaced to late autumn and winter. In the current context of climate change, these changes in rainfall behaviour patterns in the Mediterranean region can pose new challenges in the management of water resources and the prevention of climate risks.

**Keywords:** Rainfall variability, climate risk, water resources, Mediterranean Basin, torrential precipitation event.

Que llueva más en algunos puntos del Mediterráneo que en Inglaterra puede parecer un hecho inverosímil para la mayoría de la población. Pero es así desde un punto de vista climatológico; por ejemplo, en el observatorio Fabra de Barcelona (en la ribera noroeste de la cuenca mediterránea) llovió de media, según el período 1951-2000, unos 630 mm al año, algo más que en uno de los aeropuertos de la capital del Reino Unido, (aeropuerto de *Heathrow*, Londres), donde cayeron de media unos 600 mm anuales para el mismo período de estudio. Entonces, ¿por qué en el Mediterráneo la gestión del recurso hídrico es un problema social, político y económico mucho mayor que en otras regiones del mundo? La respuesta recae en el comportamiento de la lluvia más que en su magnitud (cantidad total que llueve).

Tradicionalmente, los mapas pluviométricos se han representado mostrando medias de precipitación (magnitud) para distinguir los climas húmedos de los áridos. No obstante, estos mapas de medias no nos permiten saber cómo ha caído la lluvia. En Barcelona, estos 630 mm pueden caer en unos pocos días al año; incluso, concentrándose una cuarta parte del total de precipitación anual en un solo día. El carácter intenso, a veces torrencial, de estos episodios de lluvia mediterráneos convierte el potencial recurso que supone el agua precipitada en un riesgo natural. Poca es el agua que se puede aprovechar ante la crecida repentina de cauces normalmente secos, causando éstos importantes pérdidas económicas, y humanas en el peor de los casos. En cambio, Londres tiene muchos días de lluvia con poca cantidad; de ahí, el uso rutinario del paraguas en dicha ciudad. Para el aprovechamiento del recurso hídrico que supone el agua de lluvia es, sin duda, mejor que ésta tenga un comportamiento regular como es en el caso de Londres. La dosificación de la lluvia en muchos días a lo largo del año permite al suelo retener esta agua precipitada y recargar bien los acuíferos.

Uno de los objetivos de la climatología analítica es calcular índices pluviométricos, que permiten cuantificar este comportamiento de la lluvia. Estos índices han resultado ser de igual o más utilidad que la media (magnitud) pluviométrica a la hora de evaluar la disponibilidad de recursos hídricos. Entre los índices más usados, cabría citar el coeficiente de variación y el índice de disparidad consecutiva<sup>1</sup>. Ambos índices cuantifican las diferencias entre los totales anuales de precipitación en un determinado observatorio meteorológico. Cuánto más distintos sean los años pluviométricos entre sí, es decir, años con 300 mm y otros con 900 mm, más elevado será el valor de los índices y, por tanto, más irregular o variable el comportamiento de la lluvia.

En diversas zonas de clima oceánico, como el norte y oeste de Europa, la costa oeste del Canadá, o Nueva Zelanda, ostentan valores bajos de estos índices porque en todos los años llueve aproximadamente lo mismo<sup>2</sup>. Eso significa que en esos países hay una mayor certidumbre o seguridad de lo que va a llover cada año, y permiten una planificación y gestión del agua menos costosas. Por lo contrario, en el clima mediterráneo (la cuenca mediterránea, la zona central de Chile, el oeste de Sudáfrica, California y el sur de Australia) y en el clima tropical seco (en ámbitos de sabana) encontramos valores de estos índices elevados, junto con medias pluviométricas modestas, y elevadas temperaturas que favorecen la evaporación. En consecuencia, se generan con cierta frecuencia situaciones de déficit hídrico, que pueden derivar en sequías de distinto grado en función de su prolongación en el tiempo, siendo éstas un reto político y socioeconómico de difícil gestión.

---

<sup>1</sup> Martín-Vide, 2003.

<sup>2</sup> Monjo y Martín-Vide, 2016.

A menudo se habla del agua como fuente de conflicto en el territorio. La disputa y la legislación del agua vienen de antaño, de civilizaciones tan antiguas como el Imperio Romano. Las fuertes sequías acaecidas en Oriente Medio entre 2007 y 2010 constituyeron uno de los factores, entre muchos otros, del actual conflicto armado en Siria<sup>3</sup>. Las malas cosechas por falta de agua generan hambrunas y malestar entre la población civil, y ello conlleva, principalmente, revueltas sociopolíticas.

Las proyecciones climáticas para el presente siglo, según el último informe de 2013 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés)<sup>4</sup>, contemplan distintos escenarios dependientes de la futura evolución de la emisión de gases de efecto invernadero. La actual trayectoria de emisiones se dirige hacia los escenarios con peor pronóstico. Estos escenarios son el RCP6,0 y el RCP8,5, y proyectan un incremento, respecto al momento actual, de más de 2°C de la temperatura media planetaria para finales de este siglo, que desencadenará un reforzamiento importante del ciclo global del agua. Dicho incremento de temperatura favorecerá una mayor evaporación de las masas aguas. Esta evaporación conllevará, a su vez, un mayor contenido de vapor de agua en la atmósfera, que podría ser el causante de una mayor cantidad e intensidad de precipitación a nivel planetario en el futuro. En respuesta al calentamiento que tendrá lugar a lo largo del siglo XXI, se prevén cambios pluviométricos no uniformes geográficamente: incrementos en extensas zonas climáticas ya húmedas de la región subpolar (Canadá, Rusia, Escandinavia, Nueva Zelanda, el extremo sur de Chile, etc.) y ecuatorial (el oeste de Kenia, Papúa Nueva Guinea, Kiribati, el archipiélago de Galápagos, etc.), y reducciones significativas en determinadas regiones más bien áridas como es el caso de la cuenca mediterránea, el centro de Chile, África Meridional y el extremo suroeste de Australia. Se trata, desafortunadamente, de un reparto futuro de la lluvia aún más desigual que el actual.

Las áreas de clima, actualmente, mediterráneo pueden sufrir un incremento sustancial del número y duración de sequías, especialmente la cuenca mediterránea y el oeste de Sudáfrica<sup>5</sup>. Además, según el último informe del IPCC, los episodios extremos de lluvia podrían sucederse esporádicamente en estas regiones durante estos períodos secos y prolongados, lo que supone un aumento de la irregularidad de la lluvia. No obstante, estos fenómenos extremos de precipitación aumentarían su ocurrencia, principalmente, en zonas climáticas actualmente húmedas y regulares pluviométricamente de Europa septentrional y América del Norte, y en áreas tropicales tradicionalmente afectadas por los monzones. Dicho informe científico y otros estudios como el de Gerten<sup>6</sup> vaticinan problemas sobre la futura disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca mediterránea, el sur de Australia y África Meridional, tanto por una reducción de la precipitación total como por el incremento de la evapotranspiración derivado del aumento de la temperatura del aire.

El futuro escenario climático obliga a los gobiernos estatales y locales de los ámbitos de clima mediterráneo, para las próximas décadas, a emprender medidas y políticas de adaptación al cambio climático dirigidas a mejorar el aprovechamiento y la gestión de los recursos hídricos. La cuenca mediterránea constituye una región crítica del calentamiento global según el último informe del IPCC: tanto para la ribera norte como sur de la cuenca se prevé una menor cuantía y una mayor irregularidad de la lluvia. Solamente inversiones importantes en planificación y gestión de los recursos hídricos podrán evitar futuras “guerras” del agua en países como

---

<sup>3</sup> Mathbout *et al.*, 2018.

<sup>4</sup> Stocker *et al.*, 2013.

<sup>5</sup> Greve *et al.*, 2018.

<sup>6</sup> Gerten *et al.*, 2013.

España. Este recurso abundante, pero extremadamente mal repartido en el tiempo y el espacio, podría ser el nuevo “oro” del siglo XXI; tal como concluye el trabajo de Kummu<sup>7</sup>: “la población mundial que padece escasez de agua se ha multiplicado por 16 desde principios del siglo XX, mientras que la población total solamente lo ha hecho por 4”.

### **El caso concreto de Cataluña (noreste de la Península Ibérica)**

En el este de España es donde se acumula el mayor número de episodios de lluvias torrenciales de la Península Ibérica. En el caso del noreste, Cataluña, se han contabilizado por parte del Grupo de Climatología de la Universidad de Barcelona y el Servicio Meteorológico de Cataluña 51 episodios extremadamente torrenciales durante el período de estudio reciente 1951-2016 (66 años). En el clima mediterráneo, se define un episodio extremadamente torrencial aquel que acumula en un lugar 200 mm o más de lluvia en 24 horas. A partir de este umbral se estima que la probabilidad de registrarse daños en las poblaciones afectadas es muy elevada. De ahí, el interés de su estudio climatológico. Las regiones con cierta frecuencia de estos episodios de lluvia van asociadas a niveles altos de irregularidad pluviométrica que dificultan la gestión del recurso hídrico.

En Cataluña se han observado de media 0,8 episodios por año, es decir, casi cada año se registra algún episodio de estas características en el área de estudio. Concretamente, las áreas que registran un mayor número de episodios son las cordilleras litorales y prelitorales catalanas, sobre todo, en el extremo noreste, en el Pirineo Oriental, y en el extremo sur, en las estribaciones meridionales del Sistema Ibérico. Estos relieves tienen una orientación perpendicular a los flujos de levante (viento del este) del Mediterráneo Occidental, favoreciendo un ascenso de aire por motivo orográfico.

La distribución mensual de frecuencias de los episodios extremadamente torrenciales en Cataluña, según la figura 1, muestra una mayor concentración de estos episodios, de más a menos, en los meses de octubre, septiembre y noviembre; de ahí, que la estación otoñal sea la más húmeda en la mayor parte del área de estudio. Los totales mensuales de precipitación en otoño vienen condicionados por la ocurrencia de estos episodios torrenciales, conllevando unos valores de los índices de variabilidad pluviométrica más bien elevados.

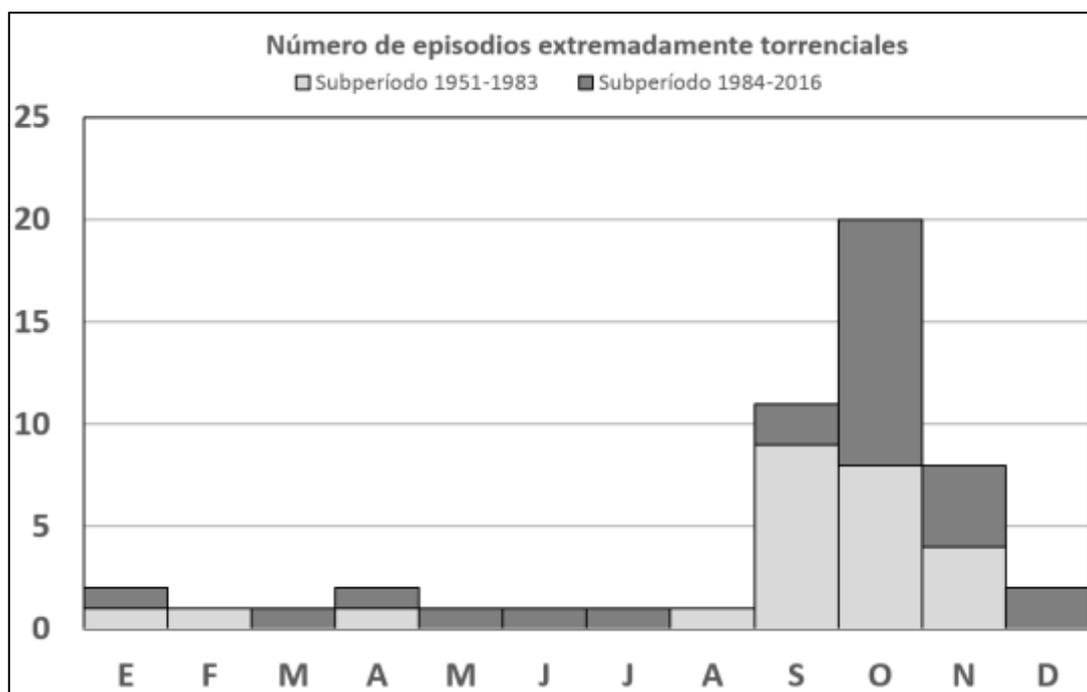
En la división del período de estudio 1951-2016, en dos subperíodos de 33 años 1951-1983 y 1984-2016, no hay prácticamente variación en la frecuencia de estos episodios; se detectan 25 episodios en el primer subperíodo y 26 en el más reciente. No obstante, en una observación mes a mes, se detecta un desplazamiento del período de lluvias fuertes hacia el otoño tardío, pues se reducen significativamente los episodios en septiembre y aparecen episodios en diciembre, nunca observados en el subperíodo 1984-2016 en este mes invernal (figura 1).

Esta desestacionalización de los episodios extremadamente torrenciales en esta región de la cuenca occidental del Mediterráneo puede ser un indicador del actual contexto de cambio climático en relación con el comportamiento de la lluvia en el Mediterráneo. Algunas de las hipótesis de trabajo para explicar este desplazamiento de las lluvias fuertes hacia el invierno es el incremento de la temperatura del mar y un aumento de los episodios de levante (vientos del este con origen marítimo mediterráneo) desde finales de agosto hasta diciembre<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> Kummu *et al.*, 2016.

<sup>8</sup> López-Bustins *et al.*, 2016.



**Figura 1:** Distribución mensual de la frecuencia de episodios extremadamente torrenciales ( $\geq 200$  mm en 24 h) acontecidos en Cataluña durante el período de estudio 1951-2016, y los subperíodos 1951-1983 y 1984-2016.

Con un ejemplo regional, como es Cataluña, se pone en evidencia los cambios que se pueden acontecer en el futuro con la ocurrencia de fenómenos extremos de lluvia y el aumento de la irregularidad pluviométrica en el ámbito Mediterráneo, favoreciendo un posible incremento del riesgo de origen climático.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto WEMOTOR (CSO2014-55799- C2-1-R, 2015-2017) del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España. Se agradece al Servicio Meteorológico de Cataluña por la cesión de los datos de los episodios torrenciales.

## Bibliografía

GERTEN, D., W. LUCHT, S. OSTBERG, J. HEINKE, M. KOWARSCH, H. KREFT, H., Z. W. KUNDZEWICZ, J. RASTGOOY, R. WARREN and H. J. SCHELLNHUBER. Asynchronous exposure to global warming: freshwater resources and terrestrial ecosystems. *Environmental Research Letters*, 2013, vol. 8, nº 34032.

GREVE, P., L. GUDMUNDSSON and S. I. SENEVIRATNE. Regional scaling of annual mean precipitation and water availability with global temperature change. *Earth System Dynamics Discussion*, 2018, vol. 9, p. 227-240.

KUMMU, M., J. H. A. GUILLAUME, H. DE MOEL, S. EISNER, M. FLÖRKE, M. PORKKA, S. SIEBERT, T. I. E. VELDKAMP and P. J. WARD. The world's road to water

scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. *Scientific Reports*, 2016, vol. 6, nº 38495.

LÓPEZ-BUSTINS, J.A., J. MARTÍN-VIDE, M. PROHOM y M. J. CORDOBILLA. Variabilidad intraanual de la Oscilación del Mediterráneo Occidental (WeMO) y ocurrencia de episodios torrenciales a Cataluña. En: *Clima, Sociedad, Riesgos y Ordenación del Territorio*: 5 a 8 de octubre. Alicante, Asociación Española de Climatología, 2016, p. 171-182.

MARTÍN-VIDE, J. *El tiempo y el clima*. Barcelona: Editorial Rubes, 2003. ISBN 84-497-0080-9.

MATHBOUT, S., J.A. LÓPEZ-BUSTINS, J. MARTÍN-VIDE, J. BECH, J. y F. S. RODRIGO, F. S. Spatial and temporal analysis of drought variability at several time scales in Syria during 1961-2012. *Atmospheric Research*, 2018, vol. 200, p. 153-168.

MONJO, R. y J. MARTÍN-VIDE. Daily precipitation concentration around the world according to several indices. *International Journal of Climatology*, 2016, vol. 36, nº 11, p. 3828-3838

STOCKER, T.F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, M. TIGNOR, S.K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A. NAUELS, Y. XIA, V. BEX and P.M. MIDGLEY. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

© Copyright: Joan Albert López-Bustins 2018

© Copyright: Biblio3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, 2018

Ficha bibliográfica:

LÓPEZ-BUSTINS, Joan Albert. Lluvias fuertes, pero mal repartidas. El caso del clima Mediterráneo. *Biblio3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 25 de julio de 2018, vol. XXIII, nº 1.243. <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-1243.pdf>>. [ISSN 1138-9796].