



# Agua precipitable en el Mediterráneo occidental durante la primera parte del otoño de 2018

JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ-LAULHÉ

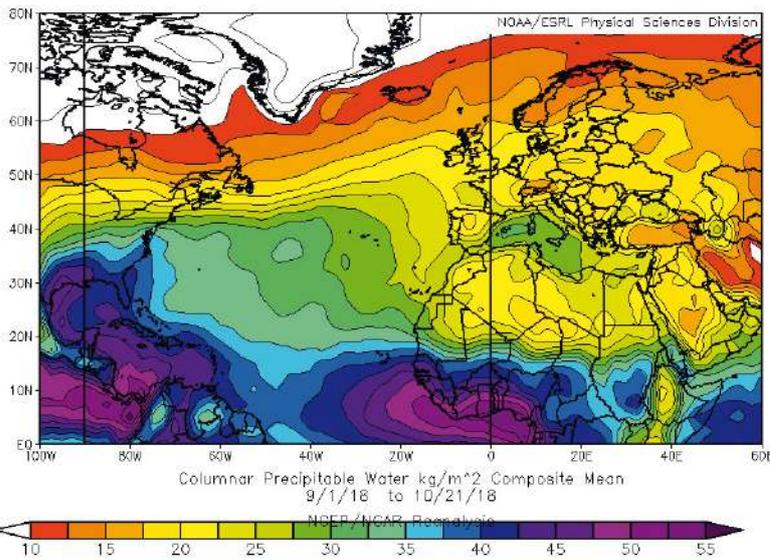


Figura 1. Agua precipitable en la columna atmosférica para el periodo 1 de septiembre a 21 de octubre

El mes de octubre de 2018 fue muy tormentoso, con precipitaciones a menudo muy intensas, que afectaron especialmente a la vertiente mediterránea española, de las que se hizo eco la sección Noticias de esta revista en su número anterior. El 9 de octubre las lluvias provocaron el desbordamiento del torrente que atraviesa la localidad de Sant Llorenç des Cardassar (Mallorca), dejando trece personas fallecidas y pérdidas millonarias. En un período de unas tres horas, las estaciones muy próximas de Colonia de Sant Pere y de Artá recogieron 232.8 mm y 151.4 mm respectivamente, siendo las precipitaciones máximas en una hora 89.6 mm y 71.4 mm respectivamente, situación meteorológica de la que se ocupa la sección “La imagen del otoño”. El 21 de octubre las inundaciones en las comarcas de Antequera y Ronda de Málaga y sierra Sur de Sevilla dejaron una víctima mortal, varios municipios incomunicados, carreteras cortadas y decenas de personas desalojadas de sus viviendas. La estación meteorológica de Alpandeire (Málaga) registró récords de precipitación en dos, tres, cuatro, cinco y seis horas a nivel nacional, siendo este último de 289.2 mm (o kg/m<sup>2</sup>).

El vapor de agua en la atmósfera es uno de los ingredientes fundamentales que determinan las características de la precipitación. Durante la primera parte del otoño, en promedio, hubo una masa de aire extraordinariamente húmeda en el Mediterráneo occidental como muestra el máximo relativo de agua precipi-

table total<sup>1</sup> (AP) en esa región en la figura 1 para el periodo 1 de septiembre a 21 de octubre (se ha elegido esta fecha final porque posteriormente cambió la situación atmosférica sobre la Península, con la llegada de un frente frío desde el noroeste). Los valores en las proximidades de las islas Baleares fueron superiores a 32 mm. Para encontrar en el hemisferio norte valores más altos habría que buscarlos en las zonas de los monzones de América, de África occidental o de Asia.

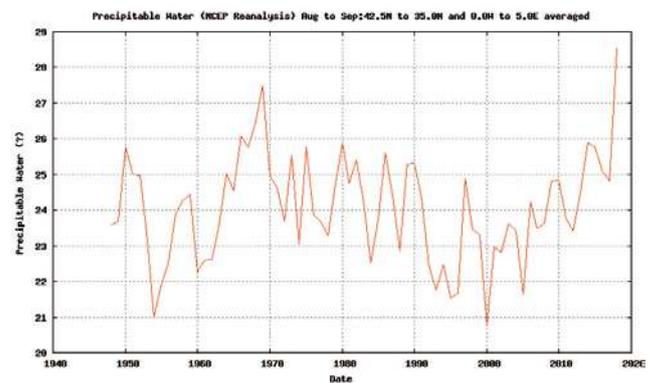


Figura 2. Agua precipitable total (mm) promediada para la zona: 35°- 42° N; 00°- 05° E, para los meses de agosto y septiembre. Datos: reanálisis NCEP/NCAR

Para la zona del Mediterráneo delimitada por las coordenadas 35°- 42° N; 00°- 05° E, el valor medio del AP para el conjunto de los meses de agosto y septiembre de 2018 ha sido el más

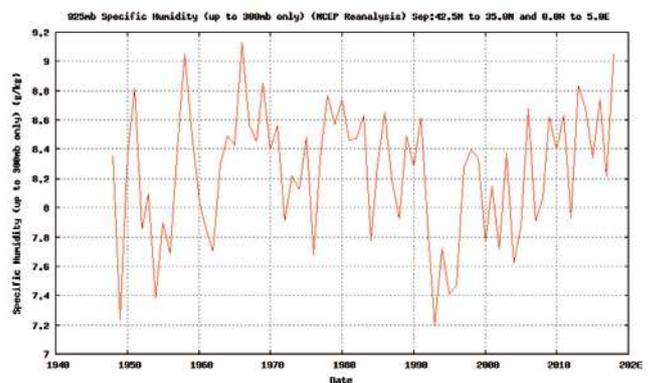


Figura 3. Humedad específica en 925 hPa promediada para la zona: 35°- 42° N; 00°- 05° E, para los meses de agosto y septiembre. Datos: reanálisis NCEP/NCAR

<sup>1</sup> El agua precipitable total es el vapor de agua contenido en una columna vertical de sección unidad que se extiende desde la superficie terrestre hasta el límite superior de la atmósfera.

alto de la serie histórica de los reanálisis de NCEP/NCAR (Figura 2). Consecuentemente los valores de humedad específica en niveles bajos, por ejemplo en 925 hPa, también fueron muy altos (Figura 3).

## Los episodios de precipitaciones intensas de otoño en el Mediterráneo occidental

Una de las características climáticas generales del área mediterránea es su proclividad a episodios de precipitaciones intensas (EPI). Habitualmente se considera en la bibliografía científica como EPI en el Mediterráneo aquellos eventos en los se producen registros de lluvia mayores de 100 mm en menos de un día.

En particular, en las costas del Mediterráneo occidental los EPI son más frecuentes en otoño, acompañados con frecuencia por inundaciones repentinas debido a la intrincada orografía costera. De acuerdo a la idea clásica, un factor clave para la estacionalidad de los EPI es la alta temperatura de la superficie del agua del mar (TSM) en el Mediterráneo en otoño, que es el resultado de la alta insolación en verano.

Climatológicamente en verano la evaporación es pequeña, debido a los vientos débiles en esta época del año, aunque aumenta con la TSM de junio a agosto. En septiembre hay un aumento notable de la evaporación debida al aumento de viento en niveles bajos, mientras se mantiene aún elevada la TSM. El ciclo climatológico estacional de la evaporación promediada para el mar Mediterráneo occidental muestra un máximo otoñal extendido

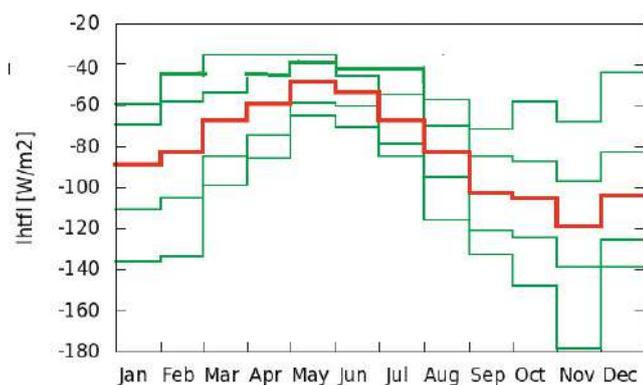


Figura 4. En rojo, la evolución media anual del flujo de calor latente en la superficie para la zona del mar Mediterráneo comprendida en los límites: 35°- 42° N; 00°- 05° E. En verde los percentiles medios 2.5, 17, 83 y 97.5. Datos obtenidos de los reanálisis ERA-interim del ECMWF usando la web KNMI Climate Explorer<sup>2</sup>

(de septiembre a diciembre) y un mínimo de mayo a junio. La intensidad de la evaporación se refleja en la magnitud del flujo de calor latente en la superficie del mar hacia la atmósfera (valores negativos) en el área considerada (Figura 4).

Las características de la precipitación dependen, entre otros factores de la humedad disponible. En general, se acepta que el vapor de agua que alimenta un episodio de precipitación en un lugar procede: 1) de la cantidad de vapor que ya está presente en la atmósfera sobre el lugar, 2) del vapor de agua transportado hacia el lugar por los vientos (advección) durante el episodio y 3) de la evaporación local desde la superficie (reciclado de la humedad) durante el episodio. Para grandes precipitaciones la fuente de humedad local (1) no tiene relevancia. En cuanto al transporte de humedad durante episodios de lluvia intensa, Duffourg y Ducrocq (2013)<sup>3</sup> estimaron que la evaporación en el Mediterráneo es el origen del 40 % al 60 % del vapor de agua advectada que alimenta los sistemas convectivos del noroeste mediterráneo mientras la humedad restante procedería del océano Atlántico subtropical (Winschall et al., 2012<sup>4</sup>) o del norte de África (Turato et al., 2004<sup>5</sup>). Más recientemente Ciric et al. (2018)<sup>6</sup> analizaron el porcentaje medio de la contribución mediterránea a las precipitaciones extremas para todos los meses y toda el área mediterránea, y estimaron que la contribución era aproximadamente de un 40 % para la fachada de levante de la Península. Por lo que la humedad existente en el Mediterráneo tendría gran importancia en el desarrollo de los EPI en ésta región. Sin embargo para el mar de Alborán reducían rápidamente hacia el oeste la influencia de la humedad mediterránea en los EPI, que no alcanzaría, en promedio, el 10 % en las proximidades del Estrecho.

Los EPI se asocian típicamente a sistemas convectivos mesoscalares (SCM) cuasi estacionarios, que se regeneran en la parte trasera del sistema (*backbuilding*), corriente arriba, presentando un yunque en forma de V en las imágenes infrarrojas de satélite. El crecimiento trasero es resultado del desarrollo de nuevas células convectivas en el vértice de la V, que encara el flujo marino en niveles bajos. Este fue el caso de las precipitaciones intensas de Andalucía del 21 de octubre. El caso de las Baleares fue distinto, como se puede ver en la sección “La imagen del otoño” de este número de TyC.

Los patrones sinópticos asociados a los EPI en el Mediterráneo occidental son los típicos que se desarrollan por rupturas de ondas de Rossby en el tramo final de la senda de las tempestades del Atlántico norte: vaguadas de latitudes medias que se estiran hasta los subtropicos, o bajas ciclónicas poco intensas ligadas a danas que se aíslan de las vaguadas y que se despla-

<sup>2</sup> <https://climexp.knmi.nl/>

<sup>3</sup> Duffourg F, Ducrocq V (2013) Assessment of the water supply to Mediterranean heavy precipitation: a method based on finely designed water budgets. Atmos. Sci. Lett., 14: 133-138. doi:10.1002/asl2.429

<sup>4</sup> Winschall A, Sodemann H, Pfahl S, Wernli H (2014) How important is intensified evaporation for Mediterranean precipitation extremes. J. Geophys. Res. Atmos. 119: 5240-5256

<sup>5</sup> Turato B, Reale O, Siccardi F (2004) Water Vapor Sources of the October 2000 Piedmont Flood. J. Hydrometeor., 5: 693-712

<sup>6</sup> Ciric D, Nieto R, Losada L, Drumond A, Gimeno L (2018) The Mediterranean Moisture Contribution to Climatological and Extreme Monthly Continental Precipitation. Water 10(4):519

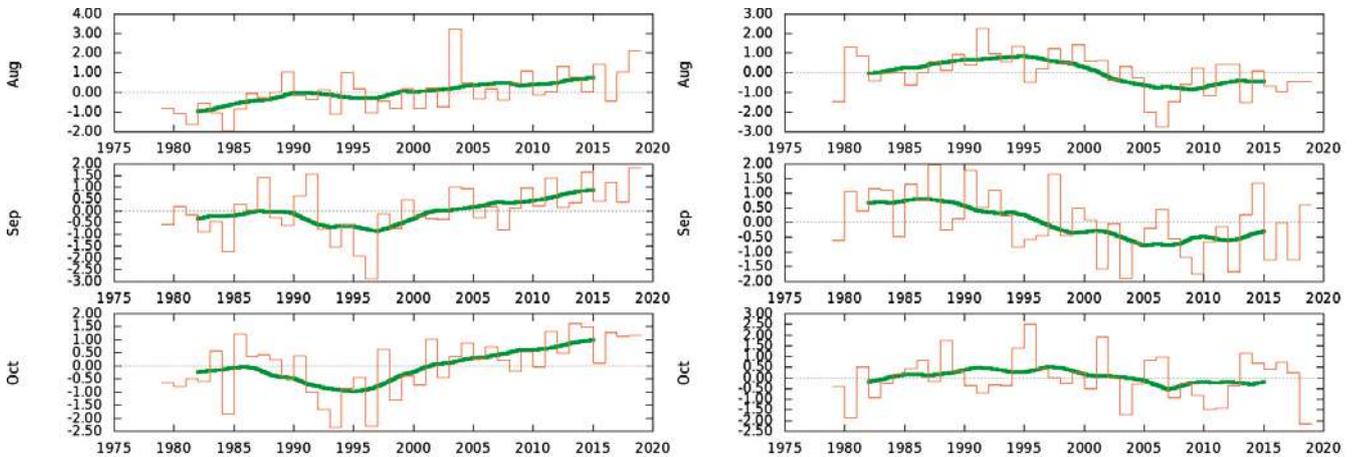
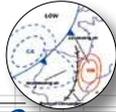


Figura 5. Series temporales normalizadas de la TSM media mensual (izquierda) y del flujo de calor latente medio (derecha) para agosto, septiembre y octubre en la zona del mar Mediterráneo comprendida en los límites: 35°- 42° N; 00°- 05° E. En rojo valores anuales; en verde valores medios en 10 años

zan y evolucionan lentamente. La circulación poco intensa de las DANA posibilita que los SCM clásicos puedan desarrollar las circulaciones mesoscalares que les son propias en su etapa madura. Además la lentitud de desplazamiento de las DANA y su interacción con la orografía pueden generar vientos persistentes moderados a fuertes paralelos a las costas que incrementan la evaporación, favoreciendo el desarrollo de sistemas convectivos con alta precipitación.

## La relación entre la circulación y los valores de humedad

Volviendo al otoño de 2018, no solo los valores de AP y humedad en niveles bajos fueron extraordinarios en la primera parte del otoño, sino también la TSM y el flujo de calor latente de octubre en el oeste mediterráneo. La TSM media de agosto fue la segunda más cálida, tras el histórico 2003, y la TSM de septiembre la más cálida desde 1971, según los datos de ERA-interim (figura 5). La TSM de octubre fue también muy alta pese a que hubo un flujo de calor latente desde el mar a la atmósfera récord en este mes, que tiende a disminuir la TSM del mar. Estas anomalías están ligadas a la particular circulación atmosférica en el sector Atlántico norte-Europa de estos meses, dominada por un bloqueo europeo. El bloqueo se evidencia en el mapa de anomalía de geopotencial en 300 hPa (Z300) (figura 6) por la presencia de un anticiclón, cuyo efecto es el impedimento del paso de los sistemas baroclinos ciclónicos, y de sus masas frías asociadas, hacia Centroeuropa y un casi continuo flujo de levante en la cuenca Mediterránea. El bloqueo de los frentes impide la descargas de aire frío por el norte en el Mediterráneo occidental.

En el mapa medio de anomalías Z300 del 1 al 21 octubre (Figura 7) se observa una zona de anomalías negativas (asociada a las DANA) que afecta al SE de la Península y que completa, en parte, el cuadro general en que se enmarcan las precipitaciones de octubre.

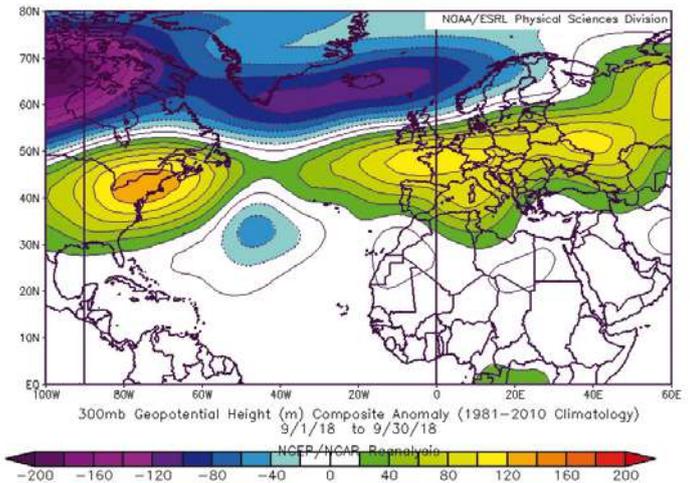


Figura 6. Anomalía de altura geopotencial en 300 hPa para el periodo 1 de septiembre a 21 de octubre

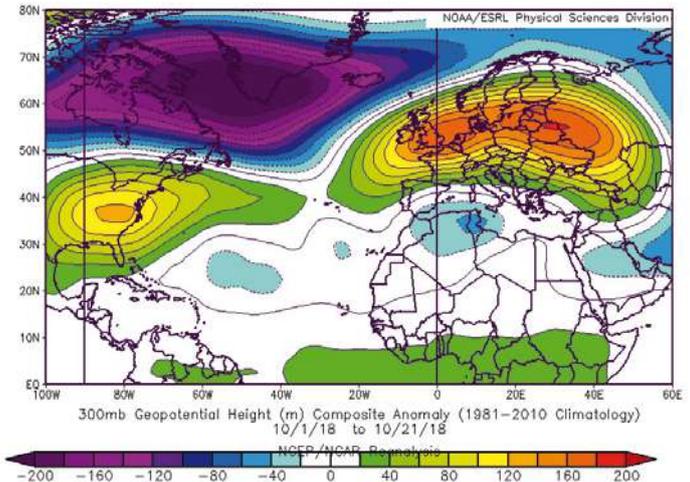


Figura 7. Anomalía de altura geopotencial en 300 hPa para el periodo 1 a 21 de octubre