

Análisis de fuentes de humedad para eventos de precipitación extrema que afectaron la Península Ibérica

Gleisis Alvarez Socorro

José Carlos Fernández Alvarez

Raquel Nieto

Luis Gimeno

Comisión: Variabilidad y cambio climáticos (I)

Introducción

- Variabilidad de los patrones de lluvia.
- Eventos de precipitación extrema (EPEs).

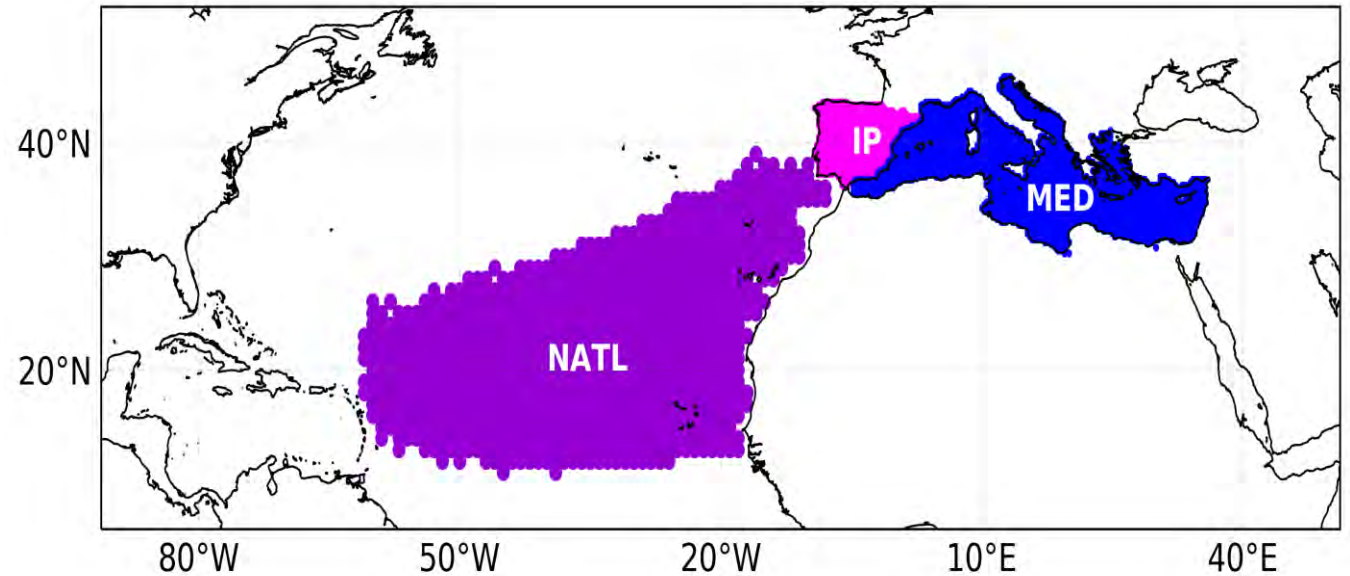


Figura 1. Fuentes de humedad de la Península Ibérica.

Insua-Costa et al. (2019) y Cloux et al. (2021): determinaron las fuentes de humedad asociadas con EPEs en octubre y noviembre con el modelo FLEXPART-WRF y los datos de reanálisis ERA-Interim.

•Objetivo:

Analizar las fuentes de humedad de los dos principales EPEs que ocurrieron durante el verano extendido en la Península Ibérica.

#	Year	Month	Day	A-Area (%)	M-Mean	R = A x M
1*	1999	9	18	28.5	13.4	383.5
2	1989	9	7	25.3	14.0	354.9
3	1996	9	11	17.2	20.4	350.7
4*	1986	9	15	19.8	17.3	344.1
5*	1974	6	27	23.8	14.1	336.9
6	1989	9	4	16.4	20.5	335.0
7	1977	5	18	18.8	17.3	325.9
8	2003	5	6	19.9	15.9	317.6
9	1977	6	12	25.5	11.6	296.5
10	2002	5	7	18.6	15.3	285.1

*The 5th column corresponds to the area (A, %) of the domain that has precipitation anomalies above the 95th percentile while the 6th column corresponds to mean value of these anomalies (M) over area A. The last column corresponds to the final rank magnitude (R). In bold are highlighted the events that occurred in both domains and marked with * the events that are associated with persistent ARs.*

Periodo: 1950-2008

Tabla 1. Los diez eventos de precipitación más anómalos para la Península Ibérica. Tomado de Ramos et al. (2018).

Datos usados:

- El reanálisis ERA5 se utilizó como condiciones iniciales y de frontera para forzar el WRF-ARW.
- ERA5 mejora significativamente a su predecesor, ERA-Interim.
- Alta resolución, 31 km horizontalmente y 137 niveles verticales.
- Mejor representación de los campos de precipitación, tanto en áreas oceánicas extratropicales, como tropicales.

Se comparan las anomalías de variables meteorológicas asociadas con respecto a un período de referencia de 30 años (1985-2014).

Reducción de escala dinámica con el modelo WRF

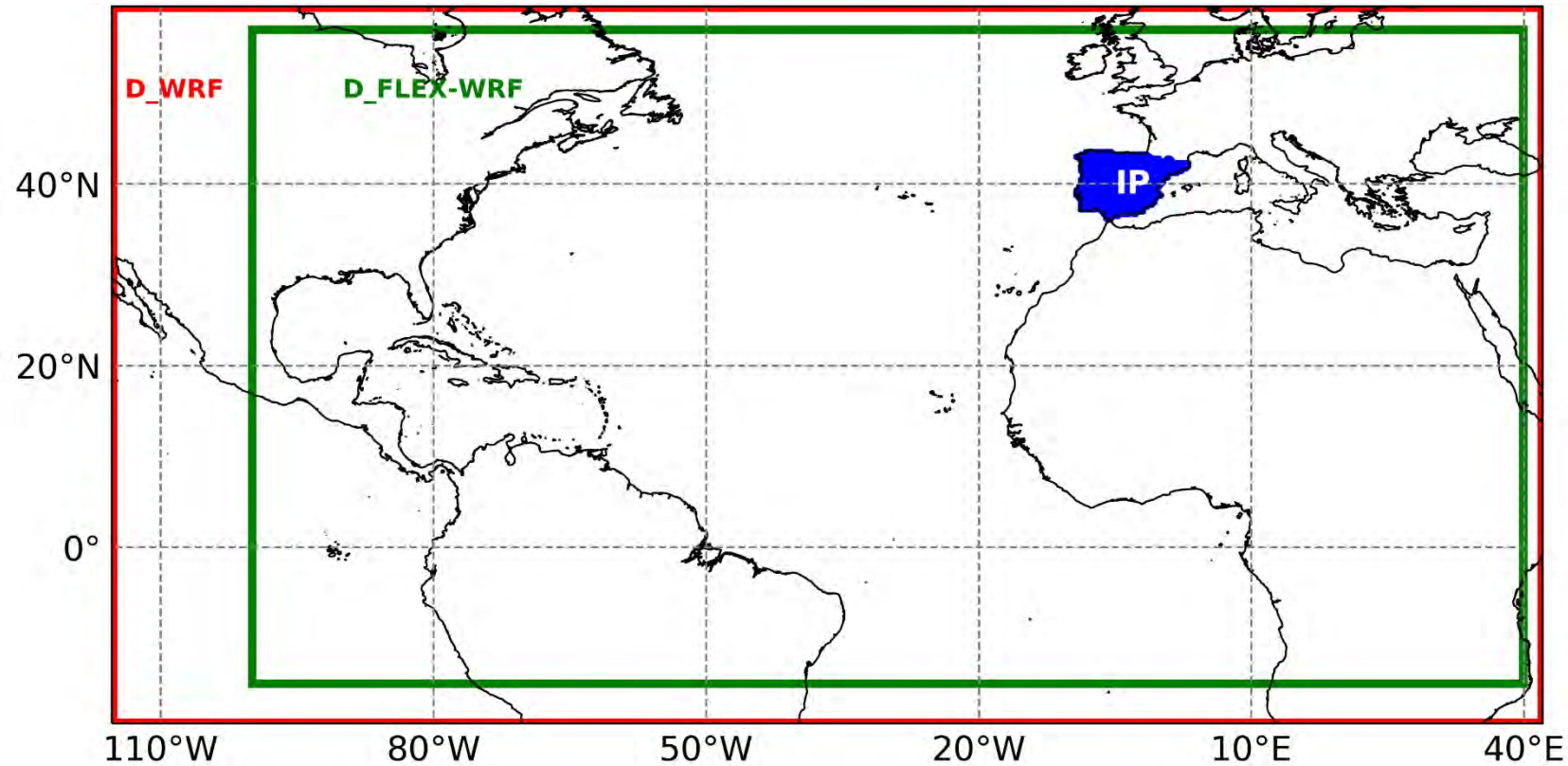


Figura 2. Dominios utilizados para WRF-ARW (rojo) y FLEXPART-WRF (verde) en las simulaciones. Región objetivo (azul) considerada para el seguimiento de partículas.

Determinación de las fuentes de humedad

Metodología lagrangiana de Stohl and James (2005)

$$(e - p) = m \left(\frac{dq}{dt} \right)$$

$$(E - P) = \frac{\sum_{k=1}^N (e - p)_k}{A}$$

- m : es la masa de la partícula
- $e - p$: es el aumento o disminución de la relación de vapor de agua a lo largo de la trayectoria cada 6 horas
- E : evaporación
- P : Precipitación
- N : número total de partículas sobre el área de la rejilla A
- Tiempo de residencia del vapor de agua: 10 días aproximadamente
- $E - P > 0$: Región fuente de humedad

Caso de estudio: 18 de septiembre de 1999

- Influencia de un Río Atmosférico asociado con el movimiento de una borrasca extratropical atlántica.
- Presión a nivel medio del mar: 990 hPa.
- Centro de bajos valores de altura geopotencial a 500 hPa.
- Centro más débil a nivel de 300 hPa.
- Valores anómalos (superficie y niveles medio y superior de la troposfera).

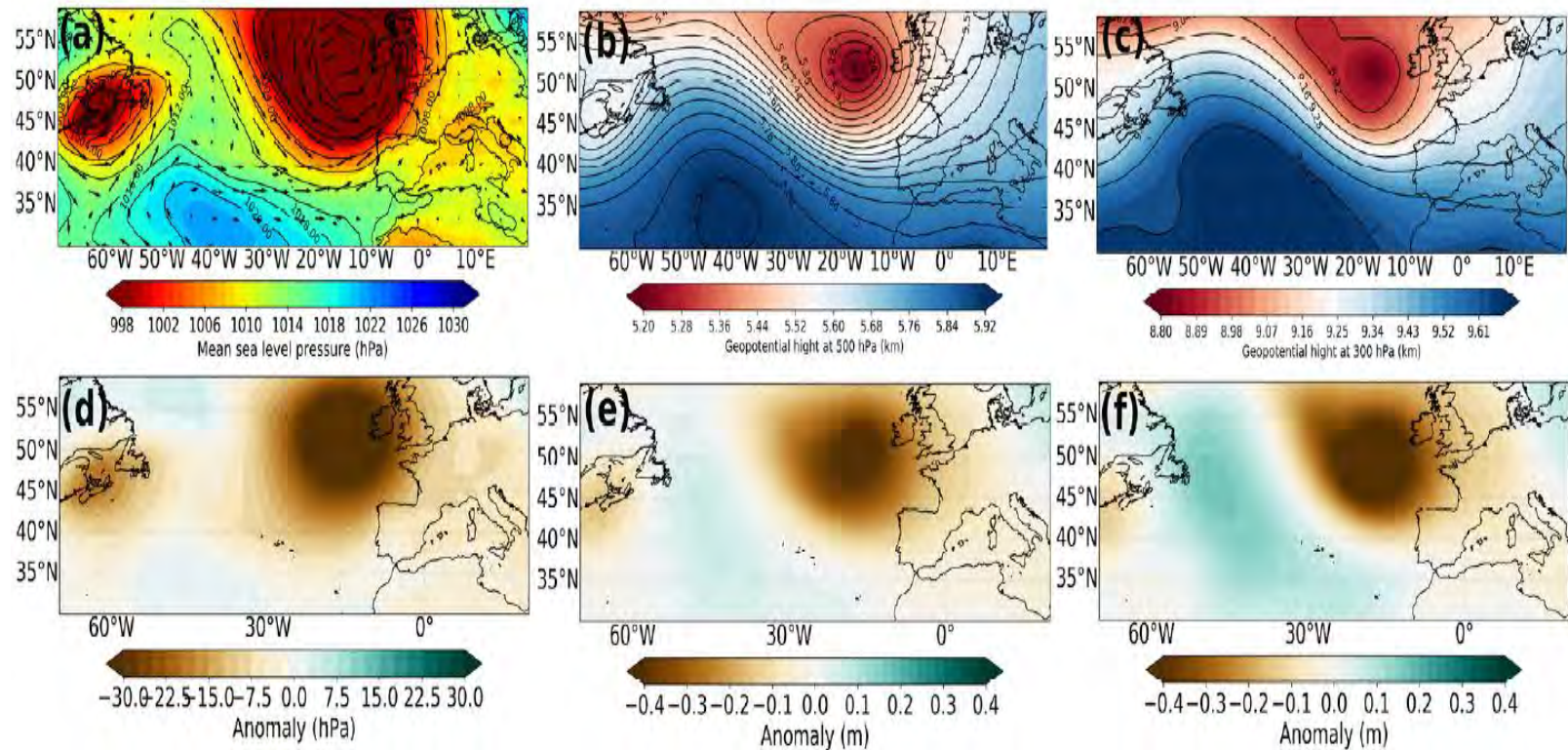
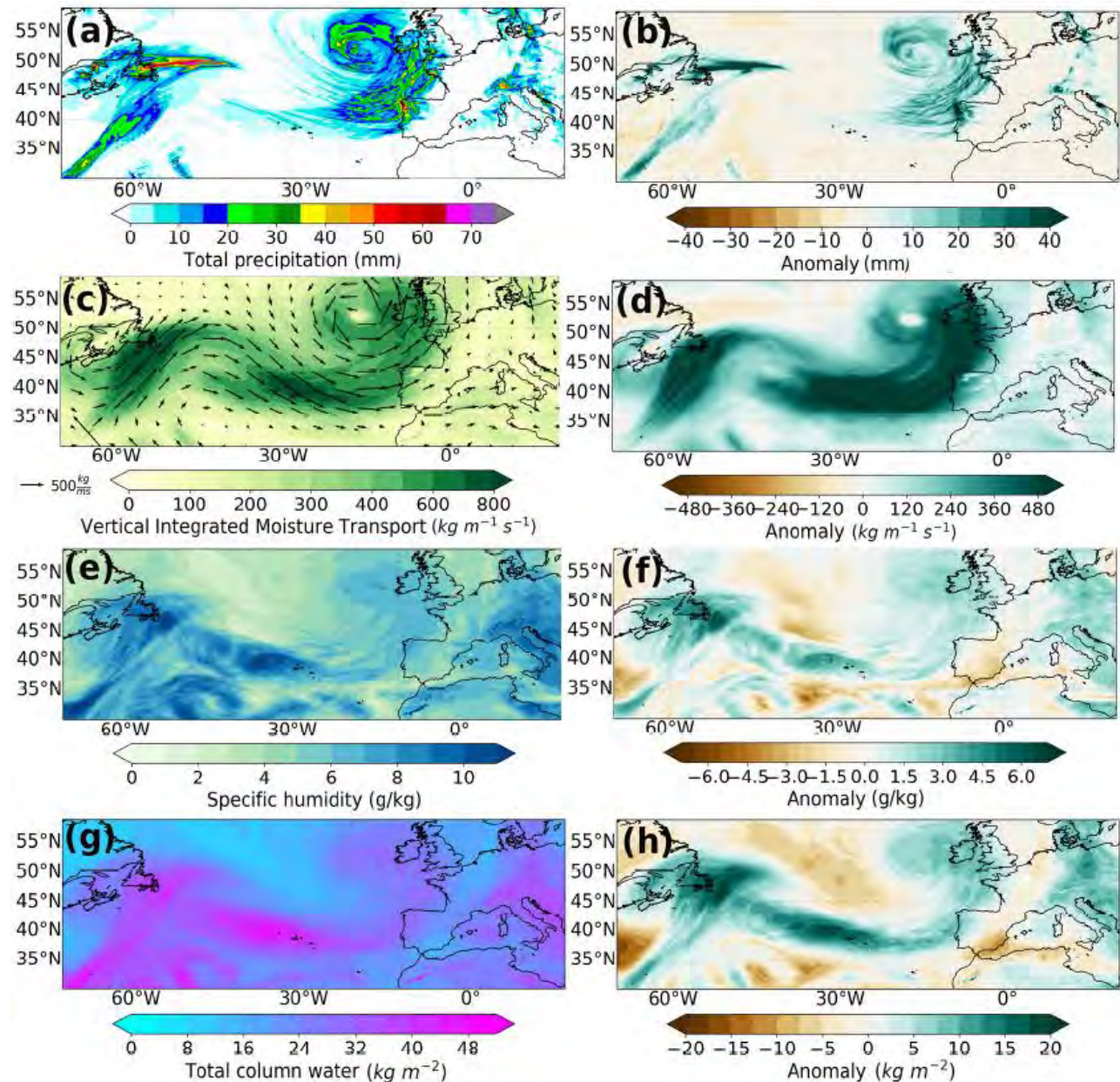


Figura 3. Campos meteorológicos obtenidos con los resultados de WRF-ARW forzados con datos de reanálisis ERA5: (a) campo de presión al nivel medio del mar, (b) altura geopotencial al nivel de 500 hPa y (c) altura geopotencial en el nivel de 300 hPa. Anomalía para cada campo con respecto al patrón medio calculado para el mismo día durante 30 años.

18 de septiembre de 1999

- Valor máximo de precipitación: ~ 70 mm (región noroeste de la PI).
- Fuerte transporte de humedad desde la costa del Atlántico Norte occidental.
- Valores considerables de humedad específica y de agua total en la columna.
- Anomalías positivas.

Figura 4. Campos meteorológicos obtenidos con los resultados de WRF-ARW forzados con datos de reanálisis ERA5: (a) precipitación total, (c) transporte de humedad integrado verticalmente, (e) humedad específica a 850 hPa y (g) agua total de la columna. Anomalia para cada campo con respecto al patrón medio calculado para el mismo día durante 30 años.



Fuentes de humedad

- Mayor ganancia de humedad: centro y este del Atlántico Norte.
- Regiones fuentes que generaron precipitación sobre la PI.
- Anomalía positiva para la ganancia de humedad.
- Porcentajes máximos de contribución de la fuente de humedad: este del meridiano 50° (8-32%).

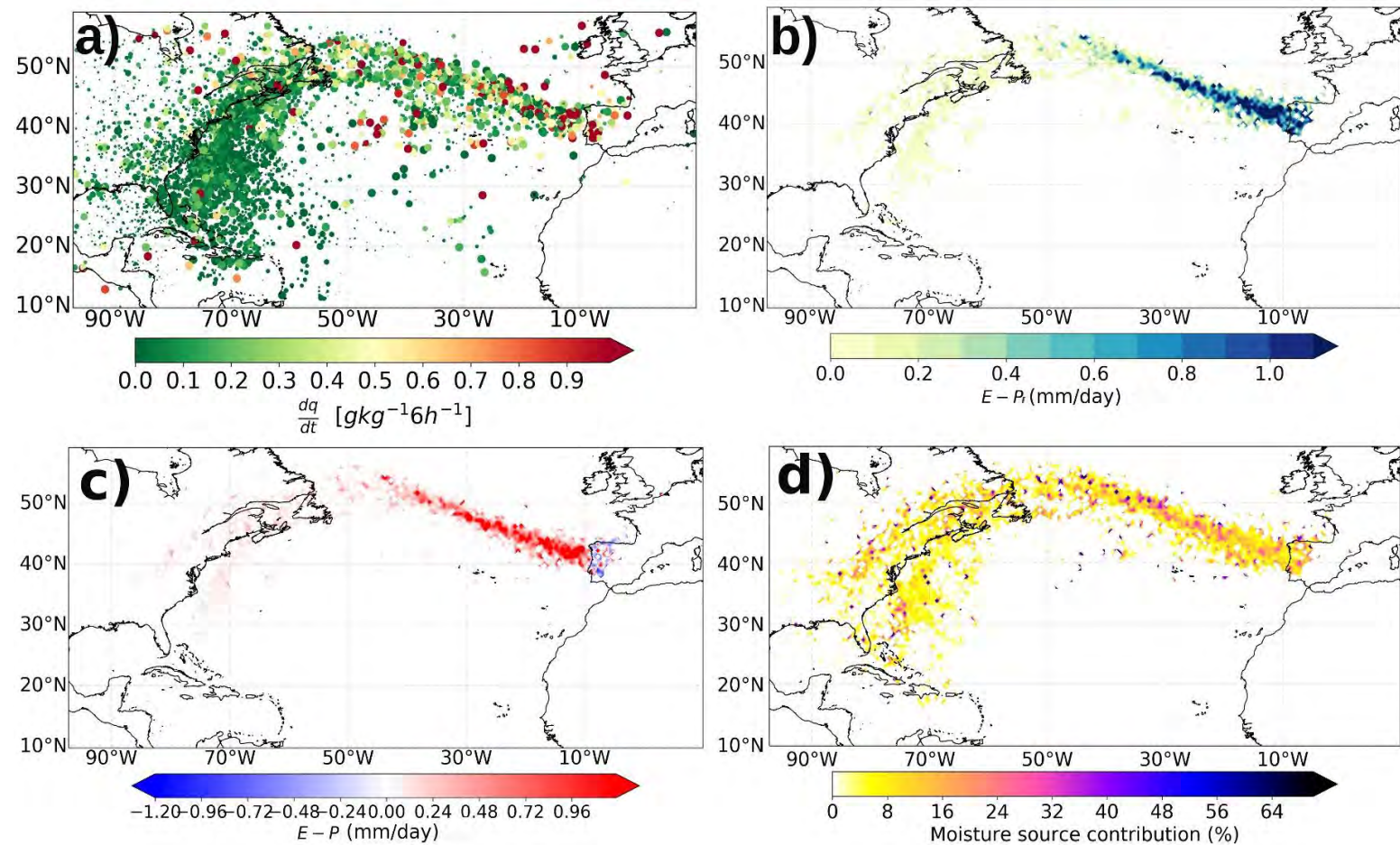


Figura 5. Análisis de fuentes de humedad para el caso I con FLEXPART-WRF: (a) La humedad específica cambia cada 6 h para las trayectorias de una muestra de partículas que se originan en la precipitación en la región objetivo. El tamaño del círculo es en función del valor del cambio de humedad en 6 h para cada posición de la partícula, (b) Patrón de fuente de humedad ($E - P > 0$), (c) Anomalía del patrón de fuente de humedad con respecto a la climatología y (d) Porcentaje de contribución de las fuentes de humedad.

Caso de estudio: 7 de septiembre de 1989

- Depresión aislada en niveles altos (DANA), cerca del Cabo San Vicente, Portugal.
- Sin una señal en la superficie (patrón de vaguada y cresta).
- Estructura bien definida en los niveles medios y altos de la troposfera.
- Anomalías negativas.

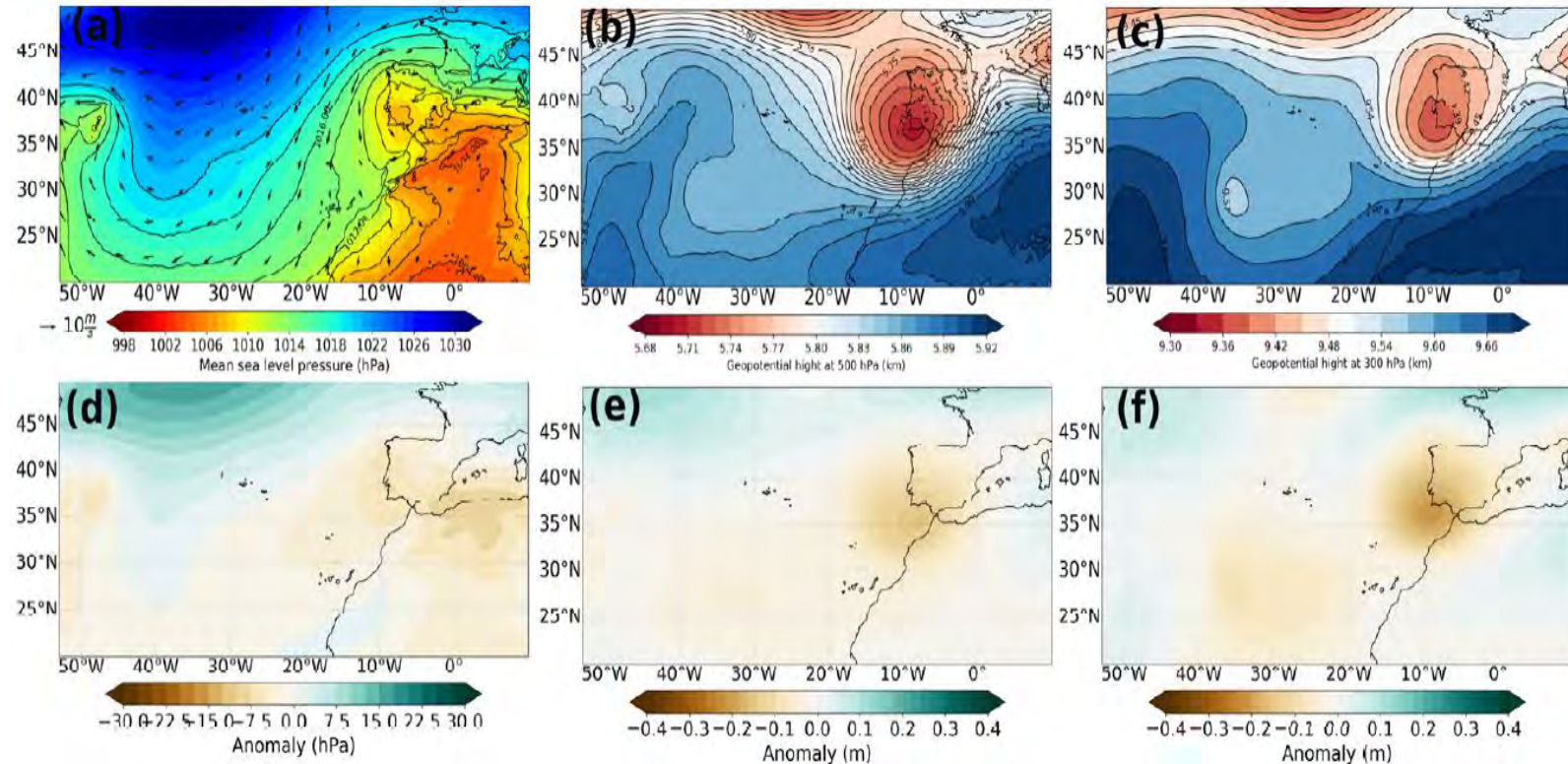
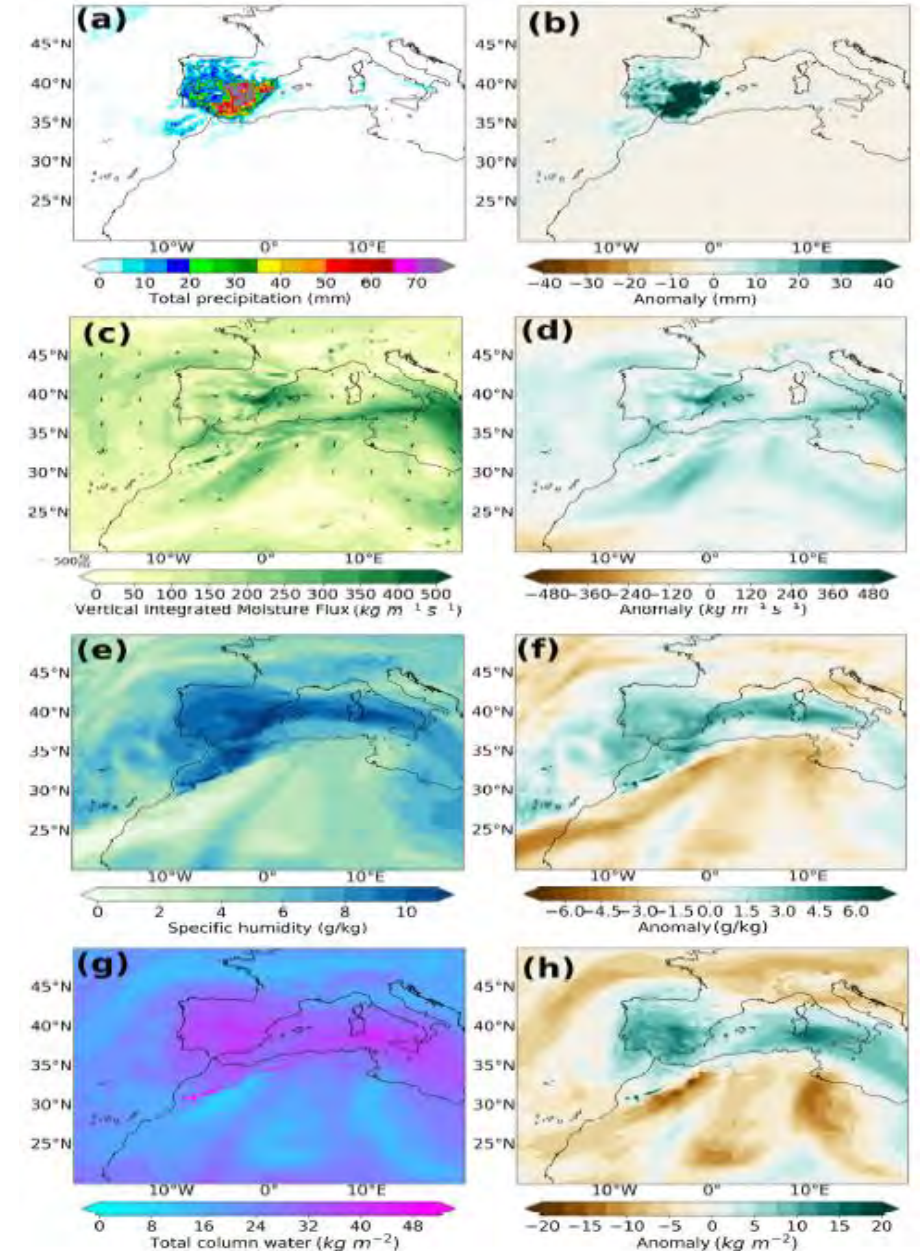


Figura 6. Campos meteorológicos obtenidos con los resultados de WRF-ARW forzados con datos de reanálisis ERA5: (a) campo de presión al nivel medio del mar, (b) altura geopotencial al nivel de 500 hPa y (c) altura geopotencial en el nivel de 300 hPa. Anomalía para cada campo con respecto al patrón medio calculado para el mismo día durante 30 años.

7 de septiembre de 1989

- Valores máximos de precipitación: mayores a 80 mm.
- Transporte de humedad integrado verticalmente: norte de África, estrecho de Gibraltar y Mar Mediterráneo occidental.
- Contenido de humedad alta a 850 hPa.
- Valores altos de agua total en la columna.
- Valores positivos de anomalías.

Figura 7. Campos meteorológicos obtenidos con los resultados de WRF-ARW forzados con datos de reanálisis ERA5: (a) precipitación total, (c) transporte de humedad integrado verticalmente, (e) humedad específica a 850 hPa y (g) agua total de la columna. Anomalía para cada campo con respecto al patrón medio calculado para el mismo día durante 30 años.



Fuentes de humedad

- Precipitación generada por una fuente convergencia del flujo de humedad a escala local y en menor medida, del transporte de humedad desde fuentes remotas.
- Región fuente más importante: Mediterráneo occidental.
- En menor medida procesos típicos de reciclaje, norte de África y estrecho de Gibraltar.
- Anomalía positiva en la ganancia de humedad en el Mar Mediterráneo occidental y norte de África.
- Anomalías negativas en las fuentes de humedad de la PI.
- Mayor porcentaje de contribución de humedad: Mediterráneo Occidental y noroeste de África > 40%.

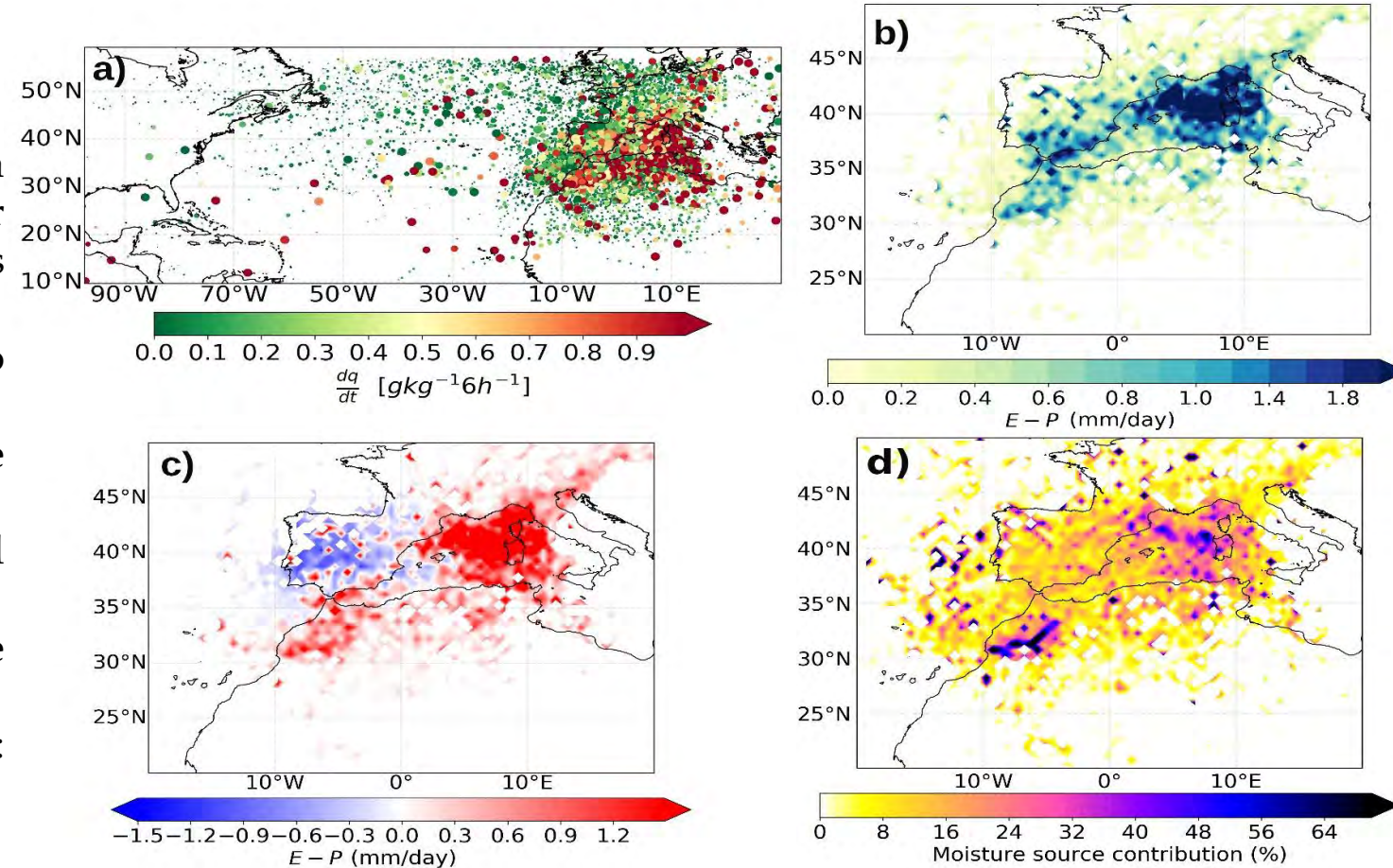


Figura 8. Análisis de fuentes de humedad para el caso II con FLEXPART-WRF: (a) La humedad específica cambia cada 6 h para las trayectorias de una muestra de partículas que se originan en la precipitación en la región objetivo. El tamaño del círculo es en función del valor del cambio de humedad en 6 h para cada posición de la partícula, (b) Patrón de fuente de humedad ($E - P > 0$), (c) Anomalía del patrón de fuente de humedad con respecto a la climatología y (d) Porcentaje de contribución de las fuentes de humedad.

Conclusiones

- Se analizaron las fuentes de humedad de los dos principales eventos de precipitación extrema durante el verano extendido en el periodo de 1950-2008 en la Península Ibérica.
- Los sistemas meteorológicos que originaron los eventos son físicamente diferentes, por lo tanto sus fuentes de humedad difieren notablemente.
- El evento de precipitación extrema del 18 de septiembre de 1999 se originó a partir de una borrasca extratropical atlántica muy bien estructurada que estaba asociada con un Río Atmosférico, el cual generó un fuerte transporte de humedad desde regiones fuentes remotas. La principal contribución a la humedad provino del centro y este del Atlántico Norte, alcanzando valores de hasta aproximadamente el 32%.
- El evento de precipitación extrema del 7 de septiembre de 1989 se originó a partir de la presencia de una DANA muy bien estructurada en niveles medios y altos, que junto con una capa anómala de humedad en la columna vertical, determinó una fuerte convergencia del flujo de humedad al sureste de la Península Ibérica. Las fuentes de humedad tuvieron su origen principalmente en el mar Mediterráneo occidental, con una contribución de hasta el 40%.

Análisis de fuentes de humedad para eventos de precipitación extrema que afectaron la Península Ibérica

Gleisis Alvarez Socorro

José Carlos Fernández Alvarez

Raquel Nieto

Luis Gimeno

Comisión: Variabilidad y cambio climáticos (I)

The authors acknowledge the support from
EXMERISK PROJECT (TED2021-129152B-C43)
MCIN/AEI y Unión Europea NextGenerationEU/ PRTR)

