

# Las inundaciones catastróficas en Libia: 10-12 de septiembre de 2023

JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ-LAULHÉ

El día 10 de septiembre una borrasca o ciclón mesoscalar, con características de ciclón tropical, también denominado en el Mediterráneo como medicán (*medicane* en inglés), impactó en la costa de Libia al este del golfo de Sidra, con vientos muy intensos y originando inundaciones catastróficas que dieron lugar a unos 20 000 fallecidos y más de 40 000 desplazados.

**E**l ciclón nació en el seno de la borrasca de escala sinóptica Daniel, que durante tres días de principios de septiembre había causado inundaciones en Turquía, Bulgaria y sobre todo en Grecia. En este país las lluvias torrenciales se pueden calificar de históricas, con totales de precipitación acumulada de 200-500 mm afectando a extensas zonas, alcanzando los 1000 mm localmente.

En este artículo vamos a seguir la evolución del ciclón a través del producto de imágenes de satélite del Meteosat “masas de aire”<sup>1</sup>, composición de canales IR y de vapor de agua, que se muestran en la figura 1, y la ayuda de los análisis en niveles altos y bajos del modelo HRES del ECMWF que se muestran en la figura 3:

Día 7 a las 00 UTC (figura 1a): La borrasca Daniel se había desplazado hacia el sur situándose en el Mediterráneo central cubriendo el mar Jónico y el golfo de Sidra, y quedaba definida por un centro amplio de color azul, que co-

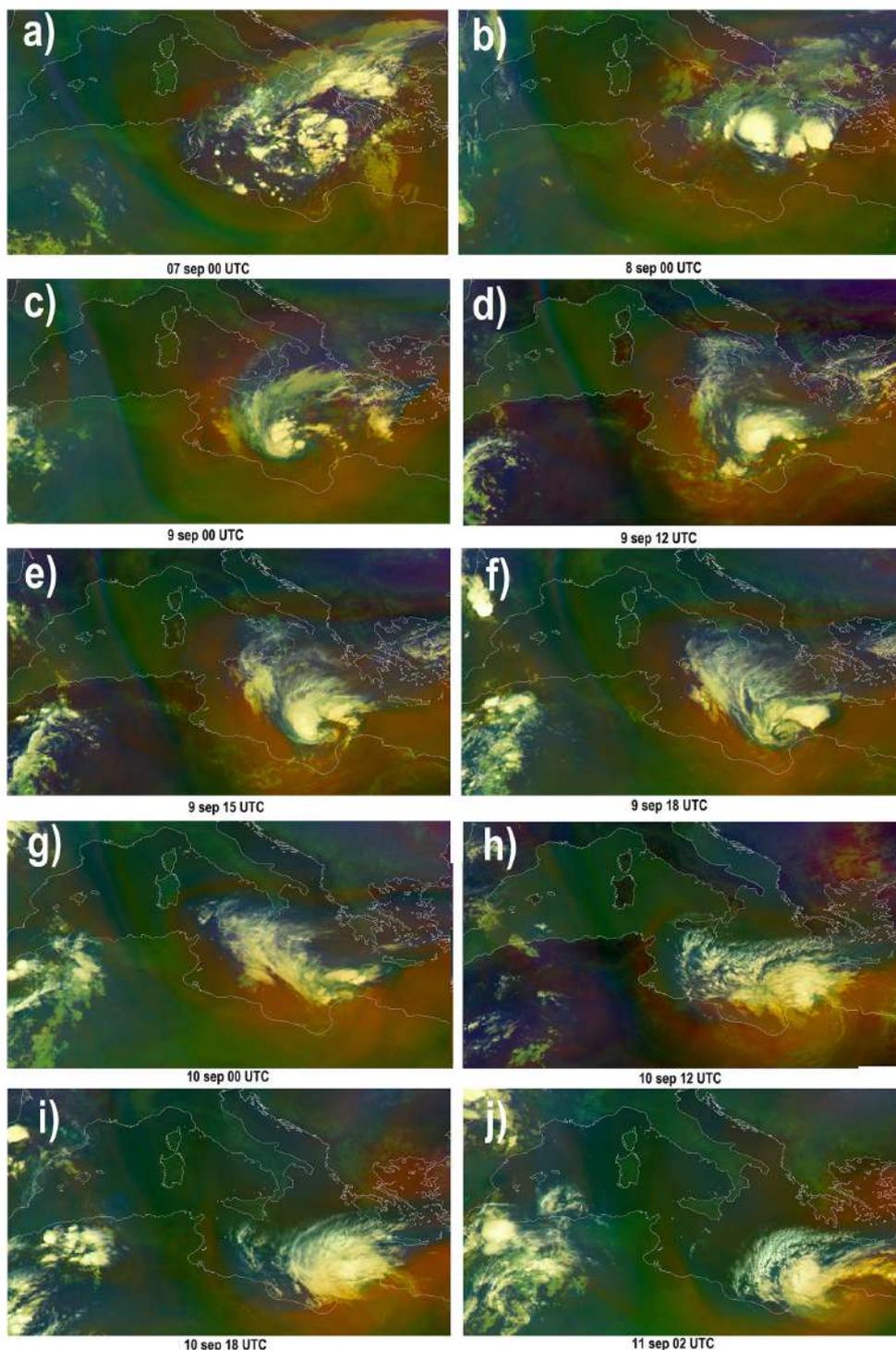


Figura 1. Serie de imágenes del producto RGB-Masas de aire del Meteosat que muestran la evolución del ciclón que produjo las inundaciones en Libia

<sup>1</sup> El producto “masas de aire” es un compuesto RGB basado en datos de canales infrarrojos y de vapor de agua del instrumento SEVIRI del Meteosat. Está diseñado y ajustado para seguir la distribución de diferentes masas de aire y la evolución de los ciclones, máximos de chorro y las anomalías de vorticidad potencial. Ver Kirkman, 2010

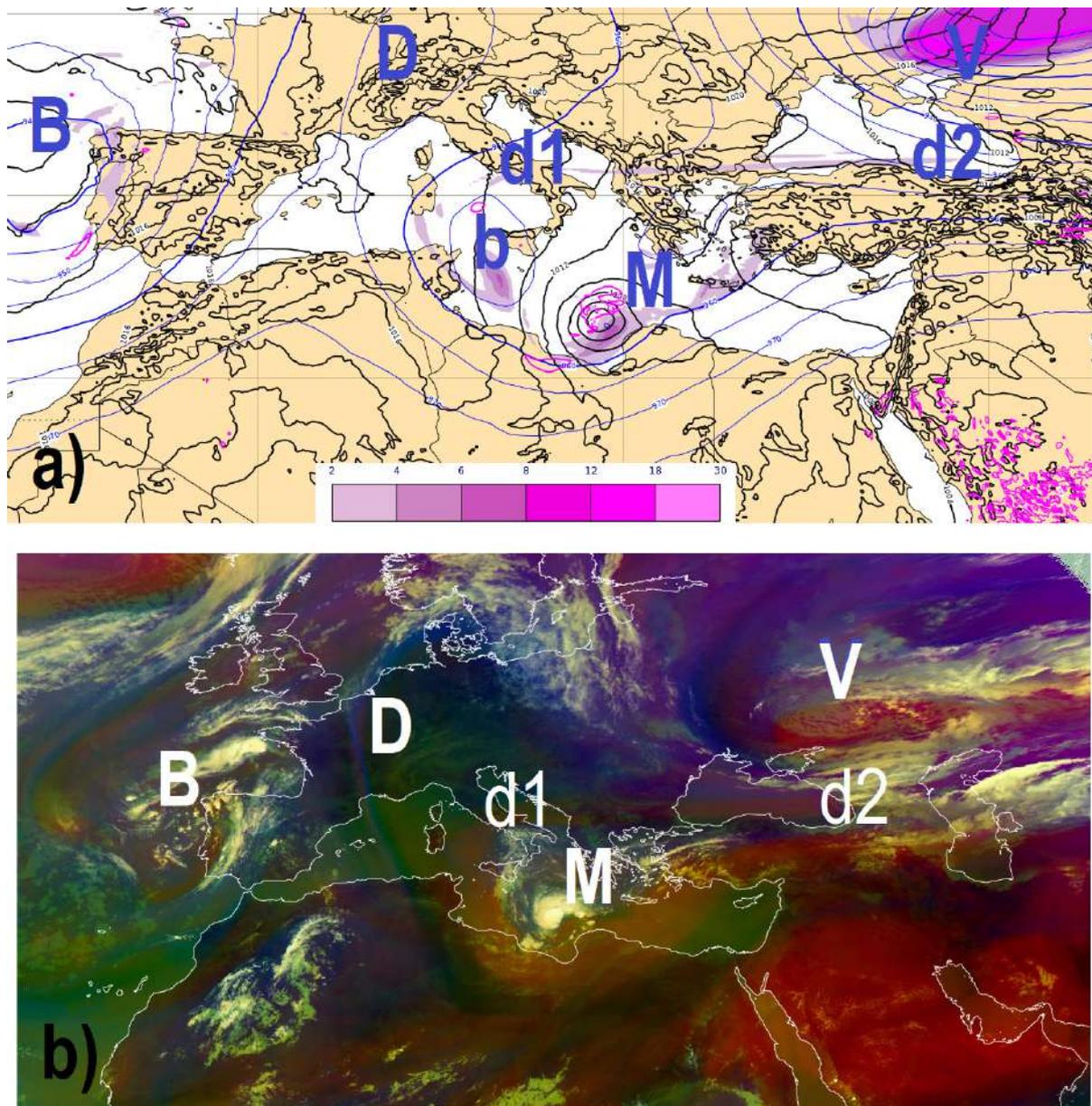


Figura 2. a): análisis del modelo HRES del ECMWF del campo de presión a nivel del mar (líneas negras), de la altura del geopotencial en 500 hPa (líneas azules) y de la vorticidad en 300 hPa (coloreadas según la escala). b) imagen del producto masas de aire del Meteosat. Ambas imágenes del 9 de setiembre de 2023 para las 12 UTC

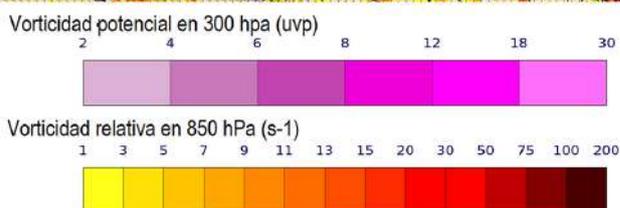
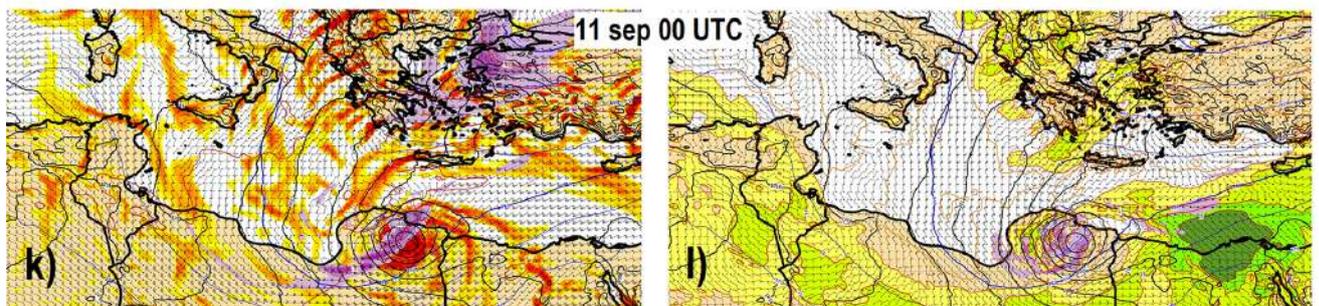
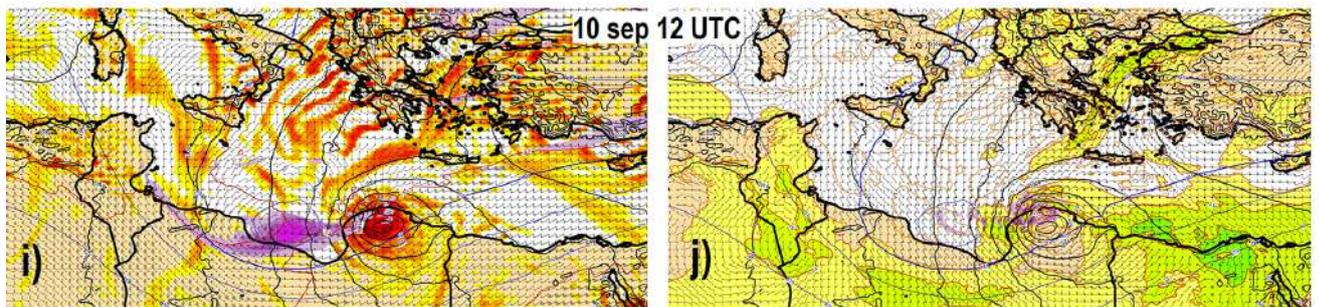
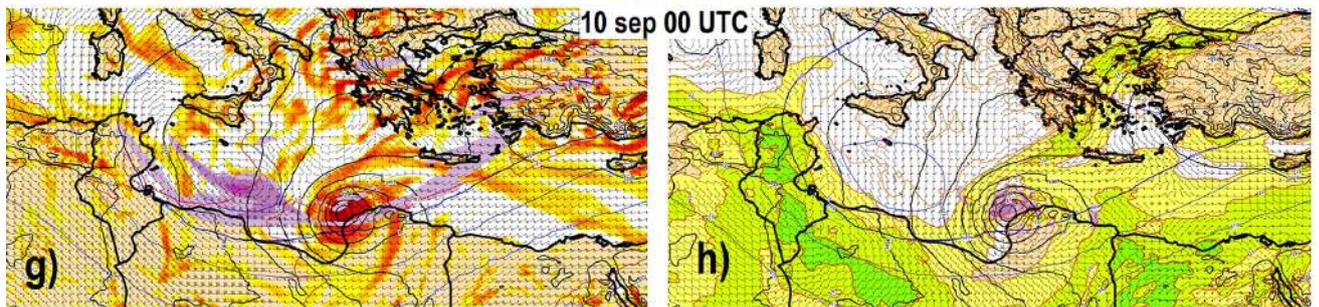
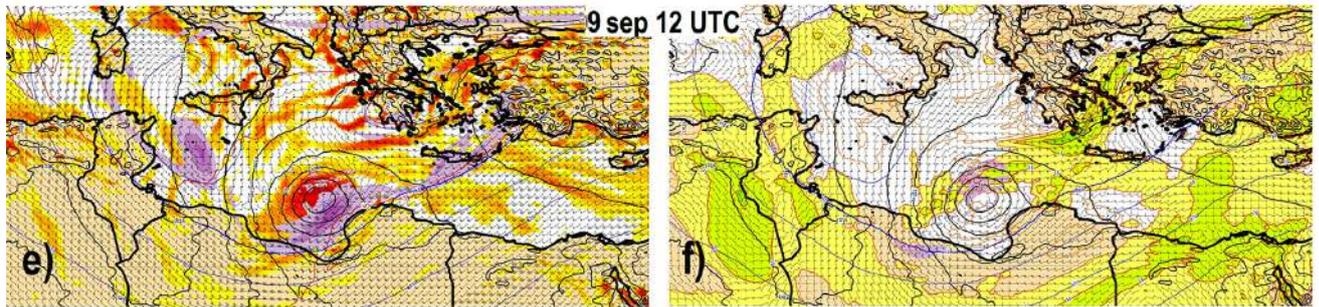
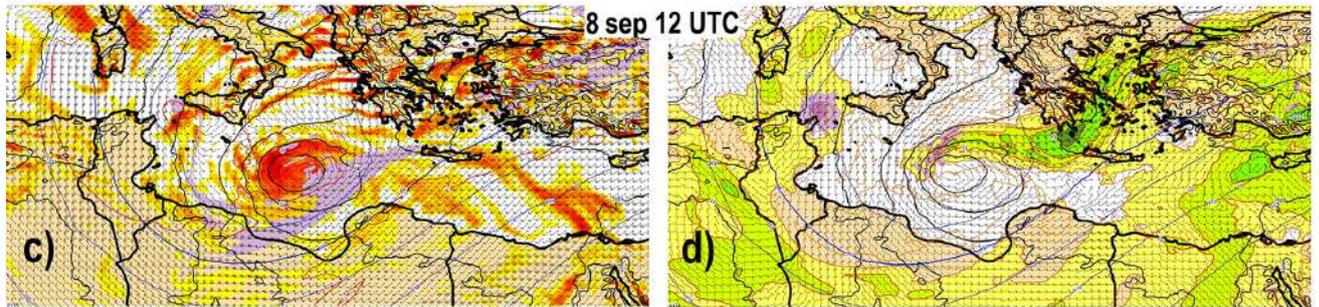
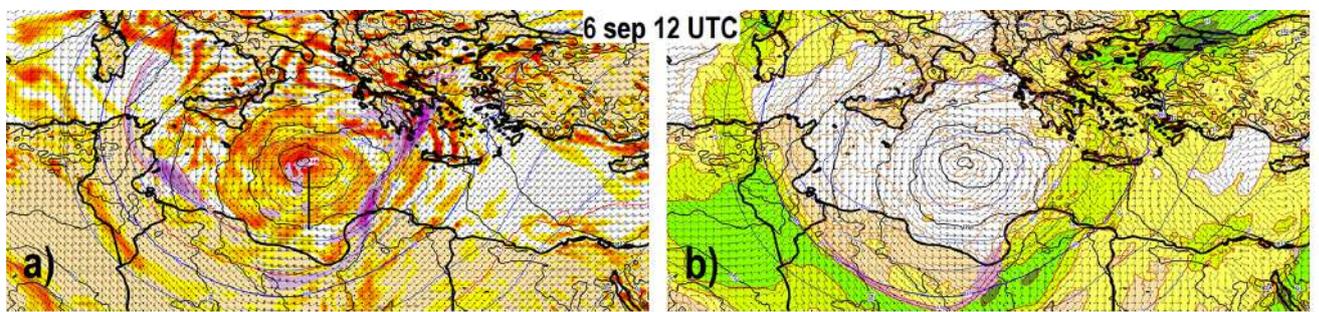
responde a una masa de aire fría polar, salpicado de numerosos cumulonimbos que ponen de manifiesto la fuerte inestabilidad termodinámica al estar la masa fría sobre una superficie marina muy cálida, con temperaturas entre 26 y 28 °C. Rodeando casi completamente a la borrasca hay una orla de color ocre que corresponde a una masa cálida y seca en los niveles altos de la troposfera, producida por los descensos de las circulaciones transversales a la corriente en chorro en niveles altos. Donde los descensos son más acusados, más rojizo es su color y mayores las anomalías vorticidad potencial en 300 hPa (figura 3a).

Día 8 a las 00 UTC (figura 1b): se ob-

serva que la convección se ha agrupado en pocas tormentas de gran extensión en el sur del mar Jónico: sistemas convectivos mesocales (SCM). La masa de aire polar (azul) ha sido desplazada, al menos en niveles altos, en las inmediaciones del sur de los SCM, por la masa cálida y seca (ocre), probablemente debido a los movimientos subsidentes que forman parte de la de la circulación mesoscalar trasera de los SCM (se puede ver un esquema de estas circulaciones en el artículo de la sección *Mirando un Mapa* de este número de *TyC*). El flujo que alimenta a los SCM por su parte norte es el chorro de viento de levante en niveles bajos con fuerte cizalladura

vertical. Este chorro procede de los estrechos del mar de Mármara y llega al Jónico y al SCM tras circundar la península del Peloponeso (ver figura 3d).

Día 9 a las 00 UTC (figura 1c): Persiste únicamente el SCM más oriental que se ha desplazado hacia el sudoeste y luego al sur, para situarse a esta hora en el Golfo de Sidra, tomando forma de coma, posiblemente debido a la existencia de un vórtice convectivo mesoscalar (VCM, ver Bartels y Maddox, 1991) generado por el SCM en los niveles medios. El VCM se refleja en los máximos de vorticidad potencial en 500 hPa, y en los vientos más intensos en niveles bajos en el NO de la baja, al igual que a las 12 UTC del



**Figura 3. Análisis del modelo HRES del ECMWF del periodo 6-11 de septiembre de los campos:** columna izquierda: presión a nivel del mar (líneas negras), altura del geopotencial (líneas azules), viento y vorticidad potencial en 300 hPa (coloreadas según la escala) y vorticidad relativa en 850 hPa (coloreadas según la escala); columna derecha: columna derecha: presión a nivel del mar (líneas negras), altura del geopotencial en 300 hPa (líneas azules), viento a 100 m, vorticidad potencial en 500 hPa (coloreadas según la escala) y cizalladura vertical del viento 500 hPa-100m (coloreadas según la escala).

día 8 (figura 3d). La cometa se prolonga por el norte de la baja con un arco nuboso, una especie de frente que separa la masa cálida (ocre), que ocupa el centro de las bajas presiones, de la masa polar (azul) que invade el norte del mar Jónico procedente del sur de la península balcánica y que gira hacia el sur rodeando la cometa por su lado convexo. Más al oeste del ciclón se observa en la imagen el enrojecimiento de la masa cálida y seca al oeste del ciclón, debido a un mayor hundimiento de la tropopausa que acompaña a un máximo de chorro en niveles altos.

Día 9 a las 12 UTC (figura 1d): el ciclón se dirige lentamente hacia la costa este del golfo de Sidra mientras se intensifica (figura 3e). En la ciclogénesis intervienen mecanismos de latitudes medias y mecanismos tropicales. La presencia de un máximo de VP en 300 hPa que se enrosca con el ciclón (figura 3e) indica que, al menos en parte, el ciclón se está intensificando por un proceso de inestabilidad baroclina, propio de las ciclogénesis de las latitudes medias; la intensificación de los vientos en las proximidades del centro del ciclón indica que está presente el mecanismo tropical que extrae del mar de la energía que alimenta al ciclón por el calor latente liberado en la convección; la corriente procedente del Mármara sigue alimentando al SCM por el norte del ciclón (figura 3f). Además los ambos mecanismos están acoplados, pues la masa de aire rojiza (de alta VP típico de las proximidades de la estratosfera), que se interna en la parte cóncava de la cometa descendiendo y ganando vorticidad ciclónica, forma parte de la corriente descendente mesoscalar trasera del SCM.

Día 9 a las 15 y a las 18 UTC (figuras 1e-f): se hace más evidente el resultado de la ciclogénesis al irse disipando la

nubosidad alta de la cabeza nubosa y al hacerse visible la espiral del centro de vorticidad; a las 18 UTC se puede percibir el ojo del medicán. Lo cual implica el predominio del mecanismo baroclino en estos momentos, causado por la desconexión del SCM asociado al ciclón de la corriente del Mármara; consecuentemente la vorticidad potencial en 500 hPa se conforma simétricamente respecto al centro del ciclón (figura 3h). Mientras tanto, la masa de aire polar se expande sobre el mar hacia el este, próximo a la costa de Libia y los mayores desarrollos nubosos convectivos aparecen sobre el mar al este del ciclón.

Día 10 a las 00 UTC (figura 1g): el centro del ciclón se encuentra sobre el continente donde solo se puede apreciar alguna nubosidad de tipo bajo y medio. Sin embargo, sobre el mar se observa nubosidad alta orientada NO-SE asociada a un máximo de la corriente en chorro/vaguada corta cuya interacción con el ciclón hace que este mantenga su intensidad.

Resto del día 10 y madrugada del día 11 (figuras 1h-j): aunque la nubosidad ha desaparecido en el ciclón sobre tierra, la columna de aire cálido con gran humedad interacciona con la masa de aire frío polar marina pegada a la costa creando circulaciones frontogénicas muy estacionarias e intensas sobre el nordeste de Libia (figuras 3h-j: flujo hacia la costa en niveles bajos y hacia el mar en niveles altos), generando enormes cantidades de precipitación. La creación y mantenimiento de nubosidad alta en forma de abanico es señal de la formación y existencia de un frente cálido muy activo. Desaparecida la convección en el centro del ciclón, éste mantiene su energía únicamente por el contraste de masas de aire como cualquier borrasca extratropical por lo que el ciclón ha sufrido una transición extratropical (TE). Las TE ocurren con frecuencia cuando un ciclón tropical se interna en los océanos extratropicales e interacciona con frentes asociados a las borrascas de las latitudes medias. Fueron especialmente graves las inundaciones en la ciudad costera de Derna al reventar dos presas aguas arriba que no resistieron la presión de la enorme cantidad de agua que acumularon.

## Marco sinóptico y resumen

La situación sinóptica, que se muestra en la figura 2 para las 12 UTC del día 9, se mantuvo muy estacionaria durante la vida del ciclón-medicán (M). Era una situación de bloqueo, con una dorsal (D) en Europa central conteniendo una masa de aire tropical (verde en la imagen de masa de aire, figura 2b), y bajas presiones en el Mediterráneo central, resto de la borrasca Daniel, conteniendo una masa de aire polar (azulada, orlada en niveles altos por aire seco y cálido de color ocre). Sobre Rusia existía una vaguada también con una masa de aire frío polar, separada de la masa sobre el Mediterráneo, por una línea de deformación este-oeste, marcada por d1-d2. En el análisis del modelo (figura 2a) la línea se muestra como una banda de VP > 2 uvp y en la imagen con una banda este-oeste rojiza, que se ve más claramente sobre el sur del mar Negro, que separa la masa polar de la vaguada rusa V, de la masa polar, resto de Daniel, del norte de Turquía, sur de Balcanes y norte del ciclón M. Esta línea se desplazaba lentamente hacia el sur y con ella se desplazaban hacia las costas de Libia el ciclón y la masa de aire polar produciendo:

- ▶ intensificación del ciclón al interactuar con los máximos de corriente en chorro en altura de la periferia de la baja
- ▶ pérdida de la convección en el centro del ciclón al pasar a tierra (pérdida del carácter tropical)
- ▶ aumento del contraste de masas de aire en la costa africana
- ▶ formación de circulaciones frontogénicas muy intensas sufriendo el ciclón una transformación extratropical, con precipitaciones muy intensas dado el gran contenido de humedad.

## Referencias

- Bartels, D. L., and R. A. Maddox, 1991: mid-level cyclonic vortices generated by mesoscale convective systems. *Mon. Wea. Rev.*, **119**, 104-118, [https://doi.org/10.1175/1520-493\(1991\)119,0104:MCVGBM.2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-493(1991)119,0104:MCVGBM.2.0.CO;2)
- Kirkman, J., 2010: Applications of Meteosat Second Generation (Meteosat-8), AIRMASS. [http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/bin/guides/msg\\_rgb\\_airmass.ppt](http://oiswww.eumetsat.org/IPPS/html/bin/guides/msg_rgb_airmass.ppt)