

¿Qué es una DANA y cómo se forma?

¿Por qué es más adecuado usar este término que gota fría?

Enrique F. Barrera

A comienzos de septiembre, el término meteorológico que más se escucha en los medios de comunicación es DANA y también gota fría. Estos términos se suele decir que son sinónimos, pero no es exactamente así. En primer lugar, vamos a explicar qué es una DANA, en qué se diferencia de las borrascas que llegan a la península Ibérica, sobre todo en invierno, y veremos por qué resulta más adecuado usar el término DANA, en lugar de gota fría. Finalmente, se mostrará una herramienta interactiva para que podáis observar características de las DANAS.

Una DANA es una depresión aislada a niveles altos. Las letras que componen este acrónimo nos resumen sus características:

- **Depresión:** una borrasca o ciclón de latitudes medias.
- **Aislada:** es una circulación cerrada y aislada de la “normal”, lo que conocemos como circulación general.
- **Niveles Altos:** se forma en niveles altos de la troposfera (la primera subcapa de la atmósfera, desde la superficie hasta los 11-12 km de altitud en latitudes medias). Lo que conocemos como borrasca llega a la superficie.

En la Figura 1 podemos apreciar la diferencia entre DANA y una borrasca a través de imágenes de satélites. A la izquierda, la nubosidad asociada a la DANA de septiembre de 2019 y a la derecha, una borrasca de latitudes medias. La principal diferencia es el ojo en espiral que tiene la borrasca, que se forma por la influencia de la superficie en la borrasca, mientras que la nubosidad asociada a la DANA sigue un patrón más irregular.

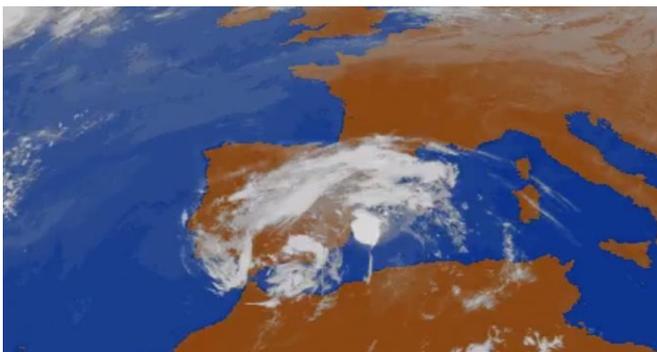


Figura 1.- Imágenes satelitales en el IR (Fuente: AEMET). A la derecha, una imagen en el canal visible del satélite MODIS de una borrasca.

Para explicar cómo se forma una DANA, tenemos que analizar cómo se comporta la atmósfera a niveles altos. Entre los 8 y 12 km se encuentran una serie de pasillos o corredores de intensos vientos, que fluyen hacia el este, como si formaran ríos. Se trata de las corrientes en chorro (Figura 2, izquierda). En cada hemisferio hay dos: la polar y la subtropical. Se forman por la diferencia de

temperatura entre dos regiones. La corriente en chorro polar se forma por la interacción entre el aire frío polar y el cálido subtropical, que produce una diferencia de altura de la troposfera a ambos lados. Por otro lado, la corriente subtropical se forma por la interacción entre este último y el aire cálido ecuatorial. Ambas presentan ondulaciones, debido a la forma esférica de la Tierra y a los efectos rotatorios del planeta. Las velocidades en estas corrientes llegan a ser de hasta 180 km/h, que los aviones llegan a usar para acortar el tiempo de vuelo.

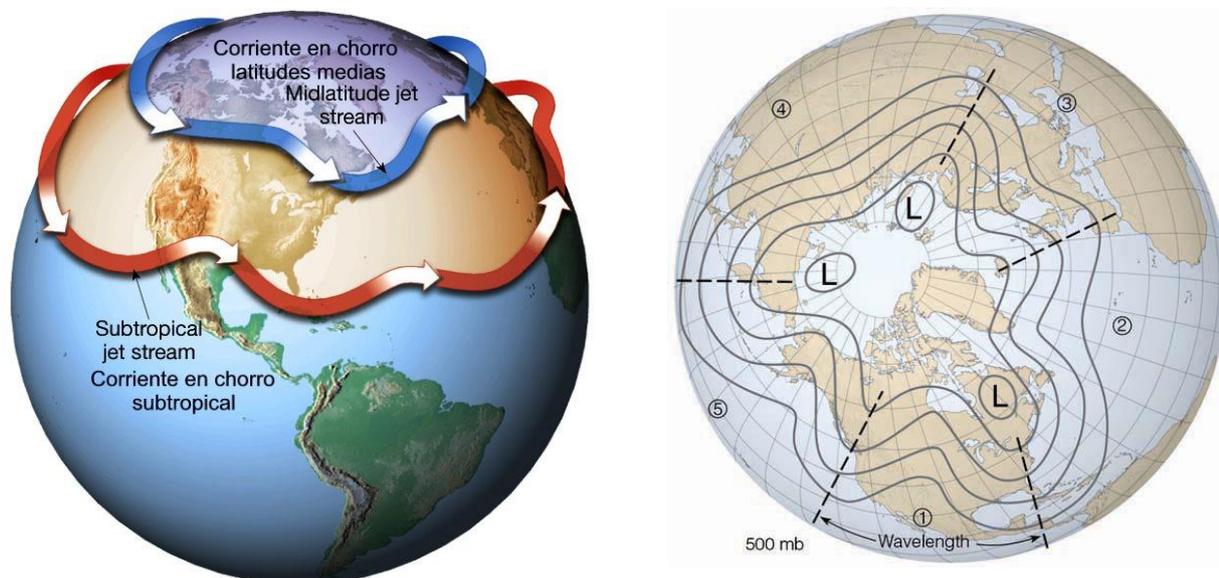


Figura 2.- Las corrientes en chorro en el hemisferio norte y a la derecha, un mapa de altura a 500 hPa, que muestran la ondulación de las isohipsas, las ondas se llaman de Rossby (Imagen de *Meteorology Today*).

La mejor forma que tenemos de poder “observar” estas corrientes es a través de los mapas de altura. Estamos acostumbrados a ver mapas en los que se fija una altura y se muestran curvas donde la presión es la misma: las isobaras. Pero también se suelen usar mapas en los que se intercambian estas magnitudes: los mapas de altura geopotencial. En estos mapas se pinta a qué altura se encuentra una cierta presión fija y mediante curvas se unen todos los puntos que marcan una misma altura. Las curvas de igual altura se llaman isohipsas. Tenemos, por ejemplo, mapas de 200, 500 y 850 hPa. En los primeros se recogen las alturas donde se encuentran las corrientes en chorro y las podemos observar como una zona donde la separación entre isohipsas es muy pequeña y, además, se curvan muy pronunciadamente en algunas zonas. Por lo tanto, muy unidas y curvadas. El viento sigue esas curvas en estos niveles de altura. Los mapas de 700 o 850 hPa se suelen usar para observar masas de aire de distintas temperaturas, con lo que se consiguen apreciar las masas de aire que separan la corriente en chorro.

En el mapa de 200 hPa se observa que la corriente en chorro se curva, formando ondas. Estas ondas se suelen llamar ondas planetarias o Rossby y su origen está en los efectos rotatorios de la Tierra (a través de la fuerza de Coriolis). En la zona donde las ondas se curvan como si fueran una sonrisa (vaguada), es donde se suelen formar las borrascas, a través de una inestabilidad llamada baroclínica. La perturbación crece extrayendo energía de la corriente en chorro. Para observar las vaguadas, se usan los mapas de 500 hPa, ya que aquí se aprecian mejor las citadas ondas. Esto se ilustra en la figura 2; a la derecha podemos observar las ondas de la corriente en chorro en el nivel de 500 hPa, formando diferentes vaguadas.

En la Figura 3 podemos observar las fases por las que pasa una borrasca y una DANA. La borrasca se forma por la aparición de una vaguada, que se va desplazando. Además, tiene asociados unos frentes en superficie. En ocasiones, la vaguada se ondula tanto que se separa de la corriente en

¿Por qué se producen tormentas tan intensas?

La convección nos ayuda a entender por qué se forman tormentas tan intensas. Para que se inicie, necesitamos tres ingredientes: una alta temperatura, una zona de baja presión a niveles bajos y que el aire embolsado en la DANA sea húmedo. La diferencia de temperatura es el ingrediente ideal para que se produzca inestabilidad atmosférica. Este concepto se representa por una burbuja de aire que asciende desde el suelo y se va enfriando. Si la situación fuera estable, cuando alcance la misma temperatura que el aire que lo rodea, comenzaría a bajar, pero sí sigue subiendo y enfriándose a pesar de estar más fría que el ambiente tenemos la situación contraria. Habrá un punto en el que la burbuja alcance el nivel de condensación y forme nubes. Este proceso se llama convección.

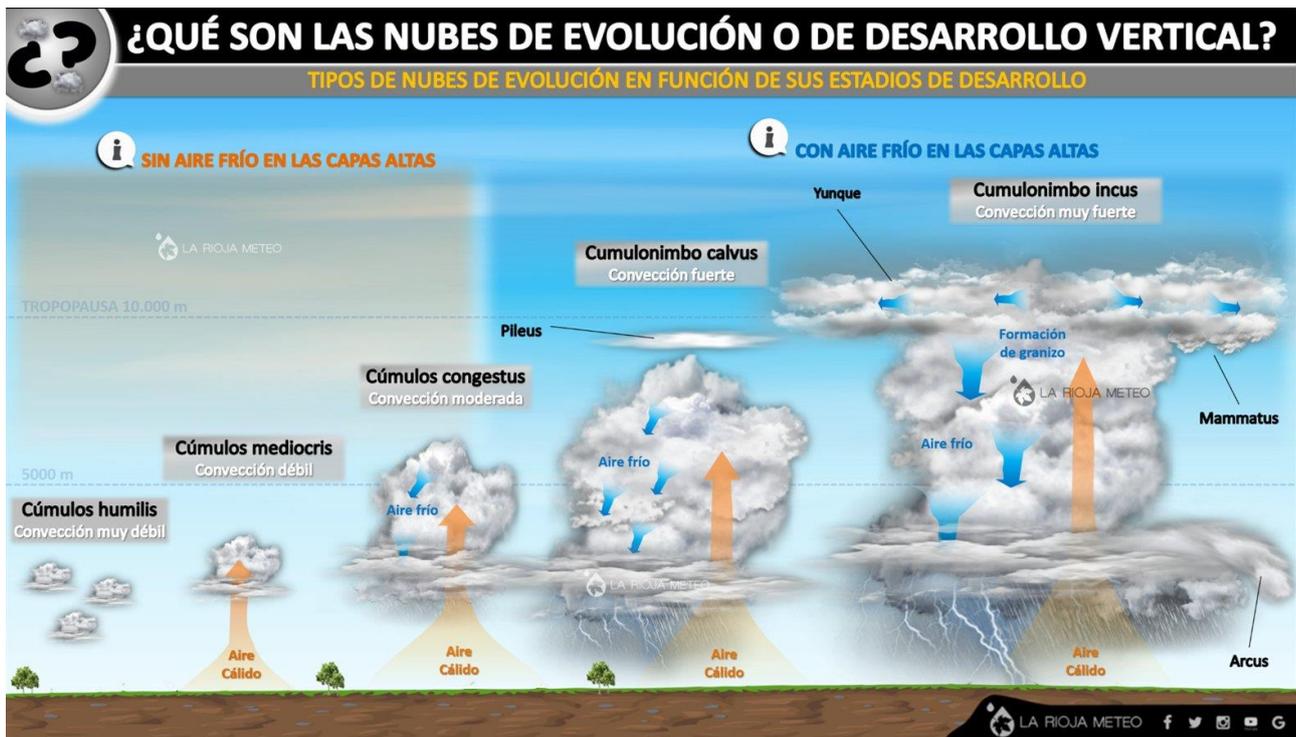


Figura 4.- Imagen que representa la formación de un Cumulonimbus por convección. Fuente: La Rioja Meteo.

A partir de esto, podemos ver que el aire frío del embolsamiento permite que la burbuja suba más de lo normal, lo que favorece la formación de nubes más altas y grandes, hasta culminar en nubes de tormenta: los cumulonimbos (Figura 4).

La zona de bajas presiones es lo que permite que el aire pueda ascender por convección y que el aire cálido que llega de niveles bajos acabe calentando el aire del embolsamiento y disipe la DANA. En la figura 5, arriba (siguiente página), podemos ver la nubosidad en cada fase, que se observa en distintos canales de imágenes satelitales. La DANA puede llegar a formar sistemas convectivos de gran tamaño. En la DANA de comienzos de septiembre de 2021 se pudo observar un posible sistema convectivo de mesoscala, que cubrió gran parte del este peninsular. Finalmente, en la imagen se observa una forma más detallada de la formación de una DANA.

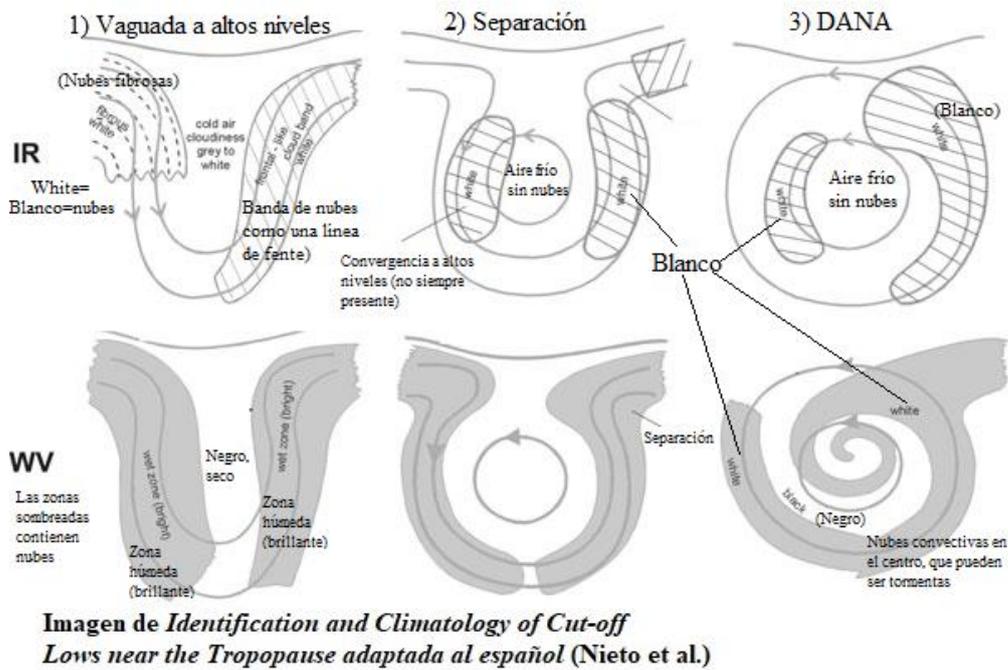


Figura 5.- Nubosidad asociada a cada fase de la DANA (imagen adaptada al español de Nieto et Al.) en el canal infrarrojo (IR) y el canal de vapor de agua (WV). La fase final es la que produce las lluvias más intensas, al formar nubes convectivas.

¿Qué diferencia hay entre una gota fría y una DANA?

Cuenta el meteorólogo Francisco Martín León en su artículo sobre la DANA y la gota fría, que el término fue creado por la escuela alemana de meteorología (*kaltlufttropfen*, gota de aire frío) y posteriormente usado en España. Köppen y Sherhag definieron la gota fría como una depresión en altura, sin reflejo en superficie, en cuya parte central hay aire frío. En España se empezó a usar el término, sobre todo en el Mediterráneo, pero se comenzó a usar erróneamente allí para describir cualquier episodio de lluvias intenso. Esto llevó al entonces Instituto Nacional de Meteorología (actual AEMET) a empezar a usar el término DANA. Este último término sigue a la definición en inglés (*cut-off low*) y a diferencia de la gota fría, describe qué es una circulación aislada y separada del chorro polar o subtropical. Es, por tanto una definición más acertada que gota fría. Además, aunque no implícitamente, DANA recoge los efectos que el embolsamiento produce en superficie, a través de la precipitación y la temperatura. Por otro lado, su nombre es un homenaje póstumo al meteorólogo español Francisco García Dana.

A veces, la DANA (el embolsamiento de aire frío) se puede extender a la superficie, formando lo que se llama una borrasca fría o borrasca fría polar, porque tiene aire frío en superficie.

La DANA es, entonces, una circulación cerrada que gira en sentido ciclónico y se forma en niveles altos por la separación de una vaguada de la corriente en chorro. En su interior hay un embolsamiento de aire frío, que favorece la formación de tormentas por una mejora en la convección y en la inestabilidad. El cambio climático puede influir en 3 elementos: el aporte de humedad, que se puede favorecer por un Mediterráneo más cálido o por una mayor entrada de aire subtropical húmedo, una mayor inestabilidad en las corrientes en chorro, y a través de cambios en los patrones climáticos a una escala mayor.

Un ejemplo interactivo

En internet hay webs donde podemos ver las características que recogen los distintos sistemas sinópticos. Nullschool es un proyecto que, a través de su web (<https://earth.nullschool.net/>), podemos ver en un mapa global distintas magnitudes meteorológicas, a distintas alturas y en cualquier fecha, por lo que es ideal para poder observar una DANA. En la Figura 6 mostramos los mapas a distintas alturas para la DANA que afectó al este peninsular entre el 10 y el 12 de septiembre de 2019. Solo tenéis que seleccionar la altura de 200 hPa y podéis seleccionar magnitudes como viento, precipitación o humedad. Podéis ver cómo la DANA pasó por las fases que mostraba la figura 3 y la precipitación que se recogió en la región de Murcia y provocó grandes inundaciones.

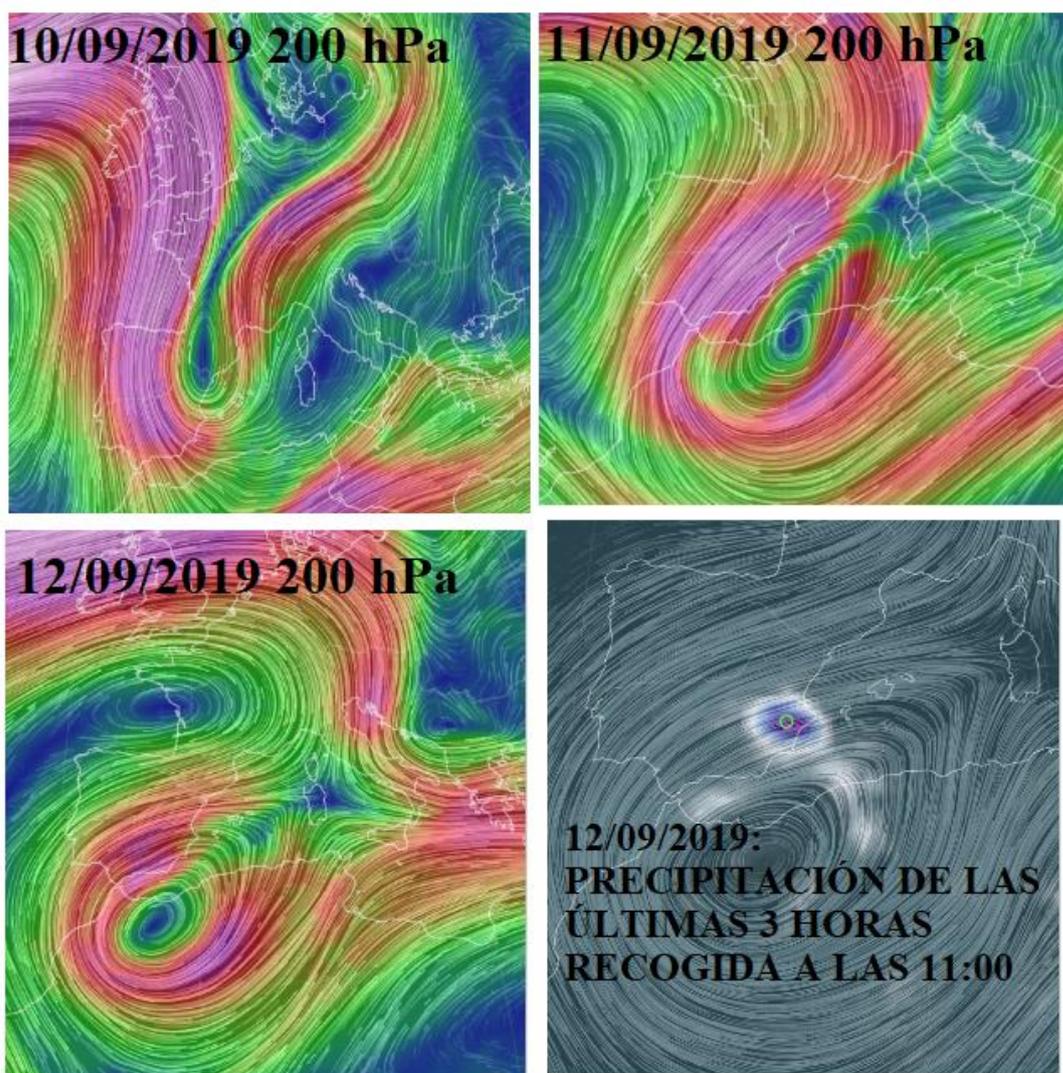


Figura 6.-Desarrollo de la DANA de septiembre de 2019 a partir de los mapas de earth.nullschool. Se muestra la dirección del viento en las tres primeras imágenes (a color). Los tonos más rojizos muestran una mayor velocidad del viento y los azulados, una mucho más pequeña. El 10 de septiembre se observa la ondulación de la corriente en chorro polar, el 11 comienza la separación y el 12 ya está separada de la corriente en chorro. Abajo, a la derecha, se muestra la precipitación acumulada en 3 horas. Los tonos más morados muestran una mayor precipitación.

También se puede seleccionar la opción de temperatura y pinchar en distintas zonas para ver qué efectivamente es un embolsamiento de aire frío o mirar la gran humedad relativa que había en la zona.

Otra forma de ver la DANA sería también observando el canal de vapor de agua de imágenes de satélite. También recomendamos usar esta herramienta para observar las corrientes en chorro, por ejemplo, podéis seleccionar distintos días del año para ver cómo cambia. En invierno es cuando mejor se pueden observar las dos.

Referencias

- Ahrens C. D. *Meteorology Today*.
- <https://earth.nullschool.net/>
- Francisco Martín León, “Las gotas frías / danas. Ideas y conceptos básicos”. AEMET.
- Nieto et al. “Identification and Climatology of Cut-off Lows near the Tropopause”.