

DANAS

DOPADAS POR EL CAMBIO CLIMÁTICO

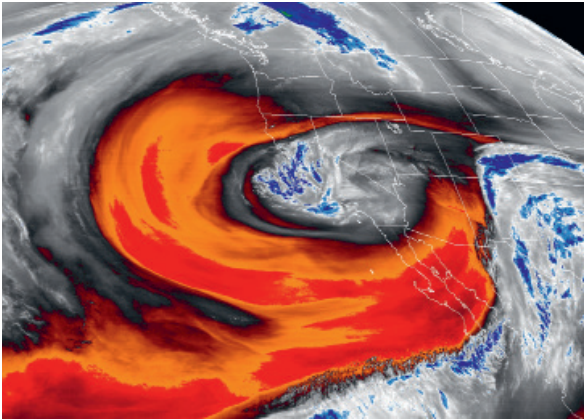
Por desgracia la palabra dana ya forma parte de nuestras vidas, y con resultados trágicos. Este fenómeno es habitual cada año y el cambio climático amenaza con agravar sus terribles consecuencias. Su persistencia y su alcance cada vez son mayores, haciéndonos temer pronunciar su nombre.

Texto de **JOSÉ MIGUEL VIÑAS**, meteorólogo de Meteored

L

as danas son un fenómeno recurrente en España, que también tienen lugar en otros lugares del planeta. Desde el siglo XIII hay documentación gráfica y escrita con referencias a riadas, avenidas e inundaciones catastróficas en el área mediterránea, que tuvieron su génesis en depresiones aisladas en niveles altos troposféricos. El Mediterráneo, en general, y la Comunidad Valenciana, en particular, tienen un largo historial de danas o gotas frías (en su antigua denominación) de consecuencias devastadoras.

El dramático episodio ocurrido en Valencia el 29 de octubre de 2024 no ha sido el de mayor magnitud de todos los ligados a danas que hay documentados en España, pero se batieron en él varios récords nacionales absolutos de intensidad de precipitación, lo que invita a pensar en su posible atribución al cambio climático; algo que han certificado algunos estudios realizados *a posteriori*. Por otro lado, la persistencia de la dana y su alcance espacial representan igualmente una singularidad con respecto a otros episodios de naturaleza similar ocurridos en el pasado, lo que seguramente obedece al nuevo marco climático actual.



Recreación de una DANA en diferentes colores. España está en una zona fronteriza entre las masas de aire frío de origen polar (del norte) y las de aire cálido subtropical (del sur).

En nuestro ámbito geográfico (latitudes medias o templadas) la circulación atmosférica dominante es del oeste. Estamos en una zona fronteriza entre las masas de aire frío de origen polar (del norte) y las de aire cálido subtropical (del sur). De manera natural, se forman grandes ondulaciones en las corrientes del oeste que nos afectan, conocidas como ondas de Rossby. Cuando el flujo se ondula más de la cuenta, se produce un descolgamiento de aire frío que queda aislado de la circulación general del oeste. Surge así



La Comunidad Valenciana tiene un largo historial de danas o gotas frías, pero ninguna tan devastadora como la del mes de octubre de 2024.

La dana del 29 de octubre de 2024

Por desgracia, 2024 será siempre recordado como «el año de la dana de Valencia». Dicho episodio meteorológico de alto impacto fue el causante de la inundación catastrófica que afectó a una extensa zona poblada de la provincia de Valencia. Tuvo lugar entre finales de octubre y principios de noviembre de 2024 (siendo el día 29 de octubre cuando ocurrió la gran catástrofe) y fue particularmente doloroso por su magnitud y por el trágico balance de víctimas; un total de 230 personas perdieron la vida, según los datos oficiales (a fecha de 10 de diciembre de 2025).

La dana comenzó a gestarse el 26 de octubre de 2024 al sur de las Islas Británicas, desplazándose con rapidez hacia el sur de la Península. La duración de las danas rara vez supera los tres días, pero en este caso perduró hasta el 2 de noviembre, los últimos días ya como una borrasca fría aislada. Los modelos de predicción meteorológica ya insistían en situar la dana en el sur peninsular, con un núcleo frío destacado, con cinco días de antelación a que ocurriera la catástrofe de Valencia. La situación prevista recordaba mucho a la de la Pantanada de Tous de octubre de 1982 y a alguna otra de las históricas. La temperatura del agua superficial del Mediterráneo Occidental presentaba anomalías de temperatura de entre +1 y +2 °C.

El 29 de octubre, antes de las 10 de la mañana, AEMET activó avisos rojos por lluvias torrenciales en todo el litoral de Valencia, interior norte de la provincia y zonas limítrofes de la provincia de Cuenca. La presencia de la dana favoreció la formación de un SMC (sistema convectivo de mesoscala), que es el nombre que reciben en meteorología los sistemas tormentosos organizados, de mayor escala espacial y temporal que una tormenta. Aquella fatídica tarde, en su flanco sur se desarrolló una línea de tormentas de gran eficiencia pluviométrica, alimentadas por un flujo muy intenso de aire muy húmedo en la columna atmosférica, en torno al cual se produjeron las lluvias más intensas y abundantes del episodio. Las subcuencas hidrográficas del Poyo y del río Magro fueron las que recibieron las mayores cantidades de lluvia, desencadenándose las inundaciones catastróficas aguas abajo. La estación meteorológica de Turís (Valencia), perteneciente a la red de estaciones automáticas de AEMET, fue la que registró una mayor cantidad de lluvia. Se batieron en ella los récords absolutos en España de precipitación acumulada en una hora (185 l/m²), en 6 horas (621 l/m²) y en 12 horas (720 l/m²). No se batió el récord de precipitación máxima diaria (en 24 h) de la localidad de Oliva (817 l/m²), registrado el 3 de noviembre de 1987. En Turís el 29 de octubre de 2024 la lluvia acumulada fue de 772 l/m². Difícilmente se hubieran registrado esas intensidades de lluvia sin el dopaje térmico y dinámico al que se vio sometida la dana. El marco climático actual es propicio para ello y, previsiblemente, lo será todavía más en los años venideros.



En la imagen, impacto de la dana de octubre del 2024 en Aldaia, en Valencia.

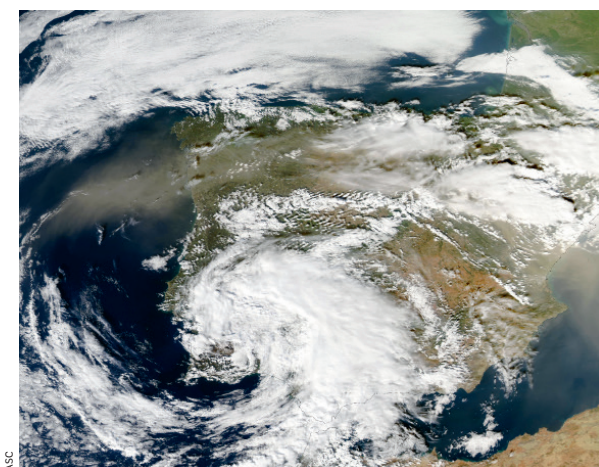
una dana, que presenta una circulación cerrada, que inicialmente, no tiene reflejo en superficie.

INESTABILIDAD ATMOSFÉRICA

Las danas favorecen los ascensos de aire en la atmósfera (la convección) y con ello el crecimiento de nubes de gran desarrollo vertical, lo que culmina en la formación de tormentas. Generan unos entornos de gran inestabilidad atmosférica, en los que se produce convección profunda, lo que origina fenómenos meteorológicos adversos, asociados a la actividad tormentosa. La presencia de danas es bastante común en el ámbito geográfico de la Península y Baleares, siendo particularmente frecuentes en la franja situada entre Madeira y el sur peninsular. Las situadas en

esta última zona son las precursoras de los episodios de lluvias torrenciales en el Mediterráneo, preferentemente en otoño, lo que obedece a la combinación de los siguientes cuatro ingredientes:

- 1) **Presencia del aire frío en altura**, que actúa como el tiro de una chimenea, favoreciendo el desarrollo vertical de las nubes convectivas (de tipo cúmulo) y la formación de tormentas.
- 2) **Aire muy cargado de humedad en capas bajas**, situado sobre las cálidas aguas mediterráneas otoñales.
- 3) **Vientos húmedos de levante** (componente este).
- 4) **El «efecto disparo»** al que se ve sometido el aire húmedo impulsado por el viento marítimo, ya que es forzado a ascender al encontrarse con las sierras y montañas prelitorales del arco mediterráneo.



Las danas son frecuentes en la franja situada entre Madeira y el sur de la península. Imagen de una dana sobre España.

El cambio climático está provocando cambios que inciden de manera muy directa en el segundo ingrediente (forzamiento térmico) y también en el primero y tercero (forzamiento dinámico), lo que da como resultado unas danas dopadas, que despliegan cada vez unos fenómenos meteorológicos más extremos. El calentamiento global comienza a provocar cambios en los patrones meteorológicos, lo que conlleva impor-

El calentamiento global provoca cambios en los patrones meteorológicos y altera el comportamiento atmosférico

tantes alteraciones en el comportamiento atmosférico.

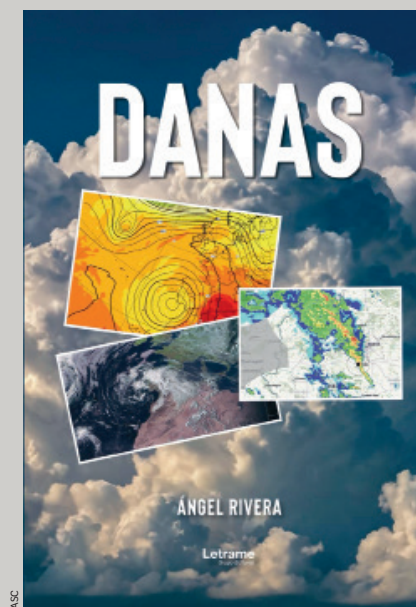
Las ondas de Rossby - a las que antes nos referimos - muestran con mayor frecuencia grandes amplitudes, configurando un patrón que ha sido bautizado como QRA (amplificación cuasiresonante). La creciente interacción entre el chorro polar y el subtropical (este último con incursiones cada vez más hacia el norte, debidas a la constatada expansión de la célula de Hadley del hemisferio norte hacia latitudes más altas) elonga las ondas planetarias. Alternan en ellas grandes dorsales de aire subtropical y profundas vaguadas de aire polar de las que, en muchas ocasiones, se descuelgan danas. La QRA hace que sean más probables las olas de calor extremo, los ciclones híbridos y unas danas con rasgos subtropicales.

Una lectura imprescindible

El pasado otoño el meteorólogo Ángel Rivera publicó un oportuno libro titulado *DANAS* (Letrame, 2025), en el que expone de forma clara y rigurosa la física atmosférica de las danas y profundiza en su relación con las lluvias torrenciales y las inundaciones catastróficas, para lo cual recuerda y analiza los episodios más importantes ocurridos en España en los últimos decenios.

Se trata de un libro muy personal, escrito a partir de su larga experiencia profesional en el tema. Ángel Rivera es físico y meteorólogo del Estado y trabajó durante 38 años en el servicio meteorológico, llegando a ser responsable de Predicción en el antiguo Instituto Nacional de Meteorología (INM) y, posteriormente, responsable de Comunicación y portavoz de AEMET hasta su retiro voluntario en 2012. Rivera fue quien propuso el cambio de nombre de gota fría a dana (acrónimo de depresión aislada en niveles altos), en memoria del también meteorólogo Francisco García Dana, fallecido prematuramente en 1986.

En el libro se ofrecen todas las claves sobre las danas, incluyendo los retos que tiene predecir estos fenómenos de la naturaleza, la importancia de la vigilancia meteorológica y las dificultades que conlleva trasladar de la forma más eficaz posible a la población los riesgos asociados a estas situaciones meteorológicas. Dedicar un capítulo a los sistemas actuales de avisos y alertas, en el que plantea una sugerente propuesta de mejora, basada en su gran conocimiento de las situaciones críticas inherentes a los episodios de lluvias intensas. Con la vista puesta en el futuro, el autor también ofrece respuestas a la siguiente pregunta: ¿Cómo evolucionarán las danas con el cambio climático?, y dedica unas últimas páginas a enumerar las tareas pendientes, a su juicio, en el ámbito de la investigación, la operatividad y la comunicación. En resumen, un libro de obligada lectura para conocer en profundidad todos los aspectos relacionados con las danas.



En la imagen, derrumbe de la carretera A-334 en Serón (Almería), como consecuencia del aumento súbito de un caudal de una rambla al paso de la dana de octubre de 2024.

Aunque la variabilidad interanual en el número de danas es muy alta, desde los años 60 hasta la actualidad se aprecia una ligera tendencia al alza, aunque con una baja significación estadística.

Por otro lado, la presencia de unos mares y océanos con sus aguas superficiales a temperaturas cada vez más altas, está provocando que su contenido de calor sea cada vez mayor, habiendo más energía que escapa de ellos a la baja atmósfera. La consecuencia son unos fenómenos meteorológicos extremos cada vez más frecuentes, intensos y de más alto impacto. La mayor energía disponible llega a las danas tanto por vía aérea (chorros alterados, más intensos) como por vía marina (termodinámica). La parte baja de la atmósfera se está recargando de vapor de agua, que es la «gasolina» que contribuye a aumentar la adversidad de los fenómenos meteorológicos de naturaleza tormentosa, como los generados por las danas.

MAYOR INTENSIDAD

Por lo que venimos comentando, las danas actuales están dopadas. Ha cambiado el marco climático. En las gotas frías mediterráneas ocurridas en el pasado también entraba en juego una gran cantidad de energía y se daba la combinación de ingredientes necesaria para producirse inundaciones catastróficas, pero en la actualidad y con la vista puesta en el futuro, el riesgo de que ocurran episodios de alto impacto es mayor.

La irregularidad espacial y temporal de los episodios de lluvias torrenciales asociados a danas dificulta su caracterización y el establecimiento de tendencias. Algunos estudios recientes han podido certificar un aumento de la intensidad de las citadas lluvias, como consecuencia del aporte extra de humedad que incorpora al aire un mar Mediterráneo, cuya superficie está cada vez más caliente. Los flujos, tanto de ese aire extremadamente húmedo, como del que es inyectado por las incursiones más frecuentes del chorro subtropical, dan como resultado una mayor eficiencia de la precipitación, lo que se traduce en más torrencialidad (con picos muy destacados) y mayores cantidades acumuladas.

Resulta mucho más difícil de saber si se están formando más danas en los últimos años como consecuencia del cambio climático. Aunque algunos estudios sugieren una ligera tendencia al alza, el nivel de conocimiento actual impide ser concluyente al respecto. Lo que sí puede afirmarse es que las que se forman en nuestro entorno geográfico tienen cada vez una probabilidad mayor de dar lugar a episodios hidrometeorológicos extremos de alto impacto, potenciados en muchos casos por factores ajenos al comportamiento atmosférico, como la ubicación de viviendas e infraestructuras en zonas inundables. El dopaje de las danas es un hecho incuestionable, pero tenemos en nuestras manos minimizar sus impactos. □