

## El incendio de Sierra Bermeja y la lluvia en su control

JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ-LAULHÉ

El pasado 8 de septiembre se declaró un violento incendio forestal que afectó a los términos municipales de Estepona, Benahavís, Jubrique, Genalguacil, Faraján, Pujerra, Alpandeire y Júzcar, en el oeste de la provincia de Málaga; se produjo el desalojo completo de los seis últimos pueblos, que supuso la evacuación de 2670 personas, y el fallecimiento de un bombero del Infoca; arrasó unas 10 000 hectáreas, afectando a zonas de alto interés ecológico en el valle del río Genal y a los Reales de Sierra Bermeja; la ceniza del incendio también afectó al mar de Alborán pues su humareda se extendió hacia el este sobre el mar unos 400 kilómetros, como se observa en la imagen del día 9 obtenida por el satélite Sentinel 3 del programa Copernicus de la UE (Figura 1).



Figura 1. Imagen del Sentinel 3 del Programa Copernicus de la UE; 9 de septiembre 2021.

Las condiciones meteorológicas durante el inicio del incendio forestal eran de terral de verano, habituales de los incendios en la provincia de Málaga. El terral es un viento de dirección noroeste que se acelera, calienta y reseca en las laderas de las sierras Béticas orientadas hacia el mar, pudiendo alcanzar rachas de valores muy altos, y temperaturas especialmente cálidas en verano (ver esquema en la figura 2). El terral afecta más frecuentemente a los tramos del litoral malagueño en los que la línea de costa toma forma cóncava, menos expuestos al flujo del sudoeste procedente del Estrecho, como son la bahía de Málaga y el arco costero de Estepona en el oeste, donde se declaró el incendio.

La imagen del día 9 muestra los cúmulos *humilis* en el seno del aire “frío” a barlovento de las sierras y los cielos despejados a sotavento debido al descenso del aire. Durante las primeras horas el incendio avanzó hacia la costa y posteriormente, con el giro del viento a sudeste, extendió su perímetro hacia el este y hacia el norte.

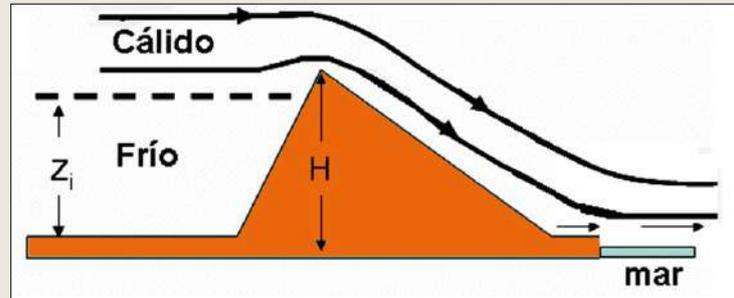


Figura 2. Esquema de viento terral cálido.

El verano del año 2021 había sido extremo en cuanto a días con situación de terral, especialmente en julio, por lo que el estado de la muy abundante vegetación en la zona del incendio era también proclive a la rápida y violenta propagación. Además, la orografía de la zona es muy intrincada, dificultad añadida a la hora de combatir un incendio.

El control del incendio por parte del Infoca tuvo como gran aliada la lluvia en la madrugada del día 14 que presentó un máximo relativo en los pluviómetros próximos a la zona del incendio (figura 3). Según Jing et al. (2018)<sup>1</sup>, los aerosoles pueden inhibir o vigorizar la convección, según el tipo y la concentración de aerosol. En promedio, el humo tendería a suprimir la convección y dar como resultado una nubosidad más baja que si las nubes fueran limpias. Si el humo es considerable, la convección poco profunda se podría detener por completo, pero por el contrario, la convección profunda asociada a un frente incidente, podría volverse aún más fuerte debido a la CAPE (energía potencial disponible para la convección) no consumida, especialmente por encima de la capa límite planetaria. Las conclusiones del artículo de Jing et al.(2018) se pueden ajustar a lo observado en el incendio: escaso desarrollo vertical en los pirocúmulos, y máximo de precipitación en la zona generada con la llegada de una banda convectiva, debido, no a la mayor cantidad de núcleos de condensación existentes, sino a un mayor CAPE en la zona.

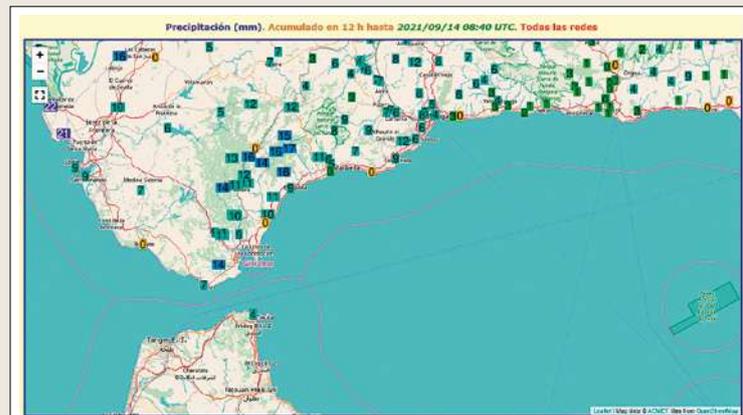


Figura 3. Precipitación durante la noche del 13 al 14 de septiembre. Fuente: AEMET

<sup>1</sup> Jiang, J.H., Su, H., Huang, L. et al. Contrasting effects on deep convective clouds by different types of aerosols. Nat Commun 9, 3874 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06280-4>

# Capa húmeda absolutamente inestable (MAUL) en las inundaciones en Huelva el 23 de septiembre de 2021

JOSÉ MARÍA SÁNCHEZ-LAULHÉ

El día 23 de septiembre, entre las 8 y las 10 UTC, se produjeron precipitaciones torrenciales que dieron lugar a inundaciones catastróficas en la costa oeste de Huelva, afectando principalmente a las poblaciones de Ayamonte, Isla Cristina, Lepe y Cartaya. Más de 2000 inmuebles resultaron afectados y más de 2000 vehículos quedaron inservibles.

En la estación meteorológica de Cartaya de AEMET se midieron durante el episodio 119.2 mm, de los cuales 112.4 mm lo fueron en una hora, entre las 9:00 y las 10:00 UTC, y 32.8 mm en diez minutos, entre las 9:00 y las 9:10 UTC (figura 4), por lo que el aviso naranja emitido por AEMET por precipitaciones previstas pasó a aviso rojo observado.

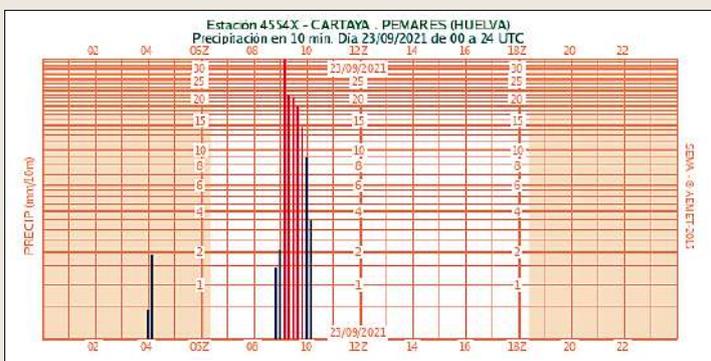


Figura 4. Precipitación en la estación meteorológica de AEMET en Cartaya el 23 de septiembre. Fuente AEMET

Las tormentas convectivas causante de estas precipitaciones constituía el extremo meridional de la banda nubosa delante de una dana cuyo centro se encontraba junto a la costa portuguesa (figura 5).

En los dos sondeos previstos por los modelos del IFS del ECMWF para las 06 UTC, mostrados en la figura 6, se observan factores importantes que pueden explicar la intensidad de las precipitaciones. El de la izquierda que corresponde a un sondeo inmediatamente anterior al paso de la banda de precipitación prevista, y el de la derecha un sondeo durante el paso de dicha banda en la zona de las precipitaciones intensas. Se observa:

a) un chorro del sur en niveles bajos, delante de la banda de precipitaciones, a unos 850 hPa, que parece corresponder a la capa seca entre 850 y 700 hPa del sondeo de la izquierda, y al flujo seco y estrecho del sur desde la costa de Marruecos a la costa de Huelva (marcado con una T) en las imágenes del canal

de 7.3  $\mu\text{m}$  de 06 y 09 UTC y visible de 09 UTC, de la figura 5. Este chorro de niveles bajos formaría parte de la circulación ageostrofica transversal en la salida de un máximo de viento del oeste en niveles altos entre la dana y la borrasca subtropical situada al norte de las islas Canarias;

b) hodógrafas propias de las supercélulas (figura 6 abajo), debidas a la extraordinaria cizalladura vertical del viento, indicativas de fuertes velocidades verticales; y

c) una **capa húmeda absolutamente inestable** (MAUL<sup>2</sup>, por sus siglas en inglés) entre 800 y 700 hPa (sondeo de la derecha), que es una capa saturada en la que el gradiente vertical de temperatura es mayor que el gradiente vertical de la adiabática húmeda.

Una MAUL se puede crear y mantener en áreas atmosféricas mesoscales, para ello se necesita un ascenso mesoscalar fuerte, no debido a la flotabilidad de la burbujas de aire, que lleve la capa convectivamente inestable a la saturación con mayor rapidez que los elementos convectivos de menor escala debidos a la flotabilidad sean capaces de disipar dicho estado de inestabilidad. Además, puesto que una capa absolutamente inestable calienta el ambiente, reduciendo así mismo la diferencia de temperatura entre el ambiente y una burbuja desplazada verticalmente, ayudando a mantener la MAUL.

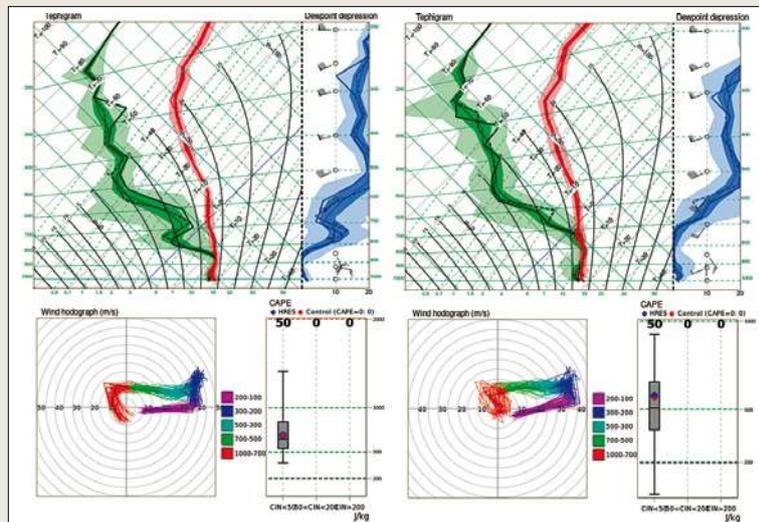


Figura 6. Sondeos previstos para las 06 UTC, delante y sobre la banda de precipitación prevista, respectivamente. Las gráficas combinan los modelos HRES y ENS (predicción por conjunto) del IFS del ECMWF.

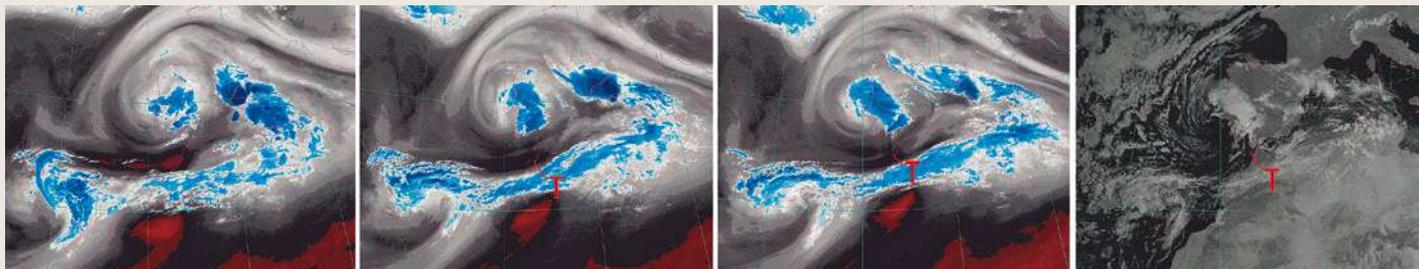


Figura 5. De izquierda a derecha, imágenes del canal de vapor de agua 7.3  $\mu\text{m}$  de 00, 06 y 09 UTC, y del visible 0.6  $\mu\text{m}$  de 09 UTC del Meteosat, del 23 de septiembre de 2021.

<sup>2</sup> Bryan, G. H., and J. M. Fritsch, 2000: Moist absolute instability: The sixth static stability state. Bull. Amer. Meteor. Soc., 81, 1207-1230.