

El tornado de Málaga del 1 de Febrero de 2009

José María Sánchez-Laulhé Ollero. AEMET Málaga

EL domingo 1 de febrero de 2009 a las 21.25 horas un tornado calificado como de categoría EF2 (Escala de Fujita Mejorada), o de categoría T4 (Escala Torro), que alcanzó velocidades entre 185 y 220 km/h, produjo considerables daños en la ciudad de Málaga, en un corredor de unos 4 km de longitud y de hasta 300 m de anchura, con un balance de cuatrocientos vehículos dañados, entre doscientas cincuenta y trescientas viviendas y unas setenta naves industriales y sedes de compañías afectadas, y ciento cuarenta árboles abatidos o quebrados. La cifra de personas damnificadas según la Subdelegación del Gobierno en Málaga ascendió a unas 2.500. Sorprendentemente no hubo ningún fallecimiento por este motivo y solo un herido grave.



Figura 1. Trayectoria seguida por el tornado. Los puntos indican zonas siniestradas. La línea blanca gruesa indica la trayectoria y la línea fina con doble flecha son 300 metros.

en Málaga ascendió a unas 2.500. Sorprendentemente no hubo ningún fallecimiento por este motivo y solo un herido grave.

Trayectoria y daños

El tornado se originó en el oeste de la ciudad de Málaga, y se dirigió hacia el este, siguiendo la

trayectoria indicada en la figura 1. Los primeros daños fueron abatimientos de grandes carteles publicitarios junto a la Ronda Oeste - Autovía del Mediterráneo. Posteriormente cruza las barriadas de la Luz, Vistafranca y Nuevo San Andrés, de las más densamente pobladas de la ciudad. Cruza las vías del ferrocarril pasando a los talleres de la Empresa Municipal de Transportes, y sigue las vías por su parte norte hacia el centro de la ciudad, hasta la estación María Zambrano, afectando al polígono industrial de San Rafael (calle de Bodegueros, calle Camino de San Rafael); avenida Juan XXIII; edificios entre las calles Camino de San Rafael y Paseos de los Tilos y la vía del tren; Estación de Autobuses y plaza de la Solidaridad. Se disipa al alcanzar la Avenida de Andalucía. En el proceso de disipación la circulación ciclónica aumenta su radio mientras disminuye la velocidad de sus vientos, resultado de esto es la racha de 80 km/h registrada en la estación meteorológica automática del puerto de Málaga.

Entre los daños que causó el tornado hay que señalar los efectos sobre los edificios de unos 10 pisos de las barriadas de San Andrés y Vistafranca, construidos a principios de la década de 1970; en muchos de ellos quedaron destruidas grandes trozos de cubiertas ancladas sobre azoteas, y casetillas-áticos de los ascensores del tipo uralita. Además numerosos ventanales exteriores de pisos fueron arrancados hacia el interior, probablemente al paso del centro del tornado por la vertical del patio interior de los edificios, con el consiguiente arrastre de enseres (incluso lavadoras) de las viviendas hacia los patios. Enormes fueron los desperfectos en el Polígono Industrial de San Rafael, particularmente en las naves de los talleres la Empresa Municipal de Transportes, donde dos hechos dan una idea de la intensidad del tornado: reventó y levantó un autobús de línea del Ayuntamiento de Málaga, con un peso de unos 8000 kg, y levantó y desplazó unos 40 metros una caja de cambio de 405 Kg. de peso, de dimensiones 550 x 730 x 590 mm. Por la dirección del desplazamiento, el movimiento de la caja de cambio fue

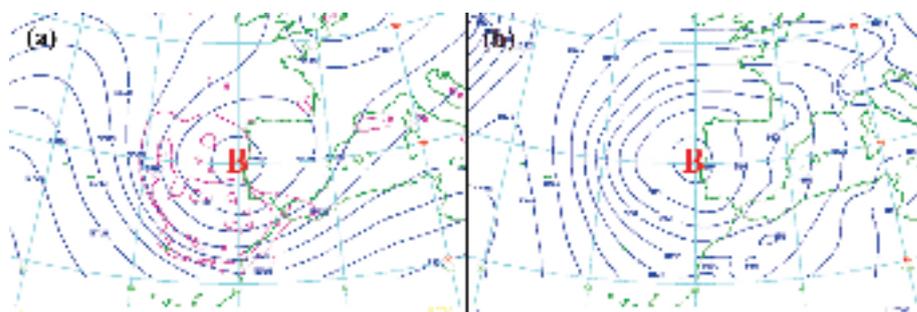


Izquierda: Árboles abatidos en la barriada de Nuevo San Andrés. Derecha: Caja de cambio de autobús de unos 400 Kg. de peso, que desplazó el tornado unos 40 metros.

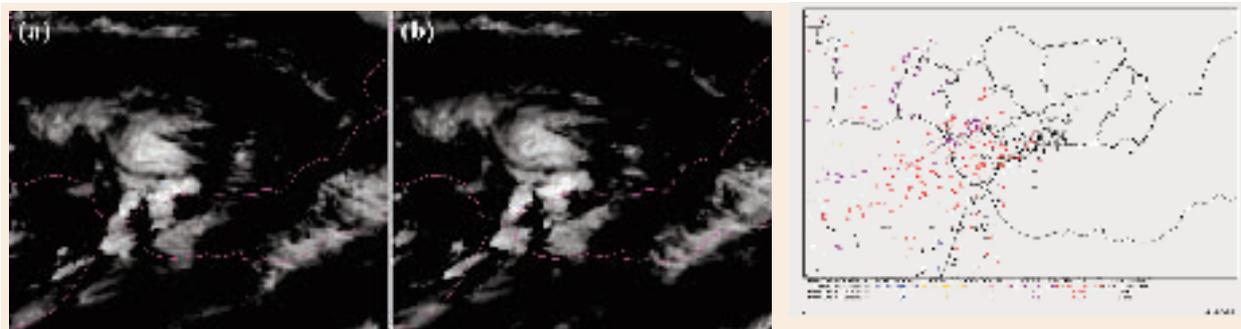


Izquierda: Autobús de unos 8000 Kg. levantado y desplazado por el tornado con rompimiento de casi todos los cristales. Centro: Aparcamiento de vehículos con el techo destruido. Derecha: Estación de autobuses de Málaga. Las chapas de las marquesinas volaron a lugares distantes de la ciudad.

producido por los vientos de la parte posterior del tornado, lo cual es indicativo de un aumento de la componente radial del viento, o de la velocidad de traslación. Cualquiera de los dos supuestos implica una intensificación del tornado en este



Figuras 2
Campos de modelos del CEPPM para las 18 UTC:
(a) Altura del geopotencial (línea azul) en 500 hPa e índice LI-700 (línea magenta),
(b) Presión a nivel del mar.



Figuras 3: (a) y (b) imágenes del canal IR 10.8 micras del Meteosat de las 20:15 y 20:30 UTC. (c) Descargas eléctricas detectadas por la Red de Detectores de Rayos de AEMET el 1 de febrero, coloreados según las horas.)

lugar. La estación de autobuses de Málaga también sufrió el paso del tornado con voladura de buena parte de las marquesinas y voladizos. Las chapas volaron causando innumerables destrozos en las fachadas de edificios próximos, alcanzando puntos distantes de la ciudad como la Plaza de la Merced.

Análisis meteorológico

Como muestran los mapas del modelo del Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (CEPPM) previstos a las 18 horas UTC, la Península se encontraba bajo influencia de bajas presiones con centro al oeste de Portugal, reflejadas tanto en el mapa de superficie (figura 2b), como en el de altura (figura 2a). La estratificación del aire era inestable como indicaban los valores del índice LI-700 (figura 2a), con tendencia a hacerse más inestable.

Las figuras 3a y 3b presentan las imágenes infrarrojas del Meteosat de 20:00 y 20:15 UTC, en las cuales se observan nubosidad asociada a tormentas a lo largo de la Costa del Sol occidental por delante de una coma nubosa.

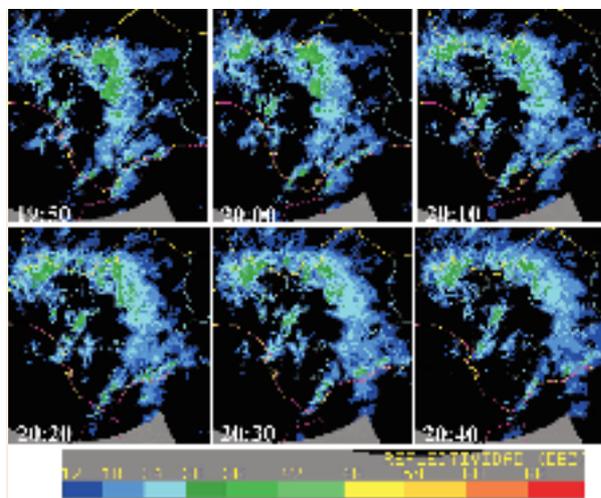
En la figura 3c se muestra la actividad en rayos del día, que corrobora la inestabilidad en la zona afectada, y en las figuras 4 se presentan detalles del producto de AEMET Composición Nacional Radar, con imágenes PPI de reflectividad que van desde las 19:50 UTC a las 20:40 UTC. En estas imágenes se observan las distintas células de tormentas de un sistema convectivo lineal sobre la costa de Málaga. Además se aprecia un arco de precipitación sobre el mar, presente en la zona poco antes de la formación del tornado (también en las imágenes de satélite).

En las figuras 5 se ven más detalladamente los focos convectivos en la zona de Málaga detectados por el radar de Almería con la exploración de menor ángulo. A las 20:08 UTC se observa una tormenta acercándose a Málaga que parece alcanzar cierta organización a las 20:18 UTC,

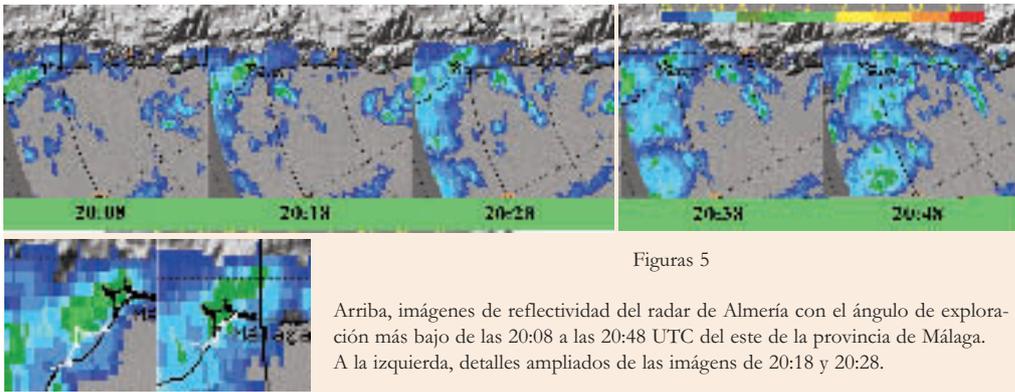
que puede dar idea de rotación ciclónica con descendencia de aire en su parte trasera.

En las mismas figuras, sobre las imágenes de reflectividad del radar de Almería de 20:18 y 20:28 UTC, se han dibujado esquemáticamente, con símbolos convencionales de frente, líneas que podrían interpretarse como la separación entre el aire frío arrojado en niveles bajos por las descendencias asociadas a la tormenta, tanto en su flanco trasero (*rear inflow*) como delantero (*outflow*), y el aire cálido que alimenta la tormenta desde el mar. La disposición de los flujos y los ecos recuerdan, en tamaño reducido, al modelo conceptual de supercélula, (aunque su duración elimina esta posibilidad). Alternativamente se podría interpretar como una ondulación del frente de separación entre una masa de aire frío sobre tierra y el aire “cálido” marítimo causada por la presencia de la tormenta.

En las figuras 6 se presentan las bandas de barógrafos de las estaciones más próximas. Es muy significativa la del



Figuras 4: Imágenes, CAPPi de reflectividad de la Composición Nacional Radar de las 19:50 UTC a las 20:40 UTC.



Figuras 5

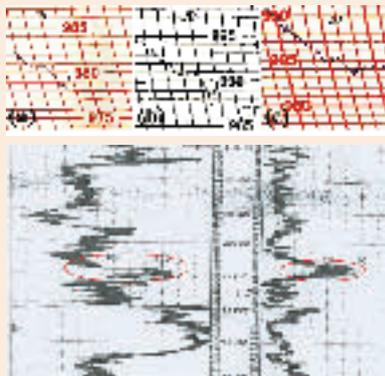
Arriba, imágenes de reflectividad del radar de Almería con el ángulo de exploración más bajo de las 20:08 a las 20:48 UTC del este de la provincia de Málaga. A la izquierda, detalles ampliados de las imágenes de 20:18 y 20:28.

Aeropuerto de Málaga, que muestra con una brusca línea descendente-ascendente el mínimo de presión. Este correspondería al paso de la estrecha zona de separación entre las altas presiones relativas del aire más frío de las descendencias delanteras y traseras de la tormenta. En las mismas figuras se muestra el brusco aumento de viento y de dirección en el Aeropuerto a esa hora.

En la figura 7 se presenta un mapa esquemático del flujo del aire y líneas fronteras en superficie en el momento de la formación del tornado, obtenido con los datos de

Figuras 6

Arriba, detalles de las bandas de presión en superficie para las estaciones meteorológicas de: (a) Torremolinos (6088x), (b) Aeropuerto de Málaga (6155a), y (c) Centro Meteorológico de Málaga (6156). Las marcas verticales están cada dos horas, y está señalada la de las 20:00 UTC. (Ver situación de las estaciones en la figura 4).



Abajo: Detalle de la banda de viento intensidad (derecha) y dirección (izquierda) del aeropuerto de Málaga. Señalado en rojo el paso de la línea de cizalladura ZZ' de la figura de arriba.

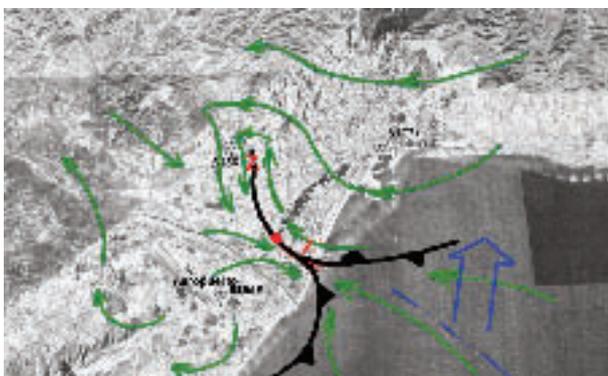


Figura 7 Esquema del flujo del aire (verde) y fronteras de masas de aire (negro con símbolos convencionales de frentes) en superficie en el momento de la formación del tornado. También esta representado esquemáticamente el flujo en niveles medio (flechas azules) y la línea de discontinuidad (en punto y rayas) que llevaba la banda nubosa sobre el mar, transversal a la costa. ZZ' marca una línea de fuerte cizalladura sobre la que parece se generó el tornado (punto rojo).

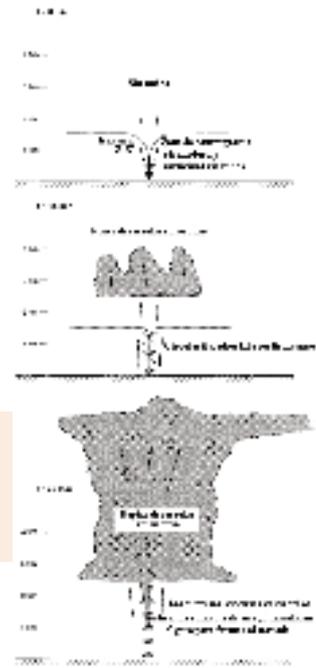


Figura 8: Esquema del ciclo de vida de un tornado no supercelular (adaptado de Brady y Szoke, 1989).

las estaciones meteorológicas y los modelos conceptuales de viento en superficie, asociados a las imágenes radar. En el mapa se muestra la línea marcada con 'ZZ' que es una zona de gran cizalladura horizontal de viento y vorticidad vertical, propicia para la formación de tornados.

En resumen todo parece indicar que sobre la línea ZZ' de la figura 15 se produjo el tornado (punto rojo). El aire en las capas bajas estaba sometido a una notable rotación y, al mismo tiempo, sobre la línea se formaron nuevos ascensos verticales favorecidos por una entrada de aire húmedo en niveles medios y bajos de la troposfera, procedente de una banda nubosa sobre el mar (figuras 3, 4 y 5), que regeneraron la tormenta, señalada esquemáticamente como línea de punto y raya en azul en la figura 7. El estimamiento vertical de la columna de aire con rotación produjo el tornado, siguiendo el modelo conceptual de ciclo de vida de tornado no supercelular de Brady y Szoke (ver figura 8). Estos ascensos llegaron a producir granizo, que cayó en la parte final del tornado, y probablemente los movimientos descendentes que acompañan esta precipitación acabaron bruscamente con el tornado, encogiéndose en la vertical la columna rotante, expandiéndola horizontalmente, y disminuyendo rápidamente el viento. No obstante, la racha máxima fue de 80 km/h en el puerto de Málaga.

Referencias

Brady, R.H., and E.J. Szoke, 1988: "The landspout - A common type of Northeast Colorado tornado". Preprints, 15th Conf. On Severe Local Storms, Baltimore, MD, Amer. Meteor. Soc., 312-315.

Wind Science and Engineering Center, 2006 "A Recommendation for an Enhanced Fujita Scale (EF-Scale)". Texas Tech University. Lubbock, Texas 79409.

<http://www.wind.ttu.edu/EFScale.pdf>