

La gran ola de calor de Melilla procedente del Gurugú

José María Sánchez-Laulhé Ollero. I NM Málaga

EL día 23 de julio de 2001 amaneció en la ciudad de Melilla con cielos nublados, vientos variables, 23 °C de temperatura y bruma. Pero poco antes de las 8:30, hora oficial, se produjo un fenómeno meteorológico extraordinario que provocó una subida repentina de temperatura de 17 °C y una disminución brusca de la visibilidad. La descripción del fenómeno por algunos testigos recogida por Rafael Laínez, observador de meteorología del aeropuerto, se resume sintéticamente en las figuras 1 y 2.

La invasión cálida se originó en la Sierra de Nador, al SSW, donde se encuentran el Monte Gurugú, que domina Melilla con sus 890 m, y el Barranco del Lobo, nombres muy ligados a las guerras de Marruecos de principio del siglo XX.

Según un sargento de la policía local en el Barranco del Lobo y laderas del Gurugú, momentos antes de la subida termométrica se observó bajar hacia Melilla una corriente de aire turbia,

una "masa gris que se deslizaba por las laderas del Gurugú semejante a una serpiente". Posteriormente sucedió el ascenso de temperatura acompañado de una drástica reducción de la visibilidad.

Fue un fenómeno muy localizado. Un miembro del Cuerpo de Bomberos estaba a esa hora en una cala del cabo Tres Forcas, a unos 15 km al norte de Melilla, en Marruecos (ver figura 1) y no percibió nada anómalo, salvo gran nubosidad y oscuridad en la zona de Melilla. Al sur, en el observatorio del viejo aeropuerto de Nador, a unos 12 km de Melilla, se registraron dos picos de temperatura de escasa amplitud. En el nuevo aeropuerto de Monte Arruit (a unos 20 km al SSW de Melilla) no se registró anomalía especial alguna de viento o temperatura.

Los registros gráficos del observatorio del aeropuerto de Melilla (figura 3) muestran que la temperatura pasó rápidamente de 24 °C a 41 °C (40.8 °C oficialmente a las 8:24 horas), bajando posteriormente hasta 26 °C a las 10:00, hora en la que volvió a aumentar la temperatura unos 15 °C para volver a bajar rápidamente hasta los 24 °C. Los saltos de la temperatura estuvieron acompañados de viento del sur con rachas que superaron los 70 km/h, una disminución brusca de la humedad

relativa del aire, una reducción de la visibilidad hasta 1.5 km y una caída de presión de algo más de 2 mbar.

Las subidas de temperatura y los foehn

Las grandes subidas repentinas de temperatura están causadas generalmente por fuertes movimientos descendentes de aire que lo comprimen y lo calientan. Estos descensos pueden ocurrir, o bien por fenómenos ondulatorios de gran amplitud de origen casi siempre orográfico, que generan vientos fuertes descendentes de ladera, o bien por enfriamiento del aire debido a la evaporación de la precipitación en nubes de tormentas. El calentamiento del 23 de julio de 2001, dadas las observaciones, parece asociado a un viento fuerte de ladera cálido y seco conocido en meteorología como "foehn". Esta denominación es una generalización del nombre alemán con el que se conoce a los vientos de ladera cálidos y secos que con cierta frecuencia soplan en los Alpes, conocidos ya hace 2000 años por los romanos, quienes, según Brinkmann (1971), lo denominaban "favonius", palabra latina que significa viento del oeste.

Los vientos foehn han sido responsables de algunos de los cambios más espectaculares en temperatura, humedad y velocidad de viento que se conocen. Atkinson (1981) cita como cambios más espectaculares en temperatura, viento y humedad al caso de 15-16 de enero de 1943 de Black Hills, Dakota del Sur, cuando las temperaturas cambiaron de -23 °C a +7 °C en 2 minutos (aunque lo considera un caso dudoso de foehn) y al caso de 19 de febrero de 1993 en Havre, Montana, en el

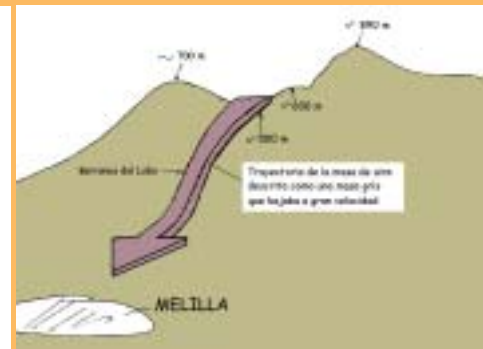


Figura 2: Esquema del el flujo polvoriento descendente desde la Sierra de Nador (basado en informe de R. Lainez)

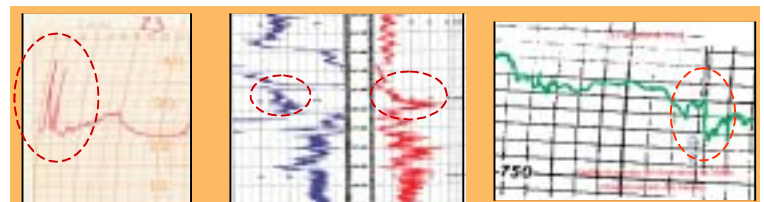


Figura 3: Registros de temperatura, viento y presión del observatorio del aeropuerto de Melilla

que las temperaturas se elevaron casi instantáneamente de -23 °C a -8 °C debido a un chinook (nombre del foehn que sopla al pie de las Rocosas, que deriva de la tribu india local) que golpeó "como el disparo de un cañón". Como se ve este cambio brusco de temperatura fue inferior al de Melilla. El esquema del fenómeno puede observarse en la figura 4: Un flujo de aire queda

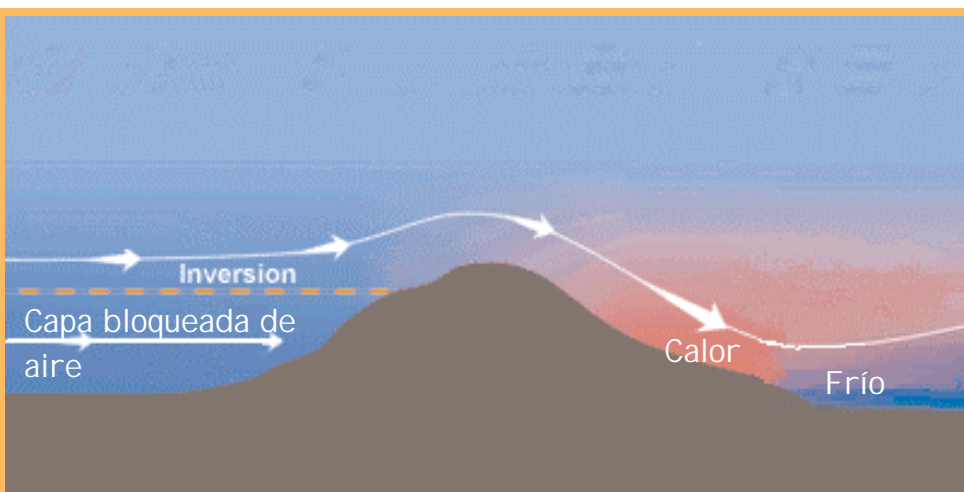


Figura 4: Esquema de viento de ladera que desplaza una capa de aire frío pegado a la superficie

retenido por la montaña y desciende a sotavento aire desde alturas próximas a la de la montaña, ya inicialmente cálido, y se recalienta el descenso, desplazando el aire más frío inicial al pie de la montaña.

Aunque no bien conocido, parece que para el desarrollo de fuertes vientos de laderas hacen falta unas condiciones críticas de estabilidad y viento en la vertical que conduzcan a la formación de ondas de montaña de gran amplitud. Las criterios específicos dependen de la orografía del lugar, aunque hay tres condiciones bastante generales (Colman y Dierking, 1992):

- Una inversión a la altura de un poco por encima de la cresta de las montañas.
- Un viento transversal a la barrera montañosa a la altura de la cresta, normalmente fuerte.
- Que este flujo transversal decrezca con la altura hasta un nivel crítico (nivel por encima de las cumbres a la que el flujo normal a la barrera se anula). Los niveles críticos no permiten la propagación vertical de la energía asociada a la onda de montaña. Por el contrario esa energía se desvía en ese nivel hacia la superficie, contribuyendo a la amplificación de la onda y al desarrollo o fortalecimiento de los vientos fuertes de ladera.

Interpretación del caso de Melilla

Como se muestra en el sondeo aerológico de Gibraltar de 00 hora solar del día 23 (figura 5), la parte inferior de la atmósfera estaba ocupada por una capa fresca de origen marítimo sobre el mar y zonas bajas adyacentes (primeros 500 metros). Por encima la temperatura crece con la altura (inversión de 14° C) hasta valores superiores a 33° C a unos 1000 m. Esta capa cálida es la base de otra capa inestable con nubosidad de tipo altocúmulo en su parte superior. En las imágenes infrarrojas del Meteosat, a partir de las 1:30 (ver figura 6) se observa un arco nuboso que se desplaza hacia el norte siguiendo el Atlas Medio y que se sitúa sobre Melilla a la hora de los hechos. El arco nuboso marca la parte delantera de una corriente de gravedad formada por aire fresco de procedencia atlántica que empuja

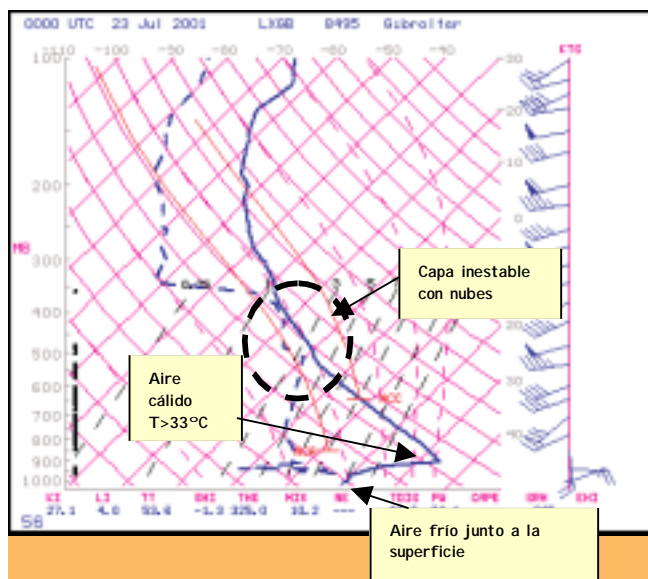


Figura 5: Radiosondeo de Gibraltar del día 23 a la 00 TUC

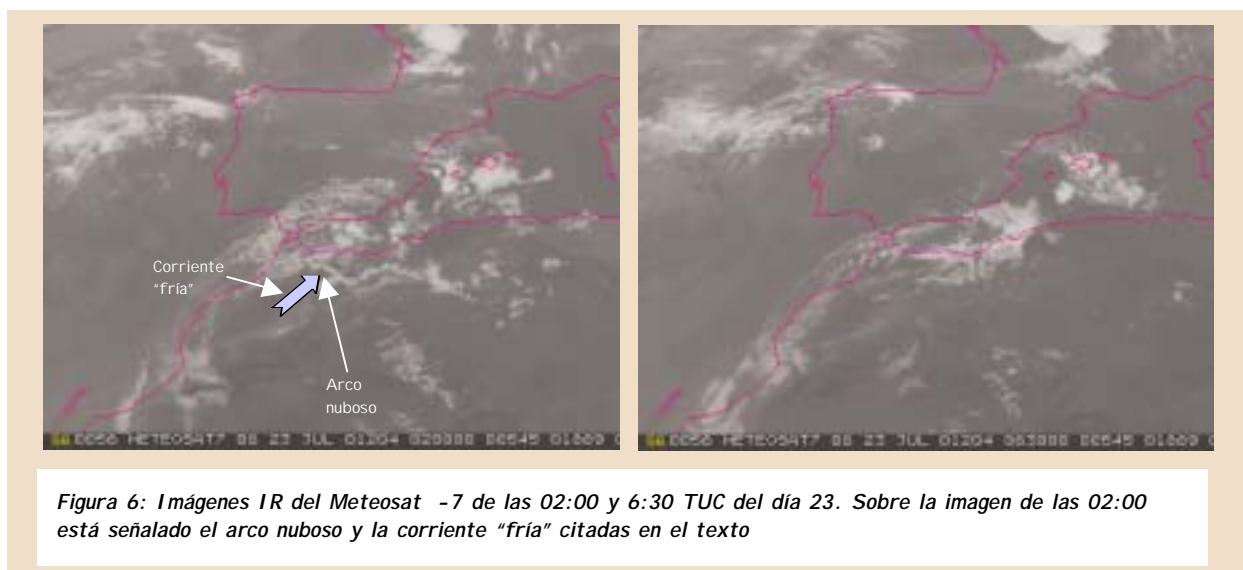


Figura 6: Imágenes IR del Meteosat -7 de las 02:00 y 6:30 TUC del día 23. Sobre la imagen de las 02:00 está señalado el arco nuboso y la corriente "fría" citadas en el texto

desde el sur el aire más cálido preexistente en superficie. Esta corriente actúa como un émbolo, produciendo ondulaciones que preceden su avance, que se generan en la interfase delante de una corriente de gravedad; las subidas de nivel se llaman bores, fenómeno es-

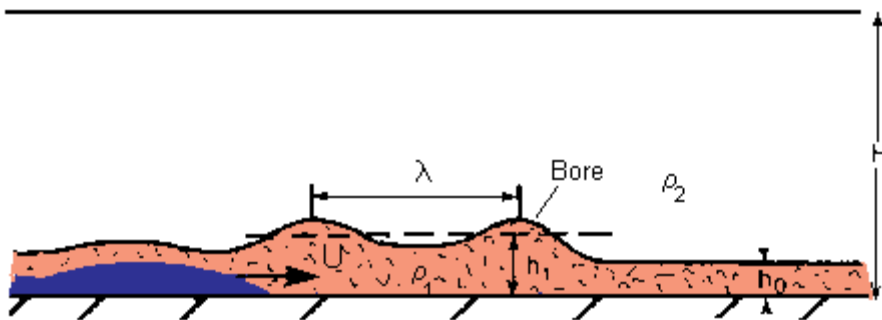


Figura 7: Esquema de una corriente de gravedad (en azul) desplazándose en un fluido de dos capas. (Rottman y Simpson, 1989)

matizado en la Figura 7. Al llegar a la zona de Melilla, este flujo del SW se bloquea y desvía por la sierra de Nador en sus capas más bajas, pero parte del flujo de SW es capaz de remontarla originando a sotavento ondulaciones y vientos de ladera descendentes.

Para producir la subida de 15°C de temperatura tuvo que descender aire cálido situado a unos 1000 m de altitud hasta el suelo. Para que las ondas alcanzaran esta amplitud puede que existiera un nivel crítico sobre las cumbres, dado que se observa que el viento se hace del oeste con la altura, como se observa en el sondeo. Otra explicación probable es que el movimiento descendente de sotavento de las ondas generadas por sierra se viera reforzado por otros movimientos descendentes en la capa inestable (ver sondeo, figura 5), generadas por enfriamiento debido a evaporación de lluvia (dada la

gran sequedad entre 500 y 5000 metros). En la bibliografía hay ejemplos de interacción entre convección y ondas: los intercambios de calor latente en los cumulonimbos parecen capaces de forzar ondas que a su vez sirven para organizar la convección de los cumulonimbos. (Lindzen y Tung, 1976)

Al contrario de la mayoría de los vientos de ladera que persisten bastante tiempo, en este caso se trata de un fenómeno transitorio, producido por el mayor espesor de la parte delantera de la corriente del SW.

La inferior densidad del aire recalentado hace que se forme una zona de bajas presiones que tiende a ser rellenado por el aire marítimo más denso cuando se debilita la intensidad de los descensos.

Referencias

1. Atkinson, B. W., 1981: Capítulo "Downslope winds" en Mesoscale Atmospheric Circulations. Academic Press.
2. Brinkmann, W. A. R. (1971): "What is a foehn?". Weather, 26, 230-239.
3. Colman, B. R. y C. F. Dierking (1992): "The Taku Wind of Southeast Alaska: Its Identification and Prediction". Wea. Forecasting. 7, 49-64
4. Lindzen, R. S. y K.-K. Tung (1976): "Banded Convective Activity and Ducted Gravity Waves". Mon. Wea. Rev. 104, 1602-1617.
5. Rottman, J. A. y J.E. Simpson. (1989): "The formation of internal bores in the atmosphere: A laboratory model". Q. J. R. Meteorol. Soc. , 115, 941-963.



Los entretiempos

EN el transcurso del año astronómico, los periodos atmosféricos más estables se suelen presentar en el invierno y en el verano; mientras que en épocas de equinoccio correspondientes a la primavera (pase del invierno al verano) y el otoño (pase del verano al invierno) la circulación atmosférica se muestra más activa y variada, con intervalos de

nubes y viento alternando con otros de sol y calma.

A estas etapas se las denomina se las denomina "entre-tiempos". Así, en las modas de vestir se habla de ropa de entretiempos, apareciendo las ofertas y las rebajas acordes con los cambios de estación astronómica.

En general en el hemisferio Norte, y más concretamente en España, en invierno predomina la influencia del anticiclón frío de centroeuropa con viento del nordeste o bien periodos fríos de calma y heladas; mientras que en verano es marcada la advección de aire cálido del Sur y origen sahariano. En las estaciones intermedias hay alternativas de influencia del anticiclón de Azores y de bajas presiones del Atlántico; ello trae periodos de sol e intercambios de nubes, lluvia y viento.

Para un lugar dado, que disponga de una larga serie de datos de observación, se pueden calcular las temperaturas medias mensuales, construir un gráfico tomando como ordenadas la temperatura y como abcisa los doce meses del año y unir los puntos entre sí. El resultado es una línea poligonal de evolución, a la que puede ajustarse una curva de tercer grado. La primavera es el pri-