



Agujeros en las nubes

Agujero en una capa de altocúmulos, con presencia dentro de él de una nube de tipo cirro de la que se desprende una virga (fallstreak), en presencia también de una irisación.



Texto: José Miguel Viñas
Fotos: Autor, salvo indicado

Durante décadas, la aparición de grandes agujeros -en algunos casos perfectamente circulares- en finas capas de nubes, abrió un vivo debate sobre cuáles eran las causas de su formación, surgiendo todo tipo de especulaciones y algunas extravagantes teorías. Hace unos años, a raíz de la observación simultánea de varios de estos agujeros en diferentes lugares de EEUU, se apuntó a los aviones como los principales responsables de los mismos. Una reciente investigación ha permitido comprender en su totalidad el fenómeno de la formación de los agujeros en las nubes, llegando a una conclusión sorprendente.

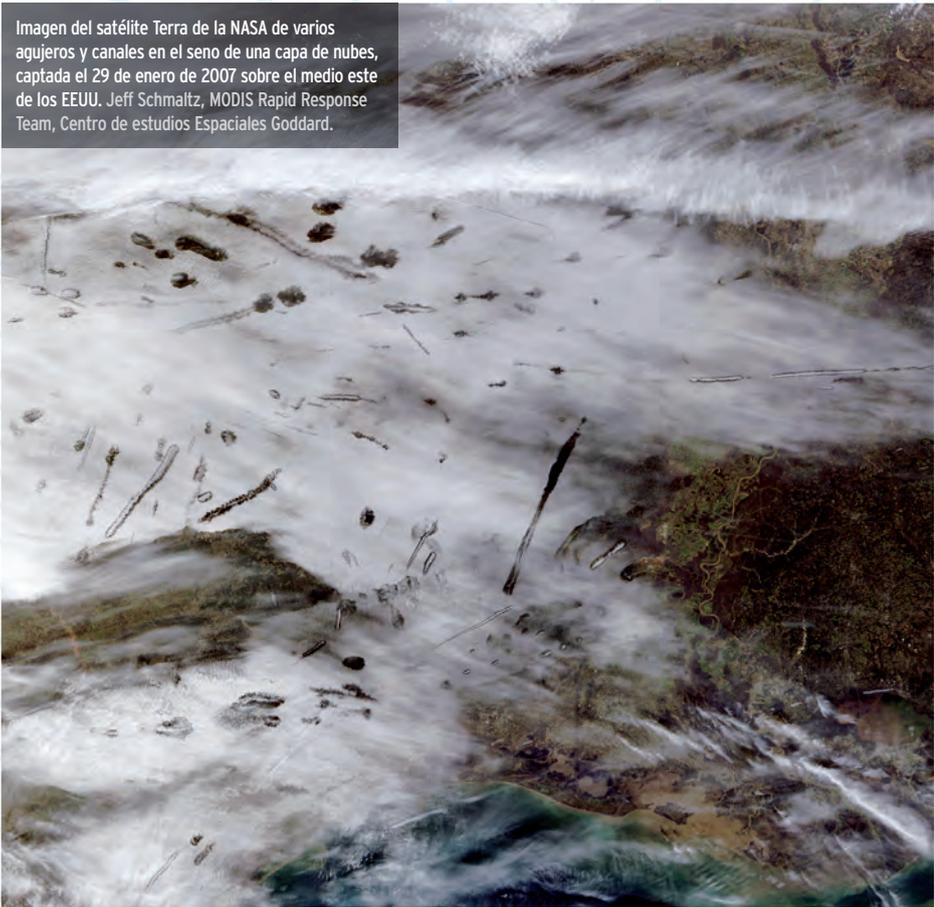


Imagen del satélite Terra de la NASA de varios agujeros y canales en el seno de una capa de nubes, captada el 29 de enero de 2007 sobre el medio este de los EEUU. Jeff Schmaltz, MODIS Rapid Response Team, Centro de estudios Espaciales Goddard.



A sí, de primeras, la existencia de uno de estos hole punch cloud (denominación con la que se conoce en inglés a estos agujeros), implica una evaporación inicial de las gotitas de nube; si bien, tal y como se aprecia en las fotografías que existen de ellos, el cielo no está totalmente despejado en esos orificios, sino que aparece en ellos unas trazas nubosas de tipo cirrus, de la que con frecuencia se descuelga una cortina de precipitación (fallstreak cloud). La blancura de esa nubecita cirriforme contrasta con el color más grisáceo de la capa de altocúmulos o altoestratos en la que habitualmente se forma el agujero, lo que es debido a los cristallitos de hielo que la forman.

El 29 de enero de 2007, los habitantes de diferentes localidades de Oklahoma, Arkansas, Luisiana y Texas fueron testigos de varios de estos inusuales agujeros, fruto de la combinación del tráfico aéreo y de la presencia de un gran manto de nubes medias que cubría toda esa zona, formado en su totalidad por gotitas de agua superenfriadas. Dichas gotitas son capaces de mantenerse en estado líquido por debajo del punto de congelación (hasta temperaturas de -40 °C). En este caso, en el tope de esa capa nubosa el rango de temperaturas oscilaba entre -20 y -35 °C, tal y como pudo deducirse de los datos de satélite.

Arriba-izquierda
Par de agujeros en las nubes fotografiados el 29 de enero de 2007 desde la localidad de Shreveport, en Luisiana (EEUU). En el de la izquierda se aprecia una cortina de precipitación (fallstreak cloud).
© Kent Judkins.

Abajo-izquierda
Espectacular cielo al atardecer fotografiado en Jay (Florida), el 17 de diciembre de 2007, en el que apreciamos a la izquierda un agujero en las nubes con una virga (fallstreak cloud).
© Vicki Harrison.

El sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) del satélite Terra de la NASA proporcionó a los científicos unas valiosas imágenes como la de la figura anexa, en las que se aprecian desde arriba los agujeros y las acanaladuras que, como si un queso de gruyère se tratase, perforan el manto nuboso, apreciándose dentro de esos huecos los cirros antes apuntados. Las personas que observaron atónitas desde el suelo los agujeros, indicaron que de ellos no llegó a producirse ni lluvia ni nieve. En aquella ocasión, las cortinillas de precipitación desprendidas de los cirros se evaporaron antes de llegar a la superficie terrestre, debido a que atravesaron un aire más caliente.

Los científicos que investigaron el caso, cruzaron toda esa información con las rutas de los aviones que en ese momento volaban por la zona, y llegaron a la conclusión de que esos huecos habían sido provocados por las aeronaves al atravesar en su recorrido la capa nubosa, si bien el gran tamaño de algunos hole punch cloud les desconcertaba, no teniendo todavía claras todas las causas que originaron esas curiosas estructuras.

Desde 2007 la investigación ha seguido abierta, y hace apenas un mes se ha publicado un revelador artículo ("Formation and Spread

of Aircraft-Induced Holes in Clouds", Science 333, pp. 77-81, 1 de julio de 2011), en el que sus autores, capitaneados por Andrew J. Heymsfield, ofrecen todas las claves del asunto de la formación de agujeros en las nubes.

Cuando los aviones atraviesan nubes con agua superenfriada, las agujerean, originándose cristales de hielo. Esta acción induce a su vez la formación de nieve, que, tras iniciar su precipitación puede llegar hasta la superficie terrestre, lo que, para estos investigadores, podría provocar en los próximos años un aumento de las nevadas en el entorno de los aeropuertos más transitados.

Se ha podido constatar, al menos en EEUU, un mayor número de avistamientos de este tipo de agujeros en los últimos años, debido al aumento del tráfico aéreo. En la época invernal, la presencia de delgadas capas de nubes frías es bastante habitual en muchos aeropuertos del centro-este de los EEUU (lo mismo que en los del norte y centro de Europa). Se estima que esas nubes formadas por gotas superenfriadas aparecen entre un 5 y un 6% del tiempo a lo largo del año, siendo en las zonas próximas a las regiones polares donde más abundan.

Tras el avistamiento múltiple de agujeros del 29 de enero de 2007, los investigadores comprobaron



Atmosférica de Colorado (EEUU), "la hélice del avión empuja al aire detrás ella, lo que genera un impulso alrededor de sus puntas (...) Este impulso, a su vez, enfría el aire situado tras las hélices hasta 30 °C por debajo de la temperatura reinante, congelando las gotas de las nubes y dejando un flujo de pequeñas partículas de hielo."

En el caso de las alas, la baja presión que se forma sobre ellas -responsable de la sustentación- provoca también ahí una expansión y enfriamiento del aire, algo menor que el que tiene lugar en el entorno de las hélices, pero suficiente también para que se formen trazas de hielo tras ellas.

Cuando en un entorno nuboso, bajo unas condiciones adecuadas de temperatura, tenemos simultáneamente gotitas de agua superenfriada y cristales de hielo, éstos últimos comienzan a crecer a expensas de las gotitas, que de forma espontánea tienden a evaporarse (proceso de Bergeron-Findeinsein). La condensación del vapor de agua sobre el hielo genera calor latente, lo que provoca un aumento de la temperatura en el entorno de la superficie del hielo y eso, según Heymsfield, "genera un dinamismo en la nube y crea movimientos que antes eran débiles o incluso insuficientes", lo que sería el preámbulo de la precipitación en forma de nieve que tiene lugar a veces desde los agujeros.

Al horadar las capas nubosas formadas por gotitas de agua subfundida, los aviones están actuando como si de una "siembra de nubes" se tratase, induciendo en ellas la precipitación. La conclusión a la que llegan Heymsfield y su

algunos hechos sorprendentes, como que algunas de las perforaciones llegaron a ser visibles hasta 4 horas después del paso del avión, alcanzando en algunos casos unas longitudes superiores a los 100 kilómetros. Entre las aeronaves que transitaban aquel día los cielos de aquella zona de los EEUU, hubo todo tipo de aparatos: grandes aviones de pasajeros, pequeños aviones con motor turbohélice, jets privados, aviones militares y avionetas.

La explicación del fenómeno reside en el enfriamiento y la expansión que sufre el aire en la parte trasera

Arriba
 Aproximación final de un avión en Alaska (EEUU).

Abajo
 El enfriamiento súbito y la expansión del aire provocada al paso de las alas de los aviones es capaz de evaporar las gotitas de agua subfundida de las nubes, formándose cristales de hielo.

de las hélices y de las alas de las aeronaves. Las gotitas de agua superenfriada que forman las capas de nubes donde se forman los agujeros, están a una temperatura inferior a los -10 °C, pero tras el paso de los aviones, sufren un brusco enfriamiento, lo que provoca su congelación inmediata y la formación de cristales de hielo, que, al agregarse y crecer con rapidez, forman copos de nieve. Este proceso actúa como una reacción en cadena, prolongándose durante varias horas tras el paso de la aeronave. En todo ese tiempo, el agujero o la acanaladura se va expandiendo, alcanzando un tamaño considerable.

Según explica Andrew J. Heymsfield, autor principal del artículo de Science e investigador del Centro Nacional para la Investigación



Agujero en una capa de nubes provocado por el paso de un avión, en el que se ha generado una cortina de precipitación.



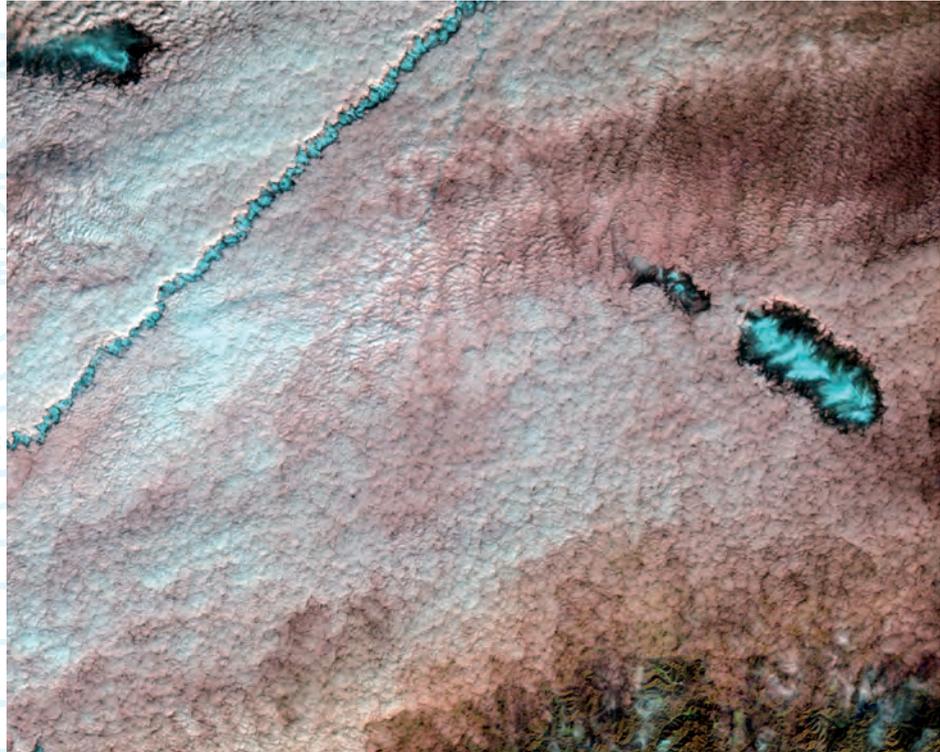


equipo es que el creciente tráfico aéreo puede ser el responsable de un aumento de las nevadas en las cercanías de los principales aeropuertos, lo que incidiría en las operaciones aeroportuarias, si bien dicha circunstancia no se cree que vaya a tener un impacto significativo en el clima global.

El hecho de que se forme un agujero de forma circular o elíptica, o un canal alargado depende de cuál sea la trayectoria de la aeronave. En los casos en que atraviese la capa como un proyectil, el resultado es el hole punch cloud, en rápida expansión tras el paso del avión. Si la aeronave se va desplazando en el seno de la propia capa de nubes, entonces el resultado es un distrail (dissipation trail), que sería como el negativo de una estela de condensación. En la Imagen Landsat que acompaña estas líneas podemos apreciar con nitidez ambos tipos de estructuras.

Arriba
Agujero en forma elíptica en una capa de altocúmulos en los cielos de Los Angeles.

Derecha
Imagen del satélite Landsat tomada el 11 de diciembre de 2009, donde se aprecian varios boquetes y una estela de disipación (distrail) en una capa de nubes que cubría ese día una amplia zona del estado de Virginia (EEUU).
Crédito: NASA.



En resumen, la Meteorología ha sido capaz de explicar un fenómeno curioso y desconcertante, ligándolo a la Aeronáutica y tirando por tierra algunas teorías ciertamente enrevesadas que habían surgido en torno a esta cuestión. Aparte de eso, el estudio en profundidad de los hole punch clouds y de los fallstreak asociados a ellos, sugiere que en los próximos años, ante el previsible aumento del número de operaciones aéreas que tendrán lugar en los entornos de los aeropuertos y aeródromos, se registrará allí un incremento en el número de

nevadas. El análisis de las series climatológicas dictará sentencia, confirmando o no el vaticinio que Heymsfield y sus colegas han hecho público en Science. ■

www.divulgameteo.es

Para aclarar cualquier duda meteorológica que tengas y si quieres ver también publicadas en la revista tus fotografías de los cielos y de los fenómenos meteorológicos captados en tus travesías, puedes ponerte en contacto con nosotros a través del correo electrónico: **info@divulgameteo.es**

SUPERANDO LAS MEJORES PRESTACIONES.

CTLS



Distribuidor para España
www.aerodesign.es
Tlf.fax 976185013
Mov.667 61 51 61
Mov 610 28 78 38
Villanueva de Gállego
Zaragoza

V.N.E Arco rojo.....300 Km/h
V.N.O Arco verde.....245 Km/h
V.C.R Crucero al 80 %...240 Km/h
V mínima...62 Km/h
Autonomía de 130 l ... 1500 Km
+ 9,6 G con 450Kg
-4,8G con 450 Kg.


www.aerodesign.es