

EL IMPACTO DE LA METEOROLOGÍA EN LA AERONÁUTICA

Miguel Ángel Pelacho Aja

Agencia Estatal de Meteorología, mpelachoa@aemet.es

En este trabajo se pretende abordar dos aspectos relacionados directamente con el lema de las XXXV Jornadas Científicas de la AME “Predicción de tiempo y clima orientada a impactos”. En primer lugar el impacto del factor meteorológico en la navegación aérea, y en segundo lugar los nuevos retos y escenarios en la relación entre meteorología y aeronáutica.

Impacto del factor meteorológico en la navegación aérea

Desde que aparecen las primeras líneas aéreas en los años veinte del siglo pasado se ve la necesidad de regular el tráfico aéreo, después de que tuvieran lugar algunos accidentes en los que el factor meteorológico tuvo un papel esencial. Por ejemplo, dos aviones chocaron en uno de los primeros vuelos de París a Londres en esos años debido a la mala visibilidad por niebla y lluvia. En Estados Unidos el factor meteorológico también jugaba un factor esencial, puesto que en las distancias tan grandes la meteorología adversa era muy variada. En esas condiciones la radio a bordo permitía acceder a la información meteorológica al contactar con las torres de control existentes¹.

La mala meteorología siempre ha sido una de las causas que más han influido en la falta de seguridad de los vuelos, pero como causa única solamente engloba el 15% de los casos de accidentes. Sin embargo, está más presente cuando es una causa añadida a otras, influyendo decisivamente en el desenlace de los accidentes (entre un 30-35%)². Según un documento de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA)³, “*más del 80 % de los accidentes de “Vuelo controlado contra el terreno” se produjeron cuando el piloto continuó volando en condiciones meteorológicas que empeoraban o cuando no valoró los efectos que tendrían las condiciones que estaba viviendo en ese momento*”.

Teniendo en cuenta algunos datos de EUROCONTROL⁴ las principales causas meteorológicas en los accidentes o incidentes son las siguientes:

- La turbulencia severa
- Los daños por granizo
- El impacto de los rayos
- El engelamiento en vuelo
- La mala visibilidad en tierra, debida frecuentemente a la lluvia o a la niebla
- Los vientos fuertes y la cizalladura cerca de la superficie

Ejemplos de algunos de estos fenómenos pueden verse en las siguientes imágenes:





Figura 1. Ejemplos de fenómenos meteorológicos que causan accidentes o incidentes en la aviación

Aunque estos fenómenos son los que más influyen en los accidentes, desde el punto de vista de la meteorología, en cada fase de vuelo repercuten de manera diferente, ya sea por la presencia mayor de algunos fenómenos cerca de la pista, como de la propia peligrosidad de las maniobras en las que resulta más decisivo un determinado factor meteorológico⁵. Por ejemplo, es evidente que la mala visibilidad no influye de la misma manera cuando el avión está en la fase de ruta que cuando se aproxima a pista para aterrizar. Pero antes incluso de despegar la aeronave ya puede estar en riesgo de sufrir algún daño que debe tenerse en cuenta. Por ejemplo, cuando el avión está en la pista de rodaje o realizando maniobras de estacionamiento éste puede verse afectado por el engelamiento en pista o en el propio avión, por las tormentas y los rayos asociados que resultan muy peligrosos si se está repostando combustible, por los vientos fuertes o por la falta de visibilidad para realizar esas maniobras debida a la bruma o a la niebla. Algunos accidentes han tenido lugar precisamente cuando alguna aeronave estaba rodando en pista y por mala visibilidad no se ha percatado de la presencia de otra aeronave o ha tomado una pista de rodaje que no era la apropiada, interfiriendo en las maniobras de otro avión. En las fases despegue y aterrizaje se muestran esenciales unos cuantos fenómenos, pero uno de los factores que más influye en esta situación es la falta de visibilidad ocasionada por la niebla, la bruma o la baja nubosidad. También es evidente que las tormentas en o cercanas al aeropuerto tienen una relevancia muy grande por influir mucho en la gestión del tráfico para evitarlas, pues además pueden generar a su vez otros fenómenos que repercuten muy negativamente en el avión y en la gestión del tráfico, como puede ser el viento fuerte, racheado o cruzado, los microrreventones y la cizalladura (Figura 2). Además, la reducción de visibilidad también puede estar originada por la tormenta.



Figura 2. Ejemplo de tormenta con microrreventón.

Similares fenómenos afectan también a la fase de aproximación. Quizá lo que más influye en esta fase, cuando aún el avión está a unas millas de distancia del aeródromo, es la presencia de tormentas en las cercanías del aeropuerto, pues esta situación interfiere mucho en la entrada y/o salida de los aviones, generando problemas de seguridad y de desvío de aeronaves hacia otros aeropuertos. Por último, la fase de ruta, que en principio suele ser más segura, tiene sus propios fenómenos meteorológicos que hay que tener en cuenta. Quizá el principal es la turbulencia, ocasionada por diferentes condiciones de la orografía o por situaciones meteorológicas a altos niveles de vuelo. Las ondas de montaña o la turbulencia en aire claro, por ejemplo, son algunos de los fenómenos que pueden hacer incómodo el vuelo en estos niveles o provocar algunos problemas de seguridad cuando este factor es severo. Igualmente el engelamiento no controlado puede provocar dificultades para el vuelo, y la presencia de cenizas volcánicas hacerlo muy peligroso (Figura 3).

En algunos estudios⁶ se muestra que de las causas meteorológicas casi la mitad de los accidentes se deben al viento, siendo la visibilidad el segundo factor meteorológico que más influye, con gran diferencia respecto a los demás. Sin embargo, como se ha dicho antes, el viento es una variable que muchas veces aparece ligada a varios fenómenos meteorológicos, como las tormentas, la cizalladura, etc, por lo que es lógico que en conjunto sea la que más influencia ejerce. Si se considera el fenómeno meteorológico que más afecta en la mayoría de las fases de vuelo, y no tanto una única variable meteorológica, sin duda es la tormenta el factor que más problemas ocasiona al tráfico aéreo. Además, las tormentas tienen asociados otros problemas derivados, como el engelamiento, la turbulencia, los vientos fuertes, etc. Cuando nos ceñimos a las fases de vuelo fuera de la ruta (aproximación, despegue, aterrizaje) la visibilidad es el factor que más peso tiene en los incidentes o accidentes, así como en los problemas de la gestión del tráfico, como retrasos o desvíos, por ejemplo.

Figura 3. Emisión de cenizas volcánicas a la atmósfera.



Nuevos retos y escenarios en la relación entre meteorología y aeronáutica

Son numerosos los retos y nuevos escenarios que han surgido estos últimos años de grandes cambios tecnológicos y sociales. En este artículo se mencionan algunos a modo de ejemplo, siendo conscientes de que no son los únicos y que además cada uno de ellos exigiría una explicación más detallada. Simplemente se citan aquí como novedades que están exigiendo nuevos planteamientos en la gestión de la información meteorológica y también en la propia gestión del tráfico aéreo. Es sabido que en las últimas décadas la densidad de vuelos comerciales ha aumentado considerablemente, especialmente en Europa, junto con la cantidad de operaciones en cada aeropuerto. Esto provoca algunas saturaciones, tanto a niveles de vuelo de ruta en algunas zonas, como en las aproximaciones de los aeropuertos, además de los problemas medioambientales que se generan por el aumento de emisiones de gases. Los modelos de gestión del espacio aéreo tradicionalmente utilizados están



convirtiéndose en un desafío cada vez más inmediato y global disponibilidad de la información meteorológica, junto con la adaptación de la normativa y las regulaciones.

Figura 4. Dron con cámara.

Un primer ejemplo de un escenario novedoso y muy reciente es la aparición de los drones (figura 4) y su incremento espectacular. Debido al uso tan extendido y rápido de los drones, como consecuencia de la multitud de aplicaciones que tienen, la legislación

para regular su presencia ha sufrido cierto retraso. En relación con la meteorología se puede apreciar enseguida la gran ventaja que pueden llegar a otorgar si se utilizan como proveedores de datos meteorológicos en altura. Basta con instalar en ellos algunos sensores adecuados para obtener datos en tiempo real de las condiciones meteorológicas existentes. Algunos países ya se han planteado esta posibilidad pero todavía está muy en los comienzos su sistematización de una manera ordenada y eficiente.

La automatización y la globalización de la información meteorológica son hoy un gran reto y una necesidad. La generación de METAR automáticos en gran parte de los países europeos desde hace un tiempo ha sido llevada a cabo mediante una mejora continua de los algoritmos para obtener unos datos de buena calidad. Como parte de uno de los proyectos de SESAR (Single European Sky ATM Research)⁷, se está desarrollando un sistema de obtención de datos y modelos meteorológicos de manera unificada para toda Europa. Todos los actores de la gestión del tráfico aéreo (pilotos, controladores, operadores de aeropuertos, etc.) podrán acceder de manera unificada a todos los modelos y datos meteorológicos de interés para la gestión de los vuelos. También se está planteando la gestión en remoto de algunas torres de control de aeropuertos pequeños, optimizando de esta manera los recursos. La información meteorológica en estos casos también estaría gestionada a distancia, gracias al uso de sistemas automáticos de datos y a la utilización de cámaras. Por último, también uno de los proyectos de SESAR está relacionado con la optimización de las rutas de los vuelos, mejorando la eficiencia y el ahorro de combustible.

Pero antes de que aparecieran los drones con esa posibilidad de proporcionar datos meteorológicos en altura, ya se lleva años gestionando la obtención de esos datos desde los aviones comerciales, tanto en ruta como cuando éstos despegan y aterrizan. En el primer caso se trata de acceder a datos de zonas alejadas de estaciones terrestres, como en los océanos o desiertos, y en el segundo de obtener perfiles de viento y temperatura realizados por el propio avión en el despegue. Ambos datos, de viento, temperatura, humedad o turbulencia, son muy útiles para mejorar los modelos

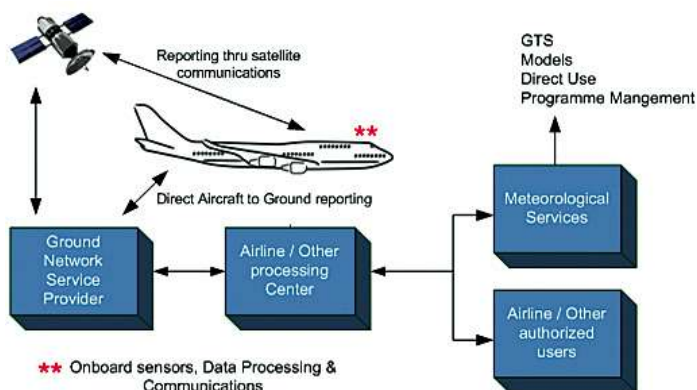


Figura 5.
Esquema del
envío de datos
AMDAR

meteorológicos y para caracterizar mejor algunos fenómenos meteorológicos que afectan en zonas en o cercanas a los aeródromos, como puede ser la cizalladura, por ejemplo. Aparte de los datos llamados AMDAR (Aircraft Meteorological Data Relay, figura 5), en años recientes han surgido otros datos de más fácil acceso, como son los Mode-S SSR (Secondary Surveillance Radar), los ADS-C o los ADS-B⁸. Básicamente, con sus diferencias, se trata de datos meteorológicos captados por el avión a los que se puede acceder en tiempo real mediante unas antenas receptoras en tierra con un software muy sencillo. De esta manera, se pueden llegar a recopilar muchos datos de viento, temperatura, turbulencia, presión, etc, en zonas donde hasta ahora no hay otra manera de recoger datos.

Otro de los retos que puede conseguirse en unos años es la utilización de satélites para el guiado de las aproximaciones a los aeropuertos⁷. Es decir, establecer un sistema de navegación por satélites, de manera análoga a como ahora se utilizan las radioayudas en tierra para realizar esas operaciones de aproximación a los aeropuertos (figura 6). Este sistema se mostraría especialmente útil en condiciones de visibilidad reducida.

Por último, un tipo de meteorología que se está ya incorporando a los estándares de la normativa OACI es la meteorología espacial. El impacto de la actividad solar –radiación y campos magnéticos- sobre los vuelos comerciales parece percibirse claramente, tanto en la tripulación, que permanece en los viajes muchas horas, como en los equipos. Las tormentas solares pueden afectar muy negativamente a los satélites y a los sistemas de comunicación utilizados por las aeronaves. Para tratar esta meteorología se van a establecer unos centros internacionales de meteorología espacial para apoyo de la navegación aérea.

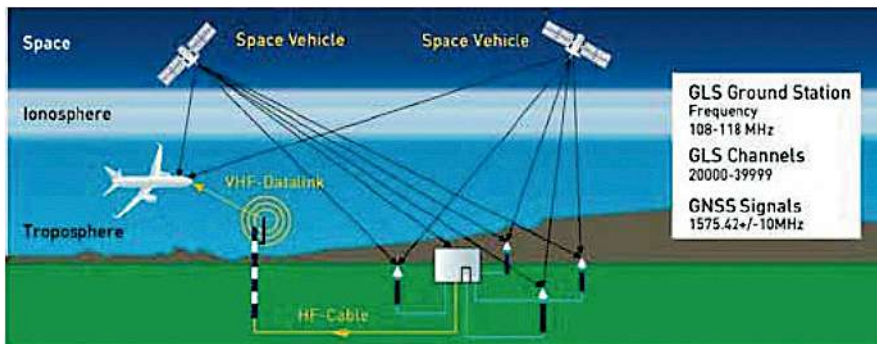


Figura 6. Esquema de guiado por satélite para el aterrizaje

En conclusión, en estos años vamos a presenciar toda una serie de novedades en el tratamiento de la información meteorológica prestada a la navegación aérea, que va a repercutir sin duda en un salto de calidad, tanto de los modelos como de la mejora de las predicciones orientadas a la aviación.

Bibliografía:

- 1. Referencias obtenidas de las webs <https://elsecretodelospajaros.net> y <https://www.usca.es>
- 2. Andrew J. Fultz & Walker S. Ashley (2016): Fatal weather related general aviation accidents in the United States, *Physical Geography*, DOI: 10.1080/02723646.2016.1211854
- 3. Documento “Toma de decisiones para pilotos de aviación general”, del Grupo Europeo para la seguridad en la aviación (EGAST), de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA).
- 4. EUROCONTROL: <https://www.eurocontrol.int/>
- 5. The Comet Program: <http://www.comet.ucar.edu/>
- 6. National Transportation Safety Board: <https://www.nts.gov>
- 7. Documento “SESAR Solutions Catalogue”, de SESAR Joint Undertaking, 2016.
- 8. The AMDAR Observing System, Organización Meteorológica Mundial (WMO): http://www.wmo.int/pages/prog/www/GOS/ABO/AMDAR/AMDAR_System.html.
- 9. Aircraft-based Observations, Organización Meteorológica Mundial (WMO): http://www.wmo.int/pages/prog/www/GOS/ABO/index_en.html