

LA METEOROLOGIA AERONAUTICA AL SERVICIO DE LA AVIACION

Por Manfred E. REINHARDT*

¿Qué es la meteorología aeronáutica?

La aviación implica el movimiento de vehículos por el aire. Según esto, las características del aire, su estructura y procesos, afectan a dichos vehículos y deben ser comprendidas, vigiladas y previstas, especialmente aquellos fenómenos peligrosos para la aeronave, como tormentas, reventones descendentes, tornados, huracanes, turbulencias, cizalladura del viento, engelamiento o niebla. Distintos fenómenos meteorológicos se dan preferentemente en regiones diferentes de la Tierra, y deben tenerse también en cuenta las variaciones anuales, estacionales y diarias.

El tiempo afecta a una diversidad de actividades aeronáuticas, que implican no sólo a los reactores supersónicos o de fuselaje ancho, a los turbohélices o a las aeronaves de motor de émbolo, sino también a los helicópteros, ultraligeros, planeadores, alas delta, paraplaneadores, paracaidistas y también –en cierta medida– a los aeromodelos y a los aviones controlados a distancia.

Todos estos son sensibles al tiempo de distintas formas. Para asegurar una operación segura en todas las condiciones meteorológicas, los Servicios Meteorológicos nacionales de todo el mundo están obligados por ley a hacer observaciones meteorológicas y a establecer y mantener sistemas de vigilancia y avisos en sus países. Este servicio meteorológico para la aviación se conoce como meteorología aeronáutica, cuyo objetivo es “contribuir a la seguridad, regularidad y eficacia de la navegación aérea internacional”.¹

La OMM establece normas y directrices para los servicios meteorológicos para la aviación mediante su Comisión de Meteorología Aeronáutica^{1,2}. La OACI es la organización internacional responsable de la reglamentación de la aviación civil, coopera estrechamente con la OMM en estas materias, y por parte de ambas organizaciones se acuerdan reglamentaciones comunes.

Las operaciones de aeronaves y la meteorología aeronáutica

Las aeronaves de reacción y supersónicas, especialmente en vuelos de largo alcance, navegan a alturas de la troposfera superior y estratosfera inferior donde, en gran medida, están por encima de las situaciones meteorológicas activas. El tiempo les afecta principalmente en las fases de despegue y ascenso y en las de descenso para la aproximación y el aterrizaje. Los vuelos a corta distancia operan normalmente en la troposfera media y baja,

* El Instituto de Física Atmosférica del *Deutsche Forschungsund Versuchsanstalt für Luft-und Raumfahrt* (DFVLR), Oberpfaffenhofen, República Federal de Alemania. El Dr. Reinhardt es el Presidente de la *Organisation scientifique et technique du Vol à Voile* (Organización científica y técnica del Vuelo a Vela).

¹ Reglamento Técnico de la OMM, Volumen II (C.3.1).– *Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional* y el Anexo 3 de la OACI al Convenio de la Aviación Civil Internacional.

² *Manual de claves*. OMM- N.º 306; 1984.

hasta unos 8 km (2700 pies), y en este caso se ven más afectados por el tiempo. Puesto que es responsabilidad exclusiva del piloto decidir si vuela o no, se debe poner a su disposición información sobre el tiempo presente y previsto para la hora y la zona en que se pretende operar.

Así pues, los servicios meteorológicos para la comunidad aeronáutica proporcionan información sobre el tiempo actual, así como predicciones. Lo hacen mediante un sistema de observaciones, análisis y servicios de predicción. Los datos de observación mundiales y/o regionales se concentran en los centros meteorológicos, que analizan los datos y difunden productos actuales y previstos. Empleando estos productos, las oficinas de predicción de aeródromo preparan predicciones regionales o locales para varios usuarios, mejoradas y más detalladas por su conocimiento de las características meteorológicas locales, como el föhn, el bora o las circulaciones orográficas.

En Europa y en los Estados Unidos de América ha habido un crecimiento explosivo de la aviación. En junio de 1988, se ha alcanzado en Europa una densidad de tráfico que se había previsto en principio para 1995, y el ritmo de crecimiento anual supera el diez por ciento, debido principalmente al aumento de los vuelos comerciales charter y mayores cantidades de carga aérea. El tráfico de enlace regional es también un factor que contribuye.



Hay poco sitio para maniobrar cuando un avión pesado aterriza en el aeropuerto internacional de Hong Kong.

Foto: Dirección del Aeropuerto de Hong Kong.

El espacio disponible sobre Europa está ya saturado en las horas punta y esto ha llevado a esfuerzos intensificados para mejorar la dirección y control del tráfico aéreo. Esto lleva a ejercer presión sobre las líneas aéreas y los otros operadores de aeronaves comerciales para que usen la primera autorización de tráfico aéreo concedida, sin tener en cuenta el estado del tiempo. Tres aviones se estrellaron en Europa, en 1987 y los dos primeros meses de 1988, dos debido a engelamiento fuerte y otro a causa de una tormenta. Entre 1959 y 1986, aproximadamente, un cinco por cien de los accidentes sufridos por la flota mundial

de reactores comerciales tuvieron como causa primaria la situación meteorológica.³

Si se mantiene la presión sobre la aviación comercial y, en cierta medida, sobre la general, para aumentar el número de vuelos, es necesario que se mejore no sólo la dirección y control del tráfico aéreo, sino también los procedimientos de vigilancia y avisos meteorológicos. Esto debe acometerse no como tareas separadas, sino como parte de un esfuerzo integrado. El que casi todos los Servicios Meteorológicos nacionales estén actualmente bajo presión, a causa de las restricciones de presupuesto para reducir el personal, es retrógrado y potencialmente peligroso.

Si se comparan los primeros meses de 1988 con los años 1986 y 1987, el ritmo de crecimiento de la aviación no comercial es pequeño. Pero los nuevos deportes aéreos, como el vuelo de aviones ultraligeros, alas delta y paraplaneadores, necesitan el servicio meteorológico general, así como predicciones del tiempo especiales hechas a la medida de su actividad particular.

Cómo la meteorología aeronáutica sirve a distintas clases de aviación

Es primordial que tanto los meteorólogos como los usuarios comprendan perfectamente las posibilidades y las limitaciones de las predicciones para cada tipo particular de vuelo.

El meteorólogo hace su predicción examinando la situación meteorológica actual y la evolución futura que se prevé, extrapolada por diversos procedimientos, como la observación del campo de vientos en altura, el cálculo de los movimientos advectivos o la evaluación del desarrollo de los parámetros físicos por simulación numérica y modelos de predicción. El resultado es una predicción de área, cuya calidad no puede ser mejor que la de la información empleada.

Frecuentemente los pilotos esperan que las predicciones tengan una mayor resolución en el espacio y en la cronología que lo que es generalmente posible, y esto puede plantear un problema real para el entendimiento mutuo. Muchos fenómenos meteorológicos están estrictamente localizados y, dado que la predicción cubre probablemente un área extensa, un piloto puede encontrarse con un determinado fenómeno previsto, o puede que no lo encuentre. Esto puede originar una pérdida de confianza del piloto en la precisión de las predicciones.

A todo el tráfico aéreo se le proporciona normalmente un conjunto completo de información meteorológica, tal como se define en el Reglamento Técnico de la OMM. Pero las diferentes clases de tráfico aéreo necesitan un asesoramiento meteorológico distinto (y usualmente complementario).

Los reactores supersónicos y de alto nivel de vuelo se usan generalmente para los vuelos intercontinentales y, en sus niveles de vuelo, comprendidos entre 8 km (27000 pies) y 18 km (60000 pies), son relativamente independientes del tiempo, excepto los casos de convección profunda de las zonas tropicales. Pero en el curso de los vuelos de largo alcance, de hasta 14 horas, la configuración general del flujo a alto nivel juega un papel primordial en la planificación del vuelo y en las decisiones sobre los desvíos. Así pues, tienen una im-

³ SAINT GERMAIN, M.: Introducción a la nueva tecnología de las aeronaves de transporte.— Un reto para mejorar la seguridad. 40° Seminario Internacional de la Seguridad FSF, Tokyo (Octubre de 1987).

portancia crítica los campos de viento previstos para sus niveles de vuelo y el tiempo previsto en los aeródromos de destino y alternativos.

Los reactores de más corto radio de acción, los turbohélices o los aviones de motor de émbolo, que vuelan distancias entre unos 300 y 3000 km, necesitan apoyo meteorológico para un intervalo de tiempo de unas horas. Como operan principalmente en condiciones de vuelo instrumental (IFR) hasta una altitud de unos 8 km (27000 pies), este tráfico se ve más afectado por el tiempo en la troposfera inferior y media: frentes, tormentas, líneas de turbonada, con todos los fenómenos peligrosos para las aeronaves que les acompañan, como turbulencia, engelamiento, granizo, cizalladura del viento, rayos y otros. Es esencial disponer de una combinación de buenas predicciones a corto plazo junto con métodos de predicción inmediata, observando el tiempo en la región de donde viene el viento y extrapolando las trayectorias al área de operación, bien mediante observaciones de superficie, informes de aeronaves, o información de radar y satélites.

Los aviones monomotores, los helicópteros y los ultraligeros operan principalmente en condiciones de vuelo visual (VFR), en altitudes de hasta 3 km (10000 pies) y a distancias más cortas (hasta 1000 km). Este tipo de aviación ha mostrado, en los últimos años, una proporción relativamente alta de accidentes relacionados con el tiempo. Un mapa de tiempo significativo para la capa comprendida entre la superficie y el nivel 100 (0 a 3 km) se ha introducido recientemente en Europa con base subregional y se está proponiendo para otras zonas. Este mapa previsto, junto con la predicción normal del tiempo y los métodos de predicción inmediata, deben llevar a una mejor planificación de vuelo para estas pequeñas aeronaves. Todos los riesgos meteorológicos que se han mencionado previamente son también importantes para esta categoría de aviación.

El vuelo de los planeadores y alas delta depende de condiciones especiales del tiempo, ya que utilizan la energía disponible en las corrientes ascendentes producidas por la convección, la ondulatoria o los vientos ascendentes de ladera. Los planeadores han cubierto distancias de más de 1500 km, y las alas delta de más de 300 km. Sólo una preparación muy cuidadosa y una exploración detallada de todas las posibilidades meteorológicas, combinadas con una larga experiencia y un profundo conocimiento de la mecánica del planeo, hacen posible tan largos vuelos. Hay que tomar en serio los peligros del tiempo, y las alas delta son especialmente sensibles a los fuertes movimientos de ascenso y descenso combinados con la turbulencia.

El vuelo en globo es un deporte en que el vehículo se mueve con el aire y en que los cambios de dirección se pueden conseguir sólo cambiando la altitud de vuelo para volar en capas con otras direcciones del viento. Así pues, la información y la predicción de la estructura vertical del viento es esencial para esta actividad.

El paracaidismo normal no depende usualmente de las condiciones especiales del tiempo, pero se está introduciendo un nuevo tipo de paracaídas, el paradeslizador, un tipo de vehículo aeronáutico con una relación de deslizamiento de aproximadamente 1:4 comparado con las características de deslizamiento de las alas delta de 1:10. En el futuro se entenderán vuelos de más larga distancia con paradeslizadores, usando corrientes ascendentes, térmicas, de ladera o de ondulatoria, y para esto se necesitará apoyo meteorológico. La turbulencia atmosférica es probablemente el mayor peligro para los paradeslizadores.

El aeromodelismo es una actividad aérea que necesita, usualmente, un apoyo meteorológico de naturaleza local y en la que el campo de vientos entre la superficie y algunos centenares de metros es la característica más importante.

El apoyo meteorológico especial para los acontecimientos deportivos

Todos los deportes aeronáuticos requieren apoyo meteorológico y las competiciones, hasta el nivel de campeonato mundial, en casos como el vuelo de planeadores, alas delta, globos o paracaidismo y su éxito depende del grado de apoyo meteorológico proporcionado. Para responder a esta necesidad, se establecen temporalmente servicios meteorológicos locales en el lugar de los campeonatos para proporcionar vigilancia meteorológica y servicio de avisos, así como ayuda para preparar las tareas.

Un ejemplo de dicho apoyo meteorológico específico es el de los cursos especiales organizados por la Organización Internacional Científica y Técnica para el Vuelo a Vela (OS-TIV) para el entrenamiento de meteorólogos en las técnicas de predicción para el vuelo a vela en general y para las competiciones en particular. La OMM ha apoyado siempre estos esfuerzos, y la Nota Técnica N.º 158, *Handbook of meteorological forecasting for soaring flight* (OMM N.º 495, 1978), (Manual de la predicción meteorológica para el vuelo a vela), ha tenido un gran éxito. El profundo conocimiento del comportamiento de la capa límite y su variación diaria, las interacciones meteorológicas a escala local y regional con la escala sinóptica, el conocimiento de la estructura, desarrollo y debilitación de fenómenos como las ondas de gravedad, el föhn o el chinook, son esenciales para estas predicciones especiales. Se necesitan esfuerzos continuados para mantener y ampliar estos conocimientos especializados. Podría ser mediante enseñanza y formación profesional especializadas, informes y publicación de nuevos descubrimientos, publicación por la OMM de manuales o pronuarios sobre el tema, y la participación de los Servicios Meteorológicos nacionales en los acontecimientos deportivos de sus países, y no sólo en las competiciones mundiales, sino también a nivel nacional y local.

Hay que tener presente que el apoyo meteorológico no sólo es necesario para el éxito de los deportes aeronáuticos, sino que también contribuye a su seguridad, vigilando y avisando la proximidad de fenómenos meteorológicos peligrosos.

El papel de la investigación y el desarrollo para mejorar los servicios meteorológicos

Se está llevando a cabo en todo el mundo un gran trabajo científico relacionado con la meteorología aeronáutica. Por la parte teórica, se están aplicando modelos numéricos a la investigación y al desarrollo a todas las escalas, desde la mundial a la regional y a la local.

Por la parte experimental, se está realizando la investigación y el desarrollo en muchos campos. Se está consiguiendo mejorar la medida de los parámetros meteorológicos básicos, empleando distintos sensores, tanto *in situ* como a distancia. Se estudian a menudo estadísticamente los procesos meteorológicos usando los datos climatológicos. La investigación de los fenómenos meteorológicos a gran escala se efectúa principalmente en experimentos de campo, como los del reciente Programa de Investigación Mundial de la Atmósfera de la OMM/CIUC, que ha sido un ejemplo impresionante de investigación con un alto grado de interés por la meteorología aeronáutica.

Los investigadores están prestando especial atención y esfuerzo a todos los fenómenos antes citados, potencialmente peligrosos para la aviación.

Cada vez más, los científicos están tratando de simular la estructura atmosférica, su dinámica y procesos, ajustando las diferentes variables y calculando su sensibilidad. La validez de la simulación se comprueba mediante experimentos de campo.

Perspectivas

Teniendo en cuenta el aumento de la población mundial y los actuales desarrollos tec-

nológicos, es de esperar que la aviación siga creciendo. Se estima que en el año 2000 el tráfico aéreo en Europa sea el doble que en 1985. Así pues, los servicios meteorológicos deben hacer el correspondiente esfuerzo para seguir esta expansión.

Para optimizar los servicios meteorológicos aeronáuticos, hay que introducir mejoras en tres aspectos:

- Predicciones anteriores al vuelo;
- Vigilancia desde tierra de los parámetros meteorológicos importantes para las necesidades de la predicción inmediata y de la emisión de avisos;
- Vigilancia a bordo, durante el vuelo, de los parámetros meteorológicos relacionados con la seguridad.

Además, actualmente no hay un enlace directo entre el meteorólogo y el piloto en el caso de que éste necesite información meteorológica instantánea para tomar una decisión para hacer frente a situaciones meteorológicas potencialmente peligrosas. Pero esto no es un problema meteorológico, es de telecomunicaciones. Esto entrañaría gastos adicionales, pero, en una zona de tráfico aéreo en continuo crecimiento, las consideraciones referentes a la seguridad son de alta importancia, y deben seguir así.

FORMACION PROFESIONAL METEOROLOGICA EN ZAIRE

Por ITELA Y' ILONDO*

Resumen histórico

La Sección de Meteorología del *Institut supérieur des techniques appliquées* (ISTA) tiene su origen lejano en la antigua Escuela de Meteorología creada en 1948. Esta escuela tenía una finalidad específica: formar observadores de meteorología a partir de empleados de la colonia. Después que el país adquirió la soberanía internacional se produjo un éxodo masivo del personal científico y técnico hacia la metrópoli. Las autoridades de la joven nación sintieron inmediatamente la necesidad urgente de llenar el vacío mediante la formación de meteorólogos nacionales de las clases II, III, y IV. Por esta razón el Gobierno de la República Democrática del Congo (República de Zaire desde 1971) firmó en julio de 1963 unos acuerdos con el Fondo Especial de las Naciones Unidas, por el cual se creó el Centro de Formación Meteorológica (CFM) bajo la tutela del Departamento de Transportes y Comunicaciones y formando parte del Servicio Meteorológico Nacional conocido en la actualidad como *Institut national de météorologie*. Por estos acuerdos la OMM envió expertos e instructores internacionales en las diversas ramas de la meteorología al CFM. Los programas de enseñanza intensiva tuvieron éxito y se formó el personal nacional necesario para la meteorología aeronáutica y otras funciones.

Un decreto presidencial del 1 de agosto de 1969 reunió a todas las escuelas superiores

* Jefe de la Sección de Meteorología del *Institut supérieur des techniques appliquées* en la Universidad Nacional del Zaire.