



ASAMBLEA — 42º PERÍODO DE SESIONES

COMISIÓN TÉCNICA

Cuestión 24: Iniciativas prioritarias de seguridad operacional de la aviación y navegación aérea

IMPACTO DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DESARROLLO
DE LOS PROCEDIMIENTOS DE NAVEGACIÓN AÉREA

[Nota presentada por de Venezuela (República Bolivariana de)]

RESUMEN

Esta nota de estudio destaca el impacto del cambio climático y el desafío que representa para la navegación aérea mundial, resaltando la importancia de adaptar e implementar estrategias sostenibles, así como la necesidad de mantener una actualización continua de los modelos matemáticos utilizados en la documentación OACI, todo esto como medida imprescindible y crucial para mitigar sus impactos y garantizar la seguridad y eficiencia de los vuelos.

Decisión de la Asamblea: Se invita a la Asamblea a:

- tomar nota de la presente nota de estudio;
- considerar la revisión de las variables y los ajustes en los parámetros de diseño que pudieran afectar los procedimientos instrumentales de las diferentes fases del vuelo;
- alentar la colaboración continua de la OACI con otros organismos de las Naciones Unidas y organizaciones internacionales para mitigar los impactos del cambio climático en la aviación;
- estimular a la industria, a los Estados y Organizaciones de apoyo, a considerar revisión del modelado atmosférico; y
- considerar otras variables meteorológicas que puedan afectar los planes de navegación aérea producto del cambio climático.

<i>Objetivos estratégicos:</i>	Esta nota de estudio se relaciona con los Objetivos estratégicos: <i>Todos los vuelos son seguros y protegidos. El desarrollo económico del transporte aéreo posibilita la prosperidad económica y el bienestar social para todo el mundo.</i>
<i>Repercusiones financieras:</i>	Se deberá evaluar las acciones que permitan destinar recursos financieros para implementar grupos de trabajos dedicados al análisis de los parámetros estandarizados utilizados en navegación aérea.
<i>Referencias:</i>	Anexo 11 — <i>Servicios de tránsito aéreo</i> Anexo 16 — <i>Protección del medio ambiente</i> <i>Resoluciones vigentes de la Asamblea (al 7 de octubre de 2022)</i> (Doc. 10184) Resolución A37-19

¹ La versión en español fue proporcionada por Venezuela (República Bolivariana de)

	<i>Guía de evaluación ambiental de los cambios operacionales propuestos para la gestión del tránsito aéreo (Doc. 1003)</i> <i>Doc. 9750, Plan mundial de navegación aérea</i> <i>Doc. 8168, Operación de aeronaves Volumen II - Construcción de procedimientos de vuelo visual e instrumental.</i>
--	--

INTRODUCCIÓN

1.1 El cambio climático está influyendo de manera significativa en la navegación aérea mundial, generando una serie de desafíos y alteraciones que afectan la seguridad, la eficiencia y los costos de los vuelos. A continuación, se detallan los principales impactos:

1.2 Aumento de las turbulencias: Una de las consecuencias más directas y preocupantes es el incremento en la frecuencia e intensidad de las turbulencias, especialmente las de "aire claro".

Tormentas más intensas: Huracanes, tifones y tormentas severas con vientos fuertes, granizo y precipitaciones torrenciales

1.4 Olas de calor: El aire caliente es menos denso que el aire frío, lo que dificulta que los aviones obtengan suficiente sustentación para despegar. Las altas temperaturas pueden imponer restricciones de peso para el despegue, lo que significa menos pasajeros, equipaje o carga, y en algunos casos, la necesidad de pistas de aterrizaje más largas.

1.5 Cambios en las rutas aéreas y mayor consumo de combustible: Las alteraciones en los patrones climáticos y la aparición de fenómenos extremos pueden obligar a los pilotos a modificar las rutas de vuelo para evitar zonas de turbulencias o mal tiempo. Estas desviaciones pueden implicar vuelos más largos, un mayor consumo de combustible y, en consecuencia, un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, contrarrestando los esfuerzos de la industria por ser más sostenible.

2. ANÁLISIS

2.1 La imprevisibilidad del clima y la mayor frecuencia de eventos extremos complican la planificación y gestión del tráfico aéreo. Los controladores aéreos y las aerolíneas deben adaptarse constantemente a las condiciones cambiantes, lo que puede generar congestión en el espacio aéreo, retrasos y una mayor presión operativa. Impone una serie de desafíos complejos a la aviación mundial, exigiendo a la industria adaptarse a nuevas condiciones meteorológicas y desarrollar estrategias de mitigación para garantizar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad del transporte aéreo. Esto incluye desde mejoras en los sistemas de predicción meteorológica hasta el desarrollo de aeronaves más resistentes y eficientes, y la adaptación de las infraestructuras aeroportuarias.

2.2 El cambio climático está aumentando la frecuencia e intensidad de fenómenos como turbulencias, tormentas eléctricas, hielo, vientos fuertes y niebla densa, lo que complica la planificación y ejecución de vuelos, y puede causar retrasos y cancelaciones.

2.4 El cambio climático afecta significativamente los cálculos de la velocidad aérea verdadera (TAS) a diferentes altitudes, principalmente al alterar la densidad del aire. La TAS es la velocidad real de una aeronave con respecto a la masa de aire en la que se mueve, y es crucial para la planificación de vuelos, el rendimiento del avión y la navegación. El factor más directo del cambio climático que influye en la TAS

es el aumento de la temperatura global. El aire caliente es menos denso que el aire frío. Además, un mayor contenido de humedad en el aire (también influenciado por el calentamiento) reduce aún más su densidad.

2.5 Cuando el aire es menos denso, la aeronave necesita moverse más rápido a través de él para generar la misma cantidad de sustentación. Teóricamente, a medida que la altitud de densidad aumenta (ya sea por mayor temperatura, mayor humedad o mayor altitud de presión), la IAS para una TAS dada disminuirá. Dicho de otra manera, para mantener una IAS constante, la TAS real que experimenta la aeronave será mayor en condiciones de alta altitud de densidad. Esto significa que el avión está realmente yendo más rápido a través del aire de lo que el indicador de velocidad aérea muestra directamente. El aumento de las diferencias de temperatura y la intensificación de la cizalladura del viento (cambio de velocidad o dirección del viento a través de una distancia) pueden llevar a un aumento de la turbulencia, incluyendo la CAT, que es difícil de predecir. Los pilotos pueden necesitar ajustar la TAS o la altitud para evitar zonas de turbulencia, lo que impacta la eficiencia y la planificación del vuelo.

3. CONCLUSIÓN

3.1 El cambio climático se manifiesta a través de un aumento de las temperaturas globales, cambios en los patrones de presión atmosférica y fenómenos meteorológicos extremos. Estos factores influyen directamente en la densidad del aire, que es un factor crítico para el rendimiento de las aeronaves y la precisión de la navegación barométrica.

3.2 Algunos aspectos a considerar son:

3.2.1 *Impacto en la altitud barométrica:* Los altímetros barométricos miden la altitud basándose en la presión del aire. Si la temperatura del aire es más alta de lo que se asume en las atmósferas estándar (como la ISA - International Standard Atmosphere) sobre la que se diseñan los procedimientos, la aeronave estará realmente más alta de lo que indica su altímetro para una presión barométrica determinada.

3.2.2 *Error en la trayectoria de descenso:* En una aproximación Baro-VNAV, si la aeronave interpreta una altitud barométrica más baja de lo real debido a una atmósfera más cálida (menor densidad), el sistema podría guiarla para que descienda por debajo del perfil vertical óptimo o previsto. Esto puede llevar a la aeronave a estar más baja de lo esperado en puntos críticos de la aproximación, lo que podría comprometer el franqueamiento de obstáculos. Aunque los sistemas Baro-VNAV tienen en cuenta las correcciones por temperatura, el aumento de la frecuencia y magnitud de las desviaciones de temperatura respecto a la ISA puede desafiar los límites de estas correcciones.

3.2.3 *Mayores consumos de combustible:* Para compensar una menor densidad del aire en despegue o para mantener la trayectoria de descenso en condiciones más cálidas, las aeronaves pueden necesitar más potencia, lo que se traduce en un mayor consumo de combustible y, por ende, en mayores emisiones, creando un ciclo de retroalimentación negativa con el cambio climático.

3.3 Todo esto genera algunas acciones a realizar por parte de todos los actores participantes en la actividad aeronáutica mundial. Algunas de estas serían:

3.3.1 *Necesidad de Adaptación Tecnológica:* Los sistemas Baro-VNAV y el software de gestión de vuelo deberán ser cada vez más sofisticados para incorporar correcciones de temperatura más precisas y adaptativas en tiempo real.

3.3.2 *Actualización de Procedimientos:* Es imprescindible revisar y actualizar continuamente los criterios de diseño de procedimientos de aproximación para tener en cuenta los efectos del cambio climático en la densidad del aire y la propagación de errores. En definitiva, el cambio climático, al alterar la

temperatura y la presión atmosférica, afecta la densidad del aire. Esta variación en la densidad del aire tiene un impacto directo en la precisión de los sistemas de navegación como por ejemplo el Baro-VNAV, que dependen de la altitud barométrica.

3.4 Esto puede llevar a desviaciones en el perfil de descenso previsto, lo que representa un desafío para la seguridad y eficiencia de las operaciones aéreas.

3.5 Tenemos la certeza que la industria de la aviación está trabajando en la adaptación a estos cambios a través de mejoras tecnológicas, revisión de procedimientos y una mayor conciencia operativa. Por lo anterior podemos afirmar entonces que, el cambio climático no es solo una preocupación ambiental para la aviación, sino una amenaza directa y creciente para la seguridad, eficiencia y economía de las operaciones aéreas en todas sus fases. La capacidad de la industria para adaptarse a estas condiciones cambiantes será fundamental para asegurar la sostenibilidad y la continuidad del transporte aéreo global.

— FIN —