ANALISIS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN SOBRE SUCESOS DE LA CALIDAD DEL AIRE EN CABINA DE AERONAVES PRESURIZADAS CON MTOW > 5.800 Kg

Análisis, conclusiones y recomendación relativos a sucesos de la calidad del aire en cabina de aeronaves presurizadas de aeronaves de transporte aéreo comercial con MTOW > 5.800 kg.

Ámbito de Aplicación	
Aeronavegabilidad:	No afecta directamente
Operaciones:	Sector Aeronáutico Afectado
Licencias al Personal:	No afecta directamente
Navegación Aérea:	No afecta directamente
Aeropuertos:	No afecta directamente
Otros:	No afecta directamente

1. JUSTIFICACIÓN

El aumento de los reportes referentes a calidad de aire en cabina de aeronaves presurizadas por parte de tripulaciones y pasajeros ha hecho que se planteen algunas dudas respecto a la eficacia del sistema ECS que suministra este aire.

La presencia de contaminantes en cabina puede afectar a las capacidades de la tripulación y, de acuerdo a la normativa de EASA, un seceso que afecte a las capacidades de la tripulación podrá tener un impacto en la seguridad de la operación.

Para desarrollar esta recomendación se ha elaborado un informe que analiza diferentes estudios de Autoridades de Aviación, con el objetivo de ver si son necesarias o no medidas adicionales o alternativas a las ya existentes en este ámbito, y que se resumen a continuación:

1.1 Estudios EASA

En la revisión anual de recomendaciones de seguridad de EASA de 2015 (ver ref. EASA ASRR 2015) se establece como acción lanzar dos estudios en relación a la calidad de aire en cabina:

- Una campaña de medición en vuelo.
- Un estudio de la caracterización de la toxicidad de los productos de la pirólisis de aceites para motores de aviación.

1.2 Medicina Aeronáutica

EASA, en su página web (https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/easa-publishes-two-studies-cabin-air-quality) concluye que las investigaciones científicas llevadas a cabo durante las pasadas décadas han concluido que es poco probable una relación causal entre la exposición de contaminantes en cabina y los síntomas reportados.

© AESA *Cualquier copia impresa o en soporte electrónico, total o parcial de este documento se considera copia no controlada y siempre deberá ser contrastada con su versión vigente en la web de AESA*

Por su parte, la postura de la División de Medicina Aeronáutica de AESA está en línea con EASA, indicando que no hay datos concluyentes que relacionen los síntomas reportados con los eventos de contaminación de aire en cabina.

1.3 Situación Actual

La Comisión Europea con el soporte de EASA ha lanzado un proyecto a gran escala de investigación de calidad de aire en cabina:

- En la revisión anual de recomendaciones de seguridad de EASA de 2015 (ver ref. EASA ASRR 2015) se estableció como acción lanzar los dos estudios en relación a la calidad de aire en cabina (ver punto anterior de Medicina Aeronáutica – página web EASA)
- Como continuación de estos dos estudios, EASA ha dado soporte a la Comisión Europea en la preparación de una licitación ("Call for Tenders", ver ref. EASA OJS037) para un proyecto de investigación de calidad de aire en cabina a gran escala. En el apartado de descripción II.2.4 de la notificación de adjudicación del contrato de 2017 OJS037 066334 sobre "Investigación del nivel de calidad de aire en cabina de aeronaves de transporte de gran tamaño y sus implicaciones en la salud" se define el objetivo del estudio: Realizar avances en la investigación de la calidad de aire en cabina en aeronaves de transporte aéreo comercial de gran tamaño y sus potenciales consecuencias adversas sobre la salud de la tripulación y los pasajeros con vistas a la legislación europea en calidad de aire en interiores y los límites de exposición durante la actividad profesional.

Para facilitar la justificación de esta recomendación de seguridad, se adjunta el informe elaborado que le da soporte.

2. ACCIÓN A LLEVAR A CABO

La recomendación de AESA, a la espera de los resultados del estudio de calidad de aire en cabina impulsado por la Comisión Europea, es la siguiente:

- AESA recomienda a las compañías aéreas tener presente la guía de OACI de "Directrices sobre prácticas educativas, de instrucción y notificación relacionadas con incidentes de emanaciones" (ver ref. OACI CAQ Cir 344) en la que EASA ha estado íntimamente involucrada, y en la que se incluyen material guía detallado para la identificación y notificación de este tipo de sucesos.

3. PERIODO DE VALIDEZ O FORMA DE CANCELACIÓN

Indefinido.

© AESA *Cualquier copia impresa o en soporte electrónico, total o parcial de este documento se considera copia no controlada y siempre deberá ser contrastada con su versión vigente en la web de AESA*

Agencia Estatal
de Seguridad Aérea

CALIDAD DE AIRE EN CABINA DE AERONAVES PRESURIZADAS

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE FOMENTO
AESA AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA

DOCUMENTACIÓN PUBLICA

CS-DEA-CSEG-08

© AESA
AGENCIA ESTATAL DE SEGURIDAD AÉREA
Este documento se acoge al amparo del Derecho de la Propiedad Intelectual. Quedan reservados todos los derechos inherentes a que ampara la Ley, así como los de traducción, reimpresión, transmisión radiofónica, de televisión, Internet (página web), de reproducción en forma fotomecánica o en cualquier otra forma y de almacenamiento en instalaciones de procesamiento de datos, aun cuando no se utilice más que parcialmente.

Cualquier copia impresa o en soporte informático, total o parcial de este documento se considera como copia no controlada y siempre debe ser contrastada con su versión vigente en la web.

Índice

1. INTRODUCCIÓN 2

2. OBJETO Y ALCANCE 3

3. REQUISITOS EASA DE CALIDAD DE AIRE EN CABINA 4
3.1 AERONAVEGABILIDAD INICIAL 4
3.2 REQUISITOS DE MANTENIMIENTO DE LA AERONAVEGABILIDAD 7
3.3 REQUISITOS OPERACIONALES 7

4. FUENTES DE CONTAMINACIÓN, SINTOMAS Y RIESGOS ASOCIADOS . 8
4.1 FUENTES DE CONTAMINACIÓN 8
4.2 SÍNTOMAS 9
4.3 RIESGOS EN SEGURIDAD OPERACIONAL 9

5. BUENAS PRÁCTICAS DE OACI 10

6. ACTIVIDAD Y RECOMENDACIONES DE EASA 13

7. ENSAYOS Y MEDICIONES DE AUTORIDADES EUROPEAS 14
7.1 ESTUDIOS DE EASA 14
7.2 PROGRAMA DE CAA-UK (REINO UNIDO) 16
7.3 ESTUDIO BFU (ALEMANIA) 17

8. ANÁLISIS DE AESA 19
8.1 SISTEMA DE NOTIFICACIÓN DE SUCESOS 19
8.2 MEDICINA AERONÁUTICA 21
8.3 PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES 22

9. RECOMENDACIONES DE AESA 23

10. ACRÓNIMOS 24

11. REFERENCIAS 26

1. INTRODUCCIÓN

La calidad del aire en cabina ha sido un tema de preocupación y estudio desde hace más de 20 años. El aumento de los reportes referentes a calidad de aire en cabina de aeronaves presurizadas, por parte de tripulaciones y pasajeros, ha hecho que se planteen algunas dudas respecto a la eficacia del sistema ECS (Environmental Control System) que suministra este aire.

En algunos casos, estos sucesos podrían representar una amenaza para la seguridad de las operaciones de vuelo, así como para la salud de los ocupantes de la aeronave. En este sentido se plantean posibles actuaciones encaminadas a la mejora en este ámbito.

Autoridades e industria han iniciado estudios, ensayos y análisis para identificar que sustancias químicas y biológicas se encuentran en suspensión en el aire, determinar posibles niveles de calidad del aire, y que sustancias pueden influir en la salud de los ocupantes, tanto a corto como a largo plazo, incluso afectar a la seguridad del vuelo debido al cansancio, molestias o intoxicación.

2. OBJETO Y ALCANCE

El objetivo de este documento es concluir si son necesarias o no, medidas adicionales o alternativas a las ya existentes. Este informe se limita a aeronaves de transporte aéreo comercial con MTOW > 5.800 Kg y no se tienen en cuenta requisitos operacionales relacionados con situaciones de emergencia.

El documento tiene la siguiente estructura:

- Identificación de requisitos estándares y referencias de diseño, mantenimiento y operación.
- Análisis de estudios previamente realizados relativos a contaminación de aire y síntomas asociados.
- Exposición de estudios y recomendaciones de otras organizaciones.
- Análisis de AESA.
- Propuestas de actuación.

Nota. *Dentro de los objetivos de este documento, no se consideran las operaciones de emergencia, en los que el riesgo principal esté directamente asociado a la existencia de fuego relacionados con planta motriz, cabinas o sistemas. Por ejemplo, no se tienen en consideración en este estudio la acumulación de vapores y sustancias inflamables o los humos producidos por el fuego.*

3. REQUISITOS EASA DE CALIDAD DE AIRE EN CABINA

En este capítulo se muestran los requisitos relativos a la calidad de aire en cabina definidos a día de hoy en la normativa EASA.

3.1 AERONAVEGABILIDAD INICIAL

En este apartado se describen los requisitos de diseño del ECS, sistema responsable de la aclimatación y ventilación del aire de cabina.

Los requisitos fisiológicos determinan los estándares de diseño que conforman las bases de certificación de las aeronaves. El suministro de oxígeno es la principal preocupación entre los 15.000 y 51.000 pies de altura en que operan la mayoría de las aeronaves de transporte. Se requiere además de un sistema de suministro de aire en operación normal, otro que suministre oxígeno en operación de emergencia (por ejemplo, necesario en caso de despresurización, fuego o humo).

Los principales sistemas involucrados por el ECS son los siguientes:

- ATA 7X Compresor del motor, como fuente suministradora de aire a alta presión y temperatura.
- ATA 49 APU unidad auxiliar, que también suministra de aire a alta presión y temperatura en determinadas condiciones operacionales.
- ATA 36 Sistema neumático, responsable de conducir el aire sangrado hasta los distintos consumidores. Los principales consumidores del ATA 36 son: el ATA 21 y el sistema anti-hielo WAI (Wing Anti-Ice).
- ATA 21 Sistema de Aire Acondicionado. Se encarga de suministrar el aire a cabina en unas condiciones determinadas que garanticen un ambiente adecuado para los ocupantes.
- ATA 35 Sistema de oxígeno. En el caso de sufrir una situación adversa y que el aire en cabina no sea el adecuado, las máscaras de oxígeno proporcionan una fuente de oxigeno alternativa para tripulación y pasajeros.

Tal y como se recoge en la circular de la OACI (ver ref. OACI CAQ Cir 344), en determinados casos, el sistema de ECS puede distribuir contaminantes. Estos pueden diferenciarse entre: internos de los sistemas de la aeronave (por ejemplo, el aceite del motor, el líquido hidráulico); o externos (gases de escape, líquido de deshielo, combustible, ozono, etc.).

Desde el punto de vista de la calidad del aire, la cabina tiene unas condiciones similares a las de ambientes cerrados (“indoor”). En la industria, el ratio de renovación de aire de un habitáculo se mide en RAH (Recambios de Aire por Hora). El RAH de la cabina de las aeronaves es muy elevado, por lo general con una tasa de superior a 20 m3/h, mientras que en edificios se recomienda una RAH entre 12 y 15 m3/h.

Dependiendo del tipo de avión, existen diferencias en la distribución y ventilación del aire sangrado. La ventilación en cabina puede estar provista de aire de sangrado de los motores al 100% (por ejemplo, en B757-300) o con una mezcla de aire de sangrado y aire de recirculación (por ejemplo, en Airbus A380 y serie A320). Para el caso de la flota de aeronaves Boeing B787 se debe tener en cuenta, respecto al funcionamiento general comentado en el apartado anterior, que están equipados con compresores eléctricos en vez de sistema de sangrado de aire de los motores.

Es importante reseñar que no existe una unidad de filtración para eliminar partículas o compuestos orgánicos volátiles (VOC) del aire antes de que entre en la cabina. La mayoría de los aviones están equipados con sistemas de filtro de absorción de partículas de alta eficiencia (HEPA) utilizados para filtrar el aire de recirculación (aproximadamente 40-60% de aire reciclado).

3.1.1 REQUISITOS DISEÑO

Los estándares CS 25 para aeronaves con MTOW > 5.800 Kg proporcionan los requisitos de diseño para asegurar la calidad del aire en cabina y el sistema de oxígeno. Los estándares CS E para motores y CS APU para APU incluyen requisitos de sangrado.

Los requisitos de diseño se encuentran estructurados de acuerdo a CS 25, CS E y CS APU, en los siguientes apartados.

Principales referencias asociadas a las CS 25

- Párrafo 25.831, relativo a ventilación y calefacción.

  En este párrafo y en los documentos de desarrollo del mismo, se definen los requisitos de ventilación de la cabina de tripulación y pasajeros. Se indica que la cabina debe estar libre de concentraciones dañinas o peligrosas de gases o vapores, definiendo unos valores concretos para el monóxido de carbono y para el dióxido de carbono.

- Párrafo 25.832, relativo a la concentración de ozono en cabina define las concentraciones máximas permitidas de ozono en cabina.

- Párrafo 25.1309 y su AMC 25.1309(7), relativo a la clasificación de la severidad y probabilidad de fallo establece los siguientes niveles en la severidad de los sucesos relacionados con ECS:

  - (2) “Minor”: en caso de que no se reduzca significativamente la seguridad operacional. Entre la casuística se tiene en consideración la posibilidad de incomodidad física de los pasajeros o la tripulación de cabina, pero siempre con la capacidad de cumplir con sus obligaciones.

  - (3) “Major”: la reducción de la capacidad de la tripulación para afrontar condiciones de operación adversas.

  - (4) “Hazardous”: reducción de la capacidad de la tripulación de para hacer frente a situaciones adversas de tal manera que limita total o parcialmente el desarrollo de sus obligaciones.

    La demostración de cumplimiento AMC 25.1309 (9) (a)(2) especifica que la contaminación por fluidos o vapores, debidos a la operación normal o a fugas o derrames, deben tenerse en cuenta para cumplir con este punto.

- Párrafo CS 25.1121, relativo al sistema de gases de escape de la planta motora.

  En el apartado General (a), se indica que el sistema debe certificarse de acuerdo a las disposiciones de seguridad relativas a la contaminación por monóxido de carbono, en cualquier compartimento ocupado por personas.

- Párrafo CS 25.1197, relativo a los agentes para la extinción de incendios. Dentro del apartado (b), se expone que, si se ha utilizado un agente tóxico, se deben tomar las medidas preventivas para evitar concentraciones dañinas de fluido o vapores.

- Párrafo CS 25.1435, relativo al sistema hidráulico.

  Dentro del apartado (b)(3) se determina que, el diseño debe minimizar la liberación de concentraciones peligrosas o dañinas dentro de la cabina de la tripulación o de pasajeros durante el vuelo.

Por último, se muestran los requisitos de diseño asociados al sistema de oxígeno.

- Párrafo CS 25.1447, relativo a operaciones por encima de los 30,000 pies.

  Requiere un sistema de emergencia que provea a los ocupantes de unidades dispensadoras de oxígeno, máscaras. Estas deben desplegarse automáticamente a los pasajeros antes de que la altitud en cabina exceda los 15,000 pies.

La aeronave debe disponer de una fuente de suministro para la tripulación y otra fuente separada para los pasajeros, o una fuente de suministro común con medios separados para asegurar el suministro mínimo requerido para la tripulación de vuelo.

Los equipos de emergencia y la calidad de aire suministrada por el sistema de oxígeno no son objeto de este documento.

Principales referencias asociadas a las CS-E

- Párrafo CS E 690, de sangrado de aire del motor.

  En el apartado (b), de ensayos de contaminación del aire sangrado, indica que este ensayo debe asegurar que el aire sangrado del compresor es susceptible de ser utilizado directamente para la presurización de cabina o el sistema de ventilación.

  Este ensayo determina la pureza del aire sangrado y debe permitir analizar los defectos relacionados con la potencial contaminación.

- Párrafo CS E 510 y su AMC E 510, de análisis de seguridad operacional.

  En el apartado (3)(d)(iv), clasifica las concentraciones de productos tóxicos en el aire sangrado del motor para presurizar la cabina como:

  - "Hazardous": si en operación anormal de motor son suficientes para incapacitar a la tripulación o a los pasajeros durante el vuelo.
  - "Major": si las concentraciones son suficientes para degradar las capacidades de la tripulación.

  Dado que estas concentraciones son de interés del instalador, la información relativa a los ratios y concentraciones de los productos tóxicos liberados en el aire sangrado para la presurización de cabina debe ser proporcionada por el instalador como parte de las instrucciones de instalación del motor.

Principales referencias asociadas a las CS-APU

- Párrafo CS APU 320, relativo a contaminación del aire sangrado, se indica que el fabricante proporcionará las características de los contaminantes del aire sangrado. Esta información se incluirá en las instrucciones de instalación del APU.

  También se requiere que los conductos de sangrado del APU no liberen cantidades peligrosas de contaminantes en el aire sangrado.

- Párrafo CS APU 210 (g)(2)(ii) y su AMC, se clasifica las concentraciones de productos tóxicos en el aire sangrado como:

  - "Hazardous": si en operación anormal de APU son suficientes para incapacitar a la tripulación a los pasajeros durante el vuelo.
  - "Major": si las concentraciones son suficientes para degradar las capacidades de la tripulación.

3.2 REQUISITOS DE MANTENIMIENTO DE LA AERONAVEGABILIDAD

La normativa principal de EASA relativa a los requisitos de mantenimiento de la aeronavegabilidad es la Commission Regulation (EU) No 1321/2014 of 26 November 2014. Part 145, Part M. No se han encontrado evidencias de documentación específica relativas a mantenimiento de la aeronavegabilidad asociados a la calidad de aire en cabina dentro de la normativa EASA.

3.3 REQUISITOS OPERACIONALES

La normativa de referencia de EASA para requisitos operacionales es la Commission Regulation (EU) No 965/2012 of 5 October 2012. Part ORO. No se han encontrado evidencias de documentación específica relativas a requisitos operacionales asociados a la calidad de aire en cabina dentro de la normativa EASA. A pesar de ello sí se pueden encontrar varios puntos de la regulación de EASA No 965/2012 que tienen paralelismos o que pueden tener cierta relevancia dentro del marco de la calidad de aire en cabina. A lo largo de esta normativa se menciona de manera reiterada la necesidad de dar formación específica a la tripulación para gestionar eventos que tengan impacto en seguridad operacional y la obligación de notificar sucesos. Por ejemplo:

- AMC1 ORO.FC.220 Operator conversion training and checking.
- GM1 ORO.GEN.110(f) Operator responsibilities.

Dentro de la Parte CAT (CAT.OP.MPA.250 Ice and other contaminants — ground procedures (a)) se trata el procedimiento para eliminar el hielo. De forma general se establece que se debe realizar una inspección que garantice que la operación sea segura. No se tiene en consideración de forma específica la casuística de una ingestión de los productos utilizados para el deshielo por el motor o el APU y el riesgo asociado de introducir vapores tóxicos en el interior de la cabina que pueden poner en riesgo la seguridad.

Dentro de la parte SPA (SPA.DG.105 Approval to transport dangerous goods) se determina que para el transporte de mercancías peligrosas el personal de vuelo tiene que estar formado en la identificación de fugas y olores. Se puede decir que la normativa ya contempla, en determinados casos, la necesidad de formación del personal de vuelo para reconocer fugas y olores que afecten a la calidad de aire en cabina y puedan poner en riesgo la seguridad operacional.

4. FUENTES DE CONTAMINACIÓN, SINTOMAS Y RIESGOS ASOCIADOS

En este capítulo se tratan estos temas extrayendo la información más relevante recabada de la siguiente documentación de referencia:

- Informe de EASA (ver ref. EASA CAQ): Contaminantes y fuentes de contaminación.
- Informe de European Cockpit Association (ver ref. ECA CAQ): Síntomas o efectos sobre los ocupantes bajo determinadas concentraciones de sustancias tóxicas.
- Normativa EASA: Riesgo para la seguridad de la operación, debido a los síntomas de intoxicación por contaminantes, con la correspondiente degradación parcial o total de la capacidad de la tripulación para realizar sus funciones.

4.1 FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Está bastante extendida la sospecha de que la liberación de sustancias neurotóxicas, especialmente compuestos organofosforados (OPC), tiene su origen en los motores o en el APU, y que dichas sustancias son causantes de los reportes relacionados con la salud de los ocupantes.

Dentro de los OPCs, tiene especial relevancia el TCP que se utiliza como aditivo en los aceites para aviación. Si este aceite alcanza las partes más calientes del motor puede producirse su degradación térmica y pirólisis, dando lugar a CO, CO2, aldehídos y varios VOCs.

Por otro lado, otros OPC se usan como retardantes de llama en materiales utilizados en interiores (como textiles, plásticos o electrónica).

Según el informe de EASA (ver ref. EASA CAQ) otras posibles fuentes de contaminación se producirían como consecuencia de:

- El arranque del motor, produciendo la ingestión de los propios gases de escape (p. Ej., CO, CO2, NOX, combustible, partículas).
- Tráfico de aeronaves y automóviles en el aeropuerto, que producen la ingestión gases de escape de otras aeronaves (e.g. CO, CO2, NOX, combustible, partículas).
- En momentos concretos en lo que no esté conectado el sistema de ventilación de cabina.
- Limpieza general de la cabina: VOC (e.g. alcoholes), terpenos, aldehídos y residuos de tetracloroeteno.
- Ausencia de convertidores de ozono instalados. Este efecto es especialmente sensible en la fase de crucero.
- Líquidos utilizados en los procedimientos de limpieza de hielo: 1,2-Propanodiol (constituyente principal) y diversos aditivos (por ejemplo, colorantes, espesantes, antioxidantes).
- Emisión de los pasajeros: CO2, compuestos orgánicos volátiles, olores desagradables.
- Emisión procedente de los baños: Olores y VOC de los productos de limpieza.
- Emisiones procedentes del mobiliario: VOC / SVOC, materia orgánica en partículas (POM), retardantes de llama (e.g. organofosforados).
- Acciones de mantenimiento: VOC, lubricantes (aceite base, organofosforados, POM).
- Fluidos hidráulicos: e.g. Tributilfosfato (TBP), trifenil fosfato (TPP).
- Aceites de motor: Fosfato de tricresilo (TCP), trixililo fosfato (TXP), Aminas.
- En caso de degradación térmica: VOC, ácidos orgánicos, aldehídos, CO, CO2, posibles productos desconocidos.

4.2 SÍNTOMAS

Los síntomas identificados por European Cockpit Association (ver ref. ECA CAQ) asociados a la presencia de contaminantes en el aire de cabina se listan a continuación:

- Dolor de cabeza
- Somnolencia
- Mareo
- Problemas de visión
- Náusea
- Vómitos
- Hormigueo (p.e. manos, pies, etc.)
- Temblores
- Entumecimiento
- Ojos irritados / garganta / nariz
- Dificultad para hablar y encontrar palabras
- Problemas de memoria
- Descoordinación muscular
- Dificultades respiratorias
- Tos

4.3 RIESGOS EN SEGURIDAD OPERACIONAL

Dentro de la normativa de EASA se pueden encontrar varias referencias claras sobre el impacto de la seguridad operacional debido a la disminución de la capacidad de actuación de la tripulación de vuelo y de cabina debido a los síntomas producidos por contaminantes en el aire de cabina.

Como propuesta de mejora de la normativa EASA se advierte que no hay una homogeneidad en los diferentes estándares de diseño, aunque las ideas subyacentes van en la misma línea.

La siguiente tabla muestra las diferencias entre estos estándares de la normativa EASA:

NORMATIVA	CLASIFICACIÓN	
	MAYOR	HAZARDOUS
AMC 25.1309 (7)	Reducción de la capacidad de la tripulación	Incapacidad total o parcial de la tripulación
AMC E 510 (3)	Reducción de la capacidad de la tripulación	Incapacidad de la tripulación debido a la operación anormal del motor
AMC CS-APU 210 (3)	Reducción de la capacidad de la tripulación	Incapacidad de la tripulación debido a la operación anormal del APU

Tal y como se puede ver en la tabla EASA establece una relación entre los síntomas que producen la incapacidad o la reducción de capacidad de la tripulación y la seguridad de la operación, fallo “Major” o “Hazardous”. Para el caso de motor y APU se requiere de un funcionamiento anormal del sistema aparte de la incapacitación del personal para que el incidente sea clasificado como “Hazardous”.

5. BUENAS PRÁCTICAS DE OACI

OACI advierte que continúan las investigaciones para encontrar datos fehacientes que relacionen los eventos de olores y humos en cabina con los síntomas reportados y sus consecuencias en la seguridad operacional. Con el objetivo de obtener información relevante, en lo referente a la contaminación del aire de cabina y mitigar los posibles riesgos tanto en la salud de los ocupantes como en el riesgo de las operaciones, las autoridades aeronáuticas han publicado una serie de recomendaciones y buenas prácticas. Se recogen en este apartado propuestas de OACI con objeto de impulsar acciones que mejoren la gestión de este problema.

OACI junto a otras organizaciones, como ITF o IFALPA, invitaron a la Comisión Técnica de OACI a considerar las repercusiones en la seguridad de vuelo debidas a mala calidad del aire en cabina.

Un grupo de trabajo, en el que participaron expertos en la materia de IATA, OACI, ICCAIA, IFALPA e ITF, elaboró la Circular 344-AN/202: ***Directrices sobre prácticas educativas, de instrucción y notificación relacionadas con incidentes de emanaciones***. El objeto de la circular es identificar elementos sobre los que deben establecerse acciones de formación a grupos de profesionales implicados, en operación y mantenimiento. Dentro del apartado de alcance de esta circular se especifica que no tiene como objetivo tratar cuestiones de salud en el trabajo.

Este material incide en varios elementos como:

- Definiciones (equipos, humos y emanaciones y descripción de olores).
- Formación e instrucción.
- Degradación de capacidades de la tripulación.
- Procedimientos y protocolos para tripulación de vuelo.
- Acciones de mantenimiento.
- Notificación (objetivo, normalización de información y formularios).
- Investigación de los sucesos.

A continuación, se destacan los aspectos más relevantes de que aparecen en esta instrucción (ver ref. OACI CAQ Cir 344):

- **ESTANDARIZACIÓN**

  Establecimiento de términos de referencia, descriptores y definiciones estandarizadas de todos los agentes que intervienen en este problema.

- **TRAINING**

  Diseño de formación y OJT con contenidos específicos. Dicha formación debe dirigirse a los siguientes colectivos:

  - Personal de vuelo. La formación debe garantizar que el personal de vuelo y cabina sea capaz de: reconocer la ubicación o fuente, el tipo y la intensidad de las emanaciones, responder adecuadamente a la presencia de emanaciones a bordo, comunicarse de forma estandarizada entre miembro de cabina y tripulación de vuelo, gestionar los elementos de información específicos, optimizar la gestión de los pasajeros y la cabina y conocer y participar en la mejora de los procedimientos.
  - Técnicos de mantenimiento de aeronaves. La formación debe garantizar que el personal de mantenimiento sea capaz de: llevar tareas de mantenimiento preventivo (de acuerdo con un programa específico de inspección y reparación del ATA 21, 36…), mejorar la gestión de las notificaciones de la tripulación y los procedimientos de realización de inspecciones visuales u otros tipos.

- Técnicos de investigación de sucesos. Dicha formación debe garantizar que este grupo de profesionales: intervenga en los procesos de estandarización, seleccionen la información de los sucesos relacionados con calidad de aire, gestionen de conclusiones especificas (separándolas de las de humos y fuego) en cabina, identifiquen la causa del incidente, mejoren la elaboración de recomendaciones.
- Personal de gestión. Dicha formación debe garantizar que la dirección entienda las causas de los incidentes de emanaciones y sus posibles repercusiones en la seguridad de vuelo y enfoque la de gestión de la seguridad operacional convenientemente.

La Circular propone los siguientes contenidos formativos:

- Conocimiento básico de los sistemas de la aeronave implicados.

Principalmente el ATA 21 aire acondicionado, como contribuyente a la distribución de contaminantes.

- Orígenes y tipos de emanaciones a bordo
  - Internos:
    - aceite APU
    - líquido de deshielo y/o anticongelante
    - fallas eléctricas
    - limpieza del compresor del motor
    - aceite del motor
      - combustible
      - emanaciones de escape del propio motor
      - líquido hidráulico
      - fallo fan de recirculación
  - Externos:
    - vehículos en tierra
    - ozono
  - Elementos introducidos en cabinas o cockpit:
    - equipaje de mano
    - productos de limpieza
    - desinfectantes
    - desinfectantes
    - alimentos
    - equipo de cocina
    - aseos
- Descriptores de olores. Se considera necesaria la estandarización de estos descriptores para poder reconocer y describir los olores, teniendo en cuenta la subjetividad. Ello debe permitir el estableciendo informes normalizados basados en descriptores específicos y la notificación normalizada.
- Potencial de degradación de la capacidad de la tripulación. Determinación de los síntomas neurológicos y fisiológicos que pueden reducir el rendimiento del miembro de la tripulación durante las operaciones.

- Procedimientos aplicables en caso de incidentes de emanaciones:
    - Tripulación técnica. Manuales de: operaciones, vuelo, listas de verificación.
    - Informes obligatorios, bitácora.
    - Tripulación de cabina: ubicación, reconocimiento, intensidad, naturaleza, medidas mitigadoras, información y reubicación de los pasajeros, incapacitación, utilización de oxígeno.
    - Comunicación entre la tripulación y con el pasaje.
- Notificación de sucesos procedimiento de información a efectos de documentar los incidentes y colaborar con mantenimiento en la resolución de problemas de aeronavegabilidad y análisis de tendencia.

- **NOTIFICACIÓN**

En este sentido la circular de OACI anima al operador a actuar en los tres ámbitos. Para ello es necesario que se defina qué información debe gestionarse, como: detalles del vuelo, información sobre humos o fuego (tipos, naturaleza, fuente), información sobre emanaciones, síntomas y reacciones de los ocupantes y seguimiento de acciones de mantenimiento. Se considera necesario estandarizar esta terminología. Alentar a los miembros de la tripulación de vuelo y de cabina a notificar los incidentes.

6. ACTIVIDAD Y RECOMENDACIONES DE EASA

En la revisión anual de recomendaciones de seguridad de EASA de 2015 (ver ref. EASA ASRR 2015) se estableció como acción lanzar los dos estudios en relación a la calidad de aire en cabina estudiados en capítulos anteriores.

Como continuación de estas dos acciones, EASA ha dado soporte a la Comisión Europea en la preparación de una licitación ("Call for Tenders", ver ref. EASA OJS037) para un proyecto de investigación de calidad de aire en cabina a gran escala. En el apartado de descripción II.2.4 de la notificación de adjudicación del contrato de 2017 OJS037 066334 sobre "Investigación del nivel de calidad de aire en cabina de aeronaves de transporte de gran tamaño y sus implicaciones en la salud" se define el objetivo del estudio:

- Realizar avances en la investigación de la calidad de aire en cabina en aeronaves de transporte aéreo comercial de gran tamaño y sus potenciales consecuencias adversas sobre la salud de la tripulación y los pasajeros con vistas a la legislación europea en calidad de aire en interiores y los límites de exposición durante la actividad profesional.

El estudio debe abarcar:

a) La recolección las evidencias disponibles sobre este problema y realizar una crítica de la información y las conclusiones principales que se deriven de dicha información.

b) Desarrollar un entendimiento de las causas raíces que dan lugar a la contaminación del aire de sangrado (poniendo especial atención en aceites, fluidos hidráulicos y sus productos) y el impacto de dichos contaminantes en la cabina de la tripulación de vuelo y en la de pasajeros. Este estudio deberá abarcar la envolvente de vuelo de un vuelo rutinario así como las condiciones de un evento de Contaminación de Aire de Cabina (CAC).

c) Identificar riesgos potenciales en seguridad y en la saludo a corto y largo plazo asociados a la contaminación y estimar las consecuencias.

d) Dependiendo de la severidad de los riesgos identificados, desarrollar medidas mitigadoras y asegurar su conveniencia de acuerdo con el riesgo identificado.

Por el momento EASA recomienda que se reporte en tiempo y de forma rigurosa los eventos relacionados con olores y emanaciones en cabina. Como material guía en temas de calidad de aire en cabina, EASA aconseja seguir la circular de OACI Cir 344-AN/202.

7. ENSAYOS Y MEDICIONES DE AUTORIDADES EUROPEAS

Según la normativa de EASA, si la presencia de contaminantes afecta a las capacidades de la tripulación, este tipo de sucesos pueden tener impacto en la seguridad de las operaciones.

Durante los últimos años se han realizado estudios, ensayos y mediciones a nivel internacional. En particular, dentro de la Unión Europea, se han desarrollado estudios con el objetivo de:

- Encontrar evidencias de la posible contaminación de aire en cabina y el origen de dichos contaminantes.
- Reconocer los síntomas reportados por la tripulación y pasajeros.
- Identificar potenciales problemas de salud que pueden padecer los ocupantes.
- Tasar potenciales riesgos operacionales asociados a la perdida de capacidades por parte de la tripulación.

Se han realizado búsquedas sobre estudios relativos a calidad de aire en cabina realizados por otras autoridades aeronáuticas europeas que contengan conclusiones relevantes que permitan valorar la magnitud y gravedad del problema. Se han tenido en cuenta lo estudios y ensayos de:

- EASA:
  - (ver ref. EASA CAQ): Campaña de mediciones de calidad de aire en cabina.
  - (ver ref. EASA AVOIL): Caracterización de la toxicidad de los productos de la pirólisis de aceites para motores de aviación (AVOIL).
- CAA-UK (ver ref. CAA CAQ): investigaciones realizadas por la CAA relativas a calidad de aire en cabina
- BFU (ver ref. BFU CAQ): investigaciones de eventos relacionados con la calidad de aire en cabina.

7.1 ESTUDIOS DE EASA

En la revisión anual de recomendaciones de seguridad de EASA de 2015 (ver ref. EASA ASRR 2015) se establece como acción lanzar dos estudios en relación a la calidad de aire en cabina:

- Una campaña de medición en vuelo.
- Un estudio de la caracterización de la toxicidad de los productos de la pirólisis de aceites para motores de aviación.

CAMPAÑA DE MEDICIÓN DE EASA

EASA ha llevado a cabo recientemente una campaña de medición preliminar de calidad del aire de cabina (ver ref. EASA CAQ), en aeronaves de transporte comercial CS 25. El objetivo general consiste en determinar la existencia de contaminantes en el aire de cabina que representasen un riesgo para la seguridad y / o para la salud de tripulación y pasajeros a corto y largo plazo.

En total, se realizaron 69 vuelos de medición entre julio de 2015 y junio de 2016 en 8 tipos de configuraciones de aeronave / motor. Se han seleccionado diferentes fases de vuelo: 1. Taxi-out; 2. Despegue y ascenso; 3. Crucero; 4. Descenso y aterrizaje; 5. Taxi-in. Estas investigaciones están orientadas a la posibilidad de encontrar contaminantes procedentes del aceite del motor en el aire sangrado. El estudio por fases de vuelo tiene el objetivo de identificar un posible de incremento de los contaminantes debidos a cambios en el "rating" del motor.

Para realizar la campaña se instalaron equipos de medición de partículas contaminantes, presión, temperatura y humedad en cabina durante el vuelo.

Las conclusiones de esta campaña son las siguientes:

- El estudio muestra que las concentraciones de productos tóxicos, en los que se centra este estudio, son similares a las que se encontraría en cualquier espacio cerrado: compuestos orgánicos volátiles (COV), aldehídos, organofosforados (OPC), dióxido de carbono (CO2), monóxido de carbono (CO) y ozono (O3).
- Estas concentraciones normales, incluso los picos encontrados en determinadas fases de vuelo, no alcanzan niveles suficientemente altos como para suponer un riesgo para la tripulación o los pasajeros.
- La contaminación del aire debido a aceite lubricante de los motores / APU podría estar asociados a dos fenómenos distintos:
    - Una fuga constante de lubricantes del motor o APU.
    - La acumulación en conductos o codos de ciertas cantidades de restos de lubricante en el sistema de ECS que entrarían a la cabina de forma puntual.
- Los datos muestran una evolución uniforme de los niveles de concentración de contaminantes del aire de la cabina según la fase de vuelo: altos niveles de contaminantes durante el rodaje seguido de un descenso durante el despegue / ascenso llegando incluso a niveles de concentración de contaminantes aun menores durante el descenso / aterrizaje.
- Parece haber una relación directa entre el nivel de contaminantes en cabina y la fase de vuelo debido a cambios en la ventilación de cabina. Según las conclusiones de estos ensayos uno de los parámetros más importantes es el ratio de renovación de aire en cabina que produce un efecto de dilución de los contaminantes (“thinning effect”).

CARACTERIZACIÓN DE LA TOXICIDAD DE LOS PRODUCTOS DE LA PIRÓLISIS DE ACEITES PARA MOTORES DE AVIACIÓN (AVOIL)

Este estudio pretende caracterizar la composición química de algunos aceites utilizados en motores turbina de transporte aéreo, los productos producidos en la descomposición por pirólisis y los efectos tóxicos de los compuestos químicos que pueden ser liberados en el aire de cabina.

Las principales conclusiones de este estudio son:

- Que algunos de los productos presentes son neuroactivos pero que su concentración en presencia de una barrera pulmonar intacta es demasiado baja como para representar una seria preocupación para la función neuronal.
- Los TCP están presentes en los aceites analizados, sin embargo, no se detectaron isómeros de tri-orto cresil fosfato.
- No se han podido sacar conclusiones claras del análisis del factor de variabilidad de la sensibilidad humana dado que, para la mayoría de los productos químicos industriales, incluidos los contaminantes del aire de la cabina, existe un gran desconocimiento de:
    - La ruta metabólico completa.
    - La contribución de la variabilidad entre individuos de las enzimas metabólicas.

7.2 PROGRAMA DE CAA-UK (REINO UNIDO)

CAA PAPER 2004/04 - Cabin Air Quality

Este programa se inició en el año 2001 por la CAA (Civil Aviation Authority), después de un reducido número de eventos en los que se produjo incapacitación parcial de la tripulación. Las evidencias indican, como causa más probable, que estos eventos son debidos a vapores producidos por la pirólisis de aceite del motor que son arrastrados durante el sangrado de aire del compresor del motor y llegar a la cabina de pasajeros mediante el funcionamiento normal del ECS.

La investigación se realiza en dos fases:

- Fase 1. Edición del informe toxicológico, realizado por el Defence Science & Technology Laboratory (DSTL) Porton Down, donde los productos obtenidos por la pirólisis del aceite del motor podrían entrar en el sistema de aire acondicionado.

  El informe concluye que no es posible identificar ningún componente o conjunto de componentes que, teniendo en consideración concentraciones razonables, fueran los causantes de los síntomas reportados relativos a la calidad del aire en cabina. Sin embargo, sí que se han identificado compuestos como ácidos orgánicos de cadena corta formado durante la pirólisis que podrían causar efectos irritantes.

- Fase 2. Análisis de la contaminación encontrada al desmontar tres conductos del sistema de aire acondicionado, procedentes de dos aeronaves BAe146 diferentes, uno nuevo y dos usados.

  La conclusión es que los conductos usados están contaminados con productos procedentes de la pirólisis de aceite sintético del motor de la aeronave. Algunos de los compuestos químicos identificados pueden producir irritación en las vías respiratorias, pero, al no disponer de datos sobre las concentraciones de dichos compuestos durante los sucesos, no es posible sacar conclusiones fehacientes.

La CAA recomienda:

- Realizar más investigaciones a fin de detectar otras fuentes aparte del aceite.
- Estudiar los efectos a largo plazo debidos a la exposición continuada a elementos tóxicos derivados de la pirólisis del aceite de motor.
- Establecer los umbrales de concentración a partir del cual los posibles contaminantes resultan tóxicos.

7.3 ESTUDIO BFU (ALEMANIA)

BFU 803.1-14 Study of Reported Occurrences in Conjunction with Cabin Air Quality in Transport Aircraft

En este documento, la BFU (German Federal Bureau of Aircraft Accident Investigation) realiza un estudio en base a los 12.829 eventos que les reportan entre 2006 y 2013 siguiendo la regulación (EU) No 996/2010 relativa a la investigación y prevención de accidentes e incidentes en aviación civil. De ellos, un total de 845 reportes se incluyen en el estudio.

Desglose de los 845 reportes incluidos en el estudio:

- 663 están directamente relacionados con la calidad de aire en cabina. De estos:
  - 460 relacionados con olores.
  - 188 relacionados con humos.
  - 15 en los que se reflejan impacto en salud que puede estar relacionado con un evento de olores / emanaciones.
- En el resto se identifican impactos en la salud de algún ocupante, aunque pueden no estar relacionados con la calidad de aire en cabina.
- Tasas asociadas los 845 casos del estudio:
  - 4 accidentes (0.47 %): Tres están asociados a fuego (eventos no tenidos en consideración en este estudio) y uno está catalogado como accidente debido a la hospitalización de un tripulante durante más de 48 horas. Este último evento sigue siendo investigado.
  - 57 incidentes serios (6.75 %): En estos incidentes, la capacidad de los tripulantes ha podido verse afectada, por lo que según la normativa EASA, habría un impacto en la seguridad.
  - 784 no reportables (92.78%).

Estas investigaciones revelaron que:

- Los sucesos conciernen a varios países europeos.
- No hay homogeneidad en términos de frecuencia y distribución de estos sucesos.

De este documento pueden extraerse conclusiones importantes respecto a los síntomas y a la salud de los ocupantes, así como de los riesgos para la seguridad en vuelo. Entre las conclusiones obtenidas destacamos las siguientes:

- Algunos de los eventos, asociados a malos olores en cabina, han dado lugar a incidentes graves (“Serious incident”) dado que la tripulación de vuelo ha tenido que utilizar las máscaras de oxígeno.

  De forma general, se puede afirmar que la posibilidad de accidente está acotada debido a la disponibilidad de uso de las máscaras de oxígeno por parte de la tripulación de vuelo en caso de aire contaminado.
- No ha sido posible verificar la contaminación del aire por sustancias tóxicas en los eventos estudiados por la BFU.

Como puede verse en la siguiente tabla de causas técnicas de los eventos (663) relacionados con calidad de aire en cabina extraída del documento, el abanico de posibles fuentes de contaminantes es amplio y en la mayoría de los casos la identificación de dichas fuentes no ha sido posible. De forma concreta:

- En 428 eventos (64.56%) no se conoce o no ha sido posible identificar el origen de los contaminantes.
- En 61 eventos (9.20%) las causas están relacionadas con eventos en el motor (37) o en el APU (24).
- En 23 eventos (3.47%) se establece como causa el ECS.
- En 67 eventos (10.11%) las causas están relacionadas con los sistemas eléctricos o de aviónica.
- En 35 eventos (5.28%) las causas están relacionadas con los hornos o cafeteras.

Tabla de causas técnicas

System	Number	Examples
APU	24	Oil, de-icing fluid
Avionics	13	Fan
Fire	9	
ECS	23	Fan
Electrical systems	33	Fan, other components
Electrical system of the cabin	21	Lights
external contamination	11	Dry ice, cigarettes, luggage
Coffee machine	11	Contamination / defect
ovens	24	Contaminations of foreign objects
System error	9	Leakages of hydraulic and fuel lines
Import of technical compounds	8	Glue, de-icing fluid
Engine	13	
Engine - washing	11	
Engine - oil overfill	3	
Engine - bird strike	10	
Other	5	Cannot be correlated to one of the above-mentioned groups
Not determined	42	
Unknown	386	
None	3	

Transmitted technical causes Source: BFU

8. ANÁLISIS DE AESA

A continuación, se pone de manifiesto el punto de vista de AESA en referencia al tema de la calidad de aire en cabina en diferentes aspectos:

- Con el fin de tener una visión más clara de la magnitud del problema, se ha realizado un análisis de los sucesos reportados en ECCAIRS por aeronaves españolas (operando dentro y fuera de nuestro territorio) y aeronaves extranjeras operando en territorio nacional.
- Por otro lado, el departamento de medicina aeronáutica expone la visión de AESA en relación a los síntomas reportados a los eventos de olores y emanaciones en cabina y los posibles riesgos asociados.
- Finalmente se analiza la idoneidad de los procedimientos operacionales existentes en la actualidad relacionados con este tipo de eventos.

8.1 SISTEMA DE NOTIFICACIÓN DE SUCESOS

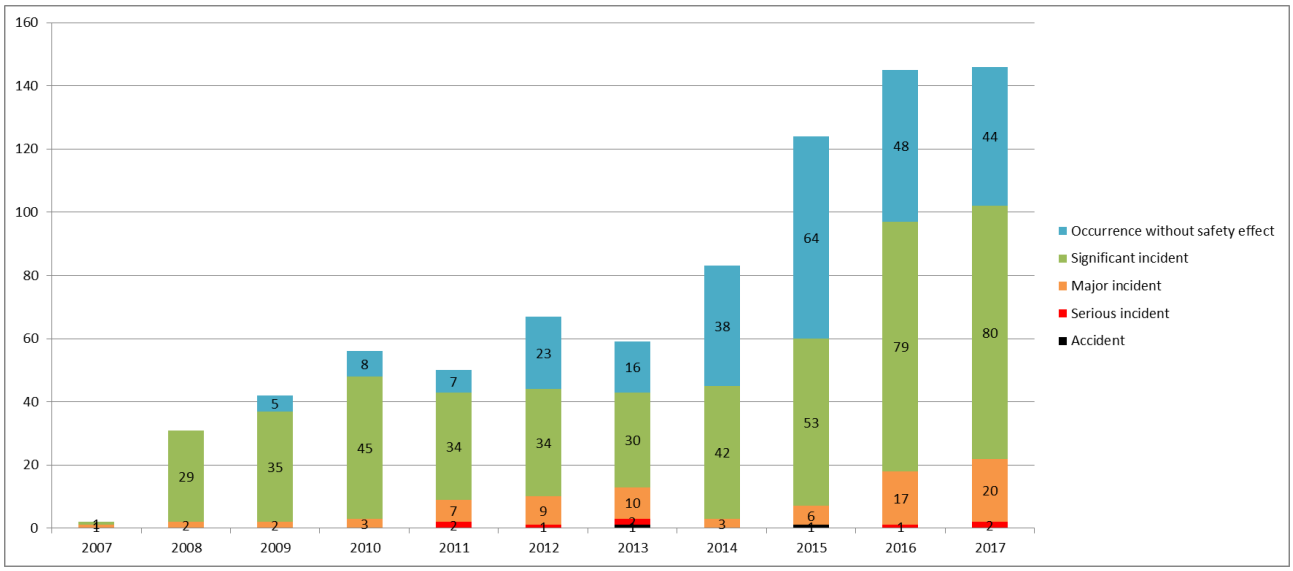
El estudio se basa en la información contenida en la base de datos ECCAIRS del Sistema de Notificación de Sucesos (SNS).

Se ha divido en dos partes:

- El total de sucesos que contienen eventos asociados a calidad de aire en cabina (CAC): Fumes/Smell/Smoke.
- Dentro de los sucesos relativos a calidad de aire en cabina, aquellos que están asociados al sistema ATA 21 (Sistema de Acondicionamiento de Aire) que representan el 12% del total.

SUCESOS TOTALES CAC

La siguiente figura representa el número de sucesos y su evolución temporal, por severidades.



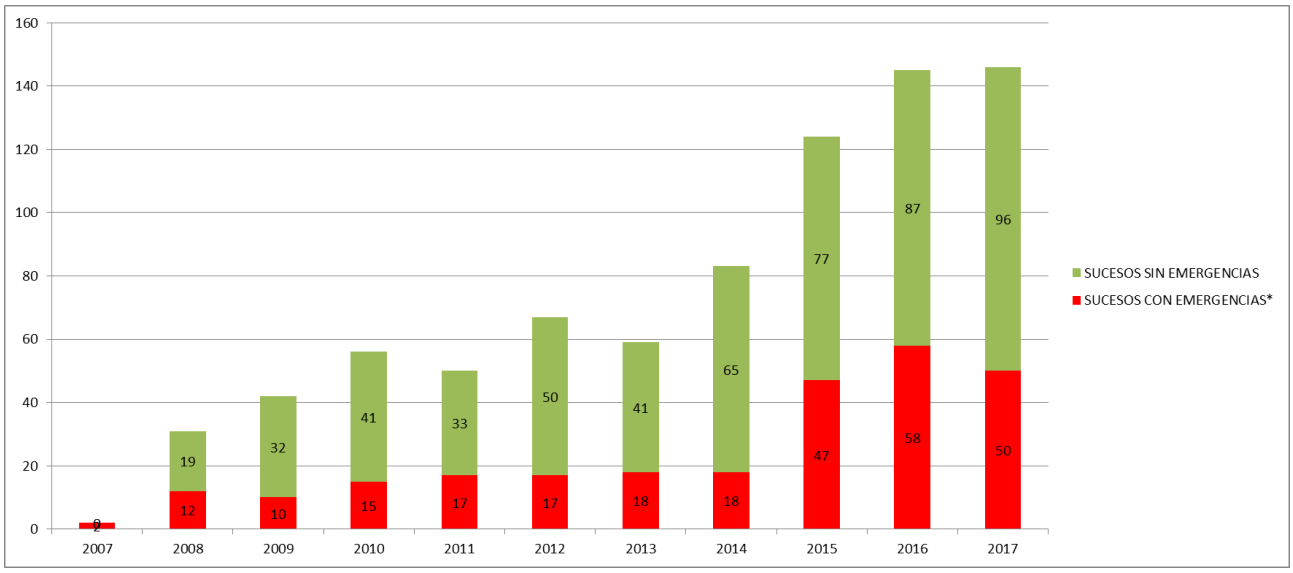
Sucesos Totales CAC: evolución temporal del número de sucesos, por años y severidad.

Asociado a algunos de estos eventos (Fumes/Smell/Smokes) se ha producido algún tipo de emergencia produciéndose en consecuencia un impacto operacional.

En el gráfico se observa que el número de sucesos asociados a eventos de calidad de aire en cabina se ha incrementado en los últimos años. Sería necesario un estudio más detallado, pero parece razonable pensar que este incremento puede estar directamente relacionado con el aumento del volumen del tráfico y una mejora de la cultura de notificación.

Se define Emergencia* como regreso al parking, regreso de vuelo, desvíos de vuelo, mayday/pan call.

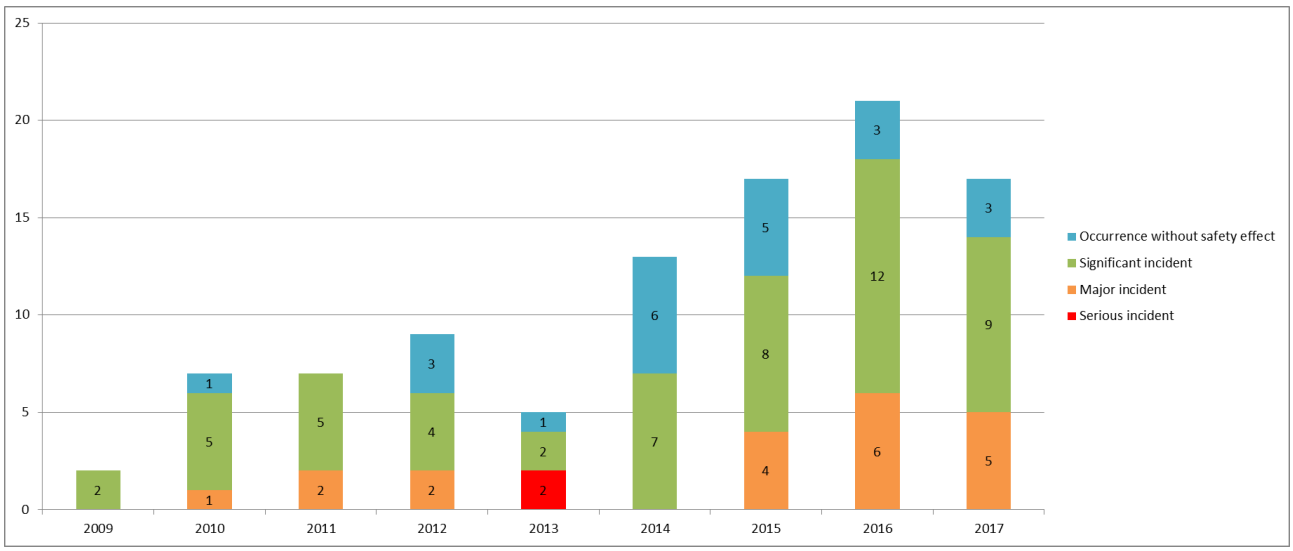
En el siguiente gráfico se diferencian los sucesos asociados a emergencias (rojo) y los que no (verde). Se observa que, de forma general, aproximadamente el 30% de este tipo de eventos está asociado a algún tipo de emergencia.



Sucesos Totales CAC: Número de sucesos por año.

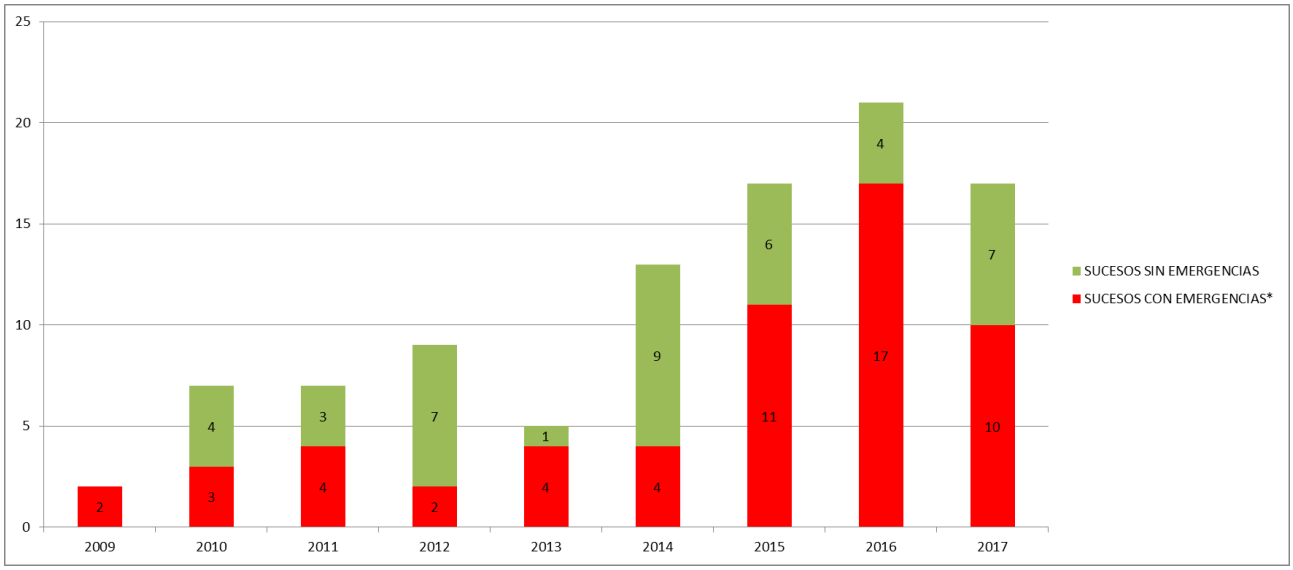
SUCESOS CAC RELACIONADOS CON ATA21

La siguiente figura representa el número de sucesos y su evolución temporal, por severidades.



Sucesos CAC ATA21: Evolución temporal del número de sucesos ATA 21, por años y severidad.

En el siguiente gráfico se diferencian los sucesos asociados a emergencias (rojo) y los que no (verde).



Sucesos CAC ATA21: Número de sucesos ATA 21 por año.

Se define Emergencia* como regreso al parking, regreso de vuelo, desvíos de vuelo, mayday/pan call.

En general, aproximadamente el 58% de este tipo de sucesos ATA 21 están asociados a algún tipo de emergencia.

Comparando las gráficas de resultados CAC totales y los asociados con ATA21 se puede concluir que los sucesos CAC relacionados con el ATA 21 tienen un mayor porcentaje de eventos asociados a emergencia y por tanto un mayor impacto operacional.

8.2 MEDICINA AERONÁUTICA

EASA, en su página web (https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/easa-publishes-two-studies-cabin-air-quality) concluye que las investigaciones científicas llevadas a cabo durante las pasadas décadas han concluido que es poco probable una relación causal entre la exposición de contaminantes en cabina y los síntomas reportados.

La opinión de la División de Medicina Aeronáutica de AESA está posicionada en línea con EASA indicando que no hay datos concluyentes que relacionen los síntomas reportados con los eventos de contaminación de aire en cabina.

De forma particular se expone que:

- Los síntomas presentados por el notificante pueden estar influidos por cuadros médicos anteriores a la exposición al contaminante. Por ejemplo, el tabaquismo, alergias o asma pueden ser un factor importante a la hora de sufrir un síntoma asociado a contaminación del aire. Esto hace que sea muy difícil seleccionar una muestra de población en la que se reproduzcan con exactitud todos los cuadros que pueden afectar a la sintomatología.
- Es posible experimentar daño ante una sustancia debido a la percepción previa negativa sobre una determinada situación o entorno, aunque dicha sustancia no tenga una entidad farmacológicamente activa (no sea tóxica).
- En los casos de contaminación en cabina es posible experimentar una sintomatología concreta en la que exista una relación causa efecto con el origen (por ejemplo, una sustancia tóxica en el aire de cabina) pero no sufrir un cuadro sindromito complejo (por ejemplo, tóxico plurivisceral) asociado a ese origen.

8.3 PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

En el FCOM (Flight Crew Operating Manual) existen procedimientos de emergencia para limpiar la cabina de humos y emanaciones.

La pretensión general de estos procedimientos es:

- Garantizar la seguridad operacional:
  - Encender las luces de salida de emergencia (EMER EXIT LIGHT ON)
  - Evitar la ingestión de contaminantes de los pilotos mediante el suministro de oxígeno auxiliar (OXY MASK/GOGGLE ON/100%).
  - Informar al servicio ATC (ATC NOTIFY).
- Aislar la posible fuente de emisiones del canal de aire que llega a cabina (APU OFF, PACK OFF, CAB FANS OFF, BLOWER OVRB …).
- Mejorar la calidad del aire en cabina modificando la ventilación (CAB FANS ON/OFF, PACK FLOW HIGH…).
- Descender a una altura de seguridad (DESCENT FL100 or MEA) para:
  - Utilizar la RAM AIR como fuente limpia de aire fresco.
  - Abrir la ventana del cockpit (COCKPIT WINDOW OPEN) para evacuar el humo de cabina.

Cabe destacar que desde el punto vista de maximizar la seguridad operacional la primera acción para hacer frente a este tipo de eventos debería ser la autoprotección del piloto mediante la utilización de las gafas y la máscara de oxígeno.

9. RECOMENDACIONES DE AESA

A modo de resumen se listan las principales conclusiones que se han expuesto a lo largo del documento:

- A lo largo de los últimos años se aprecia un número creciente de eventos reportados asociados a calidad de aire en cabina. Esta tendencia se confirma con los datos del SNS nacional.
- En el caso de que se produzca la contaminación del aire de cabina por una sustancia tóxica en concentración suficiente esto puede limitar las capacidades del personal de vuelo implicando un riesgo para la seguridad de la operación.
- Ni los estudios teóricos ni los ensayos y mediciones aportan datos concluyentes que permitan hacer una relación directa entre los eventos de contaminación de aire en cabina y los síntomas reportados.
- Para disponer de información útil para avanzar en los estudios de calidad de aire en cabina es imprescindible cierto conocimiento para poder identificar y describir el problema y hacerlo de forma clara, ordenada y estandarizada.
- La Comisión Europea con el soporte de EASA ha lanzado un proyecto a gran escala de investigación de calidad de aire en cabina (ver ref. EASA OJS037).

Recomendación de AESA:

- A la espera de los resultados del estudio de calidad de aire en cabina impulsado por la Comisión Europea (ver ref. EASA OJS037), AESA recomienda a las compañías aéreas tener presente la guía de OACI de “Directrices sobre prácticas educativas, de instrucción y notificación relacionadas con incidentes de emanaciones” (ver ref. OACI CAQ Cir 344) en la que EASA ha estado íntimamente involucrada, y en la que se incluyen material guía detallado para la identificación y notificación de este tipo de sucesos.

10. ACRÓNIMOS

AC	Advisory Circular (FAA/JAA)
ACGIH	American Conference of Governmental and Industrial Hygienists
ACS	Air Conditioning System
AESA	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
AFNOR	Association française de Normalisation
AIR	Aerospace Information Report
AMC	Acceptable means of compliance
AMT	Técnicos de mantenimiento de aeronaves
APU	Auxiliary Power Unit
ARP	Aerospace Recommended Practice
ASHRAE	American Society for Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
AsMA	Aerospace Medical Association
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATA	Air Transport Association - Standard Numbering System
BFU	Bundesintitut für Risikoanalyse (Federal Institute for Risk Assessment)
CAC	Calidad de Aire en Cabina
CAQ	Cabin Air Quality
CFR	Code of Federal Regulation
CO	Monóxido de Carbono
CO2	Dióxido de Carbono
CS	Certification Specifications
EASA	European Aviation Safety Agency
ECCAIRS	European Coordination Centre for Accident and Incident Reporting Systems
ECS	Environmental Control System
EPA	Environmental Protection Agency
ETS	Environmental Tobacco Smoke
FAA	Federal Aviation Administration (USA)
FH	Flying Hours
HEPA Filter	High Efficiency Particulate Air Filter
IATA	Asociación del Transporte Aéreo Internacional
ICCAIA	Consejo Coordinador Internacional de Asociaciones de Industrias Aeroespaciales
IFALPA	Federación Internacional de Asociaciones de Pilotos de Línea Aérea
ISO	International Organization for Standardization

ITF	Federación Internacional de los Trabajadores del Transporte
MSDS	hoja de datos de sustancias peligrosas
MIL	United States Military Standard
NAAQS	National Ambient Air Quality Standards
NPRM	Notice for Proposed Rule Making
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OJT	On the Job Training
OPC	Compuestos Organofosforados
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
POM	Materia Orgánica en Partículas
SAE	Society of Automotive Engineers International
SVOC	Compuestos Orgánicos Semivolátiles
STC	Certificado de Tipo Suplementario
TBP	Tributilfosfato
TC	Certificado de Tipo
TCP	Fosfato de tricresilo
TPP	Trifenil Fosfato
TXP	Trixililo Fosfato
VOC	Compuestos Orgánicos Volátiles
WHO	World Health Organization

11. REFERENCIAS

CÓDIGO	TÍTULO
OACI CAQ Cir 344	ICAO circular 344 – AN/202 Directrices sobre prácticas educativas, de instrucción y notificación relacionadas con incidentes de emanaciones
EASA CAQ	EASA_REP_RESEA_2014_4 CAQ Preliminary cabin air quality measurement campaign (EASA.2014.C15 and EASA.2014.C15.SU01) https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/easa-publishes-two-studies-cabin-air-quality
EASA AVOIL	EASA_REP_RESEA_2015_2 AVOIL Characterization of the toxicity of aviation turbine engine oils after pyrolysis https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/easa-publishes-two-studies-cabin-air-quality
EASA ASRR 2015	EASA Annual Safety Recommendations Review 2015 https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/209308_EASA_ASRR_2015_1.0.pdf
No 748/2012	Commission Regulation (EU) No 748/2012
2018/394	Commission Regulation (EU) 2018/394
2015/1536	Commission Regulation (EU) 2015/1536
FAR 25	U.S. Code of Federal Regulations, Title 14, Federal Aviation Regulation, Part 25- "Transport Category Airplanes"
FAR 121	U.S. Code of Federal Regulations, Title 14, Part 121- "Transport Category Airplanes"
FAR 29	U.S. Code of Federal Regulations, Title 29, Occupational Safety and Health Administration
BFU CAQ	BFU 803.1-14 Study of Reported Occurrences in Conjunction with Cabin Air Quality in Transport Aircraft
CAA CAQ	CAA Paper 2004/04 CABIN AIR QUALITY
ECA CAQ	ECA GUIDELINES on SMOKE & FUME / SMELL EVENTS European Cockpit Association. 2017
IATA CAQ	IATA Guidance for airline health and safety staff on the medical response to Cabin Air Quality Events
EASA OJS037	Investigation of the quality level of the air inside the cabin of large transport aeroplanes and its health implications 2017/S 037-066334 http://ted.europa.eu/TED/notice/udl?uri=TED:NOTICE:66334-2017:TEXT:EN:HTML