



ASAMBLEA — 38º PERÍODO DE SESIONES

COMITÉ EJECUTIVO

Cuestión 17: Protección del medio ambiente

TENDENCIAS PRESENTES Y FUTURAS CON RESPECTO AL RUIDO
Y LAS EMISIONES DE LAS AERONAVES

(Nota presentada por el Consejo de la OACI)

RESUMEN

En respuesta a lo solicitado en el Apéndice A de la Resolución A37-18 de la Asamblea, el Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación (CAEP) evaluó “las repercusiones y tendencias presentes y futuras del ruido de las aeronaves y de las emisiones de los motores de las aeronaves”. De acuerdo con lo solicitado en la Resolución A37-19 de la Asamblea, la Secretaría está creando un recurso que permitirá a la Organización notificar en forma regular a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) las emisiones de CO₂ procedentes de la aviación internacional y medir el progreso alcanzado en implantar en el sector aeronáutico medidas con base en la información aprobada por los Estados miembros.

En términos absolutos, se prevé un aumento de la población total mundial expuesta al ruido de las aeronaves, de las emisiones de aeronave mundiales totales que afectan a la calidad del aire local y de las emisiones de aeronave mundiales totales que afectan al clima mundial durante todo el período que dura el análisis, aunque el ritmo de dicho aumento será menor que el de la demanda del sector aeronáutico. De acuerdo con el Escenario 9, se espera que el rendimiento de combustible mejore a un ritmo promedio del 1,4% anual hasta 2040, y del 1,76% anual en el mediano plazo, de 2020 a 2030. Además de las mejoras en tecnología de aeronave y operacionales consideradas, se necesitarán medidas adicionales para lograr el crecimiento neutro en carbono relativo a 2020. Los combustibles alternativos sostenibles pueden contribuir significativamente a esto; sin embargo, los datos con que se cuenta son insuficientes como para predecir con confianza si estarán disponibles.

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

- aceptar las tendencias mundiales en la esfera del medio ambiente como base para tomar decisiones sobre asuntos ambientales en este período de sesiones de la Asamblea;
- pedir al Consejo que continúe su labor en este ámbito con el apoyo de los Estados y que se asegure de proporcionar una evaluación actualizada de las tendencias mundiales en materia de medio ambiente al próximo período de sesiones de la Asamblea;
- instar a los Estados para que presenten los datos de consumo de combustible que requiere la OACI en respuesta a la solicitud formulada al Consejo por la Asamblea de notificar las emisiones de la aviación; y
- considerar la información de esta nota para actualizar las Resoluciones A37-18 y A37-19 de la Asamblea.

<i>Objetivos estratégicos:</i>	Esta nota de estudio se relaciona con el Objetivo estratégico C: <i>Protección del medio ambiente y desarrollo sostenible del transporte aéreo.</i>
<i>Repercusiones financieras:</i>	Las actividades mencionadas en esta nota se llevarán a cabo con sujeción a la disponibilidad de recursos en el Presupuesto del Programa regular para 2014-2016 y/o de contribuciones extrapresupuestarias.
<i>Referencias:</i>	A38-WP/34, <i>Declaración consolidada de las políticas y prácticas permanentes de la OACI relativas a la protección del medio ambiente – Cambio climático.</i>

1. INTRODUCCIÓN

1.1 En respuesta a lo solicitado en el Apéndice A de la Resolución A37-18 de la Asamblea, el Comité sobre la protección del medio ambiente y la aviación (CAEP) evaluó “las repercusiones y tendencias presentes y futuras del ruido de las aeronaves y de las emisiones de los motores de las aeronaves”. Las importantes aportaciones de los Estados miembros y de las organizaciones observadoras –que incluyeron modelos, bases de datos y conocimientos especializados– contribuyeron significativamente a determinar las tendencias que se presentan en esta nota. El CAEP examinó dichas aportaciones que reflejan el consenso del CAEP.

1.2 Además, en respuesta a lo solicitado en la Resolución A37-19 de la Asamblea, la Secretaría está creando un recurso que permitirá a la Organización notificar en forma regular a la CMNUCC las emisiones de CO₂ procedentes de la aviación internacional y medir el progreso alcanzado en lograr las metas de rendimiento de combustible de la aviación internacional y de reducción de emisiones de CO₂ establecidas por esa Resolución.

2. ANTECEDENTES RELATIVOS A LAS TENDENCIAS

2.1 Ya desde antes del 36° período de sesiones de la Asamblea de la OACI, el CAEP había elaborado modelos de los escenarios futuros en materia de ruido, calidad del aire local (LAQ) y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En el 37° período de sesiones de la Asamblea de la OACI, se presentaron tendencias relativas a todo el sector de la aviación (aviación nacional e internacional combinada) y la Asamblea pidió que el Consejo difundiera más esta información. Después de la última Asamblea, la labor se ha centrado en mejorar las tendencias en lo que respecta al clima mundial. Se ha avanzado sustancialmente en cuanto al método de producir tendencias, lo que ahora permite evaluar la contribución de la aviación internacional por separado, así como las medidas distintas que están disponibles para reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ conexos. El CAEP presentó las tendencias en el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ de la aviación internacional para presentarlas a esta Asamblea. Se examinaron las tendencias en el ruido y la LAQ presentadas ante el 37° período de sesiones, que también se proporcionan en el Apéndice A, y el CAEP opinó que no había necesidad de actualizarlas.

2.2 Los resultados relativos al consumo de combustible y a las emisiones de CO₂ que se presentan en esta nota se basan en el pronóstico de la demanda central sin restricciones¹ producido por el CAEP y son representativos de las tendencias observadas en todos los distintos escenarios considerados.

2.3 En las Resoluciones A37-18 y A37-19 de la Asamblea se hace referencia al “impacto ambiental” de la aviación y se reconocen los impactos que no se derivan de las emisiones de CO₂ estudiados inicialmente por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 1999. El CAEP, a través de su Grupo sobre impactos y aspectos científicos (ISG), que proporcionó informes durante la novena reunión del CAEP, sigue vigilando de cerca y notificando los datos disponibles y el progreso científico sobre los cuales se ha logrado el mejor de los consensos.

¹ Es decir, que no existen restricciones físicas u operacionales que limiten el crecimiento del tráfico en los aeropuertos durante el período que cubren los pronósticos suponiendo (implícitamente) que en el transcurso del tiempo se hace suficiente inversión en infraestructura (p. ej., en aeropuertos y sistemas de gestión del tránsito aéreo), tecnología, mejoras operacionales, etc., para permitir el crecimiento de tráfico). Sin embargo, las restricciones que actualmente existen en la red son internas.

3. TENDENCIAS EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LAS EMISIONES DE CO₂ DE LA AVIACIÓN INTERNACIONAL

3.1 Análisis y premisas

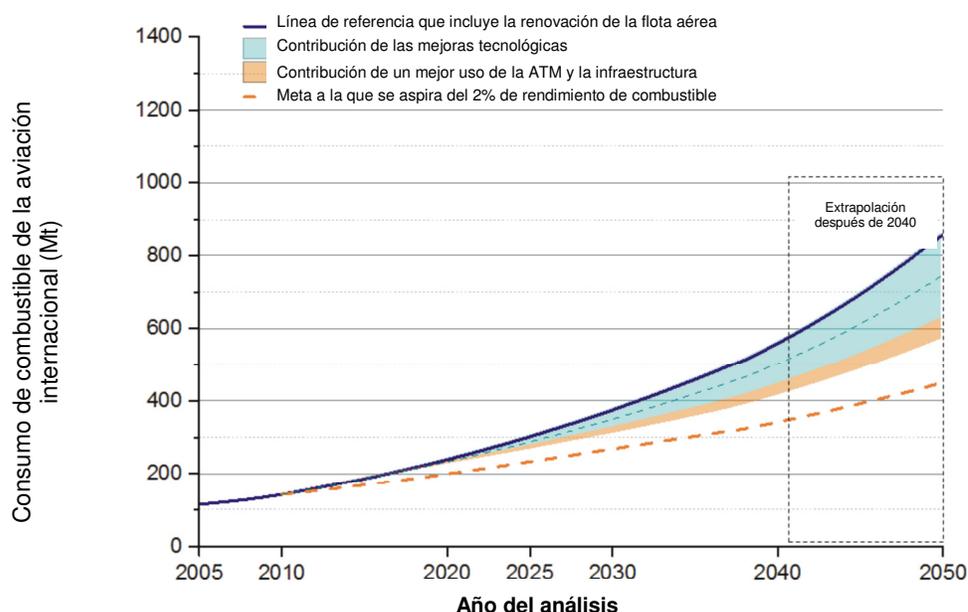
3.1.1 Se elaboraron modelos para un total de nueve escenarios que se definen en el Apéndice B para ilustrar el alcance de posibles mejoras tecnológicas y operacionales. Los resultados se basan en el pronóstico de la demanda central del CAEP en el que se utilizó el 2010 como año de referencia. Los datos presentados para 2005 y 2006 se reprodujeron a partir del análisis de tendencias presentado ante el 37° período de sesiones de la Asamblea de la OACI.

3.1.2 Se utilizaron tres modelos para obtener los resultados de la evaluación de tendencias: el modelo AEDT (Aviation Environmental Design Tool) de la FAA; el modelo AEM (Advanced Emissions Model) de EUROCONTROL; y el modelo FAST (Future Civil Aviation Scenario Software Tool) de la Universidad Metropolitana de Mánchester.

3.2 Tendencias en el consumo de combustible de aeronaves

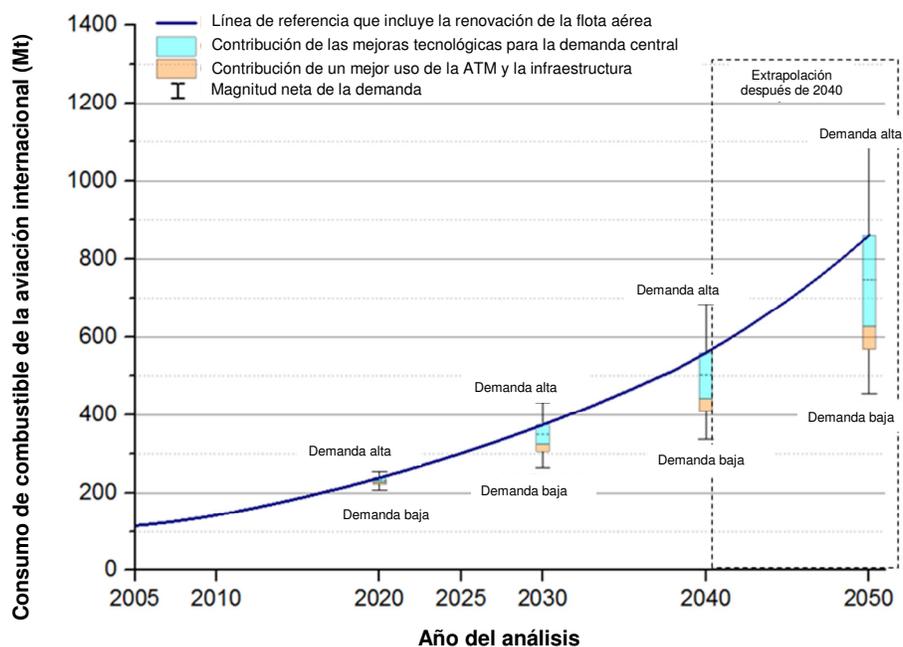
3.2.1 La Figura 1 contiene los resultados del consumo mundial de combustible para todo el vuelo para 2005 a 2040, que luego se extrapolaron a 2050. En el análisis de consumo de combustible se tienen en cuenta la contribución de la tecnología de aeronaves, una mejor gestión del tránsito aéreo y un mejor uso de la infraestructura (es decir, mejoras operacionales) para reducir dicho consumo. En la figura también se ilustra el consumo de combustible que se esperaría si se lograra la meta mundial a la que se aspira del 2% anual de rendimiento de combustible. En la Figura 2 se muestran estas contribuciones en relación con la incertidumbre asociada a la demanda pronosticada, que es particularmente mayor que el alcance de las posibles contribuciones de las mejoras tecnológicas y operacionales.

3.2.2 Los resultados de las Figuras 1 y 2 corresponden sólo a la aviación internacional. En 2010, alrededor del 65% del consumo mundial de combustible de aviación correspondió a la aviación internacional. De acuerdo con el análisis del CAEP, se prevé que para 2050 esta proporción aumente a cerca del 70%.



* La línea punteada de la región correspondiente a la contribución de las mejoras tecnológicas representa el "Escenario de baja tecnología de aeronaves".
Nota: Los resultados se modelaron para 2005, 2006, 2010, 2020, 2025, 2030 y 2040 y luego se extrapolaron a 2050.

Figura 1. Consumo de combustible de aeronaves de la aviación internacional, 2005 a 2050

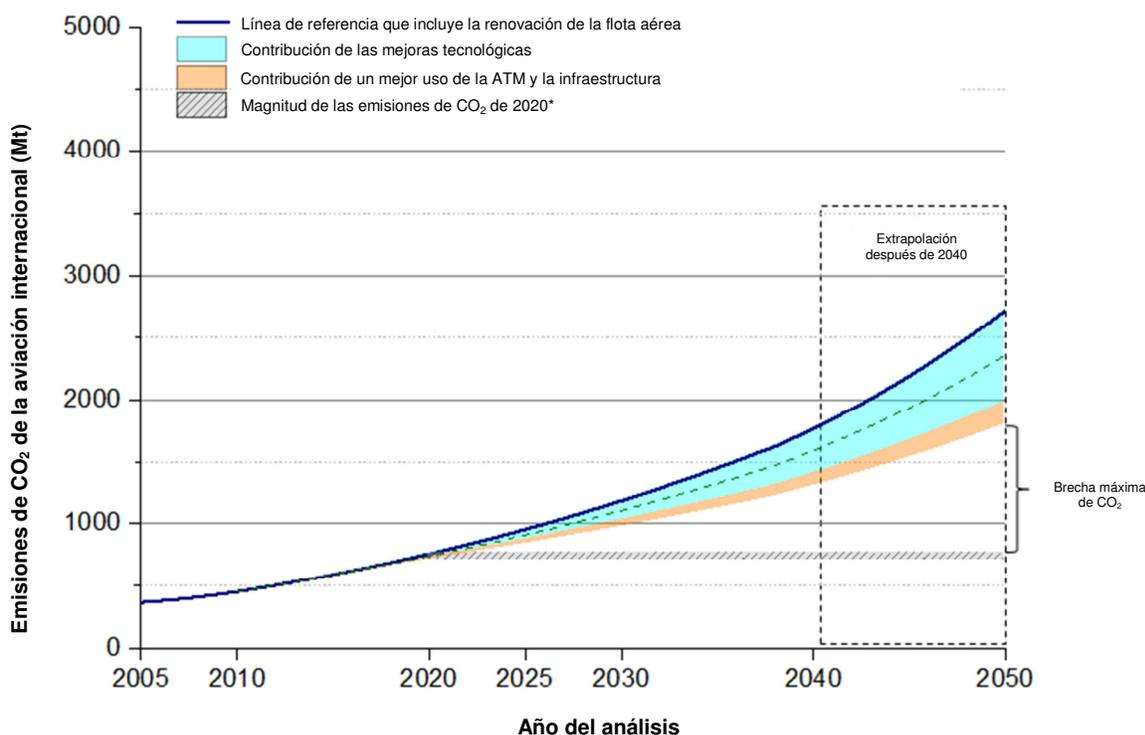


Nota: El Consumo de combustible se modeló sólo para el pronóstico de la demanda central. Los efectos que se ilustran de las sensibilidades de las demandas alta y baja se basan en la razón de los pasajeros-kilómetros de pago pronosticados para la demanda alta/baja con respecto a la demanda central.

Figura 2. Intervalo de las incertidumbres asociadas al pronóstico de la demanda, 2005 a 2050

3.3 Tendencias en las emisiones de CO₂ de las aeronaves

3.3.1 En la Figura 3 se presentan las emisiones de CO₂ para todo el vuelo para la aviación internacional de 2005 a 2040 y, luego, se extrapolan a 2050. En esta figura se tienen en cuenta sólo las emisiones de CO₂ asociadas a la combustión de combustible para reactores, suponiendo que 1 kg de dicho combustible consumido genera 3,16 kg de CO₂. Al igual que en el análisis de consumo de combustible, en este análisis se tienen en cuenta la contribución de la tecnología de aeronave, una mejor gestión del tránsito aéreo y un mejor uso de la infraestructura (es decir, mejoras operacionales). Además, se exhibe la magnitud de las posibles emisiones de CO₂ en 2020 para hacer referencia a la meta mundial a la que se aspira de mantener a este nivel las emisiones netas de CO₂. Aunque no se muestre en una figura por separado, el efecto de la incertidumbre de la demanda en los cálculos del consumo de combustible, que se ilustra en la Figura 2, es idéntico al efecto en los resultados de las emisiones de CO₂.



* La línea real correspondiente a la neutralidad en carbono cae dentro de este intervalo.
 La línea punteada de la región correspondiente a la contribución de las mejoras tecnológicas representa el "Escenario de baja tecnología de aeronaves".
 Nota: Los resultados se modelaron para 2005, 2006, 2010, 2020, 2025, 2030 y 2040 y luego se extrapolaron a 2050.

Figura 3. Emisiones de CO₂ de las aeronaves de la aviación internacional, 2005 a 2050

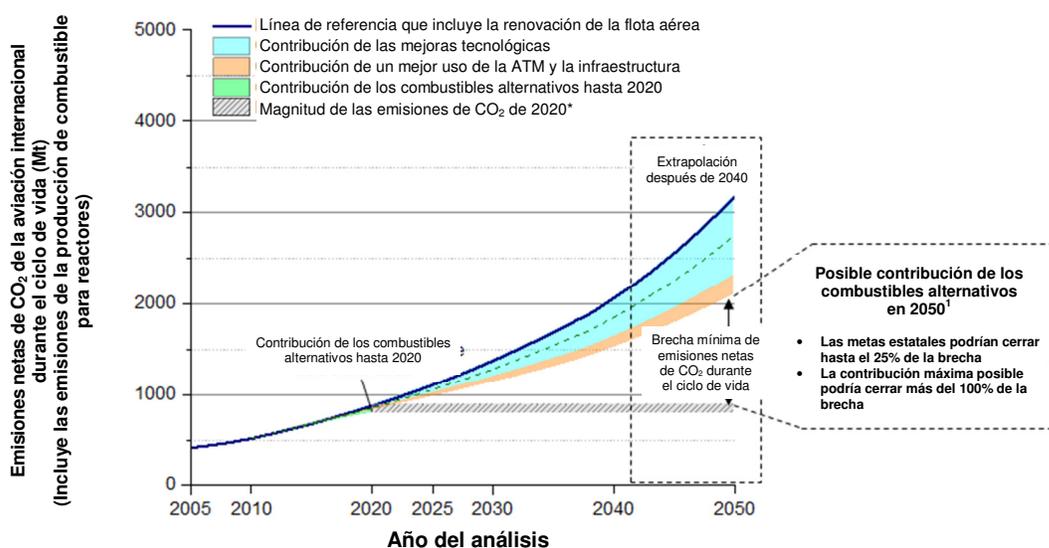
3.4 Consideración de los combustibles alternativos sostenibles

3.4.1 La información que se presenta en la Figura 4 relativa a los combustibles alternativos para 2020 y 2050 se basa en las respuestas que los Estados miembros y de las organizaciones observadoras dieron a dos memorandos del CAEP y a la comunicación AN 1/17 12/59. La información presentada para 2020 y 2050 refleja las metas mencionadas por los Estados en relación con el posible desarrollo de combustibles alternativos sostenibles. En virtud de la limitada información de que se dispone, no fue posible calcular el posible desarrollo de combustibles alternativos sostenibles en los años intermedios.

3.4.2 En la Figura 4 se ilustra la contribución máxima posible de los combustibles alternativos sostenibles para reducir en 2050 las emisiones netas de CO₂ de la aviación internacional durante el ciclo de vida. Las emisiones netas durante el ciclo de vida comprenden las emisiones desde la creación del combustible hasta la combustión. Por lo tanto, en las figuras se representan las emisiones durante el ciclo de vida del combustible convencional para reactores y de los combustibles alternativos sostenibles. En esta figura, se supone que las emisiones generadas en la producción del combustible para reactores es 0,51 veces la cantidad de combustible y las generadas en su combustión es 3,16 veces la cantidad de combustible. Ese enfoque aún tiene que ser aprobado y respaldado por la OACI. En ausencia de un acuerdo internacional y de orientación específica de la OACI sobre las metodologías de análisis para el ciclo de vida, y para los fines que se persiguen en este análisis, se presenta la contribución de los combustibles alternativos partiendo de la premisa de que éstos generan cero emisiones netas de CO₂ durante el ciclo de vida. Las emisiones de gases de efecto invernadero no se notifican a la CMNUCC en

relación con el ciclo de vida. Las emisiones de CO₂ de la aviación se notifican a la CMNUCC utilizando un valor que es igual a 3,16 veces la cantidad de combustible, en tanto que las emisiones de la producción de combustible para reactores se notifican bajo una categoría por separado. De la misma manera, las mejoras en tecnología de aeronaves y operacionales que se describen en esta nota no contribuirán directamente a reducir las emisiones de la producción de combustible para reactores.

3.4.3 Con el fin de examinar mejor en el futuro la contribución de los combustibles alternativos sostenibles a la reducción de las emisiones de la aviación internacional, puede ser necesario desarrollar otras metodologías para tener en cuenta las emisiones netas de la aviación durante el ciclo de vida. En la Figura 4 no se representa la asignación de responsabilidades respecto de las emisiones ni una decisión o recomendación en materia de políticas.



* La línea real correspondiente a la neutralidad en carbono cae dentro de este intervalo.

La línea punteada de la región correspondiente a la contribución de las mejoras tecnológicas representa el "Escenario de baja tecnología de aeronaves".

¹ Si en 2050 todos los combustibles alternativos fueran neutros en carbono.

Nota: Los resultados se modelaron para 2005, 2006, 2010, 2020, 2025, 2030 y 2040 y luego se extrapolaron a 2050.

Figura 4: Contribución de los combustibles alternativos expresada en términos de las emisiones netas de CO₂ de la aviación internacional durante el ciclo de vida, 2005 a 2050

3.5 Interpretación de las tendencias

3.5.1 En 2010, la aviación internacional consumió alrededor de 142 millones de toneladas métricas de combustible, cuyo resultado fue 448 millones de toneladas métricas (Mt, $1 \text{ kg} \times 10^9$) de emisiones de CO₂. Con base en las premisas descritas en el párrafo 3.4.2, esto equivale a 522 Mt de emisiones netas de CO₂ durante el ciclo de vida. Para 2040, se proyecta que el consumo de combustible llegará a ser 2,8 a 3,9 veces el valor de 2010, en tanto que se espera que las toneladas-kilómetros de pago aumenten 4,2 veces en el marco del pronóstico de la demanda central. Al extrapolar a 2050, se proyecta que el consumo de combustible habrá llegado a ser 4 a 6 veces el valor de 2010, en tanto que se espera que las toneladas-kilómetros de pago aumenten 7 veces en el marco del pronóstico de la demanda central.

3.5.2 Para el Escenario 9, se espera que el rendimiento de combustible de aviación mejore a un ritmo promedio de 1,4% anual hasta 2040, y de 1,39% anual si se extrapola a 2050. Si bien en el corto plazo (2010 a 2020) se espera que sean moderadas las mejoras en la eficiencia derivadas de tecnología y

de ATM e infraestructura mejoradas, se proyecta que dichas mejoras aumenten aceleradamente en el mediano plazo (2020 a 2030). Durante 2020 a 2030, se prevé que el rendimiento de combustible aumente a un ritmo promedio de 1,76% anual en el marco del Escenario 9. Este análisis revela que se necesitarán mejoras tecnológicas y operacionales adicionales a las descritas en el Escenario 9 para poder lograr la meta mundial a la que se aspira del 2% anual de rendimiento de combustible.

3.5.3 In 2020, se espera que la aviación internacional consuma entre 216 y 239 Mt de combustible, dando como resultado 682 a 755 Mt de emisiones de CO₂. Aplicando las premisas del párrafo 3.4.2, esto se traduce en 794 a 879 Mt de emisiones netas de CO₂ durante el ciclo de vida. En el escenario más probable, se estima que alrededor del 3% de este consumo podría ser, en 2020, de combustibles alternativos sostenibles. Con base en el máximo consumo de combustible previsto para 2020 (Escenario 1) y en el consumo de combustible previsto en el Escenario 9 para 2040, se prevé una brecha mínima de emisiones de CO₂ de 523 Mt en 2040. Extrapolando el Escenario 9 a 2050, se obtiene una brecha de 1 039 Mt. A partir de las premisas del párrafo 3.4.2, se proyecta para 2040 una brecha de emisiones netas de CO₂ durante el ciclo de vida de 607 Mt y, para 2050, de 1 210 Mt. Hay incertidumbres significativas al predecir la contribución de los combustibles alternativos sostenibles en 2050. Con base en las metas establecidas por los Estados miembros, es posible que en 2050 el 25% de la brecha se cierre gracias a los combustibles alternativos sostenibles. Teniendo en cuenta la contribución máxima evaluada para los combustibles alternativos sostenibles (basándose en las posibles materias primas y las tierras disponibles) suponiendo cero emisiones netas de carbono con respecto al combustible convencional para reactores, es posible que se cierre más del 100% de la brecha.

4. CÓMO MEDIR EL PROGRESO EN LOGRAR LAS METAS MUNDIALES A LAS QUE SE ASPIRA RELATIVAS AL CAMBIO CLIMÁTICO

4.1 En la Resolución A37-19 de la Asamblea de la OACI se “resuelve que los Estados y organizaciones pertinentes trabajarán por intermedio de la OACI para lograr una mejora media anual mundial de 2% en el rendimiento de combustible a mediano plazo hasta 2020 y una tasa anual de mejoras en el rendimiento de combustible del 2% a largo plazo de 2021 hasta 2050, como meta a la que se aspira mundialmente, calculada basándose en el volumen de combustible consumido por tonelada-kilómetro de pago efectuada”. También, se “pide al Consejo que, basándose en información aprobada por sus Estados miembros, notifique regularmente a la CMNUCC las emisiones de CO₂ de la aviación internacional como parte de su contribución para evaluar el progreso logrado mediante las medidas de implantación en el sector”. La Secretaría está desarrollando un recurso, que se conoce como Sistema OACI de notificación y análisis de CO₂ (ICORAS) y permitirá a la Organización hacer notificaciones a la CMNUCC y medir el progreso en lograr las metas ambientales mundiales a las que se aspira.

4.2 El propósito del ICORAS es facilitar la medición del consumo de combustible de la aviación internacional y de los datos RTK integrando los datos de consumo de combustible y de tráfico que notifican los Estados miembros en los formularios estadísticos de notificación para el transporte aéreo de la OACI y complementando los datos que faltan con cálculos convenientes. La clave del éxito del proyecto ICORAS está en que se reciban oportunamente de los Estados datos precisos sobre el consumo de combustible por medio del Formulario M de la OACI – Consumo de combustible y tráfico – Servicios internacionales y totales – Transportistas aéreos comerciales (Formulario de combustible de la OACI). Este formulario es una fuente única de datos ya que incluye el combustible consumido medido por tipo de aeronave para cada transportista aéreo que notifica operaciones internacionales regulares y no regulares. La OACI recibió actualmente datos válidos en el Formulario M de 55 Estados cuyo tráfico aéreo representa cerca del 50% de las RTK internacionales a escala mundial; el 80% de ellos ya se han validado. Al mejorar la notificación en el Formulario M, el ICORAS permitirá a la OACI notificar con mayor precisión a la CMNUCC las emisiones de CO₂ de la aviación internacional y medir de manera más precisa el avance en lograr las metas ambientales mundiales a las que se aspira.

5. CONCLUSIONES

5.1 En términos absolutos, se prevé un aumento de la población total mundial expuesta al ruido de las aeronaves, de las emisiones de aeronave mundiales totales que afectan a la calidad del aire local y de las emisiones de CO₂ que afectan al clima mundial durante todo el período que dura el análisis, aunque, en términos generales, el ritmo de dicho aumento será menor que el de la demanda del sector aeronáutico. Es importante considerar la incertidumbre significativa asociada a la futura demanda en el sector aeronáutico. Se prevé que el rendimiento de combustible en la aviación internacional mejore hasta 2050; sin embargo, se necesitarán medidas adicionales a las consideradas en este análisis para llegar a la meta mundial a la que se aspira del 2% anual de mejoramiento del rendimiento de combustible. Igualmente, al considerar sólo las mejoras en tecnología de aeronave y operacionales, se necesitarán medidas adicionales para lograr el crecimiento neutro en carbono con respecto a 2020. Los combustibles alternativos sostenibles brindan la posibilidad de contribuir significativamente; sin embargo, los datos con que se cuenta son insuficientes como para predecir con confianza su disponibilidad o las emisiones de CO₂ durante el ciclo de vida.

APÉNDICE A

TENDENCIAS EN EL RUIDO Y LA CALIDAD DEL AIRE LOCAL

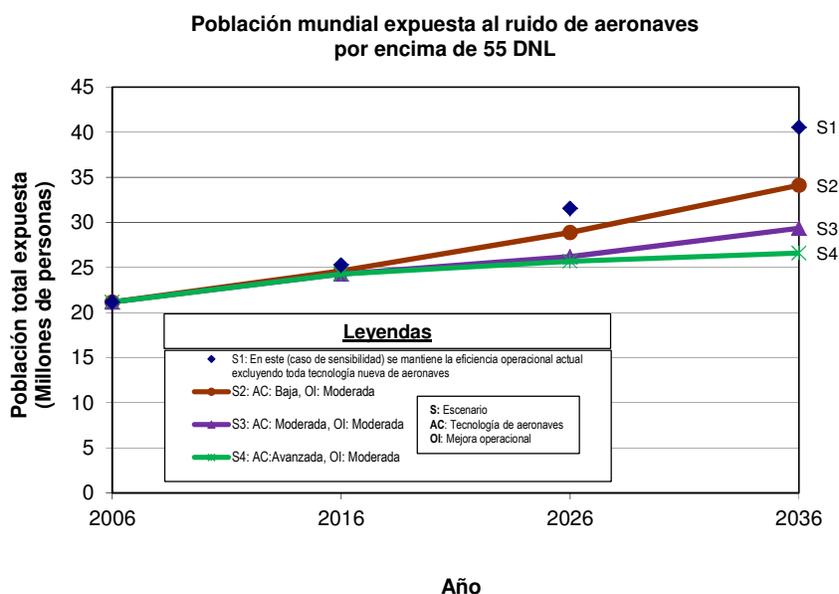
1. INTRODUCCIÓN

1.1 Durante el 37° período de sesiones de la Asamblea, se elaboró una diversidad de escenarios para evaluar el ruido de las aeronaves y las emisiones que afectan a la calidad del aire local (LAQ). El Escenario 1 es un caso de sensibilidad en el que se suponen las mejoras operacionales necesarias para mantener los niveles actuales de eficiencia operacional, pero no incluye mejoras de tecnología de aeronaves además de las disponibles en aeronaves en producción en 2006. Ya que el Escenario 1 no se considera un resultado probable, se representó deliberadamente en todas las gráficas sin una línea que conecte los resultados modelados para 2006, 2016, 2026 y 2036. Los otros escenarios parten del supuesto de que se implantaron en mayor medida las mejoras operacionales y tecnológicas. Se supone que los Escenarios 2, 3 y 4 representan el espectro de resultados más probable.

1.2 Los datos operacionales correspondientes a 2006, que es el año de referencia, incluyen las operaciones de la aviación comercial mundial con reglas de vuelo por instrumentos (IFR). Se contó con información detallada de los movimientos de aeronaves de Norteamérica, Centroamérica y la mayor parte de Europa, en tanto que no se incluyeron las aeronaves fabricadas en la Comunidad de Estados Independientes (CEI) debido a que faltaban datos.

2. TENDENCIAS EN LA POBLACIÓN EXPUESTA AL RUIDO DE AERONAVES

2.1 En la Figura 1 se ilustran los resultados para la población mundial total expuesta al ruido de las aeronaves por encima de 55 DNL para 2006, 2016, 2026 y 2036. El valor de referencia para 2006 es de unos 21,2 millones de personas. En 2036, la población total expuesta al ruido varía de unos 26,6 millones de personas, con el Escenario 4, a unos 34,1 millones de personas, con el Escenario 2.



Nota: Población expuesta con respecto a la referencia de 2006.
Se suponen niveles de población constantes desde 2006 hasta 2036.

Figura 1. Población mundial total expuesta al ruido de aeronaves por encima de 55 DNL

Ruido (Escenarios 2 a 4)

- El **Escenario 2** es el caso de baja tecnología de aeronaves y mejoras operacionales moderadas, que supone mejoras en el nivel de ruido de 0,1 decibeles de nivel efectivo de ruido percibido (EPNdB) por año para todas las aeronaves que ingresen en la flota entre 2013 y 2036.
- El **Escenario 3** es el caso de tecnología de aeronaves y mejoras operacionales moderadas, que supone mejoras de 0,3 EPNdB por año para todas las aeronaves que ingresen en la flota entre 2013 y 2020, y de 0,1 EPNdB entre 2020 y 2036.
- El **Escenario 4** es el caso de tecnología de aeronaves avanzada y mejoras operacionales moderadas, que supone 0,3 EPNdB por año para todas las aeronaves que ingresen en la flota entre 2013 y 2036.

3. RESULTADOS PARA EMISIONES DE NO_x Y MATERIA PARTICULADA (PM) DE LAS AERONAVES POR DEBAJO DE 3 000 FT

3.1 En la Figura 2 se ilustran los resultados relativos a las emisiones mundiales de NO_x por debajo de 3 000 ft sobre el nivel del terreno (AGL) para 2006, 2016, 2026 y 2036. El valor de referencia para 2006 es de unos 0,25 millones de toneladas métricas (Mt, 1 kg x 10⁹). En 2036, el NO_x total variaría entre 0,52 Mt, con el Escenario 3, y 0,72 Mt, con el Escenario 2.

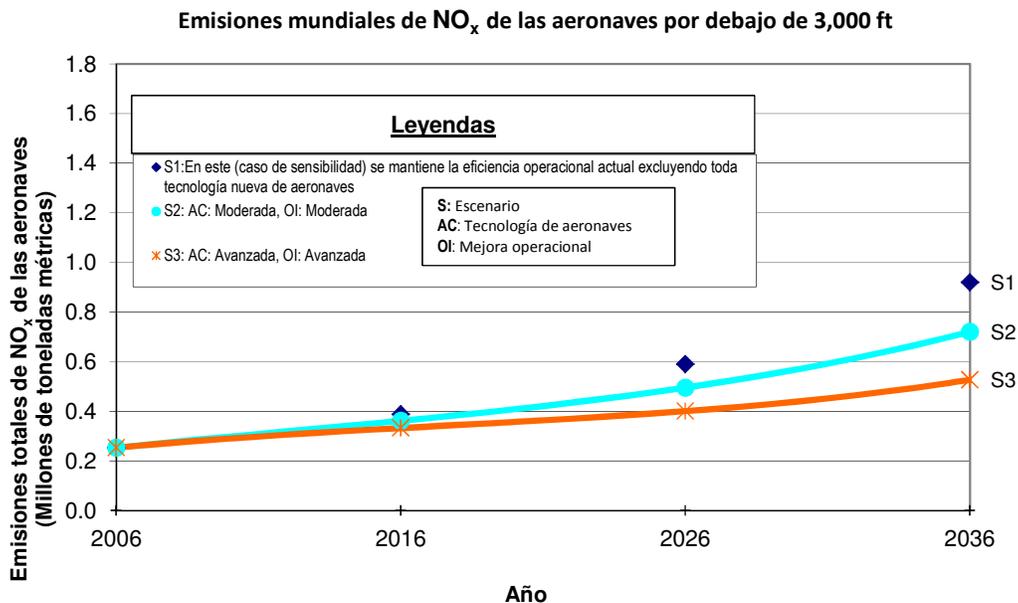


Figura 2. Emisiones mundiales totales de NO_x de las aeronaves por debajo de 3 000 ft AGL

NO_x (Escenarios 2 y 3, por debajo y por encima de 3000 ft)

- El **Escenario 2** es el caso de mejoras moderadas en tecnología de aeronaves y operacionales, que supone mejoras en las emisiones de NO_x de las aeronaves logrando el 50% de la reducción de los niveles actuales de emisión de NO_x a los niveles de las metas de los expertos independientes en NO_x de la CAEP/7 (-60% +/-5% de la actual norma sobre el NO_x de la CAEP/6) para 2026, sin más mejoras de ahí en adelante. Este escenario también incluye mejoras operacionales moderadas en toda la flota, por región.
- El **Escenario 3** es el caso de mejoras avanzadas en tecnología de aeronaves y operacionales, que supone mejoras en las emisiones de NO_x de las aeronaves logrando el 100% de la reducción de los niveles actuales de emisión de NO_x a los niveles de las metas de los expertos independientes en NO_x de la CAEP/7 para 2026, sin más mejoras de ahí en adelante. Este escenario también incluye mejoras operacionales avanzadas en toda la flota, por región, que se consideran como un límite superior de esas mejoras.

3.2 Los resultados para las emisiones de PM por debajo de 3 000 ft siguen las mismas tendencias que los de las emisiones de NO_x. El nivel de referencia para 2006 es 2 200 toneladas métricas. En 2036, se proyecta que la PM mundial total será de alrededor de 5 800 toneladas métricas con el Escenario 2.

3.3 La contribución relativa de las emisiones de un aeropuerto al total de las emisiones regionales depende de la ubicación del aeropuerto. Por ejemplo, para un aeropuerto situado en un entorno urbano característico, sus emisiones pueden representar sólo el 10% de las emisiones regionales totales, en tanto que en entornos más rurales las emisiones de un aeropuerto tenderían a representar, comparativamente, un porcentaje más elevado.

3.4 Las emisiones de masa, medidas en unidades tales como toneladas totales de NO_x o toneladas totales de PM, de fuentes aeroportuarias son una medición que sirve únicamente para fines de comparación. Para comprender la influencia en la calidad del aire ambiental, las emisiones de masa de los aeropuertos deben convertirse a concentraciones ambientales, medidas en unidades tales como microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) o partes por millón (PPM) de NO_x o PM. La contribución incremental en las concentraciones ambientales de contaminantes provenientes de las emisiones de los aeropuertos disminuye cuanto más lejos se aparten del aeropuerto. La contribución de cada aeropuerto es singular, dependiendo de la urbanización/industrialización que lo rodea y de las condiciones meteorológicas en las inmediaciones del aeropuerto.

4. TENDENCIAS EN LAS EMISIONES DE NO_x DE LAS AERONAVES POR ENCIMA DE 3 000 FT

4.1 Los escenarios evaluados para NO_x por encima de 3 000 ft son idénticos a los de NO_x por debajo de 3 000 ft. Como se ilustra en la Figura 3, el nivel de referencia para 2006 es de cerca de 2,5 Mt. En 2036, el NO_x total alcanzaría unas 4,6 Mt con el Escenario 3, y unas 6,3 Mt, con el Escenario 2.

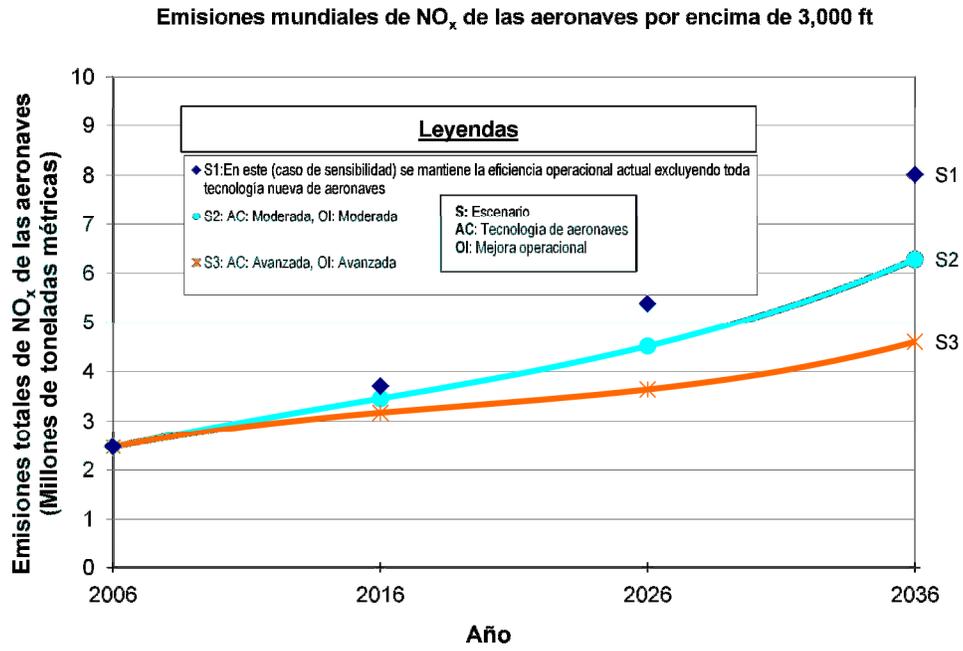


Figura 3. Emisiones mundiales totales de NO_x de las aeronaves por encima de 3 000 ft AGL

APÉNDICE B

DESCRIPCIÓN DE LOS ESCENARIOS RELATIVOS AL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LAS EMISIONES DE CO₂ PARA TODO EL VUELO

Escenario 1 (Nivel de referencia de la CAEP7): Este escenario incluye las mejoras operacionales necesarias para mantener los niveles actuales de eficiencia operacional, pero excluye toda mejora tecnológica que no figure entre las que existen en las aeronaves actuales en producción (2010).

Escenario 2 (Baja tecnología de aeronaves y mejoras operacionales moderadas): Fuera de incluir las mejoras relacionadas con la migración a las iniciativas operacionales más recientes, por ejemplo las previstas en NextGen y SESAR, este escenario incluye mejoras en el consumo de combustible del 0,96% al año en todas las aeronaves que ingresen en la flota después de 2010 y antes de 2015, y del 0,57% al año en todas las aeronaves que ingresen en la flota a partir de 2015 y hasta 2050. También, incluye otras mejoras operacionales moderadas a nivel de toda la flota aérea por región, de acuerdo con la Tabla 1, bajo “límite inferior”.

Escenario 3 (Mejoras moderadas en tecnología de aeronaves y operacionales): Fuera de incluir las mejoras relacionadas con la migración a las iniciativas operacionales más recientes, por ejemplo las previstas en NextGen y SESAR, este escenario incluye mejoras en el consumo de combustible del 0,96 por ciento al año en todas las aeronaves que ingresen en la flota después de 2010 y hasta 2050. También, incluye otras mejoras operacionales moderadas a nivel de toda la flota aérea por región, de acuerdo con la Tabla 1, bajo “límite inferior”.

Escenario 4 (Mejoras avanzadas en tecnología de aeronave y operacionales): Fuera de incluir las mejoras relacionadas con la migración a las iniciativas operacionales más recientes, por ejemplo las previstas en NextGen y SESAR, este escenario incluye mejoras en el consumo de combustible del 1,16% al año en todas las aeronaves que ingresen en la flota después de 2010 y hasta 2050. También, incluye otras mejoras operacionales avanzadas a nivel de toda la flota aérea por región, de acuerdo con la Tabla 1, bajo “límite superior”.

Escenario 5 (Tecnología de aeronaves optimista y mejoras operacionales avanzadas): Fuera de incluir las mejoras relacionadas con la migración a las iniciativas operacionales más recientes, por ejemplo las previstas en NextGen y SESAR, este escenario incluye una mejora optimista en el consumo de combustible del 1,5% al año en todas las aeronaves que ingresen en la flota después de 2010 y hasta 2050. También, incluye otras mejoras operacionales avanzadas a nivel de toda la flota aérea por región, de acuerdo con la Tabla 1, bajo “límite superior”. Este escenario va más allá de las mejoras basadas en las recomendaciones de la industria.

Escenario 6 (Baja tecnología de aeronaves y mejoras operacionales de los expertos independientes (IE) de la CAEP/9): Este escenario incluye mejoras del 0,96% anual en el consumo de combustible para todas las aeronaves que entren en la flota aérea a partir de 2010 y antes de 2015 y mejoras del 0,57% anual para todas las aeronaves que entren en la flota aérea a partir de 2015 y hasta 2050. También, incluye otras mejoras operacionales de los expertos independientes (IE) de la CAEP/9 para toda la flota, de acuerdo con la Tabla 2.

Escenario 7 (Mejoras moderadas en tecnología de aeronaves y operacionales de los IE de la CAEP/9): Fuera de incluir las mejoras relacionadas con la migración a las iniciativas operacionales más recientes, por ejemplo las previstas en NextGen y SESAR, este escenario incluye mejoras en el consumo de combustible del 0,96% al año en todas las aeronaves que ingresen en la flota después de 2010 y hasta 2050. También, incluye otras mejoras operacionales de los IE de la CAEP/9 a nivel de toda la flota aérea por grupo de rutas, de acuerdo con la Tabla 2.

Escenario 8 (Mejoras avanzadas en tecnología de aeronaves y operacionales de los IE de la CAEP/9): Fuera de incluir las mejoras relacionadas con la migración a las iniciativas operacionales más recientes, por ejemplo las previstas en NextGen y SESAR, este escenario incluye mejoras en el consumo de combustible del 1,16% al año en todas las aeronaves que ingresen en la flota después de 2010 y hasta 2050. También, incluye otras mejoras operacionales de los IE de la CAEP/9 a nivel de toda la flota aérea por grupo de rutas, de acuerdo con la Tabla 2.

Escenario 9 (Mejoras optimistas en tecnología de aeronaves y operacionales de los IE de la CAEP/9): Fuera de incluir las mejoras relacionadas con la migración a las iniciativas operacionales más recientes, por ejemplo las previstas en NextGen y SESAR, este escenario incluye una mejora optimista en el consumo de combustible del 1,5% al año en todas las aeronaves que ingresen en la flota después de 2010 y hasta 2050. También, incluye otras mejoras operacionales de los IE de la CAEP/9 a nivel de toda la flota aérea por grupo de rutas, de acuerdo con la Tabla 2. Este escenario va más allá de las mejoras basadas en las recomendaciones de la industria.

Tabla 1: Cambio porcentual en el consumo de combustible puerta a puerta con respecto a 2010, por región

	2020		2030/2040/2050	
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
Norteamérica	0	-2	0	-4
Europa	-2	-6	-3	-7
Centroamérica	-1	-4	-2	-5
Sudamérica	-1	-4	-2	-5
Oriente Medio	-2	-5	-3	-6
África	-4	-7	-5	-8
Asia/Pacífico	-3	-6	-4	-7

Tabla 2: Cambio porcentual en el consumo de combustible puerta a puerta con respecto a 2010, por grupo de rutas

Grupo de rutas	Meta de 2020	Meta de 2030	Meta de 2040
África, nacional	3,13%	6,59%	9,95%
Asia/Pacífico, nacional	4,01%	8,70%	11,53%
Europa, nacional	4,35%	8,28%	11,30%
Latinoamérica, nacional	3,33%	7,46%	10,38%
Oriente Medio, nacional	4,00%	8,98%	11,71%
Norteamérica, nacional	4,73%	8,98%	11,41%
Europa – África	2,38%	5,26%	7,55%
Europa - Asia/Pacífico	2,27%	4,94%	6,26%
Europa - Oriente Medio	1,67%	4,46%	6,86%
Dentro de África	2,50%	5,24%	8,09%
Dentro de Asia/Pacífico	2,82%	6,12%	7,82%
Dentro de Europa	3,41%	6,63%	9,23%
Dentro de Latinoamérica	2,96%	6,83%	9,39%
Dentro de Oriente Medio	3,50%	7,88%	10,26%
Dentro de Norteamérica	4,73%	9,27%	12,05%
Atlántico central	2,30%	4,90%	6,08%
Oriente Medio - Asia/Pacífico	2,46%	5,35%	6,72%
Norteamérica – Centroamérica y el Caribe	3,19%	6,73%	9,01%
Norteamérica - Sudamérica	2,24%	5,31%	7,15%
Atlántico septentrional	2,33%	4,93%	6,11%
Otras rutas internacionales	2,63%	6,18%	8,42%
Atlántico meridional	2,12%	4,64%	5,78%
Transpacífico	2,10%	4,61%	5,76%