

EMISIONES DE CO2 DE LA AVIACION EN ARGENTINA

S. Enrique Puliafito¹, Griselda D. Capaldo²
epuliafito@frm.utn.edu.ar, Autor/a correspondiente.

¹Grupo GEAA (FRM UTN / CONICET)

²Cátedra de Derecho Aéreo y Marítimo (CONICET-UBA)

Palabras clave: Emisiones GEI, Aviación, CORSIA.

1) INTRODUCCIÓN

La Aviación internacional ha incrementado en forma sostenible su actividad, salvo por los meses de restricciones por COVID 19, representado un 3% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI). No solo impacta por la cantidad emitida de GEI y otros contaminantes a la atmósfera, sino por la altura en que se emite. Por otra parte, a pesar de los esfuerzos e iniciativas de las organizaciones internacionales de aviación no se vislumbran alternativas de reducción de las emisiones sin comprometer el ritmo creciente de la actividad. Entre algunas opciones se sugieren el cambio de combustible, p.ej. el hidrógeno, los aviones eléctricos, pero su implementación operativa no está en el horizonte de los próximos 20 años. Por el momento se intenta mejorar todas las opciones de optimización de las actividades operativas, tanto de aeronaves, aeropuertos y destinos.

A fin de colaborar, evaluar y medir el potencial de reducción de emisiones de CO2 de la aviación, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI https://www.icao.int/about-icao/Pages/ES/default_ES.aspx) ha implementado el programa CORSIA (Plan de Compensación y reducción de Carbono para la Aviación Internacional: <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>).

A fin de estimar el estado de la aviación nacional civil argentina, se presenta un cálculo de las emisiones de dióxido de carbono para los vuelos nacionales e internacionales de las principales aerolíneas de bandera argentina que operan desde y hacia aeropuertos nacionales e internacionales entre los años 2001 y 2021. Debe notarse que el programa CORSIA involucra los vuelos internacionales, sin embargo, incluimos en este análisis tanto vuelos de cabotaje como internacionales. Los datos se estiman a partir de estadísticas oficiales de vuelos de la aviación civil argentina, provistas directamente por la Agencia Nacional de Aviación Civil (ANAC o disponibles en su página web: <https://datos.anac.gob.ar/estadisticas/>). Los cálculos se estiman en base a protocolos y guías internacionales propuestos por el IPCC (<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>), la Agencia Ambiental Europa (EMEP) y documentos de la OACI. Se muestran estadísticas generales, por tipo de aeronave empeladas por estas aerolíneas, discriminados por vuelos de cabotaje internacional. Se comparan los consumos de combustibles estimados con las estadísticas combustible vendido disponible en la Secretaría de Energía de la Nación (<http://datos.minem.gob.ar/dataset/balances-energeticos>)

2) METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Las estadísticas de los vuelos se organizan en vuelos de cabotaje (inicio y fin del vuelo en territorio nacional) e internacionales (con origen o destino en algún aeropuerto nacional). Por otro lado, se organiza la información por par-ciudad es decir origen y destino de cada vuelo. Si la base de datos está completa se conoce también la aerolínea y el equipo (tipo de aeronave) utilizado. El inventario de emisiones aeronáutico sigue el esquema metodológico típico de recopilar datos de actividad (es decir, consumo de combustible, número de aviones,

movimientos en los aeropuertos) el que multiplicado por factores de emisión específicos (EMEP, 2019, OACI, 2016) permite obtener las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), según la ecuación general:

$$E(p) = \Sigma[A(i, j) * EF(j, p)] \quad (1)$$

donde E es la emisión total (es decir, t/año) para un contaminante p; A es la actividad de la aerolínea o subsector i, usando el equipo j; y EF(j,p) es el factor de emisión para esa aerolínea, equipo y contaminante. Por ejemplo, las emisiones (tn/año) de CO₂ (p), correspondientes al consumo anual de aerokerosene (j), del sector aeronáutico internacional de pasajeros (i).

La ecuación (1) se completa con un enfoque bottom-up, es decir recopilando la actividad de cada aeronave (salidas, km recorridos, tiempo de vuelo y tipo de aeronave, tipo de motor). Los datos de actividad pueden organizarse con un enfoque top-down, es decir recopilando la venta de combustible de uso en aviación para el total del país o por provincia. Las emisiones de la aviación a su vez se dividen en dos fases: a) la fase de vuelo de crucero, y b) la fase de aproximación, aterrizaje y despegue (Landing and Take off, LTO), que corresponde a alturas de vuelo por debajo de los 1000 m, e incluye el carreteo y taxi en la terminal. La OACI propone dos métodos de cálculo basados en el tiempo de vuelo (OACI, 2019 a) o la distancia recorrida (OACI, 2019 b). Esta organización propone tablas específicas para cada tipo de aeronave donde se calculan el combustible consumido en cada vuelo. Las emisiones se estiman multiplicando el combustible por un factor de emisión específico, según el tipo de combustible.

2) RESULTADOS y CONCLUSIONES

La Figura 1 muestra los vuelos mensuales comerciales regulares nacionales de cabotaje, el número de horas de vuelo y las distancias recorridas en miles de km. Luego de la crisis de los años 2001-2002, la actividad aeronáutica tuvo un marcado crecimiento tanto de vuelos nacionales como internacionales, lo que se vio interrumpido por la crisis sanitaria del covid-19 entre 2020 y 2021. Actualmente (2022) la actividad aún no ha alcanzado la actividad pre-pandemia. La Figura 2 muestra las emisiones de carbono que alcanzan las 200 mil toneladas de CO₂ mensuales, con valores anuales máximos de 2 279 849 t de CO₂ en 2019 lo que corresponde a un consumo de 612 mil toneladas de aerokerosen. Nótese la buena equivalencia que existe entre el cálculo realizado con la venta total de combustibles (top-down: curva anaranjada “fuel cabotaje”) y la curva azul (bottom-u: “CO₂ comercial”) calculada a partir de la actividad de los vuelos individuales.

Para el sector internacionales, incluyendo todas las aerolíneas, su actividad creció de 67 100 vuelos en 2001 a un total de 101 400 en 2018 pasando sus emisiones de 4 millones a 10 millones de t CO₂ respectivamente siendo su consumo de de 1 1709 000 t de aerokerosen en 2001 y de 3071153 t en 2018. Un análisis de las aerolíneas bandera argentina indican que en los años 2019, 2020 y 2021 se realizaron 106,330; 34,626; y 32,070 vuelos anuales respectivamente, de los cuales 91,234; 24,638 y 14,961 fueron vuelos comerciales regulares. La aviación civil nacional en sus operaciones internacionales acumuló 119,485; 34,163 y 24,849 horas anuales en vuelos regulares y no regulares, con consumo anual de combustible de 490,417; 135,676; y 102,037 t/año de aerokerosene. Las emisiones de CO₂ fueron de 1,649,083; 457,579 y 342,430 t/año para los años 2019, 2020 y 2021 respectivamente. Se observa que las operaciones del año 2019 fueron 3 veces superiores a las del año 2020. Esta reducción extraordinaria se debió al efecto de las restricciones impuestas por la pandemia COVID. Estas emisiones incluyen la fase de aterrizaje-taxi-despegue (LTO) y fase crucero. Aerolíneas Argentinas (y Austral) concentraron el 80%, 75% y 62% de las operaciones nacionales (movimientos o vuelos de aeronaves de bandera argentina) en los años 2019, 2020 y 2021; lo que equivale a un 23% de todo el movimiento internacional. Las emisiones de bandera argentina fueron de 1.396.391 t CO₂; 395.127 t CO₂ y 319.980 t CO₂ para los años 2019, 2020 y 2021 respectivamente. Los

equipos A332 (fuselaje ancho), B738, B737, A320, E190 (fuselaje angosto) son las aeronaves más utilizadas en el segmento de vuelos regulares, de los no regulares se destacan los aviones del tipo LJ60 (avión jet de 9 pasajeros) y el F270 avión bi turbohélice de 15-20 pasajeros. Los aviones de fuselaje ancho (Airbus A332 birreactor y A342 cuatrirreactor 290 pasajeros) tiene un promedio de 10,43 y 12,6 horas por vuelo respectivamente con una emisión específica de CO₂ de 17,8 y 20,6 t/horas. De los aviones de fuselaje angosto, la línea Boeing 737/800 y 737/700 (170 pasajeros) muestran un promedio de 2,6 horas de vuelo promedio y una emisión de 8,35 y 7.4 t/horas de CO₂ respectivamente. Los aviones ejecutivos más pequeños (Tipo LearJet 60, Gulfstream V) cubren un promedio de 2 y 8 horas de vuelo respectivamente con emisiones específicas de 1.7 y 4,5 t/h de CO₂.

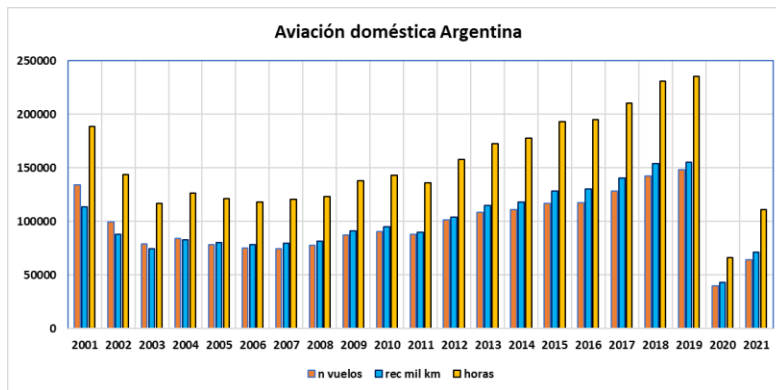


Figura 1: Evolución de la actividad de cabotaje en Argentina: vuelos, recorridos (mil km) y horas.

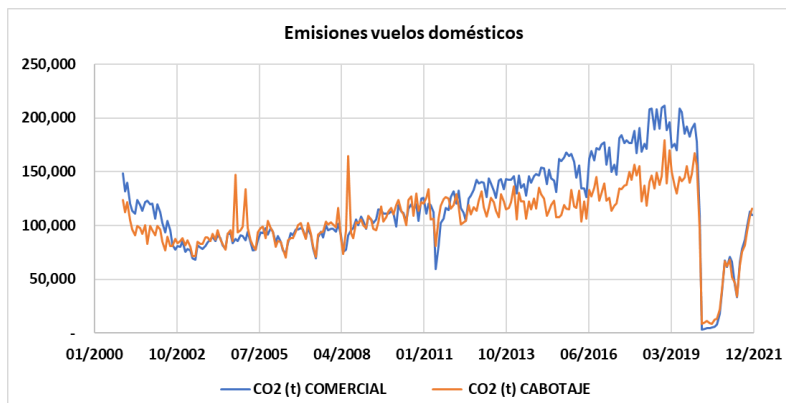


Figura 2: Emisiones de CO₂ (t) calculadas a partir de la venta de combustible (bunker cabotaje) (línea naranja) y a partir de los movimientos mensuales de aeronaves (línea azul).

REFERENCIAS

ANAC: Administración Nacional de Aviación Civil <https://www.argentina.gob.ar/anac>

CORSIA. Plan de Compensación y reducción de Carbono para la Aviación Internacional: <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>)

EMEP: Agencia Ambiental Europea EMEP <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

OACI, 2019 (a): CEMS for Block Time. <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/ICAO%20CORSIA%20CERT%20version%202020%20-%20Design%2c%20Development%20and%20Validation.pdf>

OACI, 2019 (b): CEMS for Great Circle Distance. <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/ICAO%20CORSIA%20CERT%20version%202020%20-%20Design%2c%20Development%20and%20Validation.pdf>