



Plan de Acción de Chile

para Reducir las Emisiones de CO2
provenientes de la Aviación Civil
Internacional

2da edición



AGRADECIMIENTOS

La actualización del Plan de Acción de Chile para Reducir las Emisiones de CO₂ provenientes de la Aviación Civil Internacional – 2^a edición ha sido posible gracias al compromiso, la colaboración y el liderazgo de diversas instituciones y actores clave del sector público y privado.

Desde el Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile, queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a la Junta de Aeronáutica Civil del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), al Ministerio de Energía (MEN) y la Agencia de Sostenibilidad Energética por su orientación estratégica y apoyo técnico, reconociendo el rol fundamental del Programa Vuelo Limpio en la promoción de iniciativas de mitigación de emisiones en la aviación.

Agradecemos también a la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), a través de la Mesa Vuelo Verde, por su aporte regulatorio y técnico, y a la Dirección de Aeropuertos del Ministerio de Obras Públicas (MOP) por su colaboración en infraestructura y operaciones aeroportuarias. Asimismo, valoramos la participación de la Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (SUBREI) y del Ministerio del Medio Ambiente (MMA), cuyo respaldo institucional ha sido esencial para alinear el plan con los compromisos ambientales nacionales.

Finalmente, extendemos nuestro reconocimiento a la concesionaria Nuevo Pudahuel del Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez y a las principales aerolíneas chilenas (LATAM Airlines, SKY Airline y JetSMART), cuya disposición para implementar medidas sostenibles y compartir experiencias ha sido clave para el desarrollo de esta actualización.

El trabajo conjunto de todas estas instituciones refleja el compromiso de Chile con la sostenibilidad de la aviación y con la reducción efectiva de las emisiones de CO₂ en el sector.

INFORMACIÓN DE CONTACTO

Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC)

Contacto	Rodolfo Donoso Pinilla - Sybil Bitreras Mondaca
Dirección	Avenida Miguel Claro 1314. 7501128 Providencia.
Ciudad	Santiago
Región	Metropolitana
País	Chile
Teléfono	(+56 2) 2439 2698 - 24392795
Email	rdonoso@dgac.gob.cl - Sybil.bitreras@dgac.gob.cl

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo	4
Introducción	6
Presentación	
01 Antecedentes generales del sector aéreo	8
2.1. Marco Normativo de la Aviación Comercial	
2.2. Política Aerocomercial de Chile	
2.3. Sistema Aeronáutico Nacional	
2.4. Entidades Estatales	
2.5. Infraestructura Aeronáutica	
2.6. Red Aeroportuaria nacional	
2.7. Usuarios del Sistema	
2.8. Programa Vuelo Limpio	
2.9. Mesa Vuelo Verde	
02 Crecimiento del sector aéreo y combustible	16
3.1. Datos Históricos	
3.2. Proyecciones de Crecimiento del Tráfico Aéreo	
Internacional, Consumo de Combustible y Emisiones de Carbono	
03 Mejoras operacionales, tecnológicas e infraestructura en el sector aéreo	27
4.1. Operacionales - Navegación	
4.2. Infraestructura Aeroportuaria	
4.3. Tecnología	
04 Combustibles de aviación sostenible	47
5.1. Contextualización	
5.2. Hoja de Ruta SAF 2050	
05 Medidas basadas en el mercado	61
6.1. Mercado de Carbono nacional e internacional	
06 Impacto de las medidas de mitigación	66
7.1. Escenario de Ahorro de Combustible con Implementación de	
Medidas de Mitigación	
7.2. Escenario de Ahorro de Emisiones con Implementación de	
Medidas de Mitigación	
07 Consideraciones finales	78
Glosario	83

Resumen Ejecutivo

El Plan de Acción de Chile actualiza los compromisos y medidas para reducir las emisiones de CO₂ de la aviación civil internacional, en línea con los objetivos de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), que proyecta alcanzar la neutralidad de carbono al 2050 (LTAG).

El documento refleja una estrategia colaborativa público-privada, que involucra a la Junta de Aeronáutica Civil (JAC), la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), el Ministerio de Energía (MEN), la Agencia de Sostenibilidad Energética, Dirección de Aeropuertos del Ministerio de Obras Públicas (MOP), Ministerio del Medio Ambiente (MMA), concesionaria de aeropuerto Nuevo Pudahuel y aerolíneas nacionales (LATAM Airlines, SKY Airline y JetSMART), mediante instancias como el Programa Vuelo Limpio y la Mesa Vuelo Verde.

Entre las principales acciones y medidas destacan:

- **Eficiencia operacional y de navegación:** introducción de aproximaciones RNP AR en Santiago, la incorporación de la especificación RNP 2 en aerovías troncales, la ampliación del uso de la pista 17R bajo criterios de ruido, la implementación gradual de A-RNP en diversos aeropuertos, y prácticas de eficiencia operativa como el lavado de motores, la optimización del uso de flaps en despegues y el rodaje con un solo motor. Asimismo, se proyectan nuevas iniciativas como el uso más eficiente de pistas, salidas y aproximaciones simultáneas en SCL, así como la implementación de procedimientos ILS especiales y RNP Visual, entre otros.
- **Infraestructura aeroportuaria:** integración de criterios sustentables en diseño y construcción (CES), optimización de calles de rodaje, gestión de residuos y uso de materiales reciclados en pavimentos, además de considerar variables de cambio climático en drenajes y planes maestros. Por su parte, la concesionaria Nuevo Pudahuel en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez lidera iniciativas como el sistema de 400 Hz, certificaciones de gestión de carbono (ACA y Huella Chile), planta solar fotovoltaica, electromovilidad, entre otros.
- **Mejoras tecnológicas:** renovación de flota con aeronaves más eficientes como los A320Neo, la optimización del peso y distribución a bordo, y la optimización de rutas de vuelo mediante navegación RNP y procedimientos de descenso continuo. Asimismo, se proyecta profundizar la modernización de flota, incorporar aviónica avanzada y establecer estándares mínimos de eficiencia, consolidando un transporte aéreo más sostenible y competitivo.
- **Combustibles sostenibles de aviación:** implementación de la Hoja de Ruta SAF 2050, que promueve producción local a partir de aceites de cocina usados (UCO), biomasa, residuos y e-fuel basados en hidrógeno verde. Se espera cubrir con SAF un 50% de la demanda de combustible de aviación al año 2050.

En materia regulatoria, se trabaja en la actualización de normas de calidad, seguridad, comercialización y certificación de sostenibilidad, incluyendo un sistema de certificación para hidrógeno y sus derivados como el amoníaco y los combustibles sintéticos como los e-SAF y biocombustibles.

Además, Chile fortalece la I+D con universidades nacionales, y la cooperación internacional a través de OACI (ACT-SAF, CAEP, CORSIA) y acuerdos bilaterales con Países Bajos, Colombia y Brasil para el desarrollo de SAF.

- **Instrumentos de mercado:** se ha avanzado en la implementación de instrumentos de precio y mercado de carbono, alineados con la Ley Marco de Cambio Climático y el Acuerdo de París. Destacan el impuesto al carbono, el desarrollo del Sistema de Compensación de Emisiones y la participación activa en los mecanismos del Artículo 6 (acuerdos bilaterales con Suiza, Japón y Singapur, además de la transición de proyectos al PACM). En el sector aéreo, las aerolíneas nacionales se han incorporado al sistema de monitoreo, reporte y verificación de la OACI, mientras que a nivel doméstico se impulsa el sistema voluntario de Certificación de GEI y HuellaChile.

En términos de impacto proyectado, las medidas de mitigación seleccionadas permitirán hacer más eficientes el uso del combustible de aviación y contener el crecimiento de emisiones, alcanzando reducciones significativas hacia 2050.

La eficiencia anual en el uso del combustible mejora de 1,1% a 1,2% con la implementación de acciones de eficiencia energética (mejorar operacionales, tecnológicas y de infraestructura), lo que se traduce en un ahorro anual estimado que pasa de 97.569 toneladas de combustible en 2025 a más de 120 mil toneladas en 2050.

En cuanto a emisiones, el despliegue de combustibles sostenibles de aviación (SAF), tanto de origen biológico como sintético (a partir de Hidrógeno Verde), representa la medida de mayor impacto, complementado por las acciones de eficiencia energética. Si bien en los primeros años el efecto es moderado —308 mil toneladas de CO₂ evitadas en 2025—, la incorporación plena de todas las rutas tecnológicas a partir de 2035 permite una reducción de 1,5 millones de toneladas (35,6%), llegando a más de 3,6 millones en 2050 (44,5%). De este modo, Chile logrará estabilizar las emisiones anuales del sector aéreo en torno a 4–5 millones de toneladas de CO₂, consolidando su compromiso con la descarbonización de la aviación internacional.

Este escenario se enmarca en la visión estratégica de Chile de liderar la producción de Hidrógeno Verde y sus derivados, especialmente e-SAF, apoyado en su Política y Plan Energético de Largo Plazo para avanzar hacia la carbono-neutralidad y la integración de energías renovables. En este contexto, el Plan confirma que la descarbonización del transporte aéreo en Chile es factible, siempre que se fortalezcan las alianzas, se incentive la innovación tecnológica y se promueva la producción y adopción temprana de SAF, reconociendo además que muchas de estas medidas generan beneficios adicionales en la aviación doméstica y en la infraestructura aeropuertaria en general.

Introducción

El dinamismo del sector aéreo requiere de respuestas de la misma índole. La sostenibilidad ambiental del transporte aéreo se ha fijado como un objetivo estratégico de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), en búsqueda de una meta aspiracional a largo plazo (LTAG), concretada por medio del compromiso de los Estados. En consecuencia y siguiendo los lineamientos que propone la OACI, en especial la necesidad de contar con Planes de Acción (SAP) renovados cada 3 años, el presente documento contiene una actualización del Plan Nacional para reducir emisiones de CO₂en vuelos internacionales, en el cual se plasman los avances y compromisos que reflejan el quehacer del Estado de Chile en la reducción de estas emisiones, impulsado por medio de una alianza colaborativa entre el sector público y el sector privado, generado en instancias de cooperación, tales como el Programa Vuelo Limpio y la Mesa Vuelo Verde, en búsqueda de soluciones conjuntas a un desafío común.

Presentación

El territorio de Chile se ubica en la parte occidental y meridional de Sudamérica, e incluye el Territorio Chileno Antártico y la Isla de Pascua (Rapa Nui) en el Pacífico occidental. Considerando su parte continental sudamericana e insular, tiene una superficie de 756.096 km², los que, al agregarse la superficie del Territorio Chileno Antártico se elevan a los 2.006.096 km². Del total de 6.418 km que tiene su frontera terrestre, 168 km los comparte con Perú, 850 km con Bolivia y 5.400 km con Argentina.^[1]

Debido a la extensión del territorio nacional, su ubicación geográfica y sus particulares características geomorfológicas, la aviación civil ha representado para Chile, desde los albores del siglo XX, una forma clave de conectividad dentro del país y con el resto del mundo. Asimismo, la aviación civil desempeña un rol muy importante en nuestra economía, al permitir la integración de regiones aisladas, el desarrollo del turismo, los negocios y las exportaciones, entre otras actividades relevantes.

Al igual que otras actividades humanas, la aviación civil es un catalizador de múltiples beneficios sociales y económicos. No obstante, también produce externalidades negativas que impactan en el medio ambiente y el clima. Si bien la aviación civil representa sólo un 2,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)^[2], la OACI, sus Estados miembros y la industria están cada vez más conscientes del aporte que deben realizar para lograr un Objetivo Aspiracional a Largo Plazo (LTAG)^[3] con miras a disminuir externalidades negativas y alcanzar las metas globales relativas al cambio climático.

^[1] Las cifras no incluyen el Territorio Chileno Antártico, ni los límites marítimos con Perú y Argentina.

^[2] <https://ourworldindata.org/global-aviation-emissions>

^[3] Long-Term Aspirational Goal. Special Supplement. ICAO 2022

Chile considera que el trabajo mancomunado realizado en torno a la mitigación y adaptación, tanto nacional como internacionalmente, y muy especialmente los acuerdos alcanzados en el seno de la OACI referentes a los esfuerzos de reducción de emisiones de GEI para la aviación civil internacional, constituyen un paso significativo que une a los países en torno al desafío del Cambio Climático.

El Gobierno de Chile, se reserva el derecho de decidir la implementación total o parcial de las acciones descritas en este documento; así como el desarrollo de nuevas acciones o medidas orientadas a la reducción de emisiones de gases efecto invernadero.

CAPÍTULO 01

Antecedentes Generales del Sector Aéreo

1.1. Marco Normativo de la Aviación Comercial

En general, la normativa aplicable a la aviación comercial chilena se encuentra contenida en el Decreto con Fuerza de Ley N° 241 de 1960 (Estatuto orgánico de la Junta de Aeronáutica Civil), el Código Aeronáutico (Ley N° 18.916), el Decreto Ley N° 2.564 de 1979 (Ley de Aviación Comercial), así como los acuerdos multilaterales y bilaterales que el país ha suscrito, como también los usos y costumbres de la actividad aeronáutica.^[4] Entre otros, Chile ha ratificado por ejemplo el Convenio de Montreal de 1999, que regula aspectos de responsabilidad en el transporte aéreo internacional. Todos estos instrumentos son parte del Derecho Aeronáutico Chileno.

El Código Aeronáutico, es el instrumento fundamental que regula la actividad aeronáutica. La Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) es la entidad encargada de fiscalizar el cumplimiento de este marco legal en sus aspectos técnicos y de seguridad aérea, dictando normas específicas para la aviación civil que se desarrolla en el país incluidas las actividades de aviación comercial. Asimismo, certifica a los operadores y realiza la vigilancia del espacio aéreo nacional.

La DGAC dicta Normas Aeronáuticas (DAN) para regular aspectos técnicos y operativos, con el objetivo de garantizar la seguridad aérea; también propone al Gobierno el texto de los reglamentos (DAR) que establecen normas de carácter general, y que recogen el contenido de los Anexos al Convenio de Aviación Civil Internacional (Convenio de Chicago de 1944). Entre las disposiciones que regulan aspectos específicos de la aviación comercial, se destacan el ingreso de aeronaves extranjeras y, en general, las condiciones para el transporte de carga y de personas.

Por su parte, la Junta Aeronáutica Civil (JAC), es la autoridad encargada de la dirección superior de la aviación civil en Chile, incluyendo la aplicación de la política aerocomercial, la aprobación de los seguros obligatorios para la aviación comercial y las relaciones aeronáuticas internacionales.

De esta manera, la provisión de servicios de transporte aéreo queda sujeta a las normas e instrucciones que en su respectivo ámbito de competencia dicten de la DGAC y JAC.

1.2. Política Aerocomercial de Chile

Chile ha sustentado por más de cuatro décadas una política aerocomercial de cielos abiertos.

Esta política fue establecida en la Ley de Aviación Comercial de 1979, aprobada por el citado

^[4] Disponibles en <http://www.leychile.cl>

Decreto Ley N° 2.564 . Su objetivo es posibilitar servicios aéreos de la mejor calidad, eficiencia y al menor costo.

La finalidad de establecer un régimen aerocomercial de este tipo consiste en favorecer la competencia entre las empresas aéreas y facilitar el acceso de los usuarios a los servicios, a quienes se procura entregar ventajas a través de una mayor disponibilidad de vuelos y la aplicación de tarifas más económicas.

Los principios fundamentales que sustentan la política aerocomercial chilena son:

- Libre ingreso al mercado para las líneas aéreas que hayan cumplido con los requisitos de orden técnico y de seguros establecidos por las autoridades aeronáuticas competentes.
- Libertad de fijar sus precios, debiendo únicamente ser registrados ante la Junta Aeronáutica Civil (JAC). Excepcionalmente, la autoridad puede fijar tarifas internacionales, en las rutas que, por disposición de otro Estado, no exista libertad tarifaria.
- Mínima intervención de la autoridad en la actividad aerocomercial, que se rige por las reglas del mercado y de la libre competencia. No existen líneas aéreas estatales ni con participación accionaria del Estado. Con todo, la política descansa también en las atribuciones de los organismos garantes de la libre competencia y de los derechos del pasajero aéreo.
- Liberalización de propiedad y control para la constitución de una línea aérea nacional o para la instalación de una empresa aérea extranjera en Chile.
- Reciprocidad, aplicada en las operaciones internacionales. Chile mantiene abierta la entrada de cualquier operador al mercado doméstico, sin condición de reciprocidad.
- Transparencia, tanto en la gestión de la autoridad como en la información que se entrega al mercado. La JAC está encargada de publicar las estadísticas oficiales del transporte aéreo, registrar las tarifas aplicadas por las aerolíneas y publicar la información sobre retrasos y cancelaciones de vuelos.
- Reglas estables, especialmente en la regulación del mercado, de manera de proporcionar un ambiente predecible y confiable a los actores del sistema.

Después de más de cuatro décadas de vigencia, la política aerocomercial aplicada por Chile ha mostrado significativos resultados, que se manifiestan en un crecimiento promedio del transporte aéreo en torno a un 10% anual, superando los 28 millones de pasajeros en 2024. En la actualidad, Chile tiene acuerdos de servicios aéreos con más de 80 países, la mayoría de ellos sin restricciones de capacidad o rutas, lo que le permite mantener conectividad con los centros de comercio más importantes del mundo en un entorno altamente competitivo, con más de 26 líneas aéreas extranjeras operando hacia nuestro territorio y tres operadores nacionales que compiten en el mercado internacional y doméstico, dos de ellas con el modelo de bajo costo. En cuanto a las tarifas, las cifras muestran una sostenida disminución en los últimos años, permitiendo una mayor democratización del transporte aéreo nacional con una tasa promedio anual de 1,4 viajes por habitante.

1.3. Sistema Aeronáutico Nacional

El Sistema Aeronáutico Nacional (SAN) está compuesto por organismos estatales, la normativa aeronáutica, la infraestructura aeronáutica, los operadores del sistema y los usuarios. El SAN provee servicios aeroportuarios y de navegación aérea a sus usuarios, a fin de dar conectividad e integración territorial al país, incentivar el desarrollo económico y social, y prestar un servicio en beneficio del bien común.

1.4. Entidades Estatales

Las entidades que participan directamente en el Sistema Aeronáutico Nacional son el Ministerio de Defensa Nacional (a través de la Fuerza Aérea de Chile, la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas y la Dirección General de Aeronáutica Civil), el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (a través de la Junta de Aeronáutica Civil y la Subsecretaría de Transportes) y el Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección Nacional de Aeropuertos, la Coordinación de Concesiones de Obras Públicas, la Coordinación de Fiscalización de Obras Públicas y la Dirección de Planeamiento^[5].

1.5. Infraestructura Aeronáutica

La infraestructura aeronáutica considera la infraestructura aeroportuaria, que está constituida por la red de aeropuertos y aeródromos del país, y la infraestructura de navegación aérea, que a su vez comprende la red de ayudas y protección a la navegación aérea y las instalaciones para los sistemas de telecomunicaciones aeronáuticas.

- Los Aeródromos^[6]: toda área delimitada, terrestre o acuática, habilitada por la autoridad aeronáutica y destinada a la llegada, salida y maniobra de aeronaves en la superficie. Se dividen en militares y civiles, y estos últimos en públicos y privados.
- Aeropuertos^[7]: todos los aeródromos públicos que se encuentran habilitados para la salida y llegada de aeronaves en vuelos internacionales.
- Instalaciones de Ayuda y Protección a la Navegación Aérea^[8]
- Telecomunicaciones aeronáuticas^[9]

^[5] Otros actores estatales que interactúan en el SAN son la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda, con la aprobación y control del presupuesto de ingresos, gastos e inversiones y el Ministerio de Desarrollo Social, con la aprobación de cada proyecto de inversión del sistema; además de todos aquellos servicios públicos, que utilizan la infraestructura aeroportuaria, para el desarrollo de sus funciones. Por su parte el Ministerio del Medio Ambiente, evalúa los impactos ambientales de los proyectos de desarrollo aeroportuario, así como también, el proceso de elaboración de las normas de calidad ambiental y de emisión.

^[6] Ley 18.916, Aprueba Código Aeronáutico. Ministerio de Justicia.

^[7] Ibid.

^[8] Ibid.

^[9] Decreto 18:APRUEBA REGLAMENTO "TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS (DAR 10)

1.6. Red Aeroportuaria nacional

La Red Aeroportuaria está compuesta por una red primaria de aeródromos que, por su importancia, están ubicados en centros urbanos relevantes y constituyen un aporte significativo a la actividad económica de la región en la que se emplaza. Estos suman 17^[10], sostienen vuelos regulares, están capacitados para recibir aeronaves de mayor envergadura y cuentan con Servicios de Navegación Aérea y Servicios Aeroportuarios.

La red secundaria comprende aeródromos que reciben aviones de menor envergadura, con transporte regular o estacional de pasajeros. Estos suman 12 en total, proporcionan servicios de Navegación Aérea, y en alguno de ellos, Servicios Aeroportuarios, cuando el tipo de tráfico lo amerita.

Por último, la Red Aeroportuaria incluye pequeños aeródromos que suman 279; los que están distribuidos a lo largo de todo el país, y tienen por objetivo mejorar la conectividad de la población ubicada en zonas apartadas de los grandes centros urbanos. Además, esta red contribuye al desarrollo de nuevas actividades productivas, así mismo es utilizada ante situaciones de emergencia nacional principalmente ligado a fenómenos naturales que afecten a la población nacional.

^[10] Datos actualizados en febrero de 2025 por la Dirección Nacional de Aeropuerto (DAP) dependiente del Ministerio de Obras Públicas.



Figura 1. Red Aeroportuaria de Chile

Fuente DGAC

1.7. Usuarios del Sistema

Se considera como usuarios del sistema nacional a todas aquellas instituciones y particulares que hacen uso de las instalaciones de la red aeroportuaria nacional, ya sea hangares, pistas para aterrizaje y/o despegue, terminales de pasajeros, aerovías, entre otros, dentro de los que se considera a la aviación comercial y no comercial^[11], la aviación militar, los pasajeros, los operadores de carga, los centros de mantenimiento aeronáutico y los concesionarios de infraestructura. Además, y tal como se mencionó anteriormente, cada vez con más frecuencia la red de Aeródromos nacionales se encuentra disponible en caso de ser necesario para ser puente de acceso a localidad que han sido afectada por algún fenómeno natural en coordinación directa con SENAPRED^[12] como usuario de la infraestructura nacional de aeródromos.

1.8. Programa Vuelo Limpio

Vuelo Limpio es una iniciativa nacional creada en 2021 y constituye el primer programa de sostenibilidad energética para la aviación en Chile. El Programa es liderado por la Agencia de Sostenibilidad Energética, la Junta de Aeronáutica Civil y el Ministerio de Energía, y trabaja con las tres principales aerolíneas que operan en Chile, así como con empresas de taxi aéreo que utilizan helicópteros. Una de sus líneas de acción es el impulso a la eficiencia energética mediante la creación de una línea base del consumo de combustible y las emisiones de CO₂ por operador aéreo. Esta línea base corresponde al primer año de reporte, y a partir de entonces se realiza un seguimiento anual para evaluar el desempeño del sector. Además, el programa promueve mejoras operacionales a través de la identificación de oportunidades de eficiencia energética, promoción y difusión de buenas prácticas y la participación en la mesa Vuelo Verde, un espacio de colaboración público – privada. Paralelamente, fomenta el desarrollo y la adopción de SAF, mediante la creación de la Hoja de Ruta SAF 2050, abordando 5 áreas clave como la Formación de Capacidades, Regulación, Desarrollo de Mercado, Tecnología y Ecosistema SAF, que permitan superar las barreras tanto de la oferta como de la demanda del mercado.

^[11] Según el Artículo 93 del Código Aeronáutico, la aviación no comercial “es la que tiene por objeto actividades de vuelo sin fines de lucro, tales como la instrucción, recreación o deporte. La aviación no comercial no podrá realizar servicios de transporte o trabajos aéreos remunerados.”

^[12] Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres.

2.9. Mesa Vuelo Verde

Es una iniciativa público-privada, creada en 2022 y liderada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) y la International Air Transport Association (IATA), con el objetivo de promover la toma de decisiones colaborativas en materias operacionales dentro del sector aeronáutico. Esta instancia reúne a diversos actores clave de la industria, incluyendo a la Junta de Aeronáutica Civil (JAC), la Agencia de Sostenibilidad Energética a través del programa Vuelo Limpio, la concesionaria Nuevo Pudahuel, la Asociación Chilena de Líneas Aéreas (ACHILA) y las aerolíneas nacionales JetSMART, LATAM Airlines y SKY Airline.



Figura 2. Organizaciones participantes en la mesa Vuelo Verde

CAPÍTULO 02

Crecimiento del Sector Aéreo y Combustible

En esta sección se presentan los datos históricos del RPK (Revenue Passenger Kilometers) y RTK (Revenue Tonne Kilometers) nacionales e internacionales de Chile y el consumo de combustible de aviación correspondientes al período comprendido entre 2014 y 2024, junto con las proyecciones hasta 2050 sobre el consumo de combustible, la eficiencia en su uso (combustible/RTK) y las emisiones de CO₂ para la aviación civil internacional. Los datos consolidados de RPK, RTK se obtuvieron de la Base de Datos Estadísticos del Transporte Aéreo de la Junta de Aeronáutica Civil (JAC) del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, mientras que los datos de combustible se obtuvieron del último Balance Nacional de Energía (BNE) de Chile y del Reporte Anual de Emisiones de CO₂ de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) de Chile.

Los datos se desagregan según la naturaleza del vuelo: internacional y nacionales (doméstico), de acuerdo con las definiciones establecidas en el Anexo 16 de CORSIA (Plan de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional), que establece lo siguiente:

- **Vuelo internacional:** operación de una aeronave desde el despegue en un aeródromo de un Estado o sus territorios, hasta el aterrizaje en un aeródromo de otro Estado o sus territorios.
- **Vuelo nacional:** operación de una aeronave desde el despegue en un aeródromo de un Estado o sus territorios, hasta el aterrizaje en un aeródromo del mismo Estado o sus territorios.

En este contexto, la sección se enfoca exclusivamente en los vuelos internacionales operados por aerolíneas chilenas. Así, la metodología actual sólo considera aquellos vuelos internacionales que son operados por aerolíneas chilenas con origen o destino en Chile.

Para proyectar las emisiones de CO₂ de los vuelos internacionales al año 2050, se utilizan los datos del Reporte Anual de Emisiones de CO₂, provenientes de CORSIA. Este informe, impulsado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), establece que cada Estado debe informar las emisiones correspondientes a los operadores aéreos registrados en su territorio.

Es importante señalar que, para la proyección del crecimiento del tráfico aéreo internacional y el consumo de combustible, se han utilizado como referencia los años 2023 y 2024. Esto se hace con el objetivo de evitar que los datos de crecimiento se vean distorsionados por la actividad atípica de 2020, 2021 y 2022, a consecuencia de la pandemia de COVID-19.

2.1. Datos históricos

Evolución del RPK internacional y doméstico (2014 – 2024)

Considerando el alcance previamente delimitado, se recopiló los datos históricos de RPK (Revenue Passenger Kilometers) tanto en el segmento internacional como en el doméstico entre 2014 y 2024, medidos en miles de pasajeros-kilómetro (ver Tabla 1).

Tabla 1. Datos históricos del tráfico de pasajeros en operaciones internacionales y domésticas

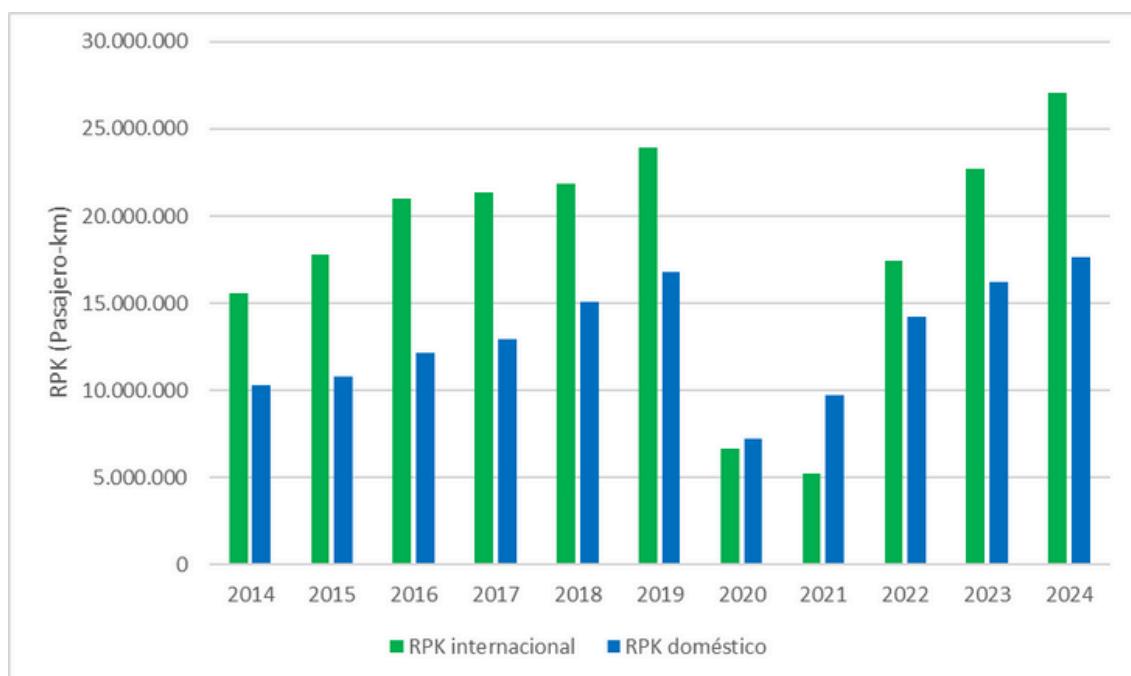
AÑO	RPK INTERNACIONAL (MILES)	RPK DOMÉSTICO (MILES)
2014	15.806.953	10.607.858
2015	17.740.375	11.039.162
2016	20.933.304	12.351.785
2017	21.683.693	13.198.702
2018	21.600.757	15.210.829
2019	23.577.305	17.041.201
2020	6.593.605	7.267.190
2021	5.147.709	9.764.493
2022	17.358.505	14.302.498
2023	22.662.423	16.395.075
2024	27.141.266	17.878.725

La Gráfica 1 muestra la evolución del tráfico de pasajeros y evidencia que, entre 2014 y 2019, ambos segmentos registraron una tendencia de crecimiento sostenido. Aunque el RPK internacional se mantuvo consistentemente superior al doméstico, el crecimiento promedio anual en ese período fue de 8,3% para el mercado internacional y de 9,9% para el doméstico. En 2019, ambos alcanzaron su máximo histórico, superando los 23 billones de RPK en el segmento internacional y los 17 billones en el doméstico.

A partir de 2020, se evidencia una caída abrupta en ambos tipos de tráfico, reflejo del fuerte impacto de la pandemia por COVID-19. Ese año, el RPK internacional disminuye casi un 72%, cayendo por debajo del tráfico doméstico, que también se reduce, aunque en menor medida. En 2021, el tráfico doméstico se mantiene por encima del internacional, lo que indica una mayor resiliencia de este tipo de operación frente a las restricciones internacionales.

Desde 2022 en adelante, la gráfica muestra una recuperación progresiva en ambos segmentos. El RPK internacional vuelve a superar al doméstico y, para 2024, ambos alcanzarán sus niveles máximos históricos, superando los 27 billones de RPK internacionales y los 17 billones en el segmento doméstico. Esto sugiere una sólida recuperación del sector aéreo, impulsada por el restablecimiento de rutas, la reactivación del turismo y los viajes de negocios, así como por una mejora en la confianza de los pasajeros y las condiciones económicas globales.

Gráfica 1. Tráfico de pasajeros (RPK) en operaciones internacionales y domésticas.



Evolución del RTK internacional y doméstico v/s consumo de combustible (2014 – 2024)

Considerando el alcance previamente delimitado, se recopiló los datos históricos de RTK (Revenue Tonne Kilometers) tanto en el segmento internacional como en el doméstico entre 2014 y 2024, medidos en miles de toneladas-kilómetro (ver Tabla 2).

Tabla 2. Datos históricos de las toneladas – kilómetros en operaciones internacionales y domésticas.

AÑO	RTK INTERNACIONAL (MILES)	RTK DOMÉSTICO (MILES)
2014	2.940.196	1.004.929
2015	2.981.167	1.042.439
2016	3.313.864	1.173.034
2017	3.167.917	1.251.581
2018	3.395.480	1.483.349
2019	3.723.219	1.698.728
2020	2.138.528	729.167
2021	1.738.054	893.438
2022	2.688.791	1.250.674
2023	3.167.806	1.377.167
2024	3.702.960	1.493.703

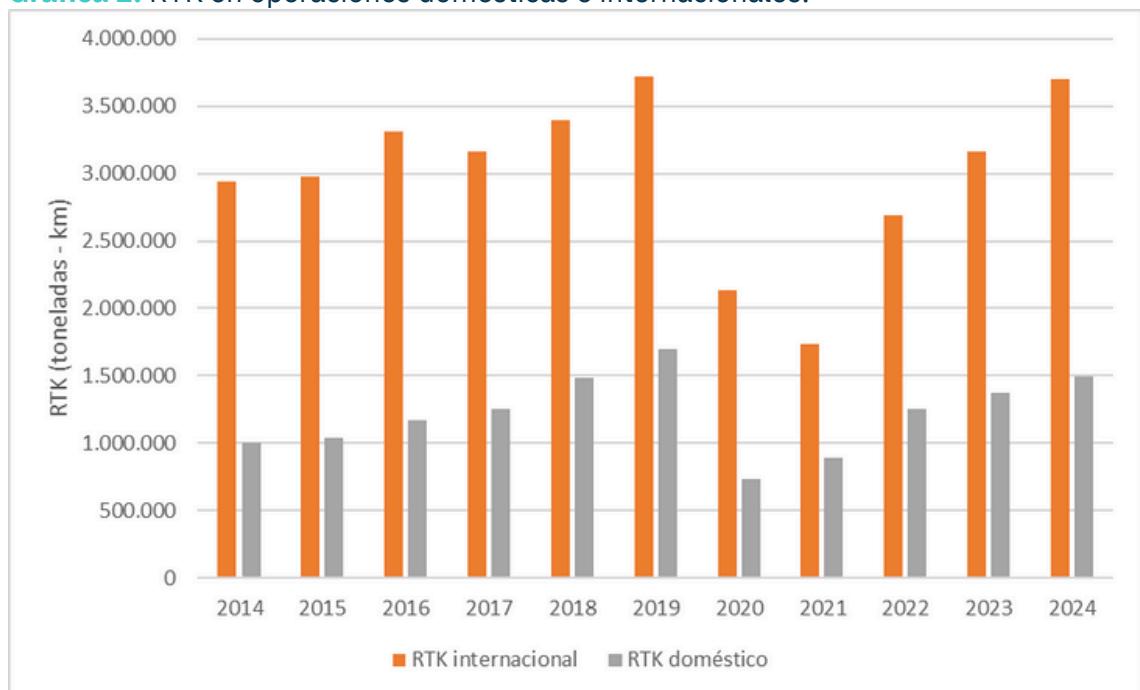
La Gráfica 2 muestra la evolución del RTK y evidencia que, entre 2014 y 2019, la tasa de crecimiento promedio anual del RTK fue del 4,8% en el mercado internacional y del 11,1% en el mercado doméstico. Asimismo, el crecimiento en el consumo total de combustible durante ese período fue de 8,9 %, lo que se refleja en la gráfica 4.

Sin embargo, al igual que lo observado en el RPK, en 2020 la gráfica evidencia una fuerte caída de los RTK internacionales y domésticos como consecuencia del impacto de la pandemia por COVID-19. Ese año, el RTK internacional se redujo en un 42,6 %, aunque la disminución fue menor en comparación con el RPK, que descendió un 72 %.

En 2021, los valores del RTK internacional continuaron mostrando una baja, mientras que el RTK doméstico experimentó una ligera mejora. En 2022, se registró un aumento más significativo, especialmente en el RTK internacional, lo que indica una reactivación de las operaciones aéreas. A partir de ese año, tanto el RTK internacional como el doméstico comenzaron a mostrar una recuperación progresiva.

En 2023 y 2024, el crecimiento se consolidó. El RTK internacional volvió a ser claramente dominante, y en 2024 se acercó a los niveles pre-pandemia. Este desempeño sugiere una sólida recuperación del sector aéreo, impulsada por el restablecimiento del comercio internacional, el aumento de la demanda de carga aérea y la normalización de las rutas y operaciones.

Gráfica 2. RTK en operaciones domésticas e internacionales.



Por otro lado, los datos de RTK se desagregaron en cuatro segmentos: RTK internacional de pasajeros, RTK internacional de carga, RTK doméstico de pasajeros y RTK doméstico de carga, para el período 2014–2024 (ver Tabla 3).

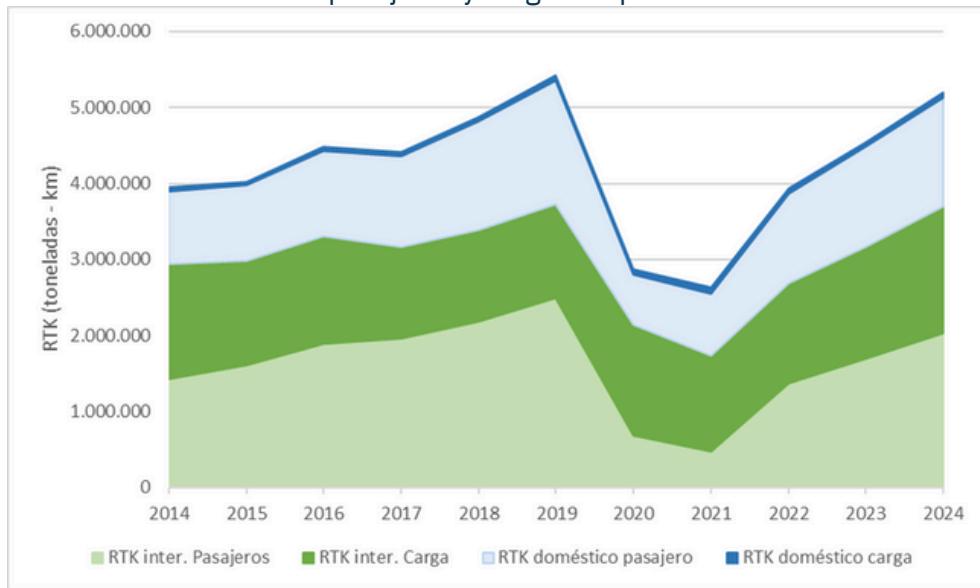
Tabla 3. Datos históricos de las toneladas – kilómetros en operaciones de pasajeros y carga.

AÑO	RTK INTER. PASAJEROS (MILES)	RTK INTER. CARGA (MILES)	RTK DOMÉSTICO PASAJERO (MILES)	RPK DOMÉSTICO CARGA (MILES)
2014	1.430.504	1.509.693	955.971	48.957
2015	1.605.465	1.375.702	994.905	47.534
2016	1.896.074	1.417.790	1.113.666	59.368
2017	1.959.531	1.208.386	1.187.609	63.972
2018	2.192.173	1.203.306	1.422.700	60.649
2019	2.495.294	1.227.925	1.629.279	69.449
2020	680.262	1.458.265	668.215	60.952
2021	469.222	1.268.831	818.643	74.795
2022	1.371.435	1.317.356	1.180.590	70.083
2023	1.691.326	1.476.479	1.318.498	58.669
2024	2.027.133	1.675.827	1.423.558	70.145

La gráfica 3 muestra la evolución del RTK (toneladas-km) en los cuatro segmentos, donde el RTK internacional de pasajeros mostró un crecimiento sostenido entre 2014 y 2019, con una tasa promedio anual del 11,8%. En contraste, el RTK internacional de carga registró una caída en ese mismo período, con una tasa promedio anual de -4,9%. Sin embargo, en 2020 no se vio afectado por la pandemia; por el contrario, creció en un 18,8%. Posteriormente, entre 2022 y 2024, tanto pasajeros como carga evidenciaron un repunte significativo, acercándose a los niveles máximos alcanzados en el período previo.

Por otro lado, el RTK doméstico de pasajeros registró un crecimiento sostenido entre 2014 y 2019, con una tasa promedio anual del 11,3%, mientras que el RTK doméstico de carga creció en promedio un 7,2% anual en el mismo período. No obstante, en 2020, como consecuencia de la pandemia, ambos segmentos sufrieron fuertes caídas: -59,0% en pasajeros y -12,2% en carga. En 2021, la carga experimentó una recuperación significativa, con un aumento del 22,7%, aunque esta tendencia positiva no se ha mantenido en los años posteriores. Actualmente, el volumen de carga muestra una evolución inestable, sin una dirección clara; mientras que el volumen de pasajeros mostró un crecimiento sostenido entre 2021 y 2024.

Gráfica 3. Evolución del RTK de pasajeros y carga en operaciones domésticas e internacionales.



Evolución del consumo de combustible de aviación a nivel nacional (2014 – 2023)

Entre los años 2014 y 2024, el consumo de combustible de aviación en Chile, medido en toneladas de keroseno de aviación, ha mostrado una evolución marcada por un crecimiento sostenido, una abrupta caída durante la pandemia y una posterior recuperación. Esta trayectoria, obtenida del Balance Nacional de Energía (BNE), refleja tanto el dinamismo del sector aeronáutico nacional como su vulnerabilidad ante eventos globales.

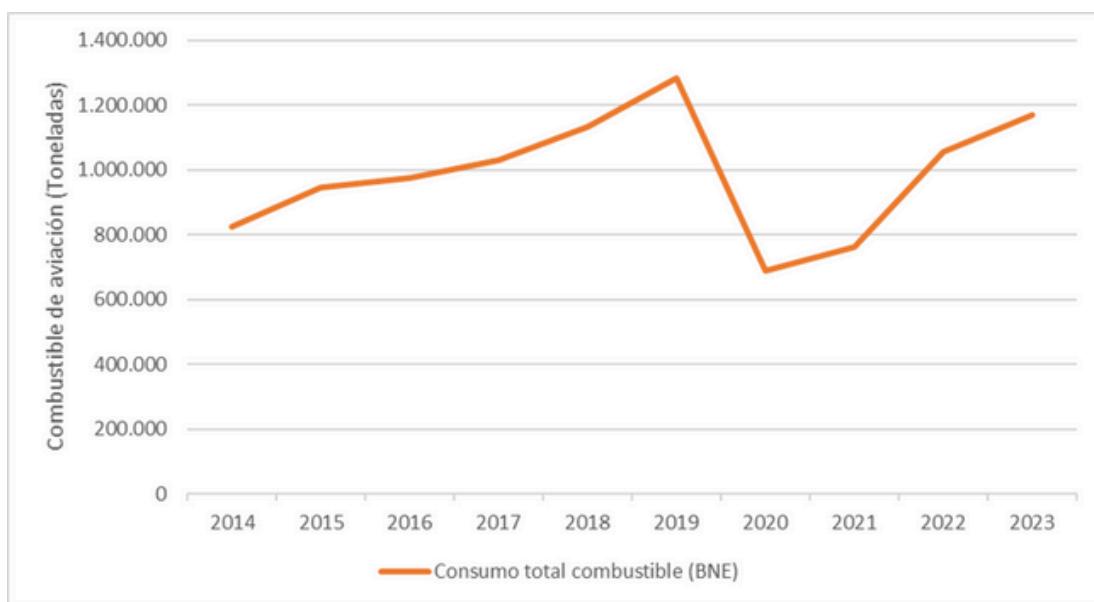
El Balance Nacional de Energía (BNE) es un informe estadístico que se elabora anualmente y tiene como objetivo recopilar todas las transacciones de energía ocurridas en el país dentro de un año calendario. Su propósito es caracterizar la producción, venta y consumo energético nacional, considerando todos los tipos de energía —como kerosene de aviación, petróleo crudo, gas natural, carbón, gasolinas, diésel, electricidad, entre otros— y abarcando todos los sectores económicos, incluyendo industria, minería, transporte (transporte aéreo), comercio y hogares. Es importante señalar que el consumo de kerosene de aviación del BNE está directamente relacionado con el utilizado por las aerolíneas nacionales e internacionales dentro del territorio nacional, tanto para sus operaciones domésticas como internacionales.

Entre 2014 y 2019, el consumo de combustible presentó un crecimiento promedio anual del 9,3 %, reflejando una expansión sostenida del tráfico aéreo nacional e internacional. Este aumento estuvo asociado al crecimiento del turismo, los viajes de negocios y el desarrollo económico del país.

Sin embargo, en 2020, como consecuencia de la pandemia, el consumo registró una caída abrupta, con una disminución cercana al 46,4 % en comparación con el año anterior.

En 2021 se registró una leve recuperación del consumo de combustible, mientras que a partir de 2022 se evidenció una reactivación más sostenida del sector. En este contexto, el crecimiento promedio anual entre 2021 y 2023 fue del 23,8 %. Esta recuperación no solo refleja un retorno progresivo a los niveles previos a la pandemia, sino también un crecimiento adicional impulsado por la normalización del transporte aéreo y la reactivación económica general.

Gráfica 4. Evolución del consumo de kerosene de aviación en el territorio nacional.



2.2. Proyecciones de crecimiento del tráfico aéreo internacional, consumo de combustible y emisiones de carbono

Crecimiento proyectado del RTK internacional (2024 - 2050)

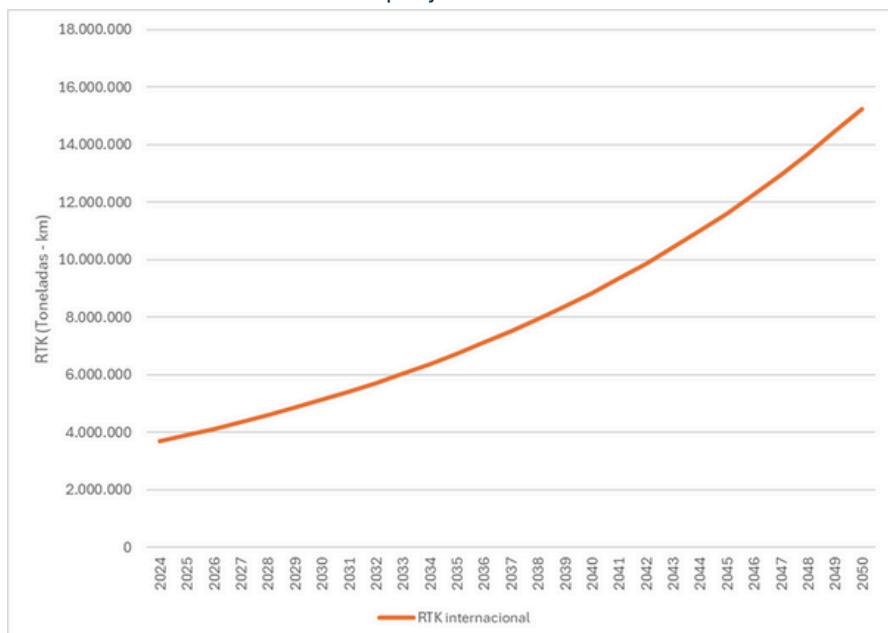
Para proyectar el crecimiento del RTK internacional se utilizaron las estimaciones de la OACI, las cuales establecen una tasa de crecimiento anual para Latinoamérica del 5,6 % para el tráfico internacional. Bajo este supuesto, el indicador evoluciona desde 3,7 millones en 2024 hasta superar los 15,2 millones en 2050, lo que implica que el tráfico internacional se multiplicará por más de cuatro veces en el período analizado (ver Apéndice A).

La Gráfica 5 muestra la trayectoria del crecimiento proyectado, evidenciando un aumento sostenido a lo largo de los años, destacando que:

- En 2030, el RTK internacional alcanzaría los 5,3 millones, lo que representa un incremento del 43 % respecto a 2024.
- Para 2040, la proyección supera los 9,3 millones, es decir, se habrá más que duplicado el nivel de 2024.
- En 2050, el tráfico internacional se aproxima a 15,3 millones, consolidando un crecimiento acumulado superior al 310 % en relación con el año base.

Estos resultados reflejan la magnitud del dinamismo esperado para el transporte aéreo internacional, en línea con las tendencias de crecimiento estimadas por la OACI a nivel global.

Gráfica 5. Crecimiento proyectado del RTK internacional



Pronóstico de eficiencia de combustible para vuelos internacionales (2024 - 2050)

El ICAO DOC 9988 establece una metodología para calcular la proyección del consumo de combustible basada en la evolución histórica de la eficiencia en el uso del combustible (consumo de combustible/RTK). El método consiste en identificar una línea de tendencia con el mejor ajuste del consumo de combustible por unidad de RTK, basado en la evolución histórica de este indicador. Esta línea de tendencia se proyecta al año 2050 y, posteriormente, se multiplica por el RTK correspondiente a ese mismo año, constituyendo la estimación de consumo de combustible para todo el período.

Para proyectar el crecimiento del RTK, se utilizaron las estimaciones de la OACI, que establecen una tasa de crecimiento del 5,6 % para el tráfico internacional. El consumo de keroseno de aviación fue estimado conforme a lo establecido en el DOC 9988 de la OACI, el cual propone tres metodologías, dependiendo de la disponibilidad de datos históricos y del tamaño de la flota.

En el caso de Chile, se aplicó la Metodología B, correspondiente a Estados que cuentan con una flota superior a 10 aeronaves y disponen de al menos dos años de datos históricos. Bajo este enfoque, se consideraron los años 2023 y 2024 como base de referencia, y se estimó el consumo de combustible a partir de las emisiones de CO₂ de los vuelos internacionales informadas en el Reporte Anual de Emisiones de CO₂ de CORSIA.

Como resultado de la aplicación de la herramienta EBT (Environmental Benefits Tool) bajo la metodología B, se generaron las proyecciones del RTK internacional en miles de toneladas, el consumo de combustible en toneladas y la eficiencia en el uso del combustible (ver Apéndice A).

La gráfica 6 presenta dos variables proyectadas entre los años 2024 y 2050: la eficiencia de combustible (medida como consumo de combustible por RTK) y el consumo total de combustible (en toneladas).

Se observa una tendencia decreciente en la eficiencia de combustible, lo cual indica una mejora en el rendimiento energético de uso del combustible a lo largo del tiempo. Esta curva muestra una disminución progresiva que se vuelve cada vez más lenta.

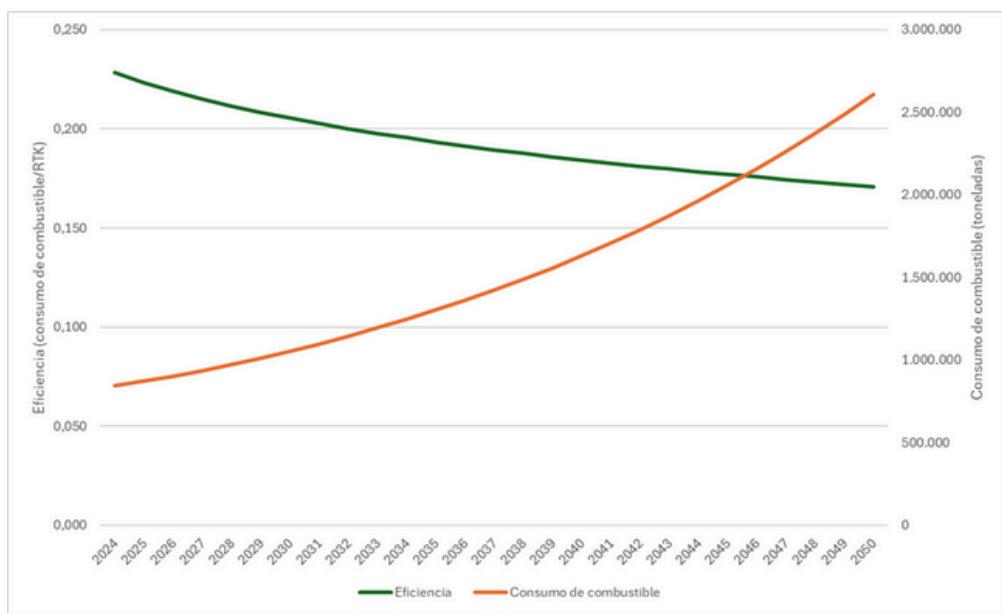
El mejor ajuste para la curva de eficiencia de combustible fue un modelo logarítmico, que captura el hecho de que las mejoras en la eficiencia tienden a ser más significativas en las etapas iniciales del período y se vuelven cada vez más difíciles a medida que se avanza en el tiempo. Esto refleja una realidad común en los procesos tecnológicos y de optimización: los avances sencillos se logran primero, mientras que las mejoras posteriores requieren esfuerzos e innovaciones más complejas.

En este contexto, la mejora anual de la eficiencia de combustible es del 1,11%, lo que significa que cada año se reduce, en promedio, el consumo de combustible por unidad transportada en esa proporción. Aunque esta mejora continua es positiva, su impacto se ve moderado por otros factores.

Por otro lado, la gráfica muestra un incremento sostenido en el consumo total de combustible, el cual sigue una tendencia exponencial. Esto indica que, a pesar de las mejoras en eficiencia, el aumento en la demanda (probablemente por mayor actividad o volumen transportado) lleva a un crecimiento significativo en el uso absoluto de combustible.

En conjunto, la gráfica refleja un escenario de crecimiento del tráfico aéreo, donde, aunque la eficiencia energética mejora, el consumo de combustible sigue aumentando debido al crecimiento del sector. Para mitigar su impacto ambiental, la OACI propone una canasta de medidas que combina diferentes enfoques, reconociendo que ninguna acción por sí sola es suficiente para enfrentar el desafío. Por ello, plantea la incorporación de nuevas tecnologías como aeronaves más eficientes, fuentes de energía alternativas, mejoras operacionales y navegación, entre otros. Esta estrategia integrada busca equilibrar el crecimiento del transporte aéreo con los compromisos globales de sostenibilidad y reducción de emisiones.

Gráfico 6. Crecimiento proyectado de la eficiencia del combustible para vuelos internacionales



Cabe señalar que la proyección de consumo de combustible estimada mediante la herramienta EBT difiere metodológicamente de las presentadas en otras publicaciones, como la Hoja de Ruta SAF y el Estudio de Factibilidad para el Uso de SAF en Chile, principalmente debido a que utiliza como fuente principal el Balance Nacional de Energía.

CAPÍTULO 03

Mejoras Operacionales, Tecnológicas e Infraestructura en el Sector Aéreo

3.1. Operacionales - Navegación

A partir del proceso colaborativo desarrollado en la mesa Vuelo Verde, se han identificado una serie de mejoras orientadas a optimizar la operación del sector aeronáutico desde una perspectiva más sostenible. Esta instancia ha permitido consensuar acciones concretas entre actores clave de la industria, con foco en la eficiencia operativa y la reducción del impacto ambiental.

Por otro lado, las aerolíneas chilenas han adoptado diversas medidas para optimizar sus operaciones, entre ellas el lavado de motores, la gestión eficiente del uso de flaps y el rodaje con un solo motor.

Medidas implementadas

a) Implementación de aproximaciones simultáneas con tecnología Required Navigation Performance AR^[13] en SCL

En respuesta al incremento del tráfico aéreo y a las ineficiencias del patrón tradicional de aproximación que obligaba a los vuelos proveniente desde el sur, a desviarse hacia el norte para integrarse al flujo de llegada. Desde el 2020, se implementó un procedimiento de aproximación RNP AR (Required Navigation Performance – Authorization Required) por medio de una nueva cartilla de aproximación nombrada RNP T Rwy 17R, lo que permite a los vuelos del sur aproximar con una distancia fija a la pista 17R, optimizando las trayectorias de llegada y reduciendo los tiempos de vuelo, el consumo de combustible y las emisiones de CO₂. La iniciativa, desarrollada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) en conjunto con los operadores aéreos y posteriormente fortalecida por la Mesa Vuelo Verde, representa un paso importante hacia una operación aérea más eficiente y sostenible.

Los resultados obtenidos evidencian mejoras significativas tanto en el ámbito operativo como ambiental. Se estima una reducción promedio de 2,5 minutos y un ahorro promedio de 37 kg de combustible por vuelo, lo que se traduce en un ahorro anual de al menos 570.000 kilogramos de combustible y una reducción estimada de más de 1.800 toneladas de CO₂. Las encuestas realizadas a pilotos y controladores aéreos respaldan estos beneficios, destacando una mayor puntualidad, mejor fluidez del tráfico, menor estrés en cabina y un incremento en la capacidad operativa del aeropuerto sin comprometer la seguridad. Asimismo, el procedimiento ha sido ampliamente adoptado por las aerolíneas y se ha integrado de manera rápida y eficaz en las operaciones cotidianas.

^[13] Las aproximaciones simultáneas con tecnología Required Navigation Performance (RNP) AR, también conocidas como RNAV (RNP), permiten operaciones de aterrizaje en pistas paralelas o casi paralelas, utilizando sistemas de navegación de área y minimizando la separación entre aeronaves gracias a la precisión de la navegación. Estas aproximaciones requieren entrenamiento especializado, certificación de aeronaves y aviónica, y una base de datos de navegación aprobada para procedimientos RNP-A.

b) Modificación de los requisitos de las aerovías continentales para incorporar la especificación de navegación RNP^[14] 2 junto con la vigente RNAV^[15]

Se implementó la especificación de navegación RNP 2 en las aerovías troncales continentales denominadas Q/UQ, con el objetivo de que ante una falla de los sistemas de vigilancia ATS (RADAR), y aprovechando la exactitud de navegación de las aeronaves, no sea necesario modificar la ruta de los aviones. Adicionalmente permitirá el uso de todos los niveles de vuelo por las aeronaves en las aerovías unidireccionales.

c) Reducción del cierre de la pista 17 derecha (17R) en SCL por contaminación acústica, con aplicación de medidas operacionales restrictivas

Siempre cumpliendo con la resolución de calificación ambiental vigente, las limitaciones de ruido que obligan a restringir las operaciones nocturnas en la pista 17R, se han ajustado, estableciendo restricciones específicas en función del nivel de ruido emitido por las aeronaves, especialmente durante el horario nocturno. Como resultado, la pista 17 derecha ha quedado habilitada para operar las 24 horas del día, permitiendo un mayor número de operaciones con aeronaves más silenciosas y eficientes.

d) Implementación de RNP Avanzada (A-RNP)^[16] en aeropuertos de Chile

Los procedimientos de navegación A-RNP, se están implementando de manera gradual, en varios aeropuertos del país, adaptándose a la compleja geografía montañosa de Chile. Esta tecnología permite trayectorias más precisas, reduciendo el consumo de combustible y mejorando la eficiencia operativa al facilitar la separación entre vuelos sucesivos. Gracias a la A-RNP, los controladores pueden anticipar con exactitud la trayectoria de cada aeronave, optimizando la capacidad del espacio aéreo sin comprometer la seguridad. Hasta ahora, se han implementado aproximaciones A-RNP en los aeropuertos de Santiago, Concepción y Atacama, próximamente en La Serena, Iquique, Temuco y Valdivia.

^[14] Required Navigation Performance" (Rendimiento de Navegación Requerido), es un concepto en aviación que define un conjunto de especificaciones de navegación que permiten a las aeronaves operar de forma precisa y segura siguiendo rutas predefinidas.

^[15] Navegación de Área (Area Navigation). Es un sistema que permite a las aeronaves volar a lo largo de cualquier ruta deseada, no limitada a las rutas fijas basadas en radioayudas terrestres. En esencia, RNAV utiliza sistemas de navegación como el GPS para determinar la posición de la aeronave y guiarla a lo largo de trayectorias predefinidas, que pueden ser más directas y eficientes que las rutas tradicionales.

^[16] Advanced Required Navigation Performance (Rendimiento de Navegación Requerido Avanzado), es una especificación de navegación basada en desempeño que aprovecha capacidades y funciones RNP disponibles en aeronaves modernas. Se enfoca en operaciones optimizadas, permitiendo rutas más precisas y eficientes, especialmente en entornos desafiantes, con beneficios en eficiencia y acceso.

e) Lavado de motores

Se ha implementado un programa regular de lavado de motores por parte de las aerolíneas, con el objetivo de optimizar el rendimiento de las aeronaves y mejorar la eficiencia en el consumo de combustible. Esta medida reduce la acumulación de residuos y contaminantes en los motores, permitiendo mantener su desempeño óptimo y disminuir el consumo energético por vuelo. Además, el procedimiento contribuye a la reducción de emisiones de CO₂, prolonga la vida útil de los motores y asegura que las operaciones se realicen bajo los estándares más altos de seguridad y confiabilidad.

f) Optimización del Uso de Flaps en Despegues

Se ha implementado un procedimiento de minimización del uso de flaps durante el despegue por parte de las aerolíneas, con el objetivo de mejorar la eficiencia del combustible y reducir el desgaste de los sistemas del avión. Esta medida permite optimizar la aerodinámica de la aeronave durante la fase inicial del vuelo, disminuyendo el consumo de combustible sin comprometer la seguridad operativa. Los resultados iniciales muestran mejoras en la eficiencia de las operaciones y contribuyen a la reducción de emisiones de CO₂, alineándose con los objetivos de sostenibilidad de la industria aérea.

g) Rodaje con un solo motor

Se ha implementado la práctica de rodaje utilizando únicamente un motor durante las maniobras en tierra en aeronaves apropiadas. Esta medida permite reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO₂, sin comprometer la seguridad ni la eficiencia operativa. Gracias a su aplicación, se ha logrado optimizar el uso de energía en los aeropuertos y contribuir al cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad de la industria aérea.

Medidas de implementación futura

a) Uso más eficiente de las pistas de SCEL/programa de eficiencia aeroportuaria en SCL

Con el objetivo de incrementar la eficiencia y capacidad operativa del aeropuerto, se están revisando los procedimientos vigentes de control, de coordinación entre dependencias ATC y de vuelo. Esta información permitirá optimizar la separación entre aproximaciones, despegues y operaciones mixtas, mejorando así la gestión del tráfico aéreo. Adicionalmente, contribuirá a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a las esperas de las aeronaves en tierra y en el aire.

b) Implementación de salidas simultáneas en SCL

Las operaciones de salidas simultáneas en pistas paralelas están basadas en las condiciones indicadas en el Doc 9643 SOIR^[17], en las cuales las derrotas^[18] nominales de salida tengan una divergencia mínima de 10° cuando las dos aeronaves realizan una salida por instrumentos RNAV o RNP; y el viraje se inicia a no más de 3,7 km (2,0 NM) del extremo de salida de la pista y se cuente con sistema de vigilancia ATS.

De esta manera se podrá contar con procedimientos que permitan operaciones simultáneas de salida cuando la demanda de salidas sea muy superior a las llegadas.

En agosto de 2025, se realizó la validación de la modificación a los procedimientos de salida (SID), lo que permitió la realización de estas operaciones simultáneas.

c) Implementación de aproximaciones simultáneas en Condiciones Meteorológicas de vuelos por instrumentos (IMC) en SCL

En un proceso colaborativo con los operadores aéreos, desde el año 2020 se ha desarrollado un proyecto que permitirá la realización de operaciones simultáneas de llegada aplicando el concepto “Establecida en la RNP AR APCH” descrito en el Doc 9643, y en condiciones meteorológicas específicas. Este proyecto tuvo una pausa (debido a las restricciones por la pandemia) y en el año en curso (2025) están publicadas, en fase pre-operacional, aproximaciones RNP AR a pista 17R e ILS a pista 17L. La fase operacional comprende las operaciones de aproximaciones simultáneas en IMC, condiciones que se presentan menos del 10% del tiempo y se requiere un proceso extendido de simulación para los controladores de tránsito aéreo que se desempeñan en aproximación.

d) Implementación de regulación y procedimiento ILS CAT I^[19] y II^[20] especial y RNP Visual^[21]

^[17] Manual on Simultaneous Operations on Parallel or Near-Parallel Instrument Runways (SOIR)

^[18] se refiere a un tipo de procedimiento de aproximación por instrumentos que utiliza navegación basada en la performance (PBN) y requiere referencias visuales para su ejecución, especialmente durante la fase final de aterrizaje

^[19] Un sistema de aterrizaje instrumental (ILS) Categoría I (CAT I) es una aproximación de precisión que permite a los pilotos aterrizar con una visibilidad reducida. La categoría I requiere una altura de decisión (DH) de al menos 200 pies (60 metros) y un alcance visual en pista (RVR) de al menos 550 metros (1800 pies). En esencia, es el tipo más básico de aproximación ILS.

^[20] Un ILS Cat II (Sistema de Aterrizaje Instrumental Categoría II) permite a los pilotos realizar aproximaciones y aterrizajes instrumentales con una altura de decisión (DH) inferior a 60 metros (200 pies) pero no inferior a 30 metros (100 pies), y con un alcance visual en pista (RVR) no inferior a 350 metros. En esencia, es una opción más avanzada que el ILS Cat I, permitiendo operaciones en condiciones de menor visibilidad.

^[21] En navegación aérea, la “derrota” (track, en inglés) se define como la trayectoria real que describe una aeronave sobre la superficie terrestre.

Las operaciones SA ILS Cat I y SA ILS CAT II, permite en aquellos aeropuertos que cumplen los requisitos que los operadores aprobados puedan ejecutar operaciones ILS con mínimos en el caso de SA ILS CAT I, y de mantener los mínimos en condiciones de degradación de ayudas visuales apoyándose en la aviónica a bordo. Mejorando la accesibilidad y reduciendo los efectos de degradaciones temporales en las ayudas visuales.

Regulación publicada por la DGAC. Próximos pasos:

- Estudio climatológico de los aeropuertos de interés para los operadores aéreos.
- Análisis de brechas para implementación de ILS especiales CAT II en aeropuertos de interés para las aerolíneas (rendimiento de ILS, sistemas de energía de respaldo, luces, etc.).

3.2. Infraestructura Aeroportuaria

La Dirección de Aeropuertos es un servicio dependiente del Ministerio de Obras Públicas que está a cargo del desarrollo y mantenimiento de la infraestructura aeroportuaria del país.

Sus inversiones están dirigidas a desarrollar estudios, diseños y obras que permitan asegurar estándares de calidad, seguridad y eficiencia en los aeropuertos y aeródromos de uso público, de manera de satisfacer las necesidades de los diversos actores del sistema de transporte aéreo.

Los proyectos de esta institución abarcan principalmente las pistas, calles de rodaje y plataformas de estacionamiento de aviones, como también los edificios de los terminales de pasajeros y de entidades vinculadas con su operación.

Su acción involucra tanto los recintos aeroportuarios que sirven a la aviación comercial como los pequeños aeródromos que posibilitan la conectividad aérea incluso con lugares remotos del territorio. Así, se está posibilitando la movilidad de los chilenos y el soporte aéreo ante emergencias, urgencias médicas o incendios forestales.

Gracias a esta labor, la Dirección de Aeropuertos contribuye al desarrollo económico sustentable y competitividad del país, la conectividad, la integración territorial, la equidad y calidad de vida de las personas.

Dentro del compromiso con el desarrollo sostenible, la Dirección de Aeropuertos impulsa proyectos de edificación e infraestructura aeroportuaria que sean sustentables con el medio ambiente y que resguarden los derechos de las personas, siendo esto uno de los ejes estratégicos de la Dirección.

Algunas de las prácticas que se desarrollan en los diseños y obras a cargo de la Dirección de Aeropuertos, figuran:

- Gestión de residuos en todos los proyectos vinculados al área de movimiento de los recintos aeroportuarios.
- Medición de la huella de carbono generada por las obras.
- Reutilización del material fresado para ocuparlo como nueva base granular de los nuevos pavimentos que se instalan, lo cual permite reducir significativamente el uso de áridos.
- Incorporación de variable de sostenibilidad en planes maestros aeroportuarios. Utilización de factores de seguridad para el diseño de proyectos de aguas lluvias, considerando el cambio climático.
- Diseño de edificación aeroportuaria siguiendo estándares de sustentabilidad definidos en herramienta de certificación CES para edificios públicos.

Otro actor relevante son las concesionarias de aeropuertos, que están asumiendo un rol activo en la sostenibilidad de la infraestructura aeroportuaria. Un ejemplo destacado es Nuevo Pudahuel, concesionaria del Aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago (AMB), instalaciones que concentran el 99% de los vuelos internacionales, que ha impulsado diversas iniciativas orientadas a la eficiencia energética, la gestión de residuos, la reducción de emisiones a través del uso de energías renovables. Estas acciones reflejan el compromiso del sector concesionado con los objetivos de descarbonización y con la mejora continua de la sostenibilidad en el sistema aeroportuario nacional.

Medidas implementadas

a) Estudio “Integración de criterios de sustentabilidad en el diseño y construcción de infraestructura (CES)”

La Dirección de Aeropuertos, como parte de los compromisos país y ministeriales con relación al Cambio Climático, desarrolló un Estudio para la creación de herramientas más específicas para la edificación e infraestructura aeroportuaria, considerando estándares de sostenibilidad ambiental, eficiencia energética e hídrica, calidad del entorno construido y propiciar la utilización de energías renovables no convencionales.

b) Optimización de calles de rodajes^[22]

Como resultado del trabajo desarrollado en los últimos años por la Dirección de Aeropuertos, se

^[22] Esta medida se encuentra en diferentes fases de implementación, por lo que puede considerarse tanto como implementada como en proceso de implementación futura, dependiendo del aeropuerto o aeródromo en cuestión

presenta una tabla resumen (ver Tabla 4) que detalla las obras realizadas en el Área de Movimiento de los siguientes aeródromos y aeropuertos. Estas intervenciones han generado beneficios ambientales y una estimación de ahorro en los tiempos de carretero de las aeronaves en operación.

Tabla 4: Detalle de las obras realizadas en el Área de Movimiento de aeródromos y aeropuertos

Proyecto	Obras	Beneficio ambiental	Comentario	Estatus
Andrés Sabella de Antofagasta				
Anteproyecto Referencial 2022	Nuevo rodaje en plataforma comercial	Disminuye distancia/tiempo de rodaje en aterrizaje y despegue de aeronaves por umbral 01 que utilicen las nuevas posiciones de estacionamiento, se estima un ahorro de 270 m lineales de carretero.	Anteproyecto considera ampliación de plataforma comercial y adición de rodaje de conexión.	En Ingeniería de detalle (Concesión actual) para posteriormente pasar a construcción.
Ampliación Área de Movimiento	Nueva calle de salida rápida	Disminuye distancia/tiempo de rodaje de aeronaves que aterrizan por umbral 19 hasta posición de estacionamiento en plataforma, se estima un ahorro de 300 m lineales de carretero.	El 2021 se materializó la construcción de una nueva salida rápida en pista.	Ejecutado
La Florida de La Serena				
Anteproyecto (*)	Nuevo rodaje en plataforma de aviación general	Disminuye distancia/tiempo de rodaje en aterrizaje y despegue de aeronaves de av. General por umbral 30, se estima un ahorro de 120 m lineales de carretero.	El anteproyecto considera la construcción de un nuevo rodaje de conexión con la plataforma de aviación general, actualmente a esta se accede por la plataforma de aviación comercial.	En Ingeniería de detalle (Concesión actual) para posteriormente pasar a construcción.
Normalización 2022	Alargue pista	-Disminuye tiempo de rodaje en operaciones de aterrizaje de aeronaves por umbral 30, se estima un ahorro de 800 m lineales de carretero. -Aumenta tiempo de rodaje en operaciones de despegue de aeronaves por umbral 30, en 500 m. lineales de carretero.	El proyecto contempla un alargue de pista hacia el oriente de 500 m, permitiendo la operación de aeronaves con mayor carga (aeronaves clave D y E).	En Ingeniería de detalle para posteriormente pasar a construcción.

Proyecto	Obras	Beneficio ambiental	Comentario	Estatus
Arturo Merino Benítez de Santiago				
Ing. Detalle 2022	Nuevas salidas rápidas	Disminuye distancia/tiempo de rodaje en aterrizaje de aeronaves por umbral 17L, se estima un ahorro de 1.000 m. lineales de carretero.	Este tipo de operación favorece a una porción de aeronaves clave D y E; que corresponden al 13% de las operaciones actuales.	Obra desestimada (no cumple con rentabilidad social)
		Disminuye distancia/tiempo de rodaje en aterrizaje de aeronaves por umbral 17R, se estima un ahorro de 500 m. lineales de carretero.	Este tipo de operación favorece a una porción de aeronaves clave A, B y C; se destaca que cerca del 87% de las operaciones son clave C.	Ejecutada
	Nuevos rodajes de despegue corto	Disminuye distancia/tiempo de rodaje en despegue de aeronaves, se estima un ahorro de 1.600 m. y 2.500 m. lineales de carretero, por umbral 17L y 17R, respectivamente.	Este tipo de operación favorece al 100% de las aeronaves clave A, B y C, en una porción D y E; se destaca que cerca del 87% de las operaciones son clave C.	17R: Ejecutada 17L: Comienzo de obras estimado 2027
	Extensión Rodaje Mike	Evita el atocharamiento de aeronaves y vehículos de apoyo en el rodaje India que conecta el área de mantenimiento del aeropuerto con el terminal de pasajeros. Disminuye distancia/tiempo de rodaje de la aviación general en 700 m. lineales.	Esta obra mejorará la conectividad de la zona de mantenimiento, aviación general y FBO del aeropuerto.	Comienzo de obras estimado 2027
Araucanía de Temuco				
Normalización 2023	Nuevo rodaje de conexión pista	Disminuye tiempo de rodaje en el aterrizaje de aeronaves por umbral 19 en 1.240 m. lineales.	Contempla la incorporación de un rodaje paralelo y 2 rodajes de conexión, uno conectado a cada umbral y un tercero ubicado a 620 m. del umbral 01.	En Ingeniería de detalle para posteriormente pasar a construcción.

Proyecto	Obras	Beneficio ambiental	Comentario	Estatus
Cañal Bajo de Osorno				
Anteproyecto 2022	Plataforma de viraje en pista	Disminuye distancia/tiempo de rodaje en el aterrizaje de aeronaves en 1.000 m. lineales.	El anteproyecto contempla la construcción de una bahía de giro intermedia en pista para las operaciones de aterrizaje en el sentido norte-sur.	Finalizado Ant. Ref., a la espera de la licitación y adjudicación de las obras en Concesión Red Sur.
Balmaceda de Coyhaique				
Ing. Detalle Normalización 2023	Desplazamiento umbral	Aumenta la distancia/tiempo de rodaje en el despegue de aeronaves por umbral 27, se estima un aumento en 300 m. lineales de carreto.	La normalización del área de movimiento contempla desplazamiento y alargue de pista hacia el oriente en 300 m. para materializar la RESA poniente en pista.	Adjudicada su construcción
Mataveri de Isla de Pascua				
Conservación Mayor 2022	Plataforma de viraje en pista	Disminuye distancia/tiempo de rodaje en el aterrizaje de aeronaves por umbral 10, se estima un ahorro de 1.600 m. lineales de carreto.	La conservación contempla la construcción de una bahía de giro intermedia en pista para las operaciones de aterrizaje en el sentido este-oeste.	Ejecutado
Conservación Terminal	Nueva plataforma comercial	-Disminuye tiempo de rodaje en operaciones de aterrizaje de aeronaves por umbral 10, se estima un ahorro de 1.000 m. lineales de carreto. -Aumenta tiempo de rodaje en operaciones de despegue de aeronaves por umbral 10, en 1.050 m. lineales de carreto.	El proyecto contempla una nueva ubicación de la plataforma comercial para normalizar las posiciones de estacionamiento de aeronave clave E.	En desarrollo de la Ingeniería de detalle para posteriormente pasar a construcción.

(*) Estos proyectos contemplan alargue de pista necesario para la operación de las aeronaves críticas. Lo anterior aumenta el tiempo de rodaje de las aeronaves.

(**) Se está desarrollando la Ing. Detalle de una nueva pista de 3.600 m., necesario para la operación de la aeronave crítica y la mantención del aeropuerto. Lo anterior aumenta el tiempo de rodaje de las aeronaves.

(***) Se desarrolló el Ant. Ref. y se licitará la ingeniería de detalle de una nueva pista de 2.440 m., necesario para la operación de la aeronave crítica y la mantención del aeropuerto. Lo anterior aumenta el tiempo de rodaje de las aeronaves.

c) Sistema de 400 Hz en puentes de embarque del aeropuerto AMB

El Aeropuerto Arturo Merino Benítez ha implementado el sistema de 400 Hz en todos sus puentes de embarque, un convertidor de frecuencia que transforma la energía de la red pública (50/60 Hz) a 400 Hz, cumpliendo con los requisitos de calidad energética que demandan las aeronaves. Esta tecnología representa una alternativa más eficiente, segura y ambientalmente responsable frente a las fuentes tradicionales de energía, como las unidades de potencia terrestre (GPU) o las unidades de potencia auxiliar (APU) de las aeronaves.

La implementación del sistema se potencia gracias a que la concesionaria Nuevo Pudahuel cuenta con un contrato de energías renovables con la empresa ENGIE, haciendo que el sistema de 400 Hz opere con emisiones cero de GEI. Durante 2024, los sistemas de 400 Hz se utilizaron en 7.200 operaciones, de las cuales un 74% correspondieron a vuelos domésticos y un 26% a vuelos internacionales. Esto permitió un ahorro de combustible de aviación de 907 toneladas y una reducción de emisiones de 2.865 toneladas de CO₂, demostrando el impacto positivo de esta iniciativa tanto en la eficiencia operacional como en la sostenibilidad ambiental del aeropuerto.

d) Medidas en gestión de residuos y economía circular

En el ámbito aeroportuario, la DAP ha impulsado la aplicación de bases recicladas permite rehabilitar áreas de movimiento (pistas, calles de rodaje y plataformas) con una estructura más eficiente, resistente al paso de aeronaves y con menor impacto ambiental. Gracias a su adaptabilidad y rendimiento, ha sido implementada exitosamente en diversos aeródromos y aeropuertos del país.

El uso de pavimento asfáltico reciclado, en bases granulares representa una solución sostenible y eficiente para enfrentar los desafíos actuales de la industria de la construcción, como la escasez de áridos naturales y la necesidad de prácticas ambientalmente responsables.

Este material se obtiene del fresado de capas asfálticas existentes, siendo reprocesado para su uso en nuevas capas estructurales.

La base reciclada es una capa estructural construida a partir del reaprovechamiento de materiales existentes, como capas de pavimento asfáltico deteriorados y material granular existente, que se procesan y estabilizan con aditivos como cemento y emulsión asfáltica, permitiendo su reutilización con propiedades mecánicas mejoradas.

Esta técnica se alinea con los principios de la economía circular, reduciendo la necesidad de extracción de áridos naturales y disminuyendo la generación de residuos.

Dentro de los casos de experiencia de la DAP en este tema, se destaca el trabajo realizado el 2020 en el Aeródromo Eulogio Sánchez en Santiago, considerando las siguientes acciones:

- 3.800 m³ de producción de Base
- 1.240 m²/día de producción promedio
- 2.720 m²/día en producción máxima
- Se ahorró 10.000 m³ (-73%) de volumen de árido nuevo

Para el caso del Aeródromo Pichoy en Valdivia, se generaron 16.300 m³ de base reciclada vs 30.155 m³ de árido nuevo que hubiera sido necesario utilizar.

e) Certificación en gestión de Carbono: Airport Carbon Accreditation (ACA) y Huella Chile

Nuevo Pudahuel participa activamente en dos programas de gestión de huella de carbono: el Airport Carbon Accreditation (ACA), impulsado por el Airport Council International (ACI), y el programa Huella Chile del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Actualmente, el Aeropuerto AMB cuenta con la certificación Nivel 2 (Reducción) de ACA, gracias a la implementación de diversas iniciativas que han permitido acreditar una disminución del 11,6% en la huella de carbono del Terminal 1 (alcances 1 y 2) en los últimos años.

f) Desarrollo solar fotovoltaico

Desde 2020, Nuevo Pudahuel cuenta con una planta solar fotovoltaica instalada en la cubierta del Terminal de Pasajeros 1 (T1). Esta infraestructura tiene una potencia de 826 kWp, equivalente a la instalación de 2.466 paneles solares, y permite generar aproximadamente 1,2 GWh de energía limpia al año.

Gracias a esta planta, el aeropuerto AMB logra una reducción de más de 300 toneladas de CO₂ anuales en su huella de carbono. Considerando una vida útil estimada de 25 años, el impacto acumulado representa un aporte significativo a la sostenibilidad del aeropuerto.

g) Desarrollo de electromovilidad

Nuevo Pudahuel, junto a otros actores del aeropuerto AMB, ha impulsado importantes avances en electromovilidad en el lado tierra (estacionamientos y vía controlada). Entre estas iniciativas destacan la habilitación de 12 puntos de carga para vehículos eléctricos, la operación de 50 taxis eléctricos y de 6 buses eléctricos que conectan el aeropuerto con la ciudad de Santiago, como parte de una flota de 60 buses de bajas emisiones (Euro V).

Adicionalmente, en 2024 se incorporaron a la operación de Nuevo Pudahuel 6 vehículos 100% eléctricos y 8 híbridos, lo que ha permitido generar un ahorro en consumo de combustible y una reducción aproximada de 74,3 toneladas de CO₂ al año.

h) Gestión de la energía

En 2024, Nuevo Pudahuel certificó su Sistema de Gestión de Energía (SGE) bajo el estándar ISO 50001, dando cumplimiento a la Ley 21.305 de Eficiencia Energética. Esta norma internacional entrega un marco para que las organizaciones implementen una política energética, gestionen de manera adecuada sus consumos y promuevan la mejora continua en el uso de la energía.

Adicionalmente, en 2023 se reemplazaron tres calderas de climatización en la planta térmica del edificio Terminal 1 (PTE1). Gracias a esta modernización, se ha logrado una disminución del 50% en el consumo de gas GLP, equivalente a una reducción aproximada de 1.400 toneladas de CO₂ anuales en la huella de carbono del aeropuerto AMB.

i) Gestión de residuos y reciclaje

Desde 2021, Nuevo Pudahuel, en conjunto con la comunidad del aeropuerto AMB, ha impulsado innovaciones en la gestión y disposición de residuos, mediante la implementación de un programa orientado a los locales comerciales de alimentación, bebidas y tiendas en los Terminales de Pasajeros (T1 y T2), así como otro enfocado en las bodegas de carga en plataforma. Ambos programas buscan otorgar valor a los residuos del aeropuerto bajo un enfoque de economía circular.

j) Certificación del Sistema de Gestión Integrado para las áreas de operación, mantenimiento y servicios

Desde 2021, Nuevo Pudahuel inició la implementación de un Sistema de Gestión Integrado de Calidad y Medioambiente (SGI), basado en las normas ISO 9001 e ISO 14001. Este sistema proporciona un marco para cumplir los objetivos de calidad, monitorear y medir el desempeño de los procesos, proteger el medioambiente, mitigar impactos ambientales, garantizar el cumplimiento normativo y fomentar la mejora continua en las operaciones de la concesión del aeropuerto AMB.

Posteriormente, en 2022, se sumó la implementación de un Sistema Integrado de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y Operación (SSTO), basado en la norma ISO 45001, orientado a gestionar, controlar y coordinar el cumplimiento de los más altos estándares de seguridad en el aeropuerto. Este sistema permite ofrecer un entorno de trabajo seguro y eficiente, tanto para los trabajadores como para los usuarios de AMB.

Medidas de implementación futura

a) Certificación de Edificio Sustentable (CES) Aeropuertos

La nueva versión de Certificación Edificio Sustentable (CES) Aeropuertos considera ajustar y complementar la herramienta nacional de certificación CES a la realidad aeroportuaria, calibrando parámetros de Energía, Agua y Acústica. Además, esta versión incorpora criterios sostenibles tales como Huella de Carbono, Economía Circular, Hidrógeno Verde, Electromovilidad, Net Zero, Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, Infraestructura Verde y Azul, y Variable Social.

Considerando que esta versión específica para Aeropuertos aún se encuentra en desarrollo y próxima a su oficialización, la DAP ha ingresado proyectos para la Pre-Certificación CES, siendo el Refugio de Pasajeros del Aeródromo Teniente Marsh en Antártica obteniendo un puntaje de 86,5 puntos de 100, y el Terminal de Pasajeros del Aeródromo Teniente Julio Gallardo en Puerto Natales obteniendo 90 puntos de 100, siendo hasta la fecha el proyecto Pre-Certificado más alto en el sistema CES.

Respecto al Terminal de Pasajeros en Puerto Natales, con una superficie de 10.570 m² se diseña con distintos aspectos relevantes en temas de sostenibilidad, obteniendo resultados tales como:

- El diseño considera un ahorro de 43,8% en el consumo energético en la operación del proyecto, respecto al proyecto de referencia.
- Se reduce un 45% las emisiones de carbono en la operación del proyecto, respecto al proyecto de referencia.
- Se reduce un 69% el consumo de agua en la operación del proyecto, respecto al proyecto de referencia.

Estos resultados se obtienen a partir de distintos criterios y decisiones de diseño relevantes durante el desarrollo del proyecto:

Sobre el diseño arquitectónico pasivo^[23], éste optimiza la calidad ambiental interior y la eficiencia energética mediante estrategias pasivas. El diseño de fachada y aberturas, buscan aprovechar las ganancias solares y la captación lumínica para lograr un buen desempeño natural, regulando el potencial deslumbramiento desde las aberturas cenitales en los patios interiores. La performance de la envolvente reduce la demanda energética. Además, las estrategias acústicas proponen inteligibilidad en zonas de pasajeros.

^[23] El diseño arquitectónico pasivo se basa en aprovechar las condiciones naturales del entorno para mejorar la eficiencia energética de un edificio. Esto implica considerar aspectos como la orientación solar, los vientos predominantes y el rango de temperaturas de la zona, con el fin de definir estrategias adecuadas de aislamiento, ventilación e iluminación natural, entre otros elementos. De esta manera, es la propia arquitectura la que contribuye a reducir el consumo energético y aumentar el confort interior.

Respecto al diseño de instalaciones, los sistemas de climatización con bombas de calor y ventilación mecánica con recuperación de calor, filtraje y monitoreo de CO₂ garantizan confort térmico y aire interior de calidad, con mínimas emisiones de CO₂e. La iluminación artificial utiliza LED de bajo consumo, asegurando eficiencia y confort visual. El proyecto de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) integra tres aerogeneradores, que cubren el 100% del consumo energético, maximizando la sostenibilidad y reduciendo significativamente la huella de carbono del proyecto.

Finalmente, respecto a las estrategias sustentables activas, el proyecto sanitario emplea artefactos eficientes para reducir el consumo hídrico. El paisajismo prioriza flora nativa de bajo requerimiento hídrico y sistemas de riego por goteo. En manejo de residuos, se implementa cuantificación, separación y reciclaje durante la construcción y operación, alineándose con principios de economía circular y sostenibilidad.

b) Anteproyecto Referencial Ampliación y Mejoramiento Aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago (AMB)

El Anteproyecto Referencial “Ampliación y Mejoramiento Aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago, considera estrategias y decisiones de diseño que se deben incorporar desde el punto de vista, no solo de la operación, sino que también en la etapa de planificación, diseño y ejecución, que permita desarrollar un proyecto a largo plazo sostenible con la actividad aeroportuaria y su entorno.

El Anteproyecto tiene por objetivo definir con claridad las obras e instalaciones requeridas para asegurar una operación eficiente, segura, resiliente y con un alto nivel de servicio, integrando principios de accesibilidad universal, inclusión, sostenibilidad, innovación tecnológica y adaptación al cambio climático.

El proyecto deberá diseñarse bajo principios de infraestructura sostenible, considerando criterios de net zero energía, carbono, agua y residuos, así como estrategias de eficiencia energética, uso de energías renovables, gestión hídrica, electromovilidad, economía circular, y preparación para el uso de combustibles sostenibles (SAF) e hidrógeno verde en la aviación. Algunas de las medidas sostenibles que se deberán analizar para desarrollar en AMB son las siguientes:

- **Urbanismo Aeroportuario:** Se debe realizar un análisis de alternativas de ubicación, configuración y diseño del Anillo Verde, basándose en el Plan Maestro elaborado para este Aeropuerto, correspondiente a una franja estratégica en el borde exterior del recinto aeroportuario, cuyo objetivo es articular la actividad aeronáutica con su entorno urbano, integrando áreas verdes, espacios de reforestación, equipamiento urbano y espacios de mitigación ambiental, generando una transición armoniosa entre el aeropuerto y las comunidades colindantes.

- **Urbanismo Aeroportuario:** Se debe realizar un análisis de alternativas de ubicación, configuración y diseño del Anillo Verde, basándose en el Plan Maestro elaborado para este Aeropuerto, correspondiente a una franja estratégica en el borde exterior del recinto aeroportuario, cuyo objetivo es articular la actividad aeronáutica con su entorno urbano, integrando áreas verdes, espacios de reforestación, equipamiento urbano y espacios de mitigación ambiental, generando una transición armoniosa entre el aeropuerto y las comunidades colindantes.
- **Factibilidad de uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC), SAF e Hidrógeno Verde:** Se debe analizar la factibilidad técnica y económica de la generación energética distribuida en sitio o abastecimiento externo de las diferentes ERNC, aplicables a la ubicación del aeropuerto. Además, se deberá analizar la factibilidad de implementación de SAF e Hidrógeno Verde para aviación en AMB, especificando la infraestructura y áreas estimadas requeridas para su implementación.
- **Análisis de Arquitectura y Diseño Bioclimático:** Se debe realizar un análisis para planificar los edificios y áreas del complejo aeroportuario, que permita aprovechar las condiciones del clima y medio natural donde se emplaza el aeropuerto, optimizando y potenciando las condiciones ambientales que posee, permitiendo diseñar con una orientación altamente eficiente; tratamiento de la radiación solar con correcta aislación que disminuya las pérdidas o ganancias térmicas no deseadas; privilegiar el uso de materialidades que requieran bajos consumos de energía en su proceso de producción (incentivando la disminución de emisiones iniciales); contemplar las ERNC como fuentes de energías (libres de combustibles fósiles para calentar, enfriar o generar energía); analizar la posibilidad de integrar al diseño la Biofilia para obtener mejores beneficios de habitabilidad.
- **Innovación Tecnológica y Aplicación de Nuevas Soluciones:** Se deberá incorporar criterios que promuevan la innovación tecnológica en el diseño, operación y experiencia del usuario, que permitan mejorar la eficiencia operativa del recinto, reducir su huella ambiental y entregar una experiencia de uso alineado con estándares contemporáneos.
- **Desarrollo de Especialidades con lineamientos sustentables:** El proyecto considera lineamientos claves el diseño sustentable con criterios tales como la utilización de productos para la construcción con menor carbono incorporado y la reutilización de elementos constructivos preexistentes de edificaciones posibles a demoler; diseño de alta eficiencia que permita reducir y gestionar las cargas de energías necesarias para el funcionamiento del edificio; análisis de no utilización de combustibles fósiles y optar por la utilización de ERNC; el diseño debe obtener la Pre-Certificación CES y avanzar en la certificación ACA para la operación; Apuntar a Net Zero Energía, Agua, Residuos y Emisiones de Carbono; y proponer parámetros de diseño que permitan incorporar la variación en la intensidad y frecuencia de los parámetros climáticos, considerando medidas de mitigación y adaptación al Cambio Climático.
- **Análisis de Alternativas de Pavimentos Sustentables:** Se debe realizar un análisis de ciclo de vida de las soluciones propuestas para las alternativas de estructuras de pavimentos en el área de movimiento, haciendo los estudios pertinentes para identificar el potencial de reciclaje o reutilización de los suelos existentes. Además, se debe realizar el cálculo de Huella de Carbono del Ciclo de Vida de cada alternativa.

c) Certificación en gestión de Carbono: Airport Carbon Accreditation (ACA)

Entre los próximos desafíos de Nuevo Pudahuel se encuentra la implementación de las acciones definidas en el Stakeholder Engagement Plan (SEP), incluyendo el cálculo de las emisiones de alcance 3 del ecosistema del aeropuerto AMB, requisito clave para postular al nivel 3 (Optimización) del programa ACA durante 2025 -2026.

Asimismo, se continuará avanzando en iniciativas vinculadas a la incorporación de energías renovables, la sustitución de combustibles fósiles y la eficiencia energética, en línea con el Plan de Reducción de Huella de Carbono de Nuevo Pudahuel, definido en el SEP.

d) Expansión fotovoltaica en AMB

A partir de un estudio realizado por Nuevo Pudahuel en 2022 para evaluar el potencial de generación eléctrica fotovoltaica en el aeropuerto AMB, se planifica avanzar en el desarrollo de instalaciones fotovoltaicas adicionales sobre las cubiertas de edificios existentes a corto plazo, así como en la implementación de cubiertas fotovoltaicas tipo carport en los estacionamientos a mediano plazo.

Con esta expansión por fases, se espera alcanzar una potencia eléctrica total de 11.032 kWp, generando aproximadamente 11,4 GWh al año, lo que equivale a una reducción de la huella de carbono de cerca de 6.846 toneladas de CO₂ anuales.

e) Desarrollo de infraestructura de carga

Nuevo Pudahuel impulsa el desarrollo de infraestructura de carga para vehículos eléctricos tanto en los estacionamientos (lado tierra) como en la plataforma (lado aire), a través de un nuevo servicio de la concesión alineado con las metas nacionales de electromovilidad.

Esta iniciativa se realiza en colaboración con empresas del sector energético y operadores del aeropuerto AMB, en el marco de la Sexta Versión de la Aceleradora de Electromovilidad (AEM) de la Agencia de Sostenibilidad Energética (ASE). Con el apoyo de la AEM, se busca establecer una hoja de ruta integral de electromovilidad, que guíe el desarrollo sostenible de la movilidad eléctrica en todo el aeropuerto.

f) Impulso del Hidrógeno verde y Combustibles de Aviación Sostenible

Nuevo Pudahuel evalúa el desarrollo de una estación de servicio donde se suministra hidrógeno (hidrolinera) a los vehículos de transporte terrestre que operan en el aeropuerto AMB.

Desde 2022, Nuevo Pudahuel participa en el programa Vuelo Limpio, con el objetivo de fomentar iniciativas de eficiencia energética aeroportuaria y promover un consumo más eficiente de combustible y apoyar la futura utilización de Combustibles Sustentables de Aviación (SAF). Ambas soluciones forman parte de la estrategia del aeropuerto para reducir la huella de carbono del transporte aéreo.

3.3. Tecnología

Las aerolíneas chilenas en conjunto y las autoridades de aviación han implementado diversas medidas orientadas a mejorar la eficiencia del consumo de combustible y reducción de emisiones de carbono. Entre ellas destacan la renovación de flota, la operación de vuelos con procedimientos de Navegación Basada en la Performance (RNP), la disminución del peso a bordo de las aeronaves, optimización de las rutas de vuelo, entre otros. En conjunto, estas acciones han permitido una reducción significativa en el consumo de combustible y, por ende, en las emisiones de CO₂ asociadas.

Medidas implementadas

a) Renovación de flota

Las aerolíneas nacionales han priorizado la eficiencia operacional, promoviendo programas de modernización de flota que incorporan aviones más eficientes en consumo de combustible, como los de la familia A320Neo, modelo que reduce el consumo de combustible en un 15% y disminuye el ruido en un 50%. Esta modernización no solo optimiza los costos operativos, sino que también contribuye a la reducción de emisiones de CO₂, fortaleciendo el compromiso del sector con la sostenibilidad ambiental. Además, la incorporación de tecnología avanzada en estos aviones mejora la experiencia del pasajero y permite mantener altos estándares de seguridad y confiabilidad en las operaciones aéreas.

b) Optimización del peso y distribución en aeronaves

La cantidad y distribución del peso a bordo tienen un impacto directo en el consumo de combustible. Para reducir las emisiones y mejorar la eficiencia de los vuelos, se han implementado diversas iniciativas orientadas a disminuir el peso estructural y optimizar su distribución dentro de la aeronave, entre las que destacan:

- Mejora del factor de carga: combinando vuelos de pasajeros y carga para optimizar la capacidad de transporte de la aeronave.
- Incorporación de materiales más livianos en la cabina y estructuras del avión.

- Eliminación de peso innecesario a bordo, como cajas de audio, revistas, nueva pintura y asientos más livianos.
- Optimización de la distribución de la carga, buscando un centro de gravedad adecuado que favorezca la eficiencia del vuelo.

Estas medidas forman parte de la estrategia para reducir la huella de carbono del transporte aéreo y mejorar la eficiencia operativa de las aeronaves.

c) Iniciativa “APU OFF”

Consiste en la adquisición y utilización de generadores externos a diésel en reemplazo del tradicional APU de las aeronaves. Gracias a esta medida, el consumo de combustible se ha reducido, pasando de los 170 litros de queroseno de aviación por hora requeridos por el APU, a sólo 17 litros de diésel por hora.

Como resultado, se ha alcanzado una disminución del 87% en las emisiones de CO₂ generadas durante las operaciones en tierra, lo que equivale a 302 kg menos de CO₂ por cada hora de operación en comparación con el uso de los sistemas APU tradicionales.

Adicionalmente, la iniciativa contribuye a la reducción de la contaminación acústica, mejorando de manera significativa las condiciones de trabajo del personal en el aeropuerto.

d) Optimización de rutas de vuelo

La planificación de rutas que evite condiciones climáticas adversas o turbulencias contribuye significativamente a mejorar la eficiencia en el consumo de combustible. Para ello, se desarrollaron las siguientes acciones:

- Priorización de rutas directas y procedimientos de descenso continuo: Minimiza el consumo de combustible y reduce el tiempo de vuelo.
- Uso de RNP (Required Navigation Performance): Sistema de navegación por satélite que guía automáticamente la aeronave mediante GPS, permitiendo aproximaciones más seguras y eficientes.
- Estandarización de operaciones de aproximación y aterrizaje: Asegura la aplicación de los procedimientos más eficientes, aumentando la efectividad operativa y reduciendo el impacto ambiental.

Medidas de implementación futura

a) Modernización de flota

Se contempla la compra de nuevas aeronaves que reemplazarán progresivamente a los modelos más antiguos y menos eficientes. Las nuevas generaciones de aviones destacan por su alta eficiencia de combustible, tecnología avanzada de motores y sistemas de navegación, así como por menores niveles de ruido, contribuyendo al cumplimiento de estándares ambientales más exigentes.

b) Aviónica avanzada

Se proyecta la incorporación de aviónica de última generación para optimizar las operaciones de vuelo, permitiendo que las aeronaves operen en condiciones más eficientes en términos de consumo de combustible y emisiones de CO₂. Esta tecnología facilitará la planificación de rutas y altitudes óptimas, la navegación precisa en tiempo real y la adaptación a condiciones climáticas variables, contribuyendo a:

- Reducción del consumo de combustible mediante vuelos más directos y eficientes.
- Disminución de emisiones de CO₂, apoyando los objetivos de sostenibilidad ambiental.
- Mejora de la seguridad y confiabilidad en las operaciones aéreas gracias a sistemas de navegación más precisos.

c) Establecimiento de Estándares Mínimos de Eficiencia de Combustible para Aeronaves

Se plantea la implementación de estándares mínimos de eficiencia de combustible para todas las aeronaves que operen en el territorio nacional. Esta medida permitirá que únicamente las aeronaves que cumplan con criterios modernos de eficiencia puedan realizar operaciones, excluyendo progresivamente a los modelos más antiguos y menos eficientes. La iniciativa busca reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ del sector, incentivando la adopción de tecnologías más limpias y sostenibles. Además, al establecer estos estándares, se fomenta la renovación de flota y la incorporación de aviones de última generación, promoviendo un transporte aéreo más eficiente, seguro y ambientalmente responsable.

CAPÍTULO 04

Combustibles de Aviación Sostenible

4.1. Contextualización

En el año 2021, la OACI realizó un estudio para analizar la factibilidad de establecer una meta cero emisiones de carbono al año 2050 para la aviación internacional. Este estudio analizó tres escenarios de descarbonización (ver Figura 3) donde se implementa un mismo paquete de medidas con diferentes niveles de optimismo, siendo IS1 el más conservador y el IS3 el más optimista. Las medidas que estos escenarios consideran están basadas en la canasta de medidas de OACI: avances tecnológicos, mejoras operacionales y de infraestructura, uso de los combustibles de aviación sostenibles (SAF), y medidas basadas en el mercado.

Este estudio demostró que es factible alcanzar una meta Net Zero para la aviación internacional, y en ello, los SAF jugarán un papel fundamental. Los SAF se definen como combustibles de aviación renovables o derivados de residuos que cumplen con los criterios de sostenibilidad de CORSIA. El potencial de descarbonización de los SAF es aprovechable en el corto plazo por sus características especiales: son de sustitución directa, es decir, no requieren modificaciones en las aeronaves ni en la infraestructura aeroportuaria, y pueden producirse a partir de distintas materias primas y tecnologías de conversión.

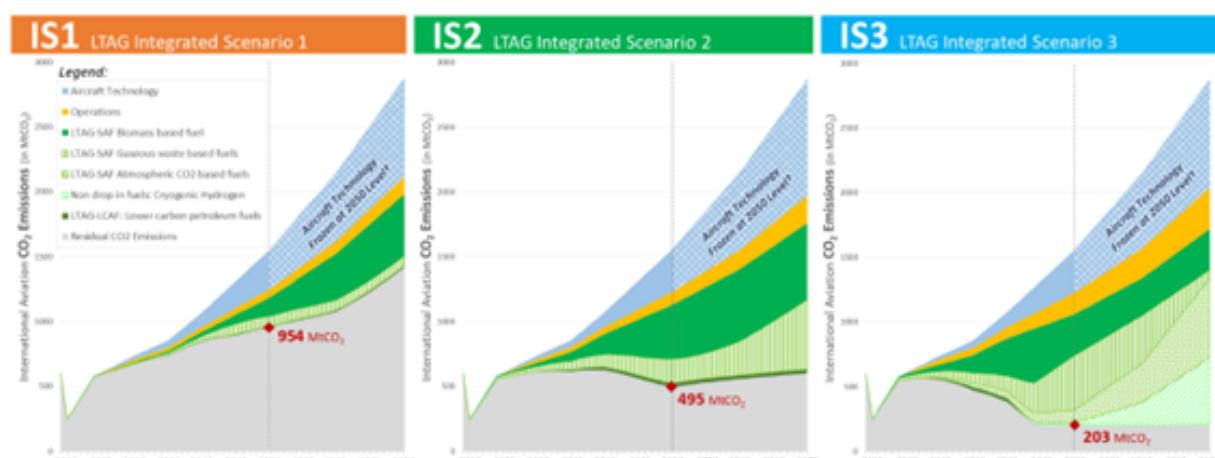


Figura 3. Escenarios LTAG^[24]

Con los resultados del estudio de factibilidad, el año 2022, en la 41va Asamblea de la OACI, se estableció el objetivo ambicioso de largo plazo (LTAG, por sus siglas en inglés), comprometiendo a los estados a aspirar a una aviación internacional carbono neutral al 2050. Luego, en el año 2023, se establece el Marco Mundial SAF, LCAF, y Otras Fuentes Limpias durante la 3ra Conferencia sobre Combustibles de Aviación Alternativos (CAAF/3). Este marco establece una meta intermedia de un 5% de descarbonización al 2030 para la aviación internacional mediante el uso de SAF, LCAF o combustibles de aviación más limpios, además, los estados se comprometen a promover la producción de estos combustibles. De este modo, Chile tiene compromisos internacionales a través de la OACI con el desarrollo y adopción de SAF.

^[24] <https://www.icao.int/environmental-protection/ltag-report>

4.2. Hoja de Ruta SAF 2050

En este contexto, el programa Vuelo Limpio publicó el año 2024 la Hoja de Ruta SAF al 2050, siendo ésta el principal instrumento de política pública en Chile para promover el uso de combustibles de aviación sostenibles. Esta hoja de ruta es coherente con el marco político de Chile en materia de descarbonización: la Ley Marco de Cambio Climático formaliza legalmente el compromiso del país en el Acuerdo de París, asimismo, la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) define una ruta para alcanzar la carbono-neutralidad y cumplir con la Ley Marco de Cambio Climático. La ECLP, al igual que la Política Energética Nacional, establece metas que apuntan a la reducción de emisiones de GEI provenientes del uso de combustibles en el transporte. Por su parte, la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde y el Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023-2030 reconocen el potencial del hidrógeno verde para descarbonizar la aviación.

La Hoja de Ruta SAF establece un objetivo al 2050, para que un 50% de la demanda de combustibles de aviación en Chile se abastezca con SAF. Este objetivo, así como la elaboración de la hoja de ruta, son producto de un trabajo colaborativo que se llevó a cabo por etapas, entre octubre 2022 y el primer semestre del 2024. La Figura 4 muestra un detalle de estas etapas, donde se destaca la realización de las Mesas SAF, con la participación de actores públicos, del sector aeronáutico, de la cadena de valor de combustibles de aviación, y de la academia.

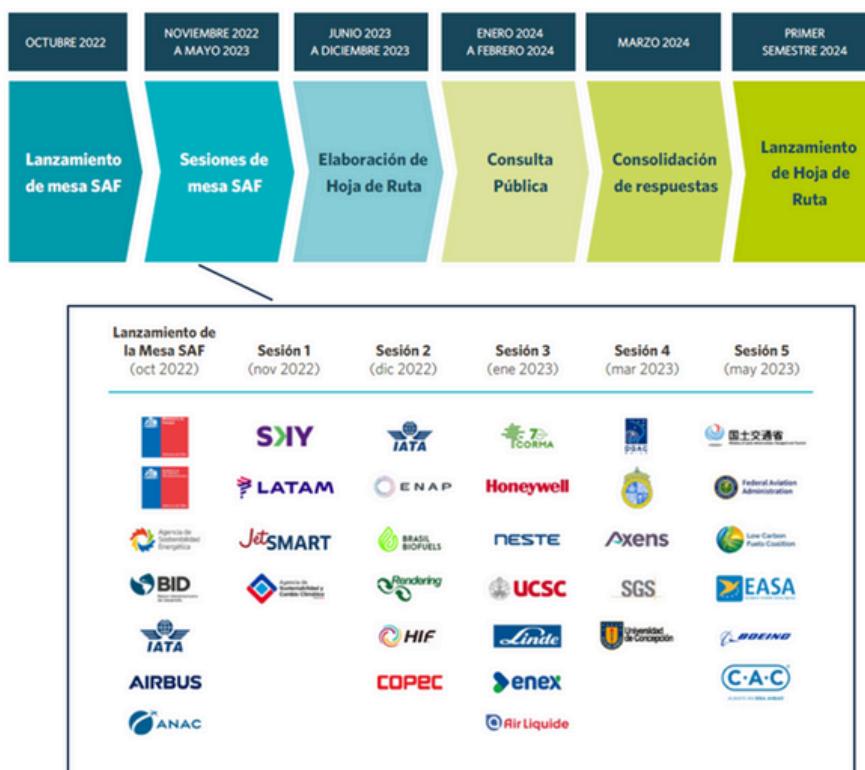


Figura 4. Elaboración Hoja de Ruta SAF^[25]

^[25] https://vuelolimpio.cl/wp-content/uploads/2024/10/Chile_SAF_Roadmap_2050.pdf

Junto al objetivo aspiracional de SAF, la hoja de ruta también establece cinco ejes de trabajo, estos son: Formación de Capacidades, Regulación, Desarrollo de Mercado, Ecosistema SAF, y Tecnología. Cada uno de ellos con actividades específicas para su desarrollo, y en paralelo, se establecen cinco hitos iniciales (ver Figura 5) que orientan los esfuerzos en el corto plazo por la transición hacia los SAF.



Figura 5. Primeros hitos de la Hoja de Ruta SAF 2050^[26]

^[26] https://vuelolimpio.cl/wp-content/uploads/2024/10/Chile_SAF_Roadmap_2050.pdf

4.2.1 Ecosistema SAF

Como resultado del trabajo del programa Vuelo Limpio, hoy Chile cuenta con un Ecosistema SAF representado en un mapa de logos con las organizaciones que han manifestado su voluntad de colaborar con el programa y la implementación de la Hoja de Ruta SAF 2050. Como lo muestra la Figura 6, el Ecosistema SAF reúne a organizaciones multilaterales, fabricantes de aeronaves, fundaciones, asociaciones, aeropuertos, operadores aéreos, academia, organizaciones públicas, y actores de la cadena de valor de SAF. Dado que Chile se encuentra en los primeros años de la transición hacia los SAF, se espera que este ecosistema siga sumando actores en los próximos años, visibilizando el alineamiento transversal que existe en torno a los combustibles de aviación sostenibles.



Figura 6. Ecosistema Nacional de SAF

El Ecosistema SAF permite el avance coordinado y colaborativo de las partes involucradas en la transición hacia los SAF, la creación de políticas que apoyen el desarrollo de SAF en forma integral, y la difusión de iniciativas y proyectos vinculados a la cadena de valor SAF. Con esto, se apunta a incrementar la interacción del mercado y generar conciencia en la ciudadanía sobre el beneficio medioambiental de la producción y uso de SAF. A modo de facilitar una transformación estructural del sector transporte aéreo, siguiendo un modelo más sostenible y resiliente en el largo plazo.

4.2.2 Acuerdo Público-Privado SAF

En el marco de la implementación de la Hoja de Ruta SAF 2050, y de acuerdo con el lineamiento 4.1 que propone Fortalecer la cooperación, la coordinación, y el surgimiento de actores nacionales e internacionales, el programa Vuelo Limpio ha coordinado un Acuerdo Público-Privado por los SAF, que representa una declaración de intenciones de las organizaciones participantes, para con la sociedad y los Ministerios de Energía y de Transportes y Telecomunicaciones. El acuerdo tiene por objetivo visibilizar y fomentar acciones y proyectos que contribuyan al desarrollo de SAF y a la implementación de la hoja de ruta, generando un espacio donde diversas organizaciones comparten sus iniciativas y avanzan coordinada y colaborativamente. Por lo demás, los compromisos publicados son de carácter voluntario y no vinculante.

La primera edición del Acuerdo Público-Privado por los SAF se publicó el año 2024, donde participaron 48 organizaciones en apoyo al desarrollo de estos combustibles en Chile. Los participantes representan voces de distintos sectores como se grafica en la Figura 7, y sus compromisos abarcan desde el fortalecimiento de capacidades hasta la habilitación de infraestructura crítica y el desarrollo de plantas piloto.

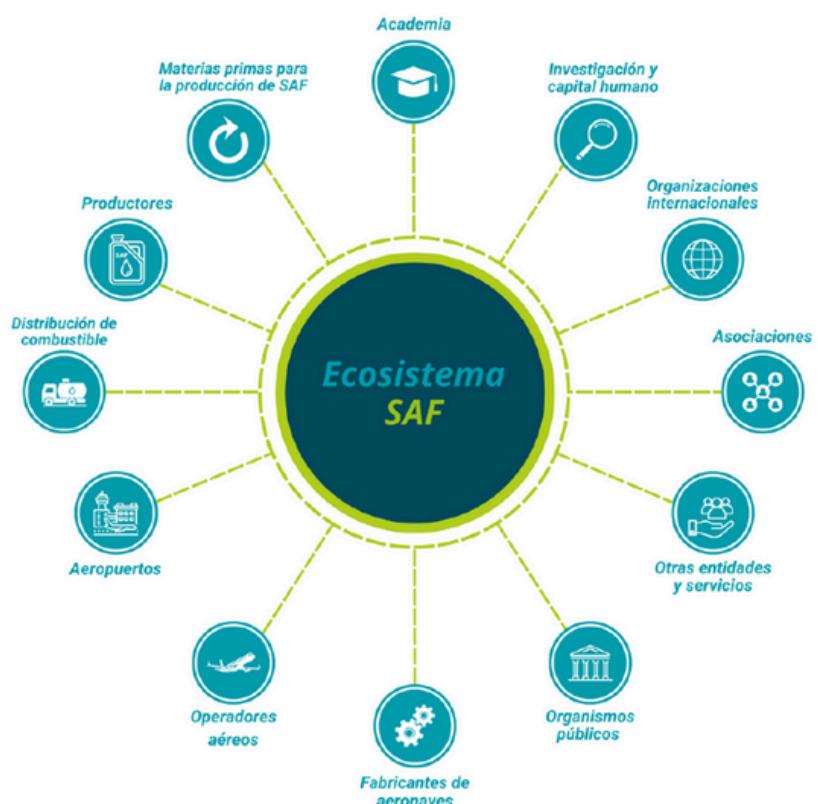


Figura 7. Sectores participantes en el Acuerdo Público-Privado SAF 2024^[27]

^[27] <https://vuelolimpio.cl/wp-content/uploads/2024/11/Acuerdo-Publico-Privado-SAF-2024.pdf>

Durante el 2025, se está realizando un seguimiento de los avances con respecto a los compromisos adquiridos. Además de ofrecer acompañamiento, esto permite levantar las brechas y desafíos que las distintas organizaciones encuentran en sus rubros, y así abordarlos de manera oportuna. Por otro lado, para el año 2026 se realizará una segunda edición del acuerdo, en el cual se espera la participación de un mayor número de organizaciones, y que los actuales participantes postulen compromisos aún más ambiciosos.

4.2.3 Producción de SAF en Chile

La producción de SAF se puede realizar a partir de diversas materias primas^[28] y procesos de conversión^[29]. Los procesos de conversión deben ser oficialmente aprobados por ASTM International (Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales), donde además se limita un máximo de mezcla entre el SAF puro y el combustible fósil por cada ruta de conversión. A la fecha, existen 11 procesos de conversión aprobados mientras otros 11 se encuentran bajo evaluación. Adicionalmente, para ser reconocidos por CORSIA, los SAF deberán cumplir con una serie de criterios de sostenibilidad^[30] tal como se indica en su definición.

Durante el segundo semestre del 2025, se publicó un Estudio de Factibilidad sobre el Uso de SAF en Chile, realizado en el marco del programa ACT-SAF de la OACI (ver sección 5.2.6). Este estudio identifica las materias primas con potencial suficiente para desarrollar una industria de SAF en Chile, y en sus resultados **se destaca la producción de SAF a partir de hidrógeno verde y CO₂ capturado, de biomasa forestal y agrícola, de residuos sólidos municipales e industriales, y de materias grasas**. Los siguientes párrafos resumen los hallazgos de este estudio.

El **coprocesado** es el proceso donde materias primas que pueden ser certificadas como sostenibles tales como **aceites vegetales, grasas animales o aceites de cocina usados** se integran al proceso de refinamiento del crudo fósil. Esta vía de producción no requiere inversiones significativas a la infraestructura donde ya se refina el combustible fósil, y por ello, representa una opción **viable para cubrir la demanda de SAF en el corto plazo**. Además, ofrece flexibilidad para variar entre coprocesado y refinado convencional, y elimina la necesidad de mezclar y recertificar el combustible. Razón por la cual, el coprocesado es la opción más sencilla y económica para producir SAF en Chile, sin embargo, por ahora la normativa permite una mezcla máxima de materias sostenibles de 5% con respecto al crudo fósil. Así, esta ruta representa un primer paso en la transición, pero a medida que aumente la demanda de SAF, deberá ser complementada con otras rutas de conversión. Al año 2050, se proyecta que esta ruta represente el 4% de la producción de SAF en el país.

^[28] <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/SAF Feedstocks.aspx>

^[29] <https://www.icao.int/environmental-protection/SAF/Pages/conversion-processes.aspx>

^[30] <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/CORSIA-Eligible-Fuels.aspx>

La vía **Power-to-Liquids (PtL)** permite producir **SAF a partir de hidrógeno verde y CO₂ capturado**. De acuerdo con la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, Chile cuenta con ventajas competitivas para la producción de hidrógeno verde a gran escala y a bajo costo. Se espera que dos tecnologías de conversión PtL contribuyan a la producción de SAF en Chile: Fischer-Tropsch (FT) y Methanol-to-Jet (MtJ). Mientras que la ruta PtL-FT ya está aprobada por la ASTM, la ruta PtL-MtJ se encuentra bajo evaluación, pero hay optimismo de que será aprobada en los próximos años. De este modo, se estima que la producción de SAF vía PtL se active en el año 2035, y que al año 2050, PtL-FT y PtL-MtJ contribuyan en un 41% y un 5% respectivamente a la producción de SAF en Chile.

La ruta **Gasificación Fischer-Tropsch (GFT)** permite la producción de **SAF a partir de residuos sólidos municipales, residuos industriales, y residuos agrícolas y forestales**. La gasificación de materias produce un gas sintético rico en hidrógeno y carbono, sin embargo, se puede mejorar el rendimiento del proceso FT con una inyección adicional de hidrógeno verde. Se proyecta que la producción de SAF por esta vía se active al año 2035, y que al año 2050, represente un 37% de la producción del país.

La ruta **Alcohol-to-Jet (AtJ)** convierte materias primas en alcoholes, para luego producir SAF a partir de estos. En Chile, se visualizan oportunidades produciendo etanol de segunda generación, **a partir de residuos forestales o paja de trigo**. Esta ruta requiere menor inversión y ofrece mayor rendimiento que la ruta GFT. Sin embargo, es necesario esperar a que la tecnología alcance mayor madurez. Al igual que en las alternativas anteriores, se espera que la producción de SAF vía AtJ se active al año 2035, y al año 2050, represente un 12% de la producción del país.

Tabla 5. Estimación futura de producción de SAF en Chile (Fuente: Estudio de Factibilidad sobre el Uso de SAF en Chile)

Producción SAF por tecnología (mil m ³)	2027	2028	2029	2030	2035	2040	2045	2050	%
Coprocesado	25	40	50	75	75	75	75	75	4%
Gasificación FT	0	0	0	0	200	350	500	750	41%
Alcohol-to-Jet	0	0	0	0	225	375	525	675	37%
Power-to-Liquid FT	0	0	0	0	100	100	100	100	5%
Methanol-to-Jet	0	0	0	0	75	150	225	225	12%
Total producción SAF (mil m ³)	25	40	50	75	675	1.05	1.425	1.825	
% Producción SAF/Total demanda	1%	2%	3%	4%	29%	38%	45%	50%	

La Tabla 5 muestra los resultados correspondientes a un análisis y proyección preliminar para el desarrollo de una industria de SAF en Chile. Cada una de las rutas identificadas presenta oportunidades y desafíos propios, mientras que los distintos actores involucrados desempeñarán un rol fundamental en el despliegue de la producción de SAF. Dada la diversidad tecnológica y de materias primas, esta industria ofrece un potencial significativo para un desarrollo descentralizado en el país. En este contexto, programas como Vuelo Limpio e instrumentos como la Hoja de Ruta SAF 2050 se reconocen como elementos clave para impulsar un desarrollo coordinado y colaborativo del sector.

4.2.4 Regulación

En línea con el diagnóstico presentado en la Hoja de Ruta SAF 2050, el Eje N°2: Regulación, establece entre sus lineamientos la necesidad de realizar adecuaciones regulatorias que faciliten el desarrollo de la industria de los SAF y que permitan su operación segura, tomando como referencia los estándares internacionales.

Un paso esencial en este proceso es revisar las principales normativas que actualmente regulan la calidad, la seguridad y la comercialización de los combustibles líquidos en Chile, las cuales, si bien consideran al kerosene de aviación convencional, no incorporan de manera explícita al SAF. Esto remarca la necesidad de avanzar en la actualización regulatoria para permitir y promover la inclusión del SAF en el mercado nacional. Cabe destacar que los aspectos normativos vinculados a los combustibles son competencia del Ministerio de Energía, institución que lidera la elaboración, actualización, modificación y aplicación de los marcos regulatorios correspondientes.

En este contexto, durante el primer semestre de 2025, a través del Programa de Desarrollo Logístico del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones encomendó la realización del estudio “Normativa internacional para la producción y uso de SAF”. El objetivo de este estudio fue realizar un levantamiento de la normativa internacional vigente sobre SAF, abarcando toda la cadena de valor, además de describir la regulación actual en Chile, tanto en la industria como en aeropuertos y finalmente, proponer recomendaciones para adecuar la regulación chilena basadas en un análisis comparativo.

De esta manera, en concordancia con la implementación de la Hoja de Ruta SAF 2050, Chile ha dado inicio a un trabajo regulatorio progresivo para desarrollar las condiciones necesarias que permitan la operación segura del SAF y su incorporación efectiva al mercado nacional.

Especificaciones de Calidad

La Norma Chilena - NCh 1937.Of2000 establece los requisitos y especificaciones que debe cumplir el kerosene de aviación para uso civil en Chile, homologando a la norma internacional

ASTM D1655. Define las propiedades físicas y químicas del combustible, con el objetivo de garantizar la seguridad y el rendimiento en motores de turbina. Esta norma aplica específicamente a combustibles del tipo Jet A y Jet A-1.

La regulación existente habilita la producción de combustibles coprocesados. Sin embargo, se requiere avanzar nuevas normativas que homologuen lo establecido por la ASTM D7566 en lo que respecta a propiedades físico-químicas del SAF, límites de mezcla, entre otros, lo cual será analizado por el Ministerio de Energía de Chile.

Comercialización

Este aspecto es regulado a través del decreto N°132 de 1979 del Ministerio de Minería que establece normas técnicas, de calidad y de procedimiento de control aplicables al petróleo crudo, a los combustibles derivados de este y a cualquier otra clase de combustibles. Actualmente, el decreto está orientado principalmente a los combustibles líquidos y gaseosos derivados del petróleo. Por lo anterior, la masificación de nuevos combustibles, como hidrógeno y sus derivados, diésel renovable y SAF, requerirá normar su comercialización, debido a que no son completamente derivados del petróleo. Esta modificación regulatoria está siendo llevada a cabo por el Ministerio de Energía y se planifica la finalización de este proceso durante el año 2026.

Seguridad de Instalaciones

Esto es regulado por el Decreto N°160 de 2009, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que establece el Reglamento de Seguridad para las instalaciones y operaciones relacionadas con combustibles líquidos en Chile, regulando la producción, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento, orientado a minimizar riesgos operacionales, controlar condiciones inseguras y garantizar la integridad de las instalaciones. La regulación incluye biocombustibles, específicamente el bioetanol y el biodiésel, sin embargo, no contempla textualmente al SAF (tanto el producido de fuentes biológicas como no biológicas), por lo que resulta pertinente analizar si se requieren modificaciones al reglamento para incluirlo, lo que estará a cargo del Ministerio de Energía.

Certificación de Sostenibilidad

Otro de los aspectos que resulta relevante desarrollar es el vinculado a la Certificación de Sostenibilidad de SAF, y el análisis de los distintos atributos que serán considerados en Chile y bajo el esquema CORSIA. En este sentido, Chile ya ha dado un primer paso en lo relativo a la Certificación del SAF derivado de hidrógeno renovable (e-SAF), debido a que el país se encuentra trabajando en estudiar y generar una propuesta de sistema de certificación de sostenibilidad para hidrógeno y sus derivados como el amoníaco y los combustibles sintéticos. La implementación de este sistema se enmarca dentro de una hoja de ruta en la cual el país está trabajando y espera concretar a finales de 2025.

Como siguiente paso, existe la necesidad de discutir sobre estos aspectos en lo referente a biocombustibles, lo cual será articulado a través del Programa Vuelo Limpio y otras instituciones públicas relacionadas.

4.2.5. Investigación y desarrollo

Ocho universidades de distintas regiones del país se han adherido a Vuelo Limpio bajo la categoría de organizaciones asociadas, lo cual permite crear sinergias con el mundo académico en función de los objetivos del programa. Bajo esta colaboración, Vuelo Limpio ha patrocinado postulaciones a fondos académicos para el cofinanciamiento de centros de investigación en energía. A la fecha, se han desarrollado los siguientes proyectos piloto que robustecen el ecosistema SAF:

- Universidad de Concepción - Producción de combustibles de aviación a partir de plásticos reciclados
- Universidad Católica de la Santísima Concepción - Producción de SAF a partir de lignina kraft y aceites de cocina usados.
- Universidad Católica de la Santísima Concepción – Biorrefinería de aceite de camelina para la producción de SAF y otros combustibles.

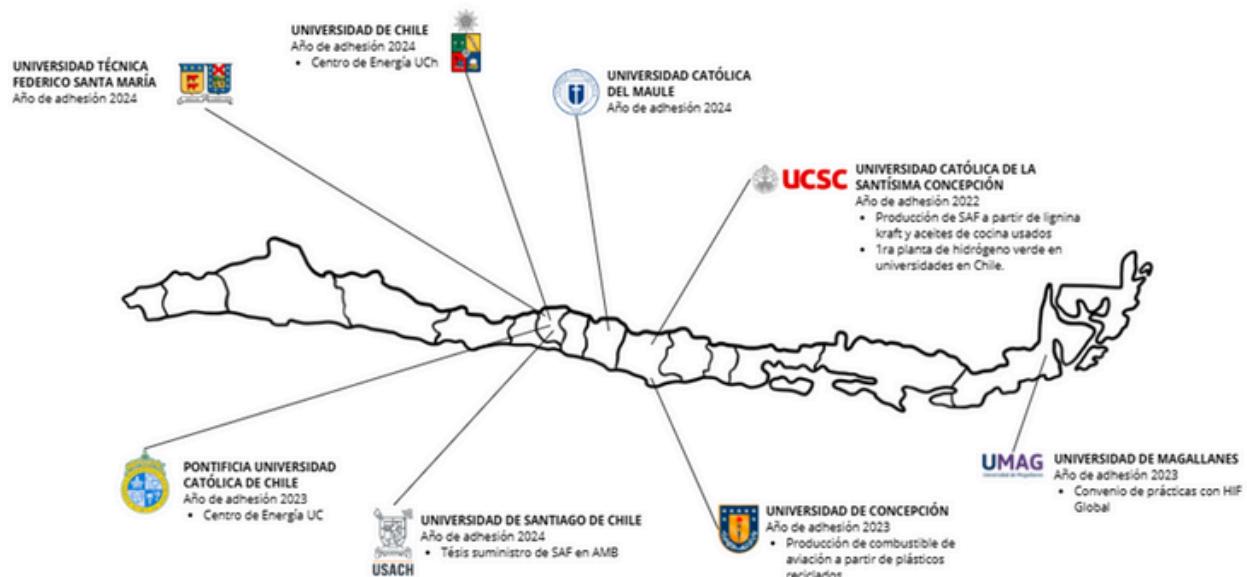


Figura 8. Socios académicos de Vuelo Limpio

4.2.6 Cooperación internacional

La construcción de alianzas internacionales sólidas entre gobiernos, sector privado y academia es clave para que la aviación internacional pueda desarrollarse de forma sostenible y seguir contribuyendo al progreso económico y social a nivel global. En ese contexto, Chile reafirma su compromiso con la sostenibilidad del sector, participando activamente en instancias de colaboración en distintos niveles para avanzar hacia una aviación más limpia y eficiente.

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI)

Chile colabora estrechamente con la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en diversas iniciativas orientadas a promover una aviación más segura, eficiente y sostenible. Entre ellas:

a) Programa ACT-SAF

El programa es una iniciativa de asistencia, creación de capacidades y capacitación destinado a ofrecer apoyo personalizado a los Estados, promoviendo la cooperación mundial en materia de combustibles sostenibles de aviación (SAF) bajo la coordinación de la OACI y actúa como una plataforma para el intercambio de conocimientos y el reconocimiento de iniciativas destacadas a nivel global.

En el año 2023, Chile ha sido el primer país de América Latina en recibir financiamiento de Países Bajos a través de la iniciativa ACT-SAF de la OACI para la realización de un estudio de factibilidad sobre el uso de SAF en el país. Este estudio tiene por objetivo analizar la disponibilidad de materias primas y tecnologías, identificar necesidades regulatorias y de infraestructura, y proponer un plan de acción estratégico para su desarrollo.

b) Comité sobre la Protección del Medio Ambiente y la Aviación (CAEP)

Chile participa activamente en el Comité sobre la Protección del Medio Ambiente y la Aviación (CAEP) de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), del cual es miembro con voz y voto desde 2019. Esta instancia técnica y estratégica reúne a expertos de todo el mundo para desarrollar normas, metodologías y políticas en áreas clave como la mitigación del ruido aeronáutico, el control de emisiones atmosféricas, el impulso a los combustibles sostenibles de aviación (SAF) y la implementación de programas de compensación y reducción de emisiones como CORSIA.

A través de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), Chile aporta su experiencia en la operación y regulación de la aviación civil, contribuyendo con información técnica y perspectivas

que reflejan la realidad y las necesidades del país. Esta participación no solo fortalece la cooperación internacional, sino que también asegura que las decisiones adoptadas por el CAEP consideren las particularidades del contexto nacional y regional.

Actualmente, Chile, a través de diversas instituciones públicas, participa en los grupos de trabajo sobre Ruido, Aeropuertos y Operaciones, combustibles, CORSIA (Plan de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional) y LTAG (Objetivo Aspiracional de Largo Plazo). Esta participación permite al país contribuir de manera directa a la elaboración de lineamientos y estándares internacionales que guiarán la transición hacia una aviación más sostenible a nivel global.

c) Programa ACT-CORSIA

El programa es una iniciativa de asistencia técnica, desarrollo de capacidades y capacitación a los Estados miembros, con el fin de apoyar la implementación de CORSIA.

En 2025, el Gobierno del Reino Unido, a través de la Autoridad de Aviación Civil (CAA), expresó su disposición a colaborar con Chile en el fortalecimiento de capacidades nacionales en el marco de este programa. Como parte de esta colaboración, se llevaron a cabo actividades de capacitación dirigidas al punto focal de CORSIA en Chile, abordando temas clave como los mecanismos de compensación y el uso del Registro Central de CORSIA (CCR).

Actualmente, como resultado de este trabajo conjunto, se está elaborando un estudio de evaluación de impacto sobre la posible participación voluntaria de Chile en CORSIA a partir de 2027.

Alianzas bilaterales

Para identificar áreas de cooperación e intercambio de buenas prácticas en materias relacionadas con energía, el Ministerio de Energía ha estrechado vínculos con Países Bajos y Brasil, pudiendo agregarse otras cooperaciones bilaterales y multilaterales relevantes en el futuro. En particular, las alianzas relativas a SAF hasta el momento son las siguientes:

a) Países Bajos

Con Países Bajos se firmó en marzo del año 2023 una Agenda for Strategic Cooperation CHL – NED, actualizada en octubre del 2024 y enmarcada en el Joint Communiqué de 2021. Esta cuenta con tres líneas de trabajo principales:

- Articulación de actores público-privados para el desarrollo de la cadena de suministro de hidrógeno verde y la cooperación intra-portuaria para materializar un corredor marítimo de cero emisiones desde puertos chilenos a puertos holandeses (abarca trabajo con PoR).

-
- Intercambiar información y experiencias sobre la política de cada país, los aspectos normativos, la innovación y los avances en el ámbito del hidrógeno verde y sus derivados.
 - Cooperar en el campo de los combustibles de aviación sostenibles (SAF), especialmente en aspectos normativos, incentivos de mercado y aplicaciones tecnológicas.

b) Brasil

- **Declaración conjunta Chile Brasil del año 2025**, con motivo de la visita de la visita de Estado del Presidente de Chile, Gabriel Boric, a Brasil. En dicha declaración se reconoce la cooperación en investigación y desarrollo de combustibles sostenibles para la aviación (SAF), cuyos trabajos técnicos ya han sido iniciados, como una oportunidad para la descarbonización y el aumento de la competitividad de los sectores aéreos chileno y brasileño. Destacaron, además, el potencial de la región para el desarrollo de un mercado común de SAF.
- **Declaración Conjunta de cooperación en combustibles sostenibles de aviación (SAF)**: En el marco de la visita a Chile del Presidente Lula da Silva en agosto de 2024, el ministro de energía de Chile, Diego Pardow, y el ministro de minas y energía de Brasil, Alexandre Silveira, firmaron una Declaración Conjunta de cooperación en combustibles sostenibles de aviación, que establece la creación de un grupo de trabajo sobre SAF, el que tuvo una reunión de lanzamiento en abril de 2025.

CAPÍTULO 05

Medidas Basadas en el Mercado

5.1. Mercado de Carbono nacional e internacional

Medidas implementadas

En Chile, los instrumentos de precio al carbono y mercado han experimentado un avance significativo en los últimos años surgiendo como instrumentos de financiamiento para abordar los esfuerzos en mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), alineados con la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) y los compromisos internacionales asumidos por Chile bajo el Acuerdo de París. Dentro de estos instrumentos se encuentra el Impuesto Verde, creado por la Ley N° 20.780 en 2014 e implementado a partir de 2017. Este tributo grava, entre otros aspectos, las emisiones de CO₂ provenientes de fuentes fijas, con una tasa de 5 dólares de Estados Unidos de América por tonelada emitida. Posteriormente, la Ley N° 21.210 de 2020 introdujo modificaciones, ajustando el umbral de los establecimientos afectos y permitiendo además que estos puedan compensar sus emisiones mediante la adquisición de certificados de reducción de emisiones, proceso regulado por el reglamento del Decreto Supremo N°4/2023^[31]. Asimismo, en los últimos años, se han aprobado por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y Cambio Climático distintos reglamentos vinculados a los instrumentos de precio al carbono y mercados de carbono, entre ellos el Sistema de Compensación de Emisiones de Normas de emisión (Artículo 15, de la LMCC), que permitirá a las instalaciones reguladas cumplir la norma de emisión (Artículo 14, de la LMCC), con el uso de certificados de reducción o absorción de emisiones abriendo nuevas oportunidades para el desarrollo. Este sistema se encuentra en etapa de implementación y contempla el desarrollo de infraestructura digital y procedimientos operativos, lo que podría abrir oportunidades para el financiamiento de proyectos chilenos como generación de hidrógeno verde o SAF.

Entre los reglamentos aprobados, se encuentra el reglamento nacional que regula las condiciones y requisitos relativos a los certificados de reducción o absorción de emisiones GEI en el marco de la cooperación internacional establecida en el Artículo 6 del Acuerdo de París (“Reglamento Nacional del Artículo 6”), que sustenta el rol activo que Chile ha adoptado en estos mecanismos. En el marco del Artículo 6.2 sobre enfoques cooperativos, el país ha firmado acuerdos bilaterales con Suiza, Japón y Singapur, y actualmente cuenta con más de 30 solicitudes de consideración previa^[32], interés, de actividades de mitigación que buscan ser autorizadas para la transferencia internacional de sus resultados de mitigación. A estos

^[31] <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1196414>

^[32] Fuente: Ministerio del Medio Ambiente

resultados de mitigación autorizados para transferencia internacional, certificados de reducción o absorción de emisiones autorizados, se les conoce comúnmente como ITMOs (por sus siglas en inglés), los cuales deben cumplir con criterios de integridad ambiental, salvaguardas sociales, trazabilidad, transparencia, entre otros.

Por otra parte, el país es uno de los primeros países en cumplir con los requerimientos de participación en el Mecanismo de Acreditación del Acuerdo de París – PACM por sus siglas en inglés- y ha aprobado la transición de más de 30 proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio al PACM^[33], clave para activar la participación de Chile como país anfitrión. Este paso es clave para el sector de la aviación, puesto que PACM es de momento el único mecanismo en el cual un proyecto puede ser autorizado por Chile para generar ITMOs sin requerir de un acuerdo de implementación del Artículo 6.2, cumpliendo con los requerimientos de CORSIA para el uso de certificados de reducción o absorción de emisiones.

Tabla 6. Mecanismos de cooperación internacional y avances (Fuente: Elaboración propia Ministerio del Medio Ambiente)

Mecanismo	Avances
Acuerdo de Implementación 6.2 con Suiza	18 consideraciones previas (13 cartas de interés) y 2 solicitudes de autorización en proceso de evaluación (electromovilidad y recambio de caldera de carbón a biomasa), con revisión de admisibilidad y metodologías
Acuerdo de Implementación 6.2 con Japón	17 proyectos aceptados ; pendientes actualización del acuerdo y revisión metodológica
Acuerdo de Implementación 6.2 con Singapur	Reconocimiento de programas y revisión de metodologías (en curso)
Mecanismo de Acreditación del Acuerdo de París Art. 6.4 (PACM)	Requisitos de participación definidos (lista negativa y limitaciones metodológicas); 43 casos en transición + autorizaciones/no autorizaciones; 20+ consideraciones previas .

CORSIA o Plan de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional, es una medida basada en el mercado de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) para compensar emisiones de CO₂ de la aviación internacional, manteniendo las emisiones netas al nivel de 2019. Su implementación se divide en: Fase Piloto (2021-2023) y Primera Fase (2024-2026) con

^[33] Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, Autoridad Nacional Designada

participación voluntaria; Segunda Fase (2027-2035) con participación obligatoria para Estados que superen ciertos umbrales de actividad, con excepciones para Países Menos Adelantados (LDCs por su sigla en inglés), Pequeños Estados Insulares en Desarrollo y Países en Desarrollo sin Litoral; Chile no pertenece a ninguna de estas categorías, por lo que no aplica esa excepción. En Chile, a la fecha, no existe obligación de compensar emisiones nacionales; el uso de compensaciones domésticas es voluntario y se canaliza, de forma creciente, vía el Certificado de Carbono Neutralidad y HuellaChile. En el área internacional, las principales aerolíneas nacionales ya cumplen con el Monitoreo Registro y Verificación (MRV) CORSIA (DGAC/DAN 16) y han implementado medidas de eficiencia operativa, renovación de flota y gestión energética (apoyados por el programa Vuelo Limpio, entre otras).

Paralelamente, el Ministerio del Medio Ambiente dentro de sus reglamentos aprobados de la ley 21.455 en su artículo 30 establece la creación de un sistema de certificación voluntaria de GEI y Uso de Agua. Este sistema tiene en sus procesos de certificación la posibilidad de otorgar Certificados de Carbono Neutralidad— que reconoce el uso de certificados reducciones/absorciones de emisiones verificadas con criterios mínimos de integridad ambiental y salvaguardas sociales para compensar la huella de carbono organizacional o de evento.

Medidas de implementación futura

Chile dispone de un sistema regulatorio para habilitar, ordenar y elevar la integridad del uso de los mercados de carbono y la compensación de emisiones de GEI por parte de aerolíneas, tanto a nivel nacional como en su interacción con regímenes internacionales. Este sistema combina: i) el Sistema de Certificación Voluntaria y el Certificado de Carbono Neutralidad (reglamento del art. 30 de la Ley 21.455, vigente desde dic-2024); ii) el Reglamento Nacional del Artículo 6 del Acuerdo de París (en operación para 6.2 y 6.4, con acuerdos bilaterales y procesos activos); y iii) el desarrollo del Sistema de Compensación de Normas de Emisión (arts. 14 y 15 de la ley 21.455) y del Impuesto Verde y su sistema de compensación (vía reforma tributaria). Estos instrumentos se han diseñado para generar sinergias y asegurar integridad ambiental, trazabilidad y no doble contabilidad entre usos del mercado de carbono nacional e internacional.

HuellaChile, futuro Sistema de Certificación Voluntaria, es el eje operativo para la demanda voluntaria nacional de certificados de reducción o absorciones de emisiones con el reconocimiento del Certificado de Carbono Neutralidad, dentro de un esquema que contempla el reconocimiento de programas de certificación y metodologías, y la integración gradual con registros y plataformas.

Dentro de las futuras líneas de acción se presentan:

-
- 1. Transporte aéreo Nacional – emisiones generadas por vuelos dentro de Chile:** Promover la compensación voluntaria a través del Certificado de Carbono Neutralidad del Ministerio de Medio Ambiente. Esta compensación se realizará con certificados de reducción o absorción de emisiones proveniente de proyectos chilenos verificados bajo estándares reconocidos, con reporte en HuellaChile. Este mecanismo permite vincular directamente la demanda local del sector aeronáutico con la oferta nacional de certificados y de esta manera fortalecer la mitigación de emisiones dentro de Chile.
 - 2. Transporte aéreo Internacional – emisiones internacionales:** Se continuará con el Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) implementado por la DGAC bajo la DAN 16. Cuando corresponda, las aerolíneas deberán, cancelar unidades elegibles reconocidas por la OACI – incluyendo la posibilidad de usar ITMOs autorizados por Chile bajo el Artículo 6.2 del Acuerdo de París – y reportar al registro central. El Plan de Acción 2022 describe el marco y las fases de CORSIA; donde Chile ya opera el MRV desde 2019.

En base a esta coexistencia de los instrumentos de precio al carbono y mercado de carbono, el Ministerio del Medio Ambiente se propuso generar una Estrategia de instrumentos de precio al carbono y mercado de carbono que planteará los principales lineamientos para facilitar la dinámica de estos instrumentos, fortaleciendo el ecosistema de los mercados de carbono en Chile y las sinergias entre la demanda y oferta nacional de certificados de reducción o absorción de emisiones, con el fin de fomentar la mitigación de emisiones en nacionales a través del desarrollo de proyectos de mitigación en Chile.

CAPÍTULO 06

Impacto de las Medidas de Mitigación

De acuerdo con el levantamiento realizado, se han identificado las siguientes medidas que disponen de información suficiente para su evaluación cuantitativa, las cuales se detallan a continuación:

a) Categoría de la medida: Combustibles alternativos

Nombre de la medida seleccionada	Descripción de la medida	Horizonte de tiempo de implementación	Ahorro promedio de CO2 por año
Combustibles de aviación sostenible (SAF)	<p>A partir del estudio de factibilidad de uso de SAF en Chile, se desarrolló un modelo de simulación que estima la producción nacional en función de las materias primas y recursos disponibles. El modelo proyecta volúmenes promedio por cada ruta tecnológica, tomando como referencia experiencias internacionales.</p> <p>Las principales premisas del modelo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coprocesado: Se implementaría en una refinería existente, siendo la primera tecnología en operación hacia 2027. • PtL FT: Crecimiento progresivo, impulsado por la maduración tecnológica y la reducción de costos de energías renovables e hidrógeno. • Gasificación: Desarrollo condicionado a la disponibilidad de biomasa (residuos forestales, paja de trigo y RSM). • MtJ: Considera únicamente el proyecto Haru Oni, estimado para 2031. • AtJ: Se proyectan hasta tres plantas, aunque con alta incertidumbre en su viabilidad. <p>Según las proyecciones, el coprocesado permitiría cubrir con SAF un 4% de la demanda de combustible de aviación en 2030. Desde ese año, la entrada de nuevas tecnologías impulsaría un crecimiento acelerado hasta estabilizarse en 2045, con el objetivo de llegar a un 50% de uso de SAF respecto al total de la demanda en 2050.</p> <p>En ese horizonte, la tecnología PtL FT junto con la gasificación aportarían un 78% de la producción total.</p> <p>Por origen de materias primas, las rutas PtL (PtL FT + MtJ) representarían un 46%, mientras que las tecnologías basadas en biomasa (Coprocesado + Gasificación + AtJ) alcanzarían un 54%.</p>	2027 al 2050	1.286.299

- **Detalle en cuantificación:** Se aplicó la metodología OACI mediante la herramienta EBT v2.9.
- **Actores claves involucrados en la implementación de la medida:** Empresa Nacional de Petróleo (ENAP) Chile, empresas de la industria de la energía, agricultura, forestal, aerolíneas, Ministerio de Energía, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

b) Categoría de la medida: Mejoras operativas

Nombre de la medida seleccionada	Descripción de la medida	Horizonte de tiempo de implementación	Ahorro promedio de CO2 por año
Mejorar la planificación de la llegada (AMAN)	<p>Los sistemas de gestión de llegadas (AMAN) y gestión de salidas (DMAN) aumentan la capacidad, la eficiencia al tener la capacidad de predecir la carga de tráfico futura y esto mejora la gestión del tráfico aéreo, ayuda a maximizar el rendimiento en pista, reduciendo el consumo de combustible y la emisiones de CO2.</p> <p>La optimización en el uso de las pistas en aeropuertos con alta demanda y capacidad limitada puede generar ineficiencias, especialmente en operaciones mixtas (llegadas y salidas en la misma pista). El AMAN es capaz de proponer a los controladores de tránsito aéreo una secuencia de llegada para reducir las esperas en vuelo y las trayectorias más óptimas. Adicionalmente un DMAN puede proponer una secuencia de salida para que los vuelos puedan reducir las demoras en tierra. Además pueden trabajar complementariamente la información de los vuelos de llegada y salida.</p>	2025 al 2050	10.774

- Detalle en cuantificación:** Se aplicó la metodología OACI mediante la herramienta EBT v2.9.
- Actores claves involucrados en la implementación de la medida:** Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC).

Nombre de la medida seleccionada	Descripción de la medida	Horizonte de tiempo de implementación	Ahorro promedio de CO2 por año
Medidas para aprovechar al máximo las capacidades de navegación	Se implementó en el aeropuerto Arturo Merino Benítez un procedimiento de aproximación RNP AR (Required Navigation Performance – Authorization Required) por medio de una nueva cartilla de aproximación nombrada RNP T Rwy 17R, lo que permite a los vuelos del sur aproximar con una distancia fija a la pista 17R, optimizando las trayectorias de llegada y reduciendo significativamente los tiempos de vuelo, el consumo de combustible y las emisiones de CO ₂ .	2024 al 2050	1.800

- Detalle en cuantificación:** La metodología usada analiza los vuelos operados en 2023 que aterrizan en el aeropuerto Arturo Merino Benítez desde el sur y cuyas aeronaves cuentan con certificación RNP AR. Se calcula el flujo de combustible durante la fase de descenso, utilizando datos reportados o promedios según el modelo de aeronave. El ahorro de combustible se estima multiplicando este flujo por un tiempo promedio ahorrado de 2,5 minutos gracias al procedimiento RNP T. Finalmente, la reducción de emisiones de CO₂ se determina aplicando la relación estándar de 1 kg de combustible equivalente a 3,16 kg de CO₂.
- Actores claves involucrados en la implementación de la medida:** Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) y aerolíneas.

Nombre de la medida seleccionada	Descripción de la medida	Horizonte de tiempo de implementación	Ahorro promedio de CO2 por año
Medidas para mejorar el rodaje	En aeropuertos grandes, en los que existen múltiples calles de rodaje, los tiempos de rodaje de llegada (taxi-in) y de salida (taxi-out) pueden ser significativos. Establecer rutas normalizadas de rodaje, mejorar los procedimientos entre tripulaciones y controladores, un sistema A-SMGCS (guía y control de movimiento en superficie), asignación de estacionamientos, etc., puede ayudar a reducir los tiempos de rodaje.	2025 al 2050	550

- Detalle en cuantificación:** Se aplicó la metodología OACI mediante la herramienta EBT v2.9.
- Actores claves involucrados en la implementación de la medida:** Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) y aerolíneas

Nombre de la medida seleccionada	Descripción de la medida	Horizonte de tiempo de implementación	Ahorro promedio de CO2 por año
Optimización del Uso de Flaps en Despegues	Se implementó la reducción del uso de flaps durante el despegue, logrando mayor eficiencia de combustible, menor desgaste de sistemas y reducción de emisiones de CO ₂ , sin afectar la seguridad operativa.	2024 al 2050	458

- Detalle en cuantificación:** Se aplicó la metodología OACI mediante la herramienta EBT v2.9.
- Actores claves involucrados en la implementación de la medida:** Aerolíneas

Nombre de la medida seleccionada	Descripción de la medida	Horizonte de tiempo de implementación	Ahorro promedio de CO2 por año
Rodaje con un solo motor	Se implementó el rodaje con un solo motor en aeronaves aptas, logrando reducir consumo de combustible y emisiones de CO ₂ , optimizar el uso de energía en aeropuertos y aportar a los objetivos de sostenibilidad.	2024 al 2050	2.651

- **Detalle en cuantificación:** Se aplicó la metodología OACI mediante la herramienta EBT v2.9.
- **Actores claves involucrados en la implementación de la medida:** Aerolíneas

Nombre de la medida seleccionada	Descripción de la medida	Horizonte de tiempo de implementación	Ahorro promedio de CO2 por año
Lavado de motor	Se implementó un programa regular de lavado de motores para optimizar el rendimiento y eficiencia de las aeronaves, reduciendo consumo de combustible y emisiones de CO ₂ , prolongando la vida útil de los motores y garantizando operaciones seguras y confiables.	2024 al 2050	15.302

- **Detalle en cuantificación:** Se aplicó la metodología OACI mediante la herramienta EBT v2.9.
- **Actores claves involucrados en la implementación de la medida:** Aerolíneas

c) Categoría de la medida: Mejoras de infraestructura aeroportuaria

Nombre de la medida seleccionada	Descripción de la medida	Horizonte de tiempo de implementación	Ahorro promedio de CO2 por año
Implementación de 400 Hz	<p>El aeropuerto Arturo Merino Benítez ha implementado el sistema de 400 Hz en todos sus puentes de embarque. Este sistema es un convertidor de frecuencia que transforma la energía de la red pública (50/60 Hz) a 400 Hz para electrificar a las aeronaves. Esta tecnología ofrece una alternativa más eficiente, segura y respetuosa con el medio ambiente frente a las fuentes tradicionales de energía, como las unidades de potencia terrestre (GPU, por sus siglas en inglés) o las unidades de potencia auxiliar (APU) de la aeronave.</p>	2024 al 2050	907

- Detalle en cuantificación:** Se aplicó la metodología OACI mediante la herramienta EBT v2.9.
- Actores claves involucrados en la implementación de la medida:** Concesionaria de aeropuerto, aerolíneas y ground handling.

d) Categoría de la medida: Tecnología

Nombre de la medida seleccionada	Descripción de la medida	Horizonte de tiempo de implementación	Ahorro promedio de CO2 por año
Modernización de aeronaves	La iniciativa considera la compra de aeronaves de nueva generación para reemplazar modelos antiguos y menos eficientes, logrando mayor eficiencia de combustible, menor nivel de ruido y cumplimiento de estándares ambientales más exigentes gracias a motores y sistemas de navegación avanzados.	2025 al 2050	74.310

- Detalle en cuantificación:** Se aplicó la metodología OACI mediante la herramienta EBT v2.9.
- Actores claves involucrados en la implementación de la medida:** Aerolíneas.

Nombre de la medida seleccionada	Descripción de la medida	Horizonte de tiempo de implementación	Ahorro promedio de CO2 por año
Aviónica avanzada	Se proyecta integrar aviónica de última generación para optimizar operaciones aéreas, permitiendo vuelos más directos y seguros, con menor consumo de combustible y reducción de emisiones de CO ₂ , en apoyo a los objetivos de sostenibilidad.	2025 al 2050	2.530

- Detalle en cuantificación:** Se aplicó la metodología OACI mediante la herramienta EBT v2.9.
- Actores claves involucrados en la implementación de la medida:** Aerolíneas.

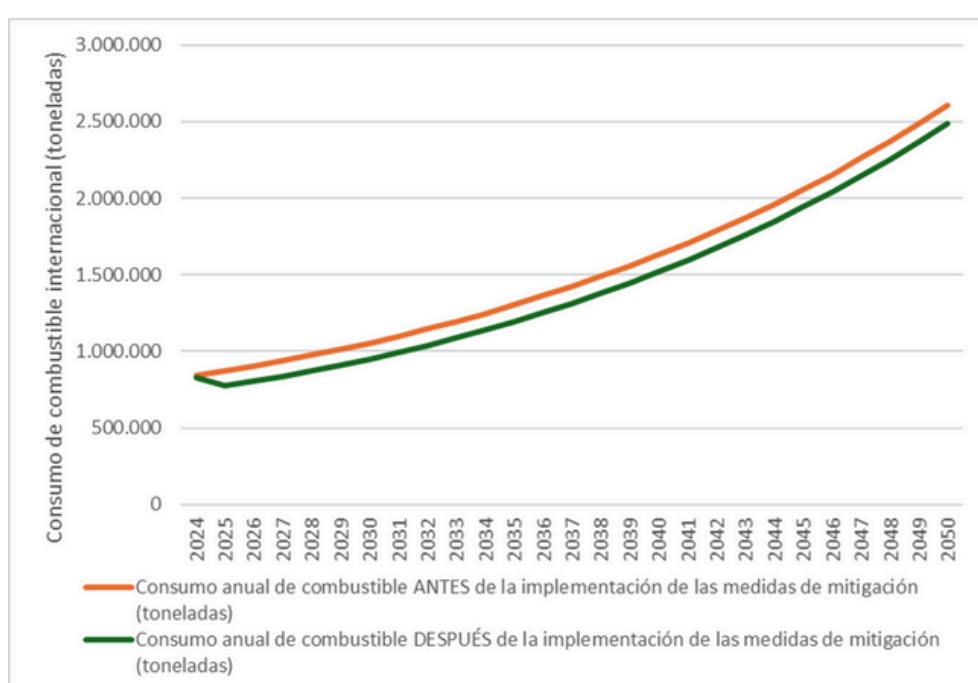
6.1. Escenario de ahorro de combustible con implementación de medidas de mitigación

En el escenario proyectado con la implementación de las medidas de mitigación previamente seleccionadas, se observa una reducción sostenida en el consumo de combustible en comparación con la línea base (ver Gráfica 7 y Apéndice B). Estas medidas, que incluyen mejoras operacionales y de navegación, así como innovaciones tecnológicas y de infraestructura aeroportuaria, permiten incrementar la eficiencia anual en el uso de combustible, pasando de un 1,1% en el escenario base a un 1,2% con las acciones aplicadas.

La diferencia acumulada entre ambos escenarios se refleja en un ahorro creciente a lo largo del período 2024-2050. Por ejemplo, en 2025 el ahorro anual estimado alcanza las 97.569 toneladas de combustible (equivalente a un 11,2% menos que en la línea base), mientras que en 2035 esta cifra llega a 107.496 toneladas (8,3% de reducción). Hacia el final del horizonte, en 2050, se proyecta un ahorro de 120.549 toneladas, lo que representa una reducción de 4,6% respecto al consumo proyectado sin medidas.

La Gráfica 7 muestra que, aunque ambos escenarios mantienen una tendencia ascendente debido al crecimiento proyectado de la demanda, la brecha entre la línea base (sin medidas) y el escenario con medidas de mitigación se amplía progresivamente, mostrando un impacto positivo en términos de eficiencia y reducción de consumo.

Gráfica 7. Proyección de consumo anual de combustible: línea base vs. escenario con medidas de mitigación



6.2. Escenario de ahorro de emisiones con implementación de medidas de mitigación

De acuerdo con las medidas de mitigación seleccionadas —que incluyen mejoras operacionales, optimización de infraestructura, incorporación de nuevas tecnologías y, de manera destacada, la utilización de SAF—, la introducción de este combustible se reconoce como la acción con mayor potencial de reducción de emisiones.

En línea con ello, y según el Estudio de Factibilidad sobre el Uso de SAF en Chile elaborado por la OACI, se estimaron volúmenes futuros de producción de este combustible en el país a partir de las principales rutas tecnológicas: Coprocesado, Gasificación FT, Alcohol-to-Jet, Power-to-Liquid FT y Methanol-to-Jet (ver Tabla 5). Para los fines de este Plan de Acción, se asumió que la totalidad de dichos volúmenes estará destinada a cubrir la demanda de la aviación internacional. El cálculo de la reducción de emisiones asociada al uso de SAF se efectuó siguiendo la metodología recomendada por la OACI, en línea con las directrices del CORSIA. En particular, se aplicó la opción de valores predeterminados establecidos en el documento CORSIA Default Life Cycle Emissions Values for CORSIA Eligible Fuels^[34], el cual determina los valores estándar de las emisiones durante el ciclo de vida de los combustibles en gramos de CO₂ equivalente por megajulio (gCO₂e/MJ).

La reducción de emisiones se estimó utilizando la fórmula establecida en el Anexo 16, Volumen IV, sección 3.3, adaptada al caso de combustibles para reactores:

$$\text{Reducción de emisiones [toneladas]} = 3,16 \times M \times (1 - L/89)$$

donde:

M = masa de SAF o LCAF (en toneladas)

L = valor de emisiones durante el ciclo de vida del SAF o LCAF (gCO₂e/MJ)

En el caso del combustible coprocesado, se consideró que el valor de emisiones L corresponde a la suma ponderada de las contribuciones energéticas de sus componentes fósiles y sostenibles, según la ecuación:

$$LSfCoPro = 89 \times \% \text{ vol fósil} + LSfo \times \% \text{ vol UCO}$$

donde:

%vol fósil = porcentaje de mezcla de combustible fósil

%vol UCO = % de mezcla de UCO

[34]

www.icao.int/sites/default/files/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA%20Eligible%20Fuels/ICAO-document-06-Default-Life-Cycle-Emissions-June-2025.pdf

Además, la norma ASTM D7566 establece para el coprocesado que el porcentaje máximo de incorporación de UCO en el combustible de aviación no puede superar el 5% en volumen.

A partir de los valores de emisión (L) y de los volúmenes proyectados, se calcularon las reducciones de emisiones específicas para cada ruta tecnológica.

Posteriormente, los resultados se integraron en la herramienta EBT de la OACI, con el propósito de estimar el porcentaje de implementación de SAF. Esta información, junto con los ahorros derivados de medidas de eficiencia energética, permitió construir el escenario de reducción de emisiones asociado a la implementación de medidas de mitigación (ver Apéndice C).

Tal como se observa en la Gráfica 8, en los primeros años del período analizado, la reducción de emisiones es moderada. En 2025, el ahorro alcanza las 308.318 toneladas de CO₂, lo que representa una disminución del 11,8 % en comparación con la línea base.

En 2027, se inicia la incorporación de SAF producidos mediante coprocesado, lo que da lugar a un aumento progresivo en el ahorro anual de CO₂. Sin embargo, el porcentaje de reducción respecto a la línea base presenta una tendencia decreciente hasta el año 2034, cuando alcanza un valor de 8,8 %.

El bajo impacto del coprocesado en la reducción de emisiones se explica principalmente por dos factores:

- Los volúmenes de coprocesado estimados en el Estudio de Factibilidad sobre el Uso de SAF representan solo un 4% del total de SAF que Chile podría producir.
- Esta ruta tecnológica tiene un menor potencial de mitigación, debido a las limitaciones en el porcentaje máximo de mezcla permitido con combustible fósil.

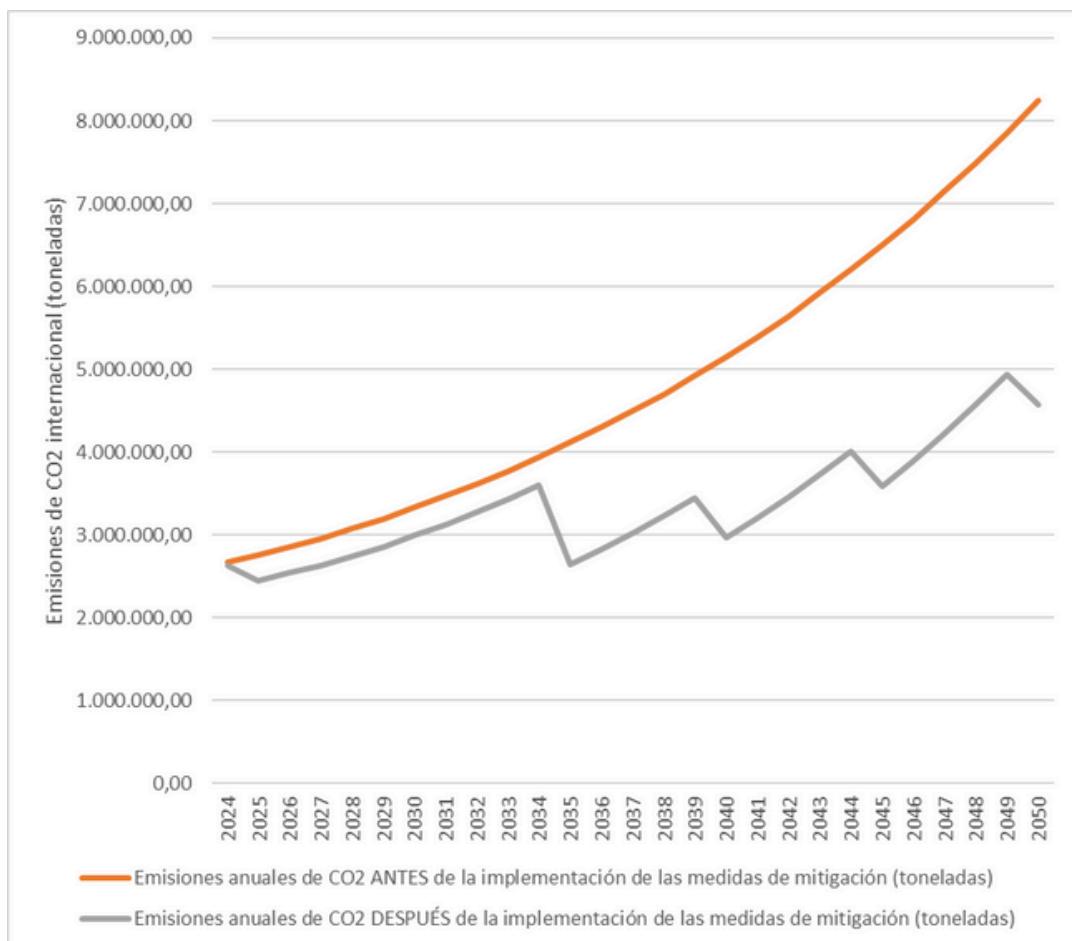
De acuerdo con el estudio, en 2035 se incorporan todas las rutas tecnológicas para producir SAF (ver Tabla 5), lo que permite un incremento en la reducción de emisiones de CO₂ de 1.465.701 toneladas. Esta incorporación eleva el porcentaje de ahorro de emisiones al 35,6 % respecto a la línea base. A partir de este punto, la reducción continúa de forma sostenida, alcanzando en 2050 una reducción en más de 3.663.651 de toneladas de CO₂, lo que equivale a un 44,5 % menos que en el escenario tendencial sin implementación de medidas.

De esta manera, la Gráfica 8 ilustra esta evolución: mientras la curva de la línea base muestra un crecimiento constante en las emisiones, el escenario con medidas de mitigación se estabiliza y logra contener las emisiones anuales en un rango de entre 4 y 5 millones de toneladas de CO₂, evidenciando el impacto acumulativo de las acciones implementadas.

La introducción de SAF constituye el principal factor de mitigación, complementado por mejoras operacionales, infraestructura y tecnológicas. Este conjunto de medidas permite proyectar un escenario en el cual la aviación internacional en Chile logra desacoplar gradualmente el crecimiento de su actividad respecto del aumento de emisiones, contribuyendo así a los compromisos globales de mitigación del cambio climático en el sector aéreo.

Es importante destacar que este escenario considera la visión estratégica de Chile de posicionarse como líder en la producción de Hidrógeno Verde y sus derivados, particularmente con el desarrollo de los e-SAF. En este contexto, Chile cuenta con una Política Energética y un Plan Energético de Largo Plazo (PELP) que orientan la expansión de la transmisión y la toma de decisiones públicas y privadas para alcanzar metas como la carbono neutralidad, la integración de energías renovables y el desarrollo de polos energéticos.

Gráfica 8. Proyección de Emisiones de CO₂ considerando SAF y medidas de eficiencia energética.



CAPÍTULO 07

Consideraciones Finales

El presente Plan de Acción refleja el esfuerzo coordinado de las instituciones públicas y el sector privado para trazar una hoja de ruta ambiciosa y técnicamente robusta hacia la descarbonización de la aviación civil en Chile. En su elaboración han participado diferentes actores públicos y privados de la industria aérea y del ecosistema de combustibles sostenibles, en el marco de instancias colaborativas como el programa Vuelo Limpio y la Mesa Vuelo Verde.

La OACI ha promovido el desarrollo de una “canasta de medidas” para que la aviación civil internacional alcance la meta de tener emisiones netas cero al 2050, integrando cuatro pilares fundamentales: mejoras tecnológicas y operacionales de las aeronaves, el desarrollo y uso de combustibles sostenibles en la aviación, la modernización de infraestructura y la aplicación de mecanismos basados en el mercado como CORSIA.

Chile ha diseñado un plan alineado con este enfoque, que combina medidas inmediatas de eficiencia operacional y tecnológica, la modernización de la infraestructura aeroportuaria y, de manera central, la implementación de la Hoja de Ruta SAF 2050, que establece una meta aspiracional de alcanzar un 50% de uso de combustibles sostenibles en la aviación al 2050. El desarrollo de combustibles sostenibles para la aviación, producidos a partir de residuos e hidrógeno verde, en particular los e-fuels, constituye además una posibilidad de ampliar la oferta de estos combustibles.

La implementación exitosa de este plan exige un esfuerzo conjunto de acción y monitoreo, así como un proceso dinámico que permitan incorporar los ajustes que sean necesarios. Se requiere la participación activa de todos los actores: aerolíneas, aeropuertos, productores de energía, centros de investigación y autoridades públicas y entidades privadas, entre otros, en todas las fases que las medidas tengan durante su implementación, desde el diseño regulatorio, hasta la ejecución de proyectos concretos, pasando por la investigación y el desarrollo. Asimismo, el fortalecimiento de la cooperación internacional - a través de la OACI y sus programas de apoyo, así como de acuerdos bilaterales - será clave para superar las barreras tecnológicas, financieras y normativas que puedan surgir en su implementación.

En este contexto, resulta fundamental contar con asistencia para la implementación, en particular mediante recursos destinados al cofinanciamiento de proyectos piloto en las rutas PtL FT, Gasificación FT y AtJ, con el objetivo de validar su viabilidad técnica, económica y ambiental en el contexto nacional. De igual forma, se contempla la realización de estudios especializados —como evaluaciones de sostenibilidad, análisis de cadenas de suministro, estimaciones de costos y requerimientos regulatorios— que generen la información necesaria para habilitar un desarrollo sólido y oportuno de la industria de SAF en el país.

Con este esfuerzo, Chile espera contribuir al cumplimiento de las metas establecidas en la OACI y apoyar de manera decidida la transición del transporte aéreo internacional hacia la neutralidad de carbono al 2050.

Apéndice A

Proyecciones del consumo de combustible en relación a la eficiencia en el uso del combustible y RTK Internacional para el escenario base

Año	RTK Internacional (Miles)	Consumo anual de combustible (Toneladas)	Eficiencia (combustible consumido/RTK internacional)
2024	3.700.615,83	844.574,81	0,228
2025	3.907.850,32	872.585,51	0,223
2026	4.126.689,94	903.486,67	0,219
2027	4.357.784,57	937.113,04	0,215
2028	4.601.820,51	973.381,54	0,212
2029	4.859.522,46	1.012.263,78	0,208
2030	5.131.655,71	1.053.769,96	0,205
2031	5.419.028,43	1.097.938,96	0,203
2032	5.722.494,03	1.144.832,08	0,200
2033	6.042.953,69	1.194.528,90	0,198
2034	6.381.359,10	1.247.124,63	0,195
2035	6.738.715,21	1.302.728,31	0,193
2036	7.116.083,26	1.361.461,59	0,191
2037	7.514.583,92	1.423.458,02	0,189
2038	7.935.400,62	1.488.862,63	0,188
2039	8.379.783,06	1.557.831,65	0,186
2040	8.849.050,91	1.630.532,55	0,184

Año	RTK Internacional (Miles)	Consumo anual de combustible (Toneladas)	Eficiencia (combustible consumido/RTK internacional)
2041	9.344.597,76	1.707.144,05	0,183
2042	9.867.895,23	1.787.856,39	0,181
2043	10.420.497,37	1.872.871,60	0,180
2044	11.004.045,22	1.962.403,86	0,178
2045	11.620.271,75	2.056.679,92	0,177
2046	12.271.006,97	2.155.939,62	0,176
2047	12.958.183,36	2.260.436,46	0,174
2048	13.683.841,63	2.370.438,15	0,173
2049	14.450.136,76	2.486.227,32	0,172
2050	15.259.344,42	2.608.102,18	0,171

Apéndice B

Proyecciones de consumo y ahorro de combustible con y sin medidas de mitigación relacionadas a la eficiencia energética.

Año	Consumo anual de combustible ANTES de la implementación de las medidas de mitigación (toneladas)	Consumo anual de combustible DESPUÉS de la implementación de las medidas de mitigación (toneladas)	Ahorro anual de combustible (toneladas)	Ahorro de combustible (%)
2024	844.574,81	830.644,83	13.929,98	1,65
2025	872.585,51	775.016,44	97.569,07	11,18
2026	903.486,67	805.608,59	97.878,08	10,83
2027	937.113,04	834.398,70	102.714,34	10,96
2028	973.381,54	869.179,52	104.202,03	10,71
2029	1.012.263,78	907.672,93	104.590,85	10,33
2030	1.053.769,96	948.764,05	105.005,91	9,96
2031	1.097.938,96	992.491,36	105.447,60	9,60
2032	1.144.832,08	1.038.915,54	105.916,53	9,25
2033	1.194.528,90	1.088.115,40	106.413,50	8,91
2034	1.247.124,63	1.140.185,18	106.939,46	8,57
2035	1.302.728,31	1.195.232,81	107.495,49	8,25
2036	1.361.461,59	1.253.378,76	108.082,83	7,94
2037	1.423.458,02	1.314.755,23	108.702,79	7,64
2038	1.488.862,63	1.379.505,79	109.356,84	7,34
2039	1.557.831,65	1.447.785,13	110.046,53	7,06

Año	Consumo anual de combustible ANTES de la implementación de las medidas de mitigación (toneladas)	Consumo anual de combustible DESPUÉS de la implementación de las medidas de mitigación (toneladas)	Ahorro anual de combustible (toneladas)	Ahorro de combustible (%)
2040	1.630.532,55	1.519.759,01	110.773,54	6,79
2041	1.707.144,05	1.595.604,39	111.539,65	6,53
2042	1.787.856,39	1.675.509,62	112.346,78	6,28
2043	1.872.871,60	1.759.674,68	113.196,93	6,04
2044	1.962.403,86	1.848.311,61	114.092,25	5,81
2045	2.056.679,92	1.941.644,91	115.035,01	5,59
2046	2.155.939,62	2.039.912,02	116.027,61	5,38
2047	2.260.436,46	2.143.363,89	117.072,58	5,18
2048	2.370.438,15	2.252.265,56	118.172,59	4,99
2049	2.486.227,32	2.366.896,83	119.330,48	4,80
2050	2.608.102,18	2.487.552,95	120.549,23	4,62

Apéndice C

Proyecciones de consumo y ahorro de emisiones con y sin medidas de mitigación relacionadas a la eficiencia energética y al uso de SAF.

Año	Emisiones anuales de CO2 ANTES de la implementación de las medidas de mitigación (toneladas)	Emisiones anuales de CO2 DESPUÉS de la implementación de las medidas de mitigación (toneladas)	Ahorro anual de CO2 (toneladas)	Ahorro de CO2 (%)
2024	2.668.856,40	2.624.837,66	44.018,74	1,65
2025	2.757.370,20	2.449.051,95	308.318,25	11,18
2026	2.855.017,86	2.545.723,14	309.294,73	10,83
2027	2.961.277,21	2.634.197,01	327.080,20	11,05
2028	3.075.885,68	2.742.602,66	333.283,02	10,84
2029	3.198.753,56	2.863.240,71	335.512,85	10,49
2030	3.329.913,08	2.990.585,76	339.327,32	10,19
2031	3.469.487,12	3.128.764,07	340.723,05	9,82
2032	3.617.669,36	3.275.464,48	342.204,88	9,46
2033	3.774.711,31	3.430.936,01	343.775,30	9,11
2034	3.940.913,84	3.595.476,51	345.437,33	8,77
2035	4.116.621,46	2.650.920,20	1.465.701,26	35,60
2036	4.302.218,62	2.834.661,39	1.467.557,23	34,11
2037	4.498.127,36	3.028.611,05	1.469.516,31	32,67
2038	4.704.805,91	3.233.222,81	1.471.583,10	31,28
2039	4.922.748,03	3.448.985,51	1.473.762,52	29,94

Año	Emisiones anuales de CO2 ANTES de la implementación de las medidas de mitigación (toneladas)	Emisiones anuales de CO2 DESPUÉS de la implementación de las medidas de mitigación (toneladas)	Ahorro anual de CO2 (toneladas)	Ahorro de CO2 (%)
2040	5.152.482,84	2.966.477,48	2.186.005,36	42,43
2041	5.394.575,18	3.206.148,90	2.188.426,28	40,57
2042	5.649.626,20	3.458.649,41	2.190.976,79	38,78
2043	5.918.274,27	3.724.611,00	2.193.663,27	37,07
2044	6.201.196,19	4.004.703,70	2.196.492,49	35,42
2045	6.499.108,54	3.589.691,44	2.909.417,10	44,77
2046	6.812.769,21	3.900.215,52	2.912.553,69	42,75
2047	7.142.979,22	4.227.123,42	2.915.855,80	40,82
2048	7.490.584,57	4.571.252,71	2.919.331,86	38,97
2049	7.856.478,32	4.933.487,53	2.922.990,79	37,20
2050	8.241.602,89	4.577.951,83	3.663.651,06	44,45

Glosario

ACA (Airport Carbon Accreditation)	Certificación internacional que reconoce los esfuerzos de los aeropuertos en la gestión y reducción de emisiones de carbono.
AMB	Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez, principal terminal aéreo de Chile, ubicado en Santiago.
APU (Auxiliary Power Unit)	Unidad de potencia auxiliar de las aeronaves, que suministra energía eléctrica y neumática cuando los motores principales están apagados.
A-RNP (Advanced Required Navigation Performance)	Especificación de navegación avanzada que permite operaciones de vuelo más seguras y eficientes mediante sistemas satelitales.
CAAF/3 (Third Conference on Aviation Alternative Fuels)	Conferencia internacional de la OACI dedicada a los combustibles sostenibles de aviación.
CAEP (Committee on Aviation Environmental Protection)	Comité de la OACI que desarrolla normas y políticas sobre ruido, emisiones y sostenibilidad de la aviación.
CCR (CORSIA Central Registry)	Registro central para la implementación del programa CORSIA.
CES (Certificación de Edificio Sustentable)	Norma chilena para construcción con criterios de eficiencia energética y sostenibilidad.
CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation).	Mecanismo de la OACI para compensar y reducir emisiones de CO ₂ de la aviación internacional.
ECLP (Estrategia Climática de Largo Plazo)	Instrumento que establece la ruta hacia la carbono-neutralidad e Chile.

ERNC (Energías Renovables No Convencionales)	Fuentes de energía distintas de los combustibles fósiles, caracterizadas por su bajo impacto ambiental y carácter sostenible.
GEI (Gases de Efecto Invernadero)	Gases responsables del calentamiento global y cambio climático. En la aviación, el más relevante es el CO ₂ , emitido por la combustión del queroseno de aviación.
HuellaChile	Sistema voluntario del Ministerio del Medio Ambiente de Chile para la gestión, certificación y reporte de emisiones de gases de efecto invernadero.
ILS (Instrument Landing System)	Sistema de aterrizaje por instrumentos que guía a las aeronaves en aproximaciones de baja visibilidad.
IS1 / IS3	Escenarios de descarbonización de la OACI, que varían entre conservadores (IS1) y optimistas (IS3).
ITMOs (Internationally Transferred Mitigation Outcomes)	Certificados de reducción o absorción de emisiones transferibles internacionalmente bajo el Art. 6 del Acuerdo de París.
LCAF CORSIA (Lower Carbon Aviation Fuels)	Un combustible de aviación de origen fósil que cumple con los Criterios de Sostenibilidad de CORSIA según el Anexo 16, Volumen IV.
LMCC	Ley Marco de Cambio Climático de Chile, que regula la acción climática y fija compromisos en línea con el Acuerdo de París.
LTAG (Long-Term Aspirational Goal)	Objetivo Ambicioso de Largo Plazo de la OACI que busca lograr cero emisiones netas de carbono en la aviación internacional para el año 2050.

MRV (Monitoring, Reporting and Verification)	Sistema de monitoreo, reporte y verificación de emisiones aplicado en CORSIA.
OACI (Organización de Aviación Civil Internacional)	Agencia especializada de las Naciones Unidas, creada en 1944 mediante el Convenio de Chicago, encargada de promover el desarrollo seguro, ordenado y sostenible de la aviación civil internacional.
PACM (Paris Agreement Crediting Mechanism)	Mecanismo de acreditación de reducción de emisiones establecido bajo el Artículo 6.4 del Acuerdo de París.
RNP (Required Navigation Performance)	Estándar de navegación aérea basada en satélites que permite rutas más directas y seguras.
RNP AR (Authorization Required)	Variante de RNP que requiere autorización especial para aproximaciones de alta precisión.
RPK (Revenue Passenger Kilometers)	Pasajeros-kilómetro transportados con fines comerciales. Métrica que mide la demanda de transporte aéreo de pasajeros (número de pasajeros pagos multiplicado por la distancia volada en kilómetros).
RTK (Revenue Tonne Kilometers)	Toneladas-kilómetro transportadas con fines comerciales. Métrica que mide la demanda de transporte aéreo de carga y pasajeros (peso total transportado en toneladas multiplicado por la distancia volada en kilómetros).
SAF (Sustainable Aviation Fuels)	Un combustible de aviación renovable o derivado de residuos que cumple con los Criterios de Sostenibilidad de CORSIA según el Anexo 16, Volumen IV.
SEP (Stakeholder Engagement Plan)	<i>Plan de Participación de Partes Interesadas.</i> documento formal que describe cómo un proyecto o empresa se comunicará y se relacionará con las personas y grupos que tienen interés o que podrían ser afectados por su proyecto
UCO (Used Cooking Oil)	Aceite de cocina usado, considerado materia prima para producir combustibles de aviación sostenible mediante el proceso de coprocesado.