

PLAN DE ACCIÓN DE CHILE

para Reducir las Emisiones
de Gases de Efecto Invernadero
Provenientes de la Aviación
Civil Internacional



PLAN DE ACCIÓN DE CHILE

para Reducir las Emisiones
de Gases de Efecto Invernadero
Provenientes de la Aviación
Civil Internacional

INFORMACIÓN DE CONTACTO

Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC)

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

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1. PRESENTACIÓN | 4 |
| 2. ANTECEDENTES GENERALES DEL SECTOR AEREO CHILENO | 5 |
| 2.1. Marco Normativo de la Aviación Comercial | 5 |
| 2.2. Política Aérea de Cielos Abiertos | 5 |
| 2.3. Sistema Aeronáutico Nacional | 5 |
| 2.4. Entidades Estatales | 6 |
| 2.5. Infraestructura Aeronáutica | 6 |
| 2.6. Red Aeroportuaria nacional | 7 |
| 2.7. Usuarios del Sistema | 7 |
| 3. ALCANCE DEL PLAN | 8 |
| 4. LA AVIACION COMERCIAL CHILENA | 9 |
| 5. CHILE FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO | 13 |
| 5.1. Tendencias de las emisiones y absorciones de GEI agregadas de Chile | 16 |
| 5.2. Tendencias de las emisiones por GEI | 17 |
| 6. EMISIONES Y AVIACION CIVIL INTERNACIONAL | 21 |
| 7. GESTION DE LAS EMISIONES EN EL SECTOR AÉREO | 23 |
| 7.1. Medidas en el diseño y construcción de aeropuertos | 23 |
| 7.2. Gestión en el Ámbito Aeroportuario | 24 |
| 7.3. Medidas Operacionales en el Ámbito de la Navegación Aérea | 27 |
| 7.4. Investigación y Desarrollo (I+D). | 29 |
| 7.5. Medidas Económicas | 32 |
| 7.6. Programa Vuelo Limpio. | 33 |
| 7.7. Contribución de los Operadores Aéreos. | 34 |
| 7.7.1. JetSmart Airlines | 34 |
| 7.7.2. LATAM Airlines Group | 36 |
| 7.7.3. Sky Airline | 38 |

1. PRESENTACIÓN

Chile se encuentra ubicado al Sudoeste del continente americano, país caracterizado por ser una larga y angosta franja de tierra. Tiene como límite natural al Sur, el Cabo de Hornos; al Norte, el desierto de Atacama; al Oriente, la Cordillera de los Andes; y al Occidente, el Océano Pacífico. Considerando su territorio continental e insular tiene una superficie de 756.096 km²; el que al agregar la superficie del territorio chileno antártico se eleva a 2.006.096 km². Del total de 6.418 km de frontera terrestre¹, comparte 168 km con Perú, 850 km con Bolivia, y 5.400 km con Argentina².

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 de Chile 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 conlleva 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% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)³, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), sus Estados miembros y la industria están cada vez más conscientes del aporte que deben realizar para disminuir dichas externalidades negativas y alcanzar las metas globales relativas al cambio climático.

Chile considera que el trabajo mancomunado realizado en torno a la mitigación y adaptación, tanto local 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 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.

1 Las cifras referentes a la extensión de la frontera terrestre de Chile no incluyen el Territorio Chileno Antártico, ni los límites marítimos con Perú y Argentina.

2 Libro de la Defensa Nacional de Chile, año 2017.

3 IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

2. ANTECEDENTES GENERALES DEL SECTOR AEREO CHILENO

2.1. Marco Normativo de la Aviación Comercial

En general, la normativa aplicable a la aviación comercial chilena se encuentra en el Decreto con Fuerza de Ley N° 241⁴ de 1960, el Código Aeronáutico, el Decreto Ley N° 2.564 de 1979 de Aviación Comercial, los acuerdos multilaterales y bilaterales que el país ha suscrito, y en los usos y costumbres de la actividad aeronáutica.

Todos estos instrumentos son parte del Derecho Aeronáutico Chileno.

2.2. Política Aérea de Cielos Abiertos

Chile ha sustentado por más de cuatro décadas una política aérea de cielos abiertos. Esta política está plasmada en el citado 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 de este tipo consiste en favorecer la competencia entre las empresas aéreas de la región 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 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.
- Liberalización de propiedad y control para la constitución de una línea aérea nacional o para la instalación de una empresa aérea extranjera en Chile.

2.3. 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.

4 Disponible en <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5162>

2.4. 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 Planeamiento⁵).

2.5. 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 comunicaciones.

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 16 en total, 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 13 en total, proporcionan servicios de Navegación Aérea, y en alguno de ellos, Servicios Aeroportuarios, cuando el tipo de tráfico lo amerite.

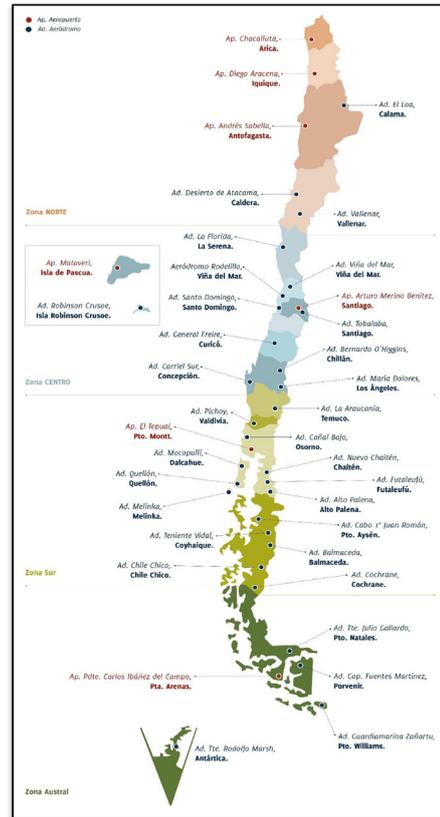
Por último, la Red Aeroportuaria incluye pequeños aeródromos que suman 333; los que están distribuidos a lo largo de todo el país, y tienen por objetivo mejorar la conectividad de la población ubicada en zonas apartadas de los grandes centros urbanos. Además, esta red contribuye al desarrollo de nuevas actividades productivas.

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.

2.6. Red Aeroportuaria nacional

2.7. 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-comercial⁶, la aviación militar, los pasajeros, los operadores de carga, los centros de mantenimiento aeronáutico y los concesionarios de infraestructura.



Fuente: DGAC

3. ALCANCE DEL PLAN

Este Plan de Acción tiene como alcance los vuelos internacionales que realizan los operadores chilenos desde el territorio chileno hacia otros países. En consecuencia, el Plan solamente considera emisiones fruto del transporte internacional, excluyendo las nacionales.

6 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."

4. LA AVIACION COMERCIAL CHILENA

La actividad aeronáutica comercial ha sido, y continúa siendo, importante en el desarrollo de nuestro país. En los años recientes, ha mostrado un crecimiento significativo hasta el 2019, como lo indica la siguiente tabla.

Tabla N° 1: Población, pasajeros aéreos y la relación pasajeros-población (1990-2020)

| Período | Población | Pasajeros Totales | Índice** |
|--------------|------------|-------------------|-------------|
| 1990 - 1999* | 14.235.259 | 4.095.036 | 0,29 |
| 2000 - 2009* | 16.106.233 | 7.478.594 | 0,46 |
| 2010 | 17.063.927 | 11.064.487 | 0,65 |
| 2011 | 17.254.159 | 12.989.318 | 0,75 |
| 2012 | 17.443.491 | 15.233.980 | 0,87 |
| 2013 | 17.611.902 | 16.476.447 | 0,94 |
| 2014 | 17.787.617 | 17.241.299 | 0,97 |
| 2015 | 17.971.423 | 18.153.542 | 1,01 |
| 2016 | 18.167.147 | 20.088.333 | 1,11 |
| 2017 | 18.419.192 | 22.316.092 | 1,21 |
| 2018 | 18.751.405 | 24.541.998 | 1,31 |
| 2019 | 19.107.216 | 26.086.612 | 1,37 |
| 2020 | 19.458.310 | 9.404.620 | 0,48 |

* Cifras promedio.

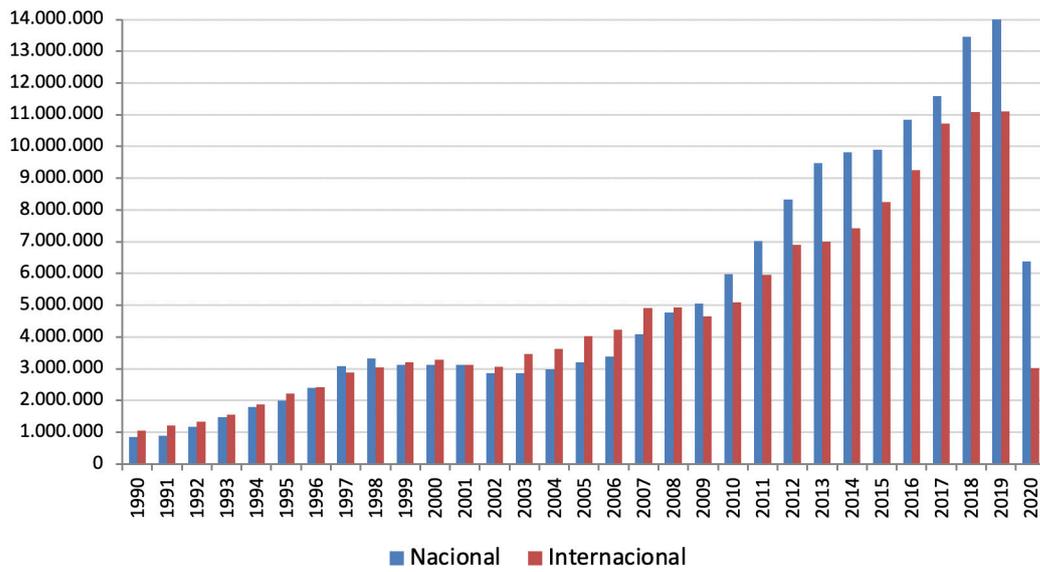
** Índice corresponde a la relación pasajeros/población.

Fuentes: Estadísticas de población del Instituto Nacional de Estadística, descargadas de la base de datos del Banco Central de Chile. Estadísticas de pasajeros obtenidas de la Junta Aeronáutica Civil.

Es importante observar como el índice pasajero-población, se mueve de un 0,29 en la década de 1990, a un 0,46 en la década del 2000 y a un 1,37 en el 2019, año previo a la pandemia.

El desarrollo del cabotaje es el que le ha dado mayor impulso a la actividad aeronáutica en Chile. Es así como, a partir del año 2009, el número de pasajeros transportados en rutas nacionales supera a las rutas internacionales. Se proyecta que esta tendencia se mantenga en el tiempo.

Grafico N° 1: Evolución número de pasajeros transportados en Chile, 1990 - 2020



Fuente: Estadísticas JAC.

El desglose de tráfico nacional durante el año 2019 por operador se presenta en la siguiente tabla:

Tabla N° 2: Tráfico nacional total por operadores 2019

| OPERADORES | Pasajeros - Kilómetros transportados (en miles) | Toneladas Carga - Kilómetros transportados (en miles) |
|----------------------|---|---|
| AEROVIAS D.A.P. | 71.448 | 0 |
| SKY AIRLINE | 4.010.757 | 9.106.325 |
| ONE SPA | 57.247 | 0 |
| LATAM AIRLINES GROUP | 5.541.918 | 43.822.878 |
| LATAM AIRLINES CHILE | 4.864.403 | 15.807.309 |
| LATAM CARGO | 0 | 173.216 |
| JETSMART SPA | 2.377.688 | 0 |
| Total general | 16.923.461 | 68.909.727 |

Fuente: Estadísticas JAC.

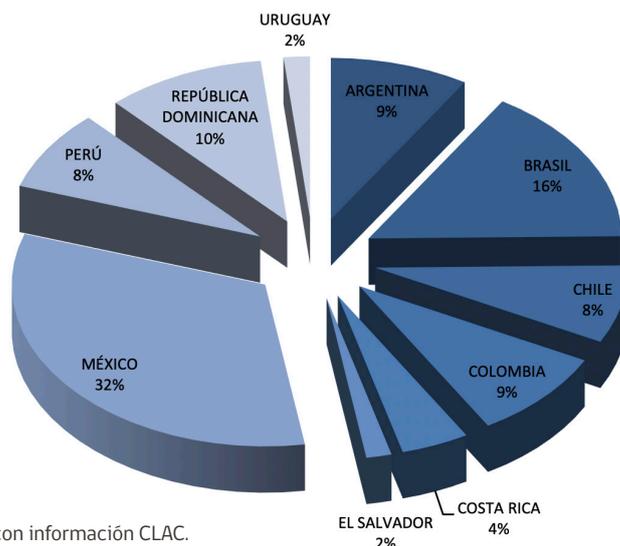
Tabla N° 3. Tráfico internacional con relación a Chile por operadores nacionales 2019

| OPERADORES | Pasajeros - Kilómetros transportados (en miles) | Toneladas Carga - Kilómetros transportados (en miles) |
|----------------------|---|---|
| AEROVIAS D.A.P. | 1.430 | 0 |
| JETSMART SPA | 616.040 | 0 |
| LATAM AIRLINES CHILE | 3.215 | 0 |
| LATAM AIRLINES GROUP | 18.801.875 | 739.593.799 |
| LATAM CARGO | 0 | 217.039.458 |
| ONE SPA | 1.794 | 0 |
| SKY AIRLINE | 1.529.608 | 1.216.280 |
| Total general | 20.953.962 | 957.849.537 |

Fuente: Estadísticas JAC.

En el contexto latinoamericano, durante el año 2017⁷, se transportaron más de 135,6 millones de pasajeros en vuelos internacionales, según informa la Comisión Latinoamericana de Aviación Civil (CLAC)⁸. Los pasajeros se originaron, principalmente, en México (22,1 millones), Brasil (10,8 millones) y República Dominicana (7 millones). Con menor participación se encuentra Colombia (6,1 millones), Argentina (6 millones), Perú (5,4 millones), Chile (5,2 millones) y Costa Rica (2,9 millones). Chile participa con el 7,8% del total de pasajeros.

Gráfico N° 2: Participación de los pasajeros internacionales según país de origen, año 2017 (%).



Fuente: Elaboración JAC con información CLAC.

⁷ Información obtenida del sitio oficial de la Comisión latinoamericana de Aviación (CLAC-LACAC), <https://clac-lacac.org/>. A la fecha de la publicación de este documento la información disponible llega al año 2017.

⁸ Las estadísticas publicadas por la CLAC corresponden a pasajeros embarcados en vuelos internacionales con origen o destino en alguna ciudad de un tercer país.

Por otra parte, la información disponible en el Registro Nacional de Aeronaves, al 31 de julio de 2021 revela que aproximadamente un tercio de las aeronaves inscritas en Chile tienen un uso comercial, tal como lo demuestra el siguiente cuadro:

Tabla N° 4: Aeronaves Inscritas Registro Nacional de Aeronaves al 31 de julio de 2021

| | |
|---------------------|------|
| Uso comercial | 672 |
| Uso privado | 1247 |
| Aeronaves de Estado | 5 |
| Total | 1924 |

Fuente: DGAC

De las aeronaves de Uso Comercial, a continuación se indican los explotadores que realizan transporte de pasajeros, de carga y el número de aeronaves que operan:

| | |
|-----------------------|------------------|
| GRUPO LATAM | 151 ⁹ |
| SKY AIRLINE S.A. | 21 |
| JETSMART AIRLINES SpA | 14 |
| AEROVÍAS D.A.P. | 20 |
| ONE AIRLINES SpA | 2 |

⁹ Grupo LATAM comprende 145 aeronaves operadas por LATAM Airlines Group S.A. y sus operadores regionales (Colombia, Perú, Ecuador y Brasil), 5 aeronaves operadas por Transporte Aéreo S.A. y 1 aeronave operada por Lan Cargo S.A.

5. CHILE FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO.

El cambio climático –en lo referente a la influencia antropogénica en los sistemas climáticos– se ha convertido en un desafío de alcance multilateral. Existe consenso científico en que este fenómeno es un hecho inequívoco, causado por la acción del hombre, detonada a través de sus excesivas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de otros forzantes climáticos de vida corta.

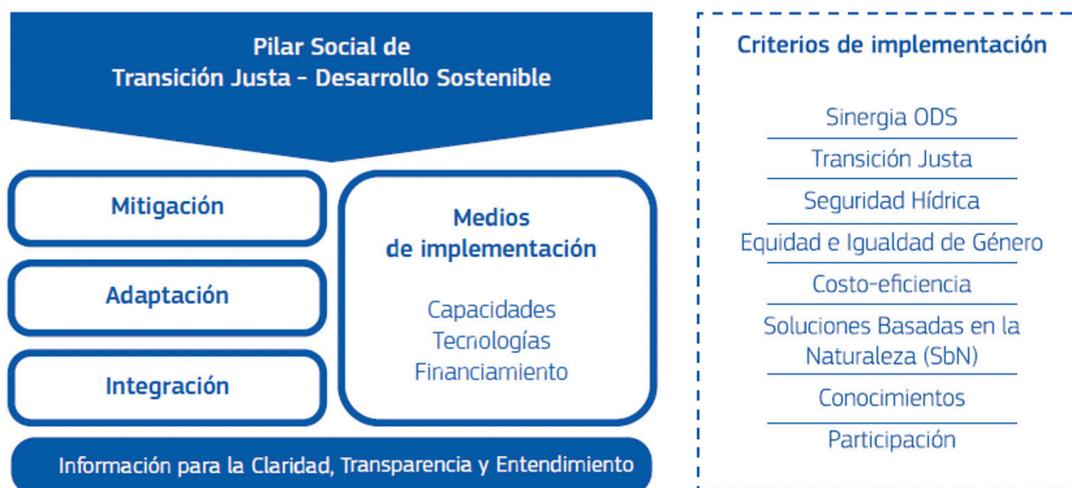
El Acuerdo de París de 2015 es el primero a nivel global donde todos los países asumen compromisos de acción climática, independiente de su nivel de desarrollo o emisiones. Su objetivo central es fortalecer la respuesta global a la amenaza del cambio climático, para lo cual propone un límite de aumento de la temperatura global menor de 2 °C hacia finales de siglo con, respecto a los niveles preindustriales, y aumentar el esfuerzo para mantenerla incluso debajo de los 1,5 °C. En virtud de esto, se requerirán fuertes reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que supondrá un importante desafío tecnológico, económico, institucional y de comportamiento, involucrando a toda la humanidad.

En este contexto, Chile presentó su Contribución Determinada a Nivel Nacional Tentativa (INDC) en septiembre del 2015 ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático; y en febrero de 2017 el Congreso de Chile ratificó el Acuerdo de París.

En 2020, tal como fue comprometido, Chile actualizó su NDC, convirtiéndose en el primer país de América Latina en cumplir con el primer ciclo de renovación de los compromisos climáticos nacionales en el marco del Acuerdo de París. La actual NDC de Chile se caracteriza por la renovada meta de mitigación, donde destaca el cambio del indicador, pasando de intensidad carbónica por unidad de PIB (2015) a una meta absoluta incondicional expresada a través de un presupuesto de carbono de 1.100 MtCO₂eq para el período 2020–2030, el establecimiento de un peak para las emisiones en el 2025, un presupuesto de 95 MtCO₂eq en 2030, así como también por la introducción de una meta específica de reducción para el carbono negro. Esta meta considera todos los sectores de la economía que generan emisiones.

La actualización de la NDC de Chile considera un Pilar Social de Transición Justa y Desarrollo Sostenible como componente estructurante en los compromisos del país para enfrentar el cambio climático y dar cumplimiento a lo establecido en el Acuerdo de París y la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Sobre estos elementos estructurantes, la NDC tiene los siguientes componentes: mitigación; adaptación; integración; y medios de implementación (desarrollo de capacidades, transferencia tecnológica y financiamiento). Cada uno cuenta con metas específicas.

Cabe destacar que los compromisos de integración son compromisos que tienen impactos tanto en Mitigación y Adaptación de manera simultánea.



“M1”:

Chile se compromete a un presupuesto de emisiones de GEI que no superará las 1.100 MtCO₂eq, entre el 2020 y 2030, con un máximo de emisiones (peak) de GEI al 2025, y a alcanzar un nivel de emisiones de GEI de 95 MtCO₂eq al 2030.

“M2”:

Una reducción de al menos un 25% de las emisiones totales de carbono negro al 2030, con respecto al 2016. Este compromiso se implementará principalmente a través de las políticas nacionales asociadas a calidad del aire. Además, será monitoreado a través de un trabajo permanente y periódico en la mejora de la información del inventario de carbono negro.

Por otra parte, los compromisos de adaptación son los siguientes:

“I1”:

Desarrollar, en 2020, una Hoja de Ruta de Economía Circular 2020 a 2040, consensuada a nivel nacional, que tendrá por objetivo la transición hacia una economía circular con medidas de corto, mediano y largo plazo con miras al 2040.

“I2”:

Desarrollar, en 2020, una Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos, orientada a aumentar la valorización de este tipo de residuos generados a nivel municipal, reincorporando los nutrientes, material orgánico o sustratos contenidos en ellos al proceso productivo, contribuyendo de esta forma tanto a la adaptación como a la mitigación del cambio climático.

“I3”:

Generar e implementar, al 2022, métricas e indicadores de circularidad, para monitorear los avances del país en materia de economía circular e identificar su contribución a la mitigación y adaptación del cambio climático.

“I4”:

Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos,

representando capturas de GEI en alrededor de 0,9 a 1,2 MtCO₂eq anuales, al año 2030.

“15”:

Chile se compromete a forestar 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal y/o en áreas prioritarias de conservación, que representarán capturas de entre 3,0 a 3,4 MtCO₂eq anuales al 2030.

“16”:

Reducir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo en un 25% al 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2013.

“17”:

Al 2025, se habrán identificado las áreas de turberas, así como otros tipos de humedales, a través de un inventario nacional.

“18”:

Al 2030, se habrán desarrollado métricas estandarizadas para la evaluación de la capacidad de adaptación o mitigación al cambio climático de humedales, especialmente turberas, implementando acciones para potenciar estos co-beneficios, en cinco sitios pilotos en áreas protegidas públicas o privadas del país.

Por otro lado, tal y como dice el Acuerdo de París, en su Artículo 4.19, se anima a todas las Partes a formular y comunicar sus estrategias a largo plazo para un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero tomando en cuenta los objetivos del Acuerdo (Artículo 2), considerando sus responsabilidades comunes pero diferenciadas. En ese sentido, Chile planea publicar próximamente su Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP)¹⁰.

La ECLP es el instrumento que define los lineamientos generales de largo plazo que seguirá el país de manera transversal e integrada, considerando un horizonte a 30 años, para hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático; transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, hasta alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de los mismos; reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático; y, dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos por el Estado de Chile en la materia.

Dentro de sus contenidos más relevantes se destacan la definición de un presupuesto nacional de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030 y 2050, de las metas sectoriales de mitigación (presupuestos de emisión para cada uno de los sectores) y de los indicadores y metas de adaptación tal como establece el proyecto de ley, los que deben cumplirse en un plazo de 10 años. Adicionalmente, contiene lineamientos en materia de adaptación al cambio climático, así como de evaluación de riesgos, considerando la vulnerabilidad de cada sector específico.

¹⁰ Antecedentes sobre la Estrategia Climática de Largo Plazo 2050 de Chile se encuentran disponibles en el siguiente sitio web del Ministerio del Medio Ambiente.

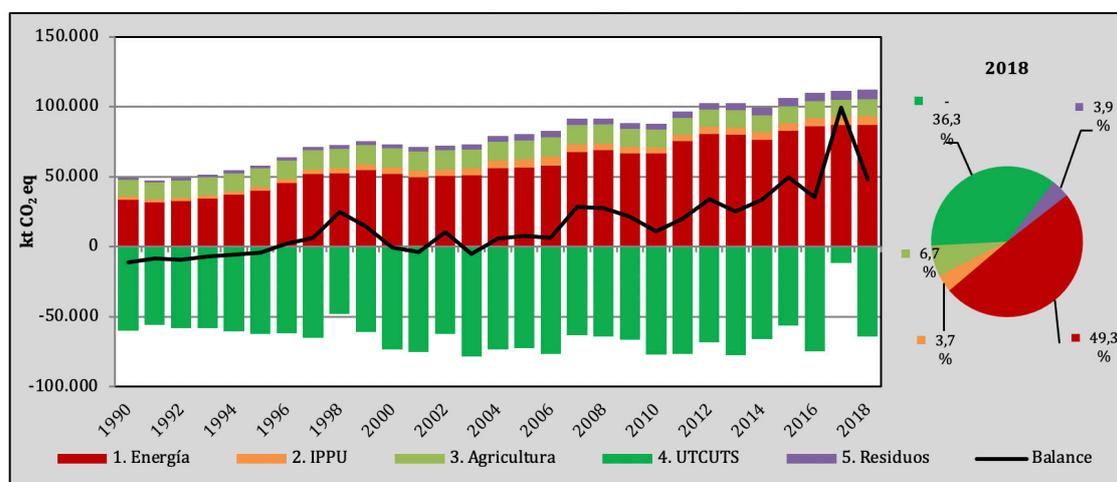
<https://cambioclimatico.mma.gob.cl/estrategia-climatica-de-largo-plazo-2050/descripcion-del-instrumento/>

5.1. Tendencias de las emisiones y absorciones de GEI agregadas de Chile

El promedio mundial de emisiones de CO₂ por persona es de 4,5 toneladas¹¹, y según los cálculos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, en Chile también es de 4,5/tCO₂/pp para 2018, pero está muy por debajo del promedio de los países de la OCDE, que es de 8,8 tCO₂/pp¹².

En 2018, el balance de GEI de Chile contabilizó 48.321 kt CO₂ eq, incrementándose en un 36 % desde 2016. Los principales causantes de la tendencia del balance de GEI (Gráfico) son las emisiones de CO₂ generadas por la quema de combustibles fósiles (contabilizadas en el sector Energía) y las absorciones de CO₂ de las tierras forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS); los valores observados que escapan de la tendencia del balance de GEI (especialmente en 1998, 2002, 2007, 2012, 2015 y especialmente 2017) son consecuencias, principalmente, de las emisiones de GEI generadas por los incendios forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS) y cambios en la participación de los principales energéticos consumidos en el país (diésel, gasolina, gas natural y carbón). Respecto a la participación en 2018 de cada sector en el balance de GEI en términos absolutos¹⁴ (Gráfico), el sector Energía representó un 49 %, seguido del sector UTCUTS (-36 %), del sector Agricultura (7 %), del sector Residuos (4 %), y por último del sector IPPU (4 %).

Gráfico N° 3: Balance de GEI en términos absolutos, serie 1990-2018



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

11 Emisiones de CO₂ (toneladas métricas per cápita) | Data (bancomundial.org), considera solo quema de combustible y producción de cemento. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>

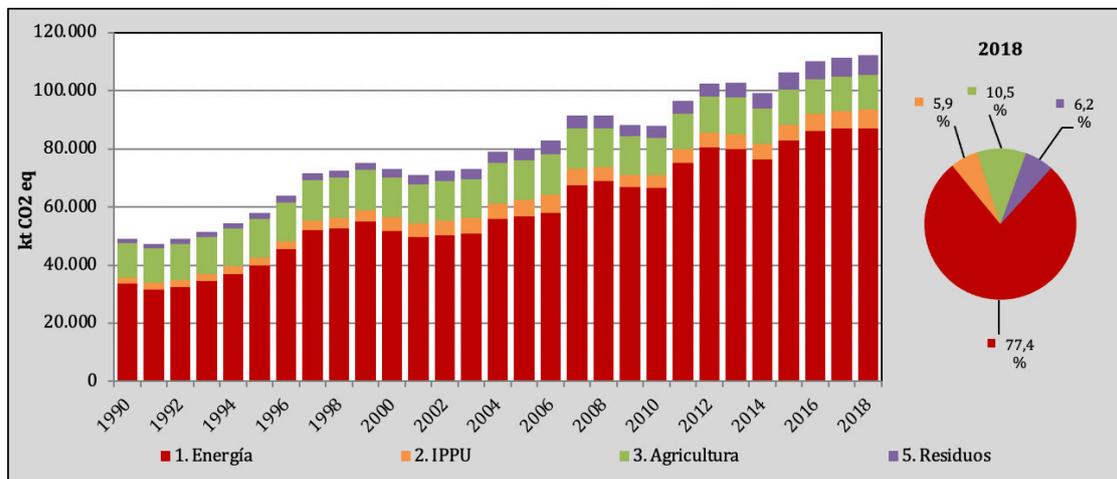
12 Emisiones de CO₂ (toneladas métricas per cápita) | Data (bancomundial.org), considera solo quema de combustible y producción de cemento. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>

13 El término «balance de GEI» o «emisiones netas» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq). Este término incluye al sector UTCUTS en su totalidad.

14 En este texto, el término «absoluto» refiere a la magnitud del valor. Su finalidad es comparar las magnitudes entre emisiones y absorciones de GEI. En este sentido, los valores que correspondan a absorciones se acompañarán de un signo negativo para representar su calidad de sumidero.

Respecto a la participación de cada sector en las emisiones de GEI totales (Gráfico 4), el sector Energía representó un 77 %, seguido del sector Agricultura (11 %), del sector Residuos (6 %), y finalmente del sector IPPU (6 %). Esto muestra que, tanto en el balance de GEI como en las emisiones totales, el sector Energía es el de mayor relevancia.

Gráfico N° 4: Participación de sectores en emisiones GEI totales



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

5.2. Tendencias de las emisiones por GEI

La tendencia de las emisiones y absorciones del país por cada GEI varía según se incluyan o no las fuentes y los sumideros del sector UTCUTS, ya que su inclusión genera un balance entre emisiones y absorciones de GEI, especialmente del CO₂ (Tabla 5).

Tabla N° 5: Emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por gas, serie 1990–2018

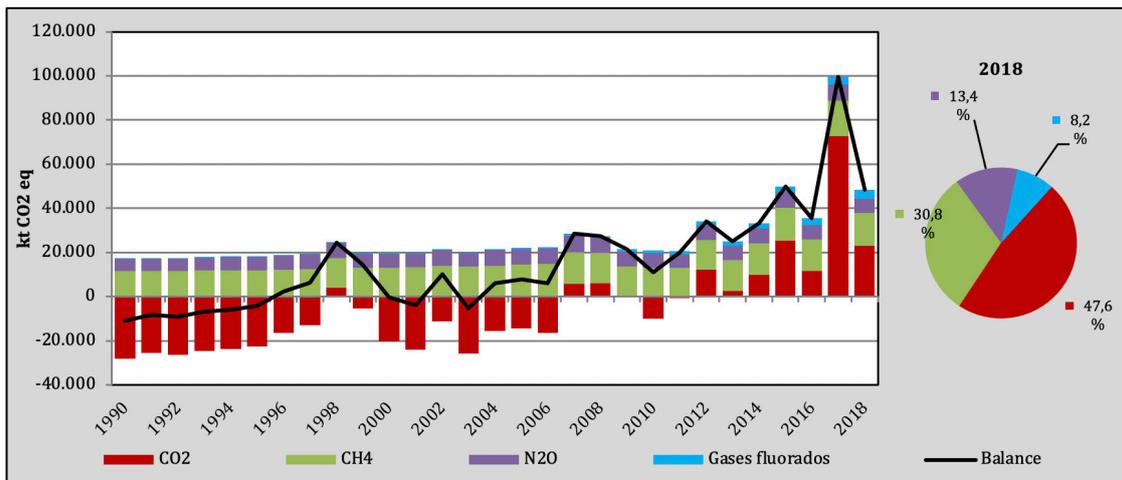
| | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2018 | | | |
|--------------------------------------|------|----------|------|----------|------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| CO₂ (incl. UTCUTS) | - | 28.127,6 | - | 20.137,9 | - | 10.085,0 | 2.637,3 | 11.599,7 | 72.684,4 | 23.007,1 |
| CO₂ (excl. UTCUTS) | | 32.252,8 | | 53.317,9 | | 67.152,5 | 80.260,6 | 86.507,2 | 87.003,0 | 87.191,7 |
| CH₄ (incl. UTCUTS) | | 11.664,5 | | 13.089,0 | | 13.111,2 | 13.879,6 | 14.340,8 | 15.947,8 | 14.874,6 |
| CH₄ (excl. UTCUTS) | | 11.527,6 | | 13.034,0 | | 12.948,5 | 13.842,6 | 14.214,8 | 14.376,9 | 14.758,9 |
| N₂O (incl. UTCUTS) | | 5.502,7 | | 6.497,8 | | 6.605,3 | 6.464,8 | 6.451,7 | 7.480,0 | 6.496,9 |
| N₂O (excl. UTCUTS) | | 5.412,0 | | 6.461,2 | | 6.497,0 | 6.440,0 | 6.368,0 | 6.442,6 | 6.419,9 |
| Gases fluorados | | 17,2 | | 188,2 | | 1.344,1 | 2.135,2 | 3.066,0 | 3.393,1 | 3.942,0 |
| HFC | | 0,0 | | 144,4 | | 1.245,6 | 2.057,7 | 2.978,2 | 3.285,9 | 3.829,8 |
| PFC | | NO | | NO | | 0,2 | 0,2 | 1,0 | 0,9 | 0,8 |
| SF ₆ | | 17,1 | | 43,8 | | 98,3 | 77,3 | 86,8 | 106,4 | 111,4 |
| Balance | - | 10.943,1 | - | 362,9 | | 10.975,6 | 25.116,9 | 35.458,2 | 99.505,3 | 48.320,7 |
| Total | | 49.209,5 | | 73.001,4 | | 87.942,1 | 102.678,4 | 110.156,0 | 111.215,6 | 112.312,6 |

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

En 2018, el balance de GEI¹³ de Chile estuvo dominado por el CO₂, representando un 48 %, seguido del CH₄ con un 31 %, del N₂O con un 13 % y los gases fluorados que contabilizaron colectivamente el 8 % restante (Gráfico 5). Es evidente que el CO₂ es el GEI que mueve la tendencia, como demuestran los picos (años 1998, 2002, 2007, 2012, 2015 y 2017) y los valles (2002, 2004 y 2010) de la serie. Llama la atención como el balance del CO₂ es favorable a la absorción para los primeros años de la serie (1990–1997) y para parte del periodo entre 2000 y 2002. Esto se debe a la absorción de las tierras forestales (en bosque nativo y plantaciones forestales) y al mayor uso de gas natural para la generación eléctrica en comparación con otros combustibles fósiles, como el carbón en particular, cuya emisión por unidad energética (kg CO₂/TJ) es mayor.

13 El término «balance de GEI» o «emisiones netas» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq). Este término incluye al sector UTCUTS en su totalidad.

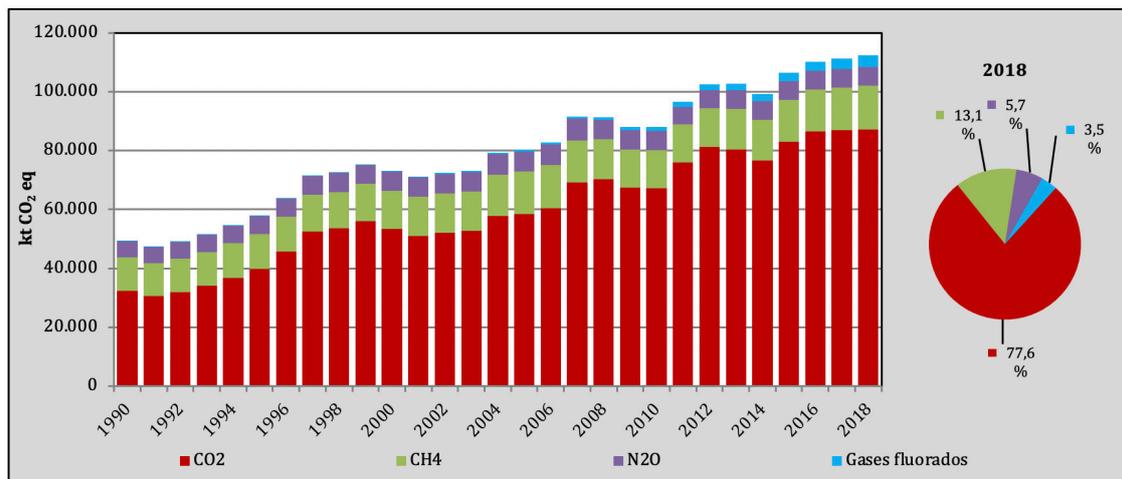
Gráfico N° 5: Balance de GEI (kt CO₂ eq) por gas, serie 1990–2018.



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del Ministerio del Medio Ambiente.

En 2018, las emisiones de GEI totales estuvieron dominadas por el CO₂, representando un 78 %, seguido del CH₄ con un 13 %, del N₂O con un 6 % y de los gases fluorados que contabilizan colectivamente un 3 % (Gráfico 6).

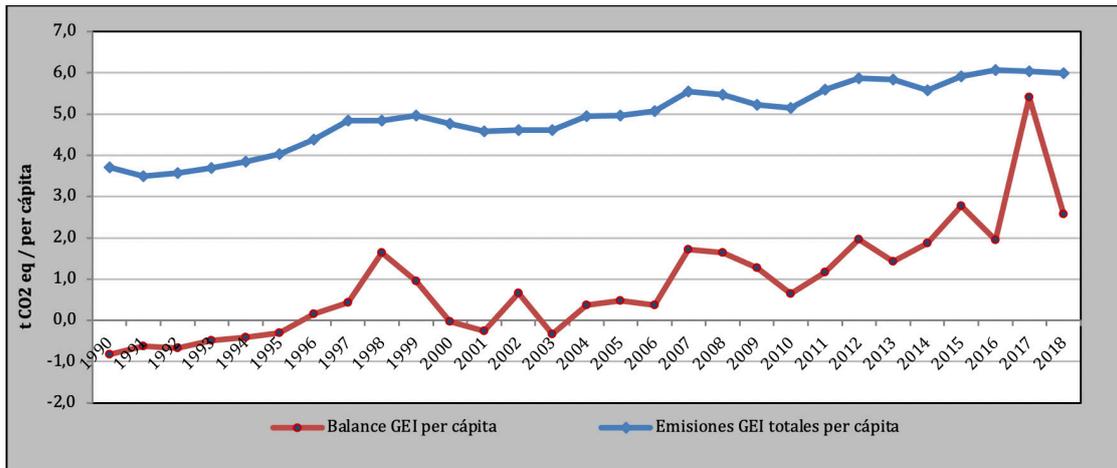
Gráfico N° 6. Emisiones de GEI total (kt CO₂ eq) por gas, serie 1990–2018



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del Ministerio del Medio Ambiente.

En 2018, el indicador balance de GEI per cápita fue de 2,6 t CO₂ eq per cápita, incrementándose en un 413 % desde 1990 y en un 32 % desde 2016. La variación interanual observada, con máximas en 1998 y 2017, se debe principalmente a la influencia de los incendios forestales en el balance de GEI del país. Por otro lado, el indicador emisiones de GEI totales per cápita (excluyendo el sector UTCUTS) fue de 6,0 t CO₂ eq per cápita, incrementándose en un 62 % desde 1990, y disminuyendo en un 1 % desde 2016; la tendencia se ve influenciada por las emisiones del sector Energía que domina las emisiones de GEI totales del país (Gráfico 7).

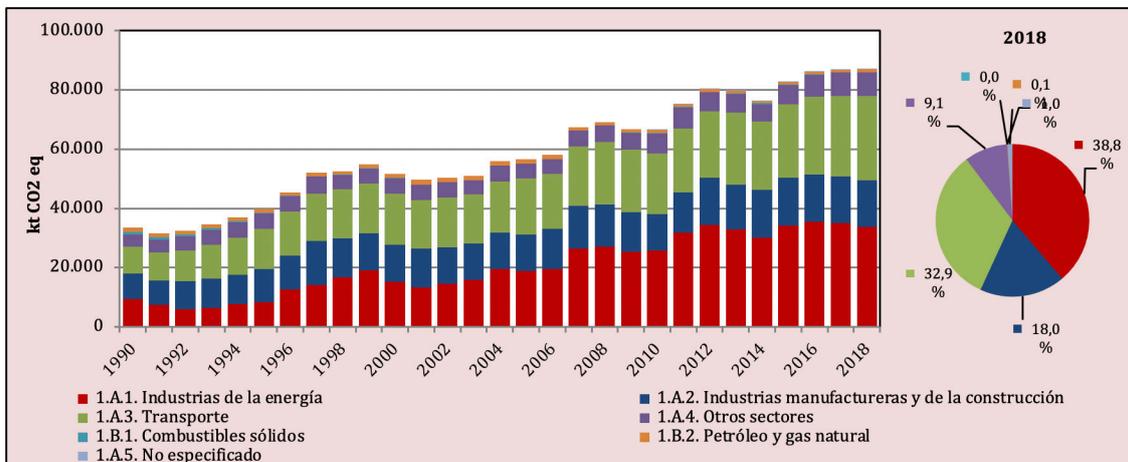
Gráfico N° 7: Balance de GEI per cápita y emisiones de GEI totales per cápita (t CO₂ eq per cápita), serie 1990–2018



Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

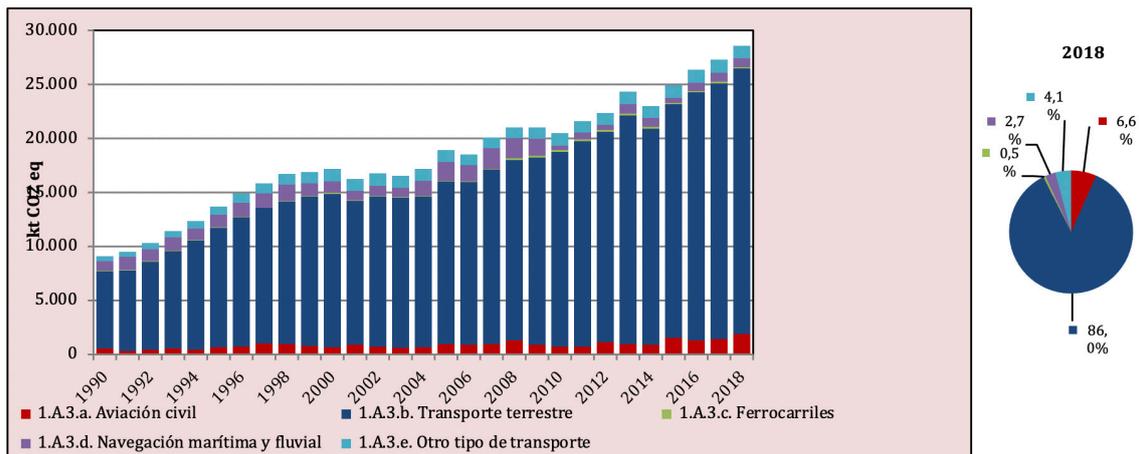
Al desglosar el sector energético, se puede observar que la categoría transporte corresponde a un 33% del total de las emisiones; lo que equivale a 28.615 ktCO₂eq. Si este se subdivide en los distintos tipos de transportes, se observa que el sector aéreo nacional llega al 6,6% lo que equivale a un total de 1.902 ktCO₂eq.; tal como se observa en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 8: Emisiones de GEI totales (kt CO₂eq) por sector, serie 1990–2018



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del Ministerio del Medio Ambiente

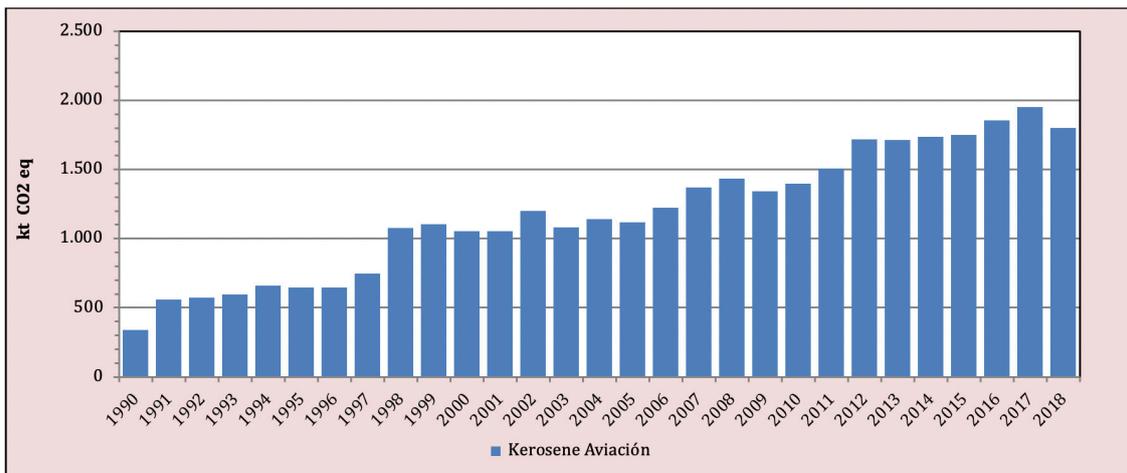
Gráfico N° 9: Emisiones de GEI totales (kt CO₂eq) por tipo de transporte, serie 1990–2018



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del Ministerio del Medio Ambiente.

En conformidad con los requerimientos de la CMNUCC y de las Directrices del IPCC de 2006, las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible fósil en el transporte internacional aéreo fueron cuantificadas, pero no incluidas en el balance de emisiones y absorciones de GEI del país, reportándose por separado como partidas informativas. Para el 2018 estas emisiones se estimaron en 1.7899 ktCO₂eq¹⁵.

Gráfico N° 10: Aviación internacional: emisiones de GEI (kt CO₂ eq) por combustible, serie 1990–2018

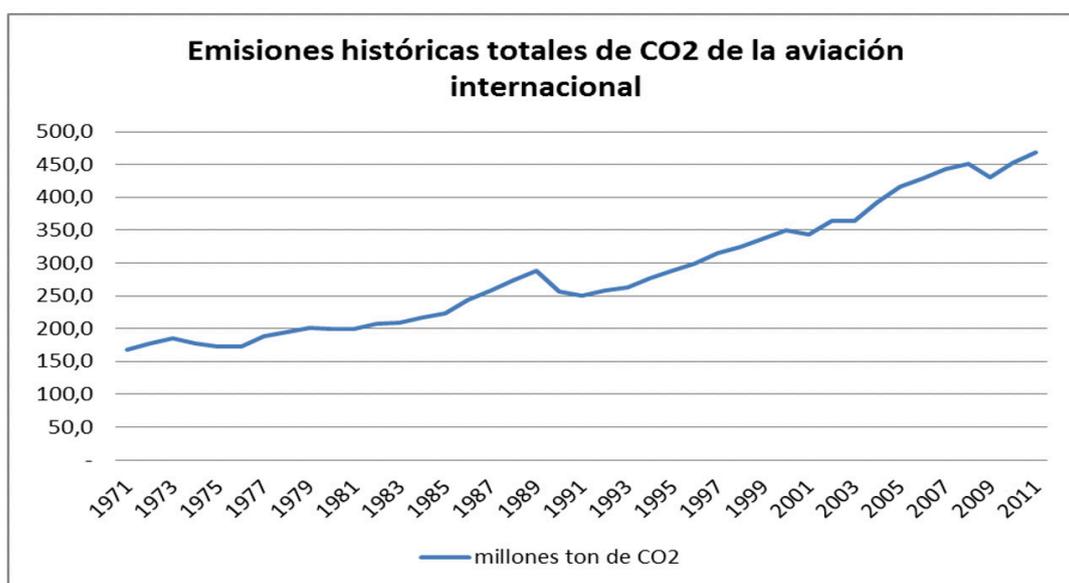


15 Corresponden a las emisiones provenientes de la quema de kerosene de aviación consumido por Bunker aéreo de acuerdo a información de aduanas. Mayor detalle sobre la estimación se puede encontrar en el Informe del Inventario nacional de GEI https://snichile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/Informe_del_Inventario_Nacional_de_GEI_serie_1990-2018.pdf

6. EMISIONES Y AVIACION CIVIL INTERNACIONAL

A nivel mundial la industria de la aviación contribuye con un 2% de las emisiones de gases de efecto invernadero, de los cuales más de la mitad corresponden a la aviación internacional¹⁶. En el gráfico siguiente se puede observar la evolución histórica de las emisiones globales totales de la aviación internacional, la cual evidencia un importante incremento cuatro últimas décadas.

Gráfico N° 11: Emisiones globales históricas totales de CO2 de la Aviación Internacional.



Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

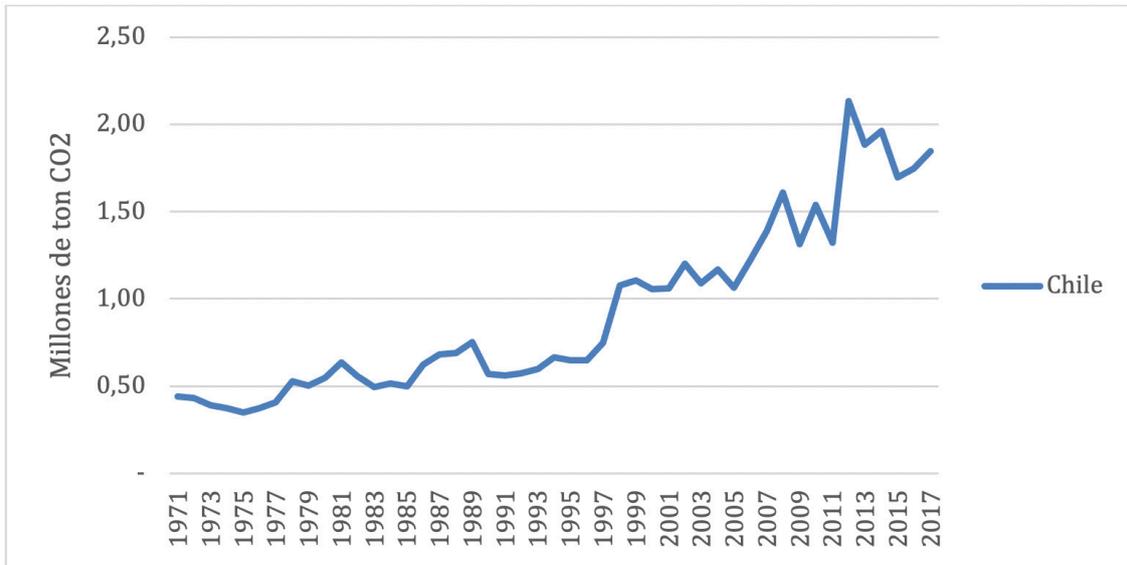
En este contexto, la aviación chilena contribuye nivel internacional aproximadamente un 0,3%¹⁷ de las emisiones mundiales totales de GEI provenientes del transporte aéreo en el año 2017, porcentaje que no ha sufrido variaciones importantes y que se ha mantenido estable en los últimos años¹⁸.

16 IPCC, op cit. en 3.

17 Estadísticas de la Agencia Internacional de Energía, año 2010.

18 Ibid.

Gráfico N° 12: Emisiones Totales de CO2 Chile 1990–2017.



En relación a las emisiones de CO₂eq de Chile, emitidas por la aviación civil internacional, el gráfico anterior muestra el aumento de estas, en el período 1971 a 2017, donde se visualiza un aumento del 420% de las emisiones de CO₂eq para los vuelos internacionales, según las estadísticas de la Agencia Internacional de Energía.

7. GESTION DE LAS EMISIONES EN EL SECTOR AÉREO

Por razones geográficas, sociales y económicas, para un país como Chile, el desarrollo de la actividad aeronáutica civil es un elemento fundamental. Pero también lo ha sido la temprana implementación de medidas de mitigación y reducción de emisiones. Lo anterior, no sólo dan muestra de un trabajo interno importante y decidido; sino que dan cuenta del compromiso de todo el sistema aeronáutico nacional con el medio ambiente a nivel mundial.

Chile comprende la necesidad de promover la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero en todas las actividades productivas.

Es así como se han desarrollado, y se continúan desarrollando y perfeccionando, medidas que buscan reducir las emisiones tanto en tierra como en aire, para contribuir al logro de los objetivos establecidos en los instrumentos y compromisos sobre cambio climático y del desarrollo sostenible suscritos por nuestro país.

Entre ellas se destacan las medidas en el ámbito del diseño y construcción de aeropuertos, en el ámbito aeroportuario propiamente tal, en el ámbito de la navegación aérea, y las medidas tecnológicas.

7.1. Medidas en el diseño y construcción de aeropuertos

La Dirección de Aeropuertos (DAP), Servicio dependiente del Ministerio de Obras Públicas, tiene entre sus lineamientos el de “contribuir a la protección del medio ambiente y a promover la seguridad operacional en la infraestructura aeroportuaria, mediante el mejoramiento en la calidad de la gestión y el cumplimiento de la normativa ambiental nacional e internacional”, para lograr así sustentabilidad ambiental en la construcción y mayor eficiencia energética en la infraestructura aeroportuaria.

En virtud de lo anterior, la DAP ha dictado dos Resoluciones; una que aprueba las “Especificaciones Técnicas Generales (ETG) Generales Sustentabilidad Ambiental en la Construcción de Infraestructura Aeroportuaria”, y una que aprueba los “Términos de Referencia de Sustentabilidad y Eficiencia Energética en la Infraestructura Aeroportuaria”, en virtud de las cuales se persigue el objetivo de incorporar medidas de sustentabilidad ambiental a la etapa de construcción de los proyectos impulsados por dicho Servicio.

De este modo, los contratistas deben elaborar un “Plan de Manejo de Sustentabilidad Ambiental” en el cual se describan las medidas que se adoptarán durante el desarrollo de la obra. Este plan debe centrarse en cuatro aspectos que abarcan: (1) consumo de energía; (2) gestión de residuos sólidos; (3) uso de materiales sustentables, y (4) protección de los recursos naturales.

Además, la DAP en conjunto con otros Servicios del MOP, está trabajando en el cumplimiento de la Estrategia de Cambio Climático de Largo Plazo (ECLP), donde se busca generar acciones en Diseños y Obras que vayan en directa relación con disminuir emisiones de CO₂ y trabajar en los ejes de Mitigación, Adaptación y Gestión del Conocimiento con cortes temporales al 2030 y 2050, respectivamente, solicitados por el Ministerio de Medio Ambiente.

Los programas que se diseñen e implementen deberán contar con medidas que tienen impacto en la emisión de CO₂, tales como la generación de energía eléctrica por medio de sistemas de energía renovables, calentamiento de agua sanitaria por medio de colectores solares, el uso de equipos de bajo consumo de combustible y medidas tendientes a reducir la generación de emisiones a la atmósfera.

7.2. Gestión en el Ámbito Aeroportuario

Los contaminantes más comunes generados por las aeronaves, y que afectan a las comunidades en las cercanías de los aeropuertos, corresponden a óxidos de nitrógeno e hidrocarburos no quemados.

La gestión ambiental de los aeródromos y aeropuertos administrados por la Dirección General de Aeronáutica Civil se basa en tres tipos de actividades: (i) certificación, (ii) cumplimiento de la normativa ambiental, e (iii) inspecciones ambientales.

Con el objeto de dar cumplimiento a la normativa ambiental relativa a emisiones, destacan las medidas orientadas a mitigar la emisión de contaminantes atmosféricos proveniente de las operaciones de vehículos en plataforma, que pudieran afectar a las poblaciones en las cercanías de los aeropuertos. En particular se han desarrollado las siguientes medidas desde el año 2008 en adelante:

- Control de emisiones a los vehículos de apoyo a las operaciones de aeronaves, limpieza de pistas y calles de rodaje;
- Reemplazo de grupo electrógeno de GS/APU por conexión eléctrica a los puentes de embarque;
- Control de encendido de motores (remolque de aeronaves sin uso de motores);
- Gestión del tráfico en plataforma;
- Disminución ciclos LTO tras el terremoto del 27 de febrero del año 2010;

En línea con la infraestructura aeronáutica, y debido a que el Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez, de Santiago, concentra el 90% de las operaciones aéreas internacionales y cerca del 36% del total de las operaciones nacionales, el Estado, dentro de otras medidas de carácter ambiental, ha solicitado que este aeropuerto implemente un plan de reducción de emisiones atmosféricas que considere todas sus actividades. Para llevar a cabo este Plan, se cuenta con una estación de monitoreo de calidad del aire y cada año, se realizan modelaciones del comportamiento de las emisiones, utilizando para estos efectos un Software AEDT (Aviation Environmental Design Tools) aprobado por la Administración Federal de Aviación (FAA) de los Estados Unidos de América¹⁹.

Así, aspectos básicos como el conocimiento del medio ambiente, planificación, vigilancia y medidas correctivas forman parte de la gestión ambiental de la Autoridad Aeronáutica cuyo esquema se ha establecido como modelo de gestión para el futuro, considerando que el cuidado del medio ambiente es responsabilidad de todos los actores que directa o indirectamente participan de esta actividad.

7.2.1. Medidas del Plan de Reducción de Emisiones Atmosféricas (PLAN REA)

De acuerdo a las competencias y alcances de la DGAC, en cuanto a medidas de reducción de emisiones atmosféricas dentro del Sistema Aeroportuario, y con ello dar cumplimiento al Plan REA, se señalan a continuación las siguientes acciones:

Se dispuso que a contar del año 2016 la autoridad Aeronáutica realice en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez dos revisiones de gases al año, bajo las "Especificaciones de los valores K, indicados por el

¹⁹ El AEDT es un modelo de predicción que emplea la base de datos de los motores de aeronaves.

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y modificación según Oficio circular N° 62 del 23 de Julio 1999”, a los vehículos de apoyo terrestre que utilizan combustible diésel que superen los 5 años de antigüedad.

Para las mediciones a realizar con el opacímetro en el análisis de gases provenientes de motores Diésel, el Ministerio del Medio Ambiente indica los siguientes valores de dispersión del material particulado:

Tabla N° 6: Valores de dispersión del material particulado

| Valores K | Tipo de Motor y Vehículo |
|-----------|--|
| 1,60 | Para motores de Buses y Camiones (*PBV > 3860 KG con sello verde) |
| 1,90 | Buses que prestan servicios de locomoción colectiva urbana y que no cumplen con los decretos (D.S 70/99 que rectifica D.S 4/94) coeficiente de extinción (K) de 1,9 por metro. |
| 2,15 | Para motores de vehículos livianos y medianos (PBV ≤ 3860 KG), sin sello verde, aspiración natural. Para motores de vehículos livianos y medianos (PBV ≤ 3860 KG), sin sello verde, con turbo, con limitador de humos. |
| 2,5 | Para motores de vehículos livianos y medianos (PBV ≤ 3860) con sello verde. |
| 2,80 | Para motores de buses y camiones (PBV > 3860 KG) sin sello verde, aspiración natural. Para motores de buses y camiones (PBV > 3860 KG) sin sello verde, con turbo, con limitador de humos Para motores de vehículos livianos y medianos (PBV ≤ 3860 KG), sin sello verde, con turbo, sin limitador de humos. |
| 4,20 | Para motores de buses y camiones (PBV >3860 KG) sin sello verde, con turbo, sin limitador de humos. |

* PBV Peso bruto Vehicular

Fuente: Especificaciones de los valores K, indicados por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y modificación según Oficio circular N° 62 del 23 de Julio 1999”.

Cabe destacar, que hoy el complejo aeroportuario cuenta con una flota terrestre de 752 vehículos. Teniendo esto en consideración, la DGAC realiza un total de 40 controles mensuales aleatorios a las emisiones de gases a los vehículos de apoyo en plataforma, segregadas en 1 control semanal de 10 vehículos cada uno. Con este control, se fiscalizarán mensualmente más de un 5% del total de la flota. Se retirará de circulación a los vehículos que no obedezcan a esta exigencia, hasta su cumplimiento.

Por otra parte, se ha centrado el interés en la reducción de emisiones atmosféricas proveniente del parque automotriz, el cual se utiliza diariamente para sus funciones. En efecto, la flota vehicular existente, será reemplazada con una tasa anual del 20% logrando un cambio secuencial total de la flota cada 5 años, esto implica que no se mantendrán vehículos livianos con una antigüedad superior a los 5 años. El tipo de tecnología para los vehículos será eléctrico, a gas o híbrido, o por defecto con tecnología EURO V o superior.

Se ha dispuesto el control de humectación de los caminos y la recuperación de la vegetación intervenida por los diferentes trabajos que se realicen. Para ello las Organizaciones y Empresas del Sistema Aeroportuario que contraten obras, deben considerar en sus Bases de Licitación esta medida. Al respecto, se ha solicitado incorporar en las futuras bases de licitación de nuevos proyectos, por parte del Ministerio de Obras Públicas, la utilización de supresor de polvo con permanencia en el tiempo para las futuras obras.

Se ha dispuesto que el Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SSEI) que, en la recepción de turnos, al realizar la respectiva prueba de los vehículos autoextintores (la que incluye prueba y funcionamiento de motor), ésta tenga una duración no superior a los 15 minutos. De igual manera, se mantiene un registro de los incendios ocurridos en su entorno inmediato y que afecten o podrían afectar el buen funcionamiento del Sistema, comunicando oportunamente a Bomberos, Carabineros u otras organizaciones que se requieran para su control o extinción.

Además, se realizan inspecciones semanales a los pozos de pumacita y vertederos ilegales de residuos sólidos del entorno del Aeropuerto, con el fin de prevenir, e informar cuando sea necesario, a la Autoridad Sanitaria de la Región Metropolitana, cuando se emita material particulado y contaminantes por quemas que, por efecto del viento predominante en la zona, traslade la contaminación hacia el recinto. De igual manera, la autoridad aeronáutica mantiene un control y fiscalización aleatoria, de todo ejercicio o práctica de incendios o fuego controlado que realicen las diferentes organizaciones. En adición, se restringirá el uso de combustibles clase A y B, como así, de los agentes extintores que se utilicen, entre ellos el polvo químico seco.

7.2.2. Plan de compensación y reducción de carbono para la aviación internacional CORSIA

Los Estados Miembro de OACI, conscientes de los impactos que generan las operaciones aéreas en el cambio climático, ha estado trabajando para adoptar medidas para reducir las emisiones de CO₂ en la aviación internacional. En el año 2010, con ocasión del 37º período de sesiones de la Asamblea de la OACI los Estados Miembro resolvieron adoptar dos metas colectivas:

- Los “Estados y organizaciones pertinentes trabajarán por intermedio de la OACI para lograr una mejora media anual mundial de 2% en el rendimiento de combustible a mediano plazo hasta 2020 y una tasa anual de mejoras en el rendimiento de combustible del 2% a largo plazo de 2021 hasta 2050, como meta a la que se aspira mundialmente, calculada basándose en el volumen de combustible consumido por tonelada-kilómetro de pago efectuada” (A 37-19, pár. 4); y
- “[...], la OACI y sus Estados miembros y las organizaciones pertinentes trabajen juntos para tratar de lograr [...] que las emisiones mundiales netas de carbono de la aviación civil internacional desde 2020 se mantengan al mismo nivel” (A 37-19, pár. 6).

Para lograr las metas antes indicadas, los Estados miembro consideraron una canasta de medidas, la cual se compone de: transformación tecnológica, mejoras operacionales, eficiencia en el uso de combustibles sustentables y, finalmente, una medida mundial basada en el mercado, denominada Plan de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA, por su sigla en inglés).

El CORSIA es una medida basada en el mercado diseñada para compensar las emisiones de CO₂ procedentes de la aviación internacional a fin de estabilizar los niveles de esas emisiones a partir de 2020. La compensación de las emisiones de CO₂ se logrará mediante la compra y cancelación de unidades de emisión del mercado mundial del carbono por los operadores aéreos.

Siendo parte del CORSIA, Chile implementó a partir del 1ro de enero del año 2019 un sistema de Monitoreo, Registro y Verificación (MRV) de emisiones para cuantificar las emisiones de CO₂ de los vuelos internacionales de los operadores aéreos chilenos.

7.3. Medidas Operacionales en el Ámbito de la Navegación Aérea

Corresponden a aquellas medidas que se aplican desde que el avión inicia y hasta que finaliza el vuelo²⁰. En el ámbito de la navegación aérea se han implementado varias medidas operacionales en alineación con la política medioambiental de la DGAC y los propósitos objetivos de rendimiento medioambientales de la OACI. Estas medidas se utilizan actualmente en todos los aeropuertos de Chile.

7.3.1. Estado de operaciones de Navegación de Área (RNAV)

Corresponden a aquellas medidas que se aplican desde que el avión inicia y hasta que finaliza el vuelo. En el ámbito de la navegación aérea se han implementado varias medidas operacionales en alineación con la política medioambiental de la DGAC y los propósitos objetivos de rendimiento medioambientales de la OACI. Estas medidas se utilizan actualmente en todos los aeropuertos de Chile.

Actualmente, existen un total de 74 aerovías superiores (entre 29.000 y 41.000 pies), de las cuales 60 corresponden a aerovías RNAV (81%). A su vez, de un total de 80 aerovías inferiores (2.000 a 28.500 pies), 17 corresponden a aerovías RNAV (56%). Este sistema de navegación permite disminuir los tiempos de vuelo, lo que a su vez se traduce en disminución de emisiones de CO₂ y en ahorro de combustible.

7.3.2. Implementación de la navegación basada en el rendimiento (PBN, por su sigla en inglés)

La PBN es considerada la principal herramienta para la optimización de la estructura del espacio aéreo. El incremento en la eficiencia operacional deriva en ahorro de combustible y permite la reducción en la emisión de gases nocivos. Se utiliza en la mayoría de las aeronaves comerciales de transporte de carga y pasajeros.

7.3.3. Carta de Llegada Normalizada por Instrumentos (STAR)

Es un documento que proporciona, a la tripulación de vuelo, información que le permite seguir la ruta designada de llegada normalizada por instrumentos, y le proporciona separación con el terreno desde la fase de ruta hasta la fase de aproximación.

A la fecha existen 226 STAR publicadas para todo el país, de las cuales 128 (56,6%) son RNAV. Adicionalmente las STAR RNAV aplican el concepto de Operaciones de Descenso Continuo (CDO), esto se logra mediante el diseño del espacio aéreo, el diseño del procedimiento de descenso y en autorizaciones de tránsito aéreo apropiadas, permitiendo que la aeronave realice un perfil de vuelo óptimo, con régimen de empuje bajo, reduciendo la emisión de contaminantes.

7.3.4. Carta de Salida Normalizada por Instrumentos (SID)

Es un documento que proporciona a la tripulación de vuelo información que le permite seguir la ruta

²⁰ Reglamento DAR 06 "TIEMPO DE VUELO - aviones: Tiempo total transcurrido desde que la aeronave comienza a moverse por su propia fuerza con el objeto de despegar hasta que se detiene al finalizar el vuelo".

Código Aeronáutico, Artículo 28.- "Para los efectos de este código, se entiende que una aeronave se encuentra en vuelo desde el momento en que comienza a moverse con el objeto de despegar, hasta detenerse una vez finalizado el vuelo".

designada de salida normalizada por instrumentos, y le proporciona separación con el terreno desde la fase de despegue hasta la fase en ruta.

A la fecha existen 226 salidas instrumentales normalizadas publicadas, de las cuales 102 (45,1%) son RNAV. También se aplica el concepto de Operaciones de Ascenso Continuo (CCO), en las cuales la aeronave que sale asciende en forma continua, sin interrupciones, disminuyendo la emisión de contaminantes y de consumo de combustible.

7.3.5. Rutas de Uso Preferente (User Preferred Routes - UPR)

En el espacio aéreo oceánico se opera con este sistema que permite al operador (compañía aérea o usuario en general) decidir la ruta más eficiente a seguir, de acuerdo a las condiciones meteorológicas imperantes en el momento del vuelo, liberándose de los esquemas rígidos de las aerovías establecidas. La implementación de las rutas UPR ha permitido obtener el óptimo de utilización en la ruta Santiago - Auckland/Sidney/Melbourne.

7.3.6. Utilización de sistemas satelitales

Los cambios en el diseño del espacio aéreo chileno, han permitido un mejor aprovechamiento de los sistemas de posicionamiento global que se encuentran disponibles a nivel mundial.

El Sistema de Vigilancia Dependiente Automática por Contrato, (ADS-C) implantado en Chile el año 2014, utiliza una tecnología que permite la visualización del tráfico aéreo oceánico más allá del alcance de los radares terrestres. Este sistema está en uso para cubrir las trayectorias de los vuelos en el espacio aéreo de jurisdicción de Chile sobre el Océano Pacífico. Permite, en combinación con PBN y UPR, la aplicación de separaciones reglamentarias reducidas entre aeronaves y, por lo tanto, hace posible que dos o más aviones en rutas iguales o similares mantengan por más tiempo el perfil de vuelo óptimo calculado.

La Vigilancia Dependiente Automática-Radiodifusión (ADS-B), es una técnica de vigilancia cooperativa para el control de tráfico aéreo y otras aplicaciones relacionadas, que permite que una aeronave equipada con este tipo de sistema determine su propia posición utilizando un Sistema Global de Navegación Satelital. Este sistema satelital, permite a las aeronaves elegir las rutas más eficientes.

7.3.7. Implantación del sistema avanzado de guía y control de movimiento en superficie, A-SMGCS, en el aeropuerto AMB

El servicio de vigilancia de A-SMGCS proporciona conocimiento de la situación del tráfico aeroportuario a través de la posición, identificación y seguimiento de aeronaves y vehículos debidamente equipados en la superficie del aeródromo. La información se presenta en la pantalla del controlador y del operador del aeropuerto independientemente de las condiciones de visibilidad y la línea de visión del controlador.

La introducción de funciones A-SMGCS, recientemente adquirido y actualmente en fase de instalación en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez, contribuirá en gran medida a la seguridad y eficiencia de las operaciones de superficie al proporcionar al ATCO la conciencia de la situación necesaria para controlar las operaciones, aportado a la realización de rodajes de aviones desde los puentes de embarque hacia las pistas de salida con menor gasto de combustible.

7.3.8. Implantación de Enrutamiento Directo Estratégico (EDE)

El Enrutamiento Directo Estratégico (EDE) es una ruta directa insertada en los planes de vuelo, utilizándose los puntos significativos (puntos de recorrido/waypoint) y radio ayudas publicadas, con el propósito de planificar rutas más eficientes, de acuerdo con los procedimientos establecidos.

Con fecha 28 de octubre de 2020, se concretó la implantación del enrutamiento directo estratégico en espacio aéreo superior definido dentro de las Regiones de Información de Vuelo Antofagasta y Santiago.

7.3.9. Implantación de la Gestión de llegadas y salidas (AMAND/DMAND)

La medición y secuenciación de la gestión de llegadas por parte del Control de Tránsito Aéreo (ATC) se basa en la información de predicción del tráfico entrante y el apoyo a la toma de decisiones. La gestión de salidas secuencia la aeronave para optimizar la utilización de la infraestructura terrestre y cumplir de manera eficiente las restricciones del aeropuerto en ruta y de destino, teniendo en cuenta las preferencias del usuario.

AMAN representa la gestión de las secuencias de llegada, lo que permite que la aeronave vuele de manera más eficiente a la posición necesaria y reduce el uso de circuitos de espera, especialmente a baja altitud. DMAN, como su contraparte de llegadas, sirve para optimizar la operación de salida para asegurar la utilización más eficiente de los recursos del aeródromo y la terminal.

La utilización de este sistema, en combinación con A-SMGCS, notifica el gasto extra de combustible producido por demoras excesivas durante la aproximación y el rodaje para la salida.

7.4. Investigación y Desarrollo (I+D)

Gracias a su potencial de energías renovables, en especial solar y eólica, y los favorables precios de generación de electricidad asociados a estos recursos, Chile es un país donde la producción de hidrógeno (H₂) verde²¹ presenta una interesante oportunidad de desarrollo, permitiendo mejorar la seguridad energética, dinamizar la economía, y transitar hacia sistemas energéticos limpios y bajos en carbono. El hidrógeno es el elemento más abundante en el universo, el combustible con mayor densidad energética por unidad de masa²² y con el potencial de aplicación en todos los sectores que requieren energía, al igual que la electricidad. El hidrógeno es versátil, limpio y un portador de energía en varios sectores productivos, el que puede ser usado como combustible para producir energía, en transporte o como materia prima en la industria.

Por esta razón, el Estado de Chile decididamente se encuentra apoyando el desarrollo de este recurso energético, que potencialmente puede ser utilizado en la industria aérea.

El Ministerio de Energía, por un lado, inició en el año 2019 a desarrollar un Plan Nacional de Hidrógeno²³,

21 El término hidrógeno "verde" o "renovable" hace referencia al hidrógeno producido mediante el proceso de electrolisis utilizando electricidad generada por fuentes renovables.

el cual contempla metas e iniciativas interministeriales para el desarrollo de la industria del hidrógeno verde en Chile. En este sentido, ha realizado gestiones legislativas²⁴ para que el hidrógeno sea considerado como un combustible.

Asimismo, con la finalidad de posicionar a Chile como un actor relevante en materia de hidrógeno verde, el Ministerio de Energía organizó en noviembre del año 2020 el Green Hydrogen Summit, actividad que permitió intercambiar experiencias y buenas prácticas entre representantes de la industria, academia y gobierno.

22 Densidad energética de 33kWh/kg.

23 La Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde se encuentra disponible en el siguiente sitio web del Ministerio de Energía: <https://energia.gob.cl/h2/Estrategia-nacional-de-hidrogeno-verde>.

24 El Ministerio de Energía incorporó el 14 de enero de 2020 indicaciones al Proyecto de Ley de Eficiencia Energética (Boletín Núm. 12058-08) para incluir el hidrógeno como combustible en el Decretos Ley Núm. 2224 del año 1978 y el Decreto con Fuerza de Ley núm. 1 del año 1978. Así, la Ley 21.305, publicada en el Diario Oficial el 13 de febrero de 2021, contempla al "hidrógeno y combustibles a partir de hidrógeno" como una fuente energética.

Desde el punto de vista organizativo, el Ministerio de Energía ha contado con el apoyo de las siguientes estructuras:

- Comité de Hidrógeno: integrado el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), la Empresa Nacional de Petróleo (ENAP), y el Ministerio de Energía. Con la finalidad de levantar proyectos piloto²⁵ y definir esquemas de promoción de proyectos de hidrógeno verde.
- Asociatividad internacional: para identificar áreas de cooperación e intercambio de buenas prácticas se han estrechado vínculos con Alemania, Japón, *Mission Innovation, Clean Energy Ministerial, el Puerto de Rotterdam*²⁶ y otras organizaciones o instancias relevantes.
- Coordinación con la industria: estrecha comunicación con más de 40 empresas e instituciones para promocionar las tecnologías asociadas con el hidrógeno verde.

La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), agencia del Estado de Chile a cargo de apoyar el emprendimiento, la innovación y la competitividad, ha igualmente fomentado el desarrollo de proyectos tecnológicos que dicen relación con el desarrollo de hidrógeno en la industria minera, el cual potencialmente puede ser igualmente utilizado en la industria área. Dentro de ellos se encuentran:

- a) Desarrollo de sistema de combustión dual hidrógeno-diesel para camiones de extracción mineros (Caex), para lo cual CORFO brindó apoyo a la conformación de un consorcio tecnológico para la industrialización de soluciones que viabilicen la transformación de la operación convencional de los camiones de extracción (CAEX) hacia una combustión interna dual de mezclas de hidrógeno y diésel (H2ICE);
- b) Desarrollo de electro movilidad minera mediante celdas de combustible, para lo cual CORFO brindó apoyo a la conformación de un consorcio tecnológico para la transformación de la operación convencional de vehículos o equipos hacia una basada en celdas de combustibles.
- c) Realizó un llamado para el cofinanciamiento de proyectos de producción de hidrógeno verde en Chile²⁷, para instalar una potencia de al menos 10MW y entrar en funcionamiento a más tardar en diciembre de 2025²⁸.

25 En el 2020 el Ministerio de Energía inició el estudio de dos grandes proyectos relacionados con el hidrógeno verde, el primero relativo a la exportación por vía marítima, y el segundo sobre la factibilidad técnica y económica para producir combustibles sintéticos en la Región de Magallanes.

26 Véase "Chile firma memorándum de entendimiento con el puerto más grande de Europa para exportar hidrógeno verde", 17.03.2021, <https://energia.gob.cl/noticias/nacional/chile-firma-memorandum-de-entendimiento-con-el-puerto-mas-grande-de-europa-para-exportar-hidrogeno-verde>

27 Véase "Primer llamado para el financiamiento de proyectos de hidrógeno verde en Chile", <https://www.corfo.cl/sites/cpp/hidrogeno-verde-chile>

28 Véase "Corfo recibe propuestas para desarrollar plantas de hidrógeno verde en Chile", https://www.corfo.cl/sites/Satellite?c=C_NoticiaNacional&cid=1476729893631&d=Touch&pagename=CorfoPortalPublico%2FC_NoticiaNacional%2FCorfoDetalleNoticiaNacionalWeb

7.5. Medidas Económicas

El Plan de Compensación y Reducción de Carbono para la Aviación Civil Internacional de la OACI (CORSIA, por sus siglas en inglés), es una medida mundial basada en el mercado que tiene por finalidad compensar las emisiones de CO2 procedentes de la aviación internacional.

Se decidió en el 39º período de sesiones de la Asamblea de la OACI²⁹ que el CORSIA fuese progresivamente implementado para atender a las circunstancias especiales y las respectivas capacidades de los Estados, en particular de los Estados en desarrollo, evitando a la vez la distorsión del mercado, de la siguiente manera:

- **Fase Piloto:** se aplicará entre los años 2021 y 2023 a los Estados que hayan optado por participar en el plan voluntariamente;
- **Primera Fase:** se aplicará entre los años 2024 y 2026 a los Estados que hayan participado voluntariamente en la fase piloto, así como a cualquier otro Estado que desee participar voluntariamente en esta fase;
- **Segunda Fase:** se aplicará entre los años 2027 y 2035 a todos los Estados que tengan individualmente una participación relativa en las actividad de la aviación civil internacional, medida en RTK, superior al 0,5% de las RTK totales del año 2018³⁰, o cuya participación acumulada en la lista de Estados ordenados de mayor a menor cantidad de RTK alcance el 90% del total de RTK, excepto los países menos adelantados (PMA), los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) y los países en desarrollo sin litoral (PDSL), a menos que deseen participar voluntariamente en esta fase.

Chile inició el monitoreo de las emisiones de los operadores aéreos nacionales que realizan vuelos internacionales a partir del 1ro de enero de 2019.

La Junta Aeronáutica Civil, a través de la Resolución Exenta N° 970, de fecha 13 de diciembre de año 2017, estableció que la DGAC sería la institución técnica responsable de la implementación del CORSIA en el país en virtud de sus competencias y atribuciones. Los operadores aéreos consecuentemente deben informar acerca de sus emisiones y remitir cualquier otra información relevante a la OACI. La DGAC es a su vez el punto de recolección de información y canal de comunicación oficial de Chile para estos efectos.

La puesta en marcha del CORSIA en Chile se estructuró sobre los siguientes dos componentes: (i) una normativa reglamentaria (DAN 16) y una plataforma informática para el sistema de monitoreo reporte y verificación de emisiones³¹.

29 Véase la Resolución A39-3 de la Asamblea de la OACI, "Declaración consolidada de las políticas y prácticas permanentes de la OACI relativas a la protección del medio ambiente - Plan mundial de medidas basadas en el mercado (MBM)", 2016.

30 Véase el documento denominado "2018 International Total (Scheduled and Non-Scheduled) RTK" elaborado por la OACI y disponible en el siguiente sitio web:

https://www.icao.int/sustainability/Documents/RTK%20ranking/International%20RTK%20rankings_2018_SIDS_LLDC_LLDC.pdf

31 <https://servicios.dgac.gob.cl/corsia/index.xhtml>

7.5.1. Normativa CORSIA

Con la publicación de la primera edición del Anexo 16, Volumen IV (Normas y métodos recomendados relativos al CORSIA) y los textos conexos distribuidos a los Estados miembros de la OACI, la DGAC elaboró la normativa aeronáutica nacional (DAN 16)³². Esta normativa aeronáutica permite estructurar e implementar el CORSIA en Chile, identificando la información mínima requerida por la autoridad aeronáutica.

7.5.2. Software CORSIA

El sistema CORSIA-DGAC tiene por objetivo recolectar, almacenar, analizar e informar, a través de reportes estandarizados, las emisiones de CO₂ generadas por los vuelos, nacionales e internacionales, atribuibles a la aviación civil de Chile.

El sistema CORSIA-DGAC permite:

- A los operadores aéreos participantes en el esquema contar con un sistema informático simple para informar a la autoridad aeronáutica mensualmente sus emisiones de CO₂ por vuelo realizado. La entrega de la información podrá realizarse de forma automatizada o manual.
- A las empresas verificadoras obtener la información de los operadores aéreos e informar a la DGAC el resultado de la verificación del Informe de Emisiones de CO₂ emitido por los operadores aéreos.
- A la autoridad aeronáutica supervisar todo el proceso CORSIA, disponiendo de un dashboard personalizado, reportes estandarizados, y la posibilidad de exportados la información hacia planillas de cálculo.
- Contar con los mecanismos de seguridad necesarios para garantizar la confidencialidad de los datos e informes.
- Finalmente se puede mencionar que Chile ha reportado al CORSIA, Central Registry las emisiones de los operadores del país del 2019 y del 2020, según lo indica el procedimiento OACI, y se dispone de un sistema de registro vuelo a vuelo que permite llevar un control detallado de las emisiones de los operadores.

7.6. Programa Vuelo Limpio

Vuelo Limpio es un programa piloto nacional y voluntario de la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE), apoyado por la JAC y el Ministerio de Energía. El programa busca generar un ecosistema colaborativo con actores del rubro, tanto público como privado, para avanzar hacia la sostenibilidad energética del sector.

En su primera etapa, durante el año 2022, se levantará una línea de base de consumo de combustible asociada a cada vuelo de las aerolíneas y empresas de taxi aéreo socias del programa. Con esta información se generarán indicadores como litros de combustible por RTK, emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes locales (como NO_x, SO_x y material particulado). Lo anterior permitirá conocer la actividad aérea de los operadores nacionales y promover la toma de decisión efectiva e informada en términos de tecnologías y buenas prácticas de ahorro de combustible.

³² <https://www.dgac.gob.cl/normativa/reglamentacion-aeronautica/normas-dan/>

Adicionalmente, Vuelo Limpio buscará desarrollar proyectos piloto que apunten a la reducción del consumo de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero, promover el uso de SAF, se identificarán brechas que impidan o limiten la eficiencia energética y se buscará posicionar el transporte aéreo en Chile como un referente regional en este ámbito. Las aerolíneas que cumplan con los requisitos establecidos podrán acceder a la certificación Vuelo + Limpio.

Vuelo Limpio forma parte de la Estrategia Nacional de Electromovilidad 2021 del Ministerio de Energía en su eje 1 sección Transporte más allá de la Carretera³³.

7.7. Contribución de los Operadores Aéreos.

Las principales aerolíneas del país, han incorporado medidas de mitigación de emisiones como son el consumo específico de combustible durante el vuelo por negocio; incorporación de winglets ahorro de combustible; lavado de motores; los vuelos RNP; y la disminución de peso en aeronaves, todo lo cual ha redundado en una menor emisión de CO₂.

7.7.1. JetSmart Airlines

JetSMART línea aérea Ultra Low Cost fundada en el año 2016, nace con el propósito de conectar sudamérica a través del viaje aéreo, descentralizando las capitales, con aviones nuevos, puntualidad y acceso al vuelo a todas las comunidades de la región contribuyendo así a la calidad de vida y economía de los países de Sudamérica donde operemos. Concevimos que la sostenibilidad es una forma de hacer empresa y por ello es una de nuestras iniciativas estratégicas organizacionales para desarrollar nuestro crecimiento y operaciones en la región con responsabilidad.

Algunas de las principales iniciativas de sustentabilidad en la reducción de CO₂:

Flota de última generación: Una de las más importantes es la estrategia de flota de la compañía y el plan de constante ampliación y renovación de la flota con la última tecnología, con la integración del modelo Airbus 320 Neo con dispositivo de punta de ala y motores de última generación, aviones que ofrecen un rendimiento ambiental significativo con una reducción de casi el 50% en la huella de ruido y un ahorro de 20% de combustible y reducción de gases de efecto invernadero. Nuestro plan de llegada de aviones de última tecnología nos permitirá tener la edad promedio de los aviones mejor que el promedio mundial. Este año además modificamos nuestro plan de flota para que el 2028 la proporción de A321 Neo por sobre A320 sea mayor, siendo incluso el Airbus 321 el avión más eficiente en este sentido. Este plan tecnológico permite ir reduciendo las emisiones de CO₂ en línea con las metas de sostenibilidad y agenda de cambio climático de la empresa.

Desde que JetSMART opera en el mercado a principios de 2016, el motor GTF ha logrado reducir el consumo de combustible en un 16% y la emisión de ruido en un 75%.

Introdujimos nuevos asientos de última generación en toda nuestra flota. Un asiento más liviano y eficiente significa una mayor capacidad de asiento y reduce nuestra huella de carbono por pasajero.

³³ "Se impulsarán programas de la línea de transporte eficiente que buscan avanzar hacia la sostenibilidad energética del rubro de transporte. En este sentido se potenciará el piloto Vuelo Limpio de la Agencia de Sostenibilidad Energética y apoyado por la Junta Aeronáutica Civil (JAC), para promover tecnologías y buenas prácticas de ahorro de combustible en el transporte aéreo, además del consumo de combustibles sostenibles en el rubro de la aviación." Más información: https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia-nacional-electromovilidad_ministerio-de-energia.pdf

Bio fuel: Somos la primera aerolínea chilena en traer un avión piloto con Biofuel desde el fabricante en Hamburgo, combustible que es capaz de reducir hasta en un 80% la emanación de CO2 hacia el medioambiente.

Programa de gestión de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero: Llevamos 3 años realizando nuestro Programa de gestión de combustible SMART Fuel, el cual consiste un software de mediciones de última generación que nos permite controlar el desempeño de todas las iniciativas de gestión de combustible y emisión de gases de efectos invernadero junto a nuestra flota.

Tecnología y eliminación del uso de papel: Nuestros pilotos cuentan con documentación digital (manuales) a bordo, eliminando lo que equivaldría al peso de una maleta contribuyendo significativamente al ahorro de emisiones. Cambiando toda la cartografía que contiene los procedimientos de tránsito para los despegues, salidas rutas, llegada y aterrizaje, los cuales estaban en papel, por una aplicación digital. Esto no solo nos permite evitar el uso del papel, sino también entregar una herramienta más dinámica a las tripulaciones disminuyendo la carga de trabajo.

En este mismo contexto, se ha adquirido un sistema de cálculo de performance que nos permite reemplazar las actuales tablas en papel, por una aplicación. Esto reduce la carga de trabajo, aumenta la seguridad y permite una mayor eficiencia de la operación.

Reducimos así la cantidad de papel a bordo, reduciendo las emisiones y disminuyendo la huella de carbono de JetSMART. Toda esta reducción de papel a bordo, también se traduce en un menor peso. Al tener menor peso, se requiere menos combustible para cada vuelo.

Programa Vuelo Limpio: Este año firmamos el acuerdo para adherir al Programa Vuelo Limpio junto con el Ministerio de Energía y el Ministerio de Transporte de Chile y la Agencia SE de Sostenibilidad Energética el cual busca contribuir en la sostenibilidad e impacto ambiental de nuestra industria con el compromiso de ser líderes en la región, para lo cual iniciaremos la entrega de la información para análisis y busca conjunta de mejores prácticas e iniciativas que nos permitan como país reducir nuestras emisiones.

Gestión de residuos a bordo: a contar de este año realizamos el lanzamiento del programa de reciclaje de desechos en todos los vuelos de cabotaje en Argentina, convirtiéndonos así en la primera aerolínea en el vecino país en implementar una medida como esa, la que implica la identificación, separación y tratamiento de los residuos generados durante cada vuelo entre todas nuestras rutas. Se separan los residuos orgánicos de los recuperables como cartones, papel o plástico, y estos últimos son recolectados por miembros de la empresa asociada para luego proceder a su separación y posterior venta a empresas que los reutilizan.

Según datos de IATA, el 52% de los desechos generados son materiales reciclables y reutilizables, mientras que el 37% son productos orgánicos que pueden ser procesados sin afectar el ambiente. En JetSMART tenemos plena conciencia de la importancia de los principios del desarrollo sustentable para el cuidado del medio ambiente. Por eso, con este programa buscamos generar un triple impacto en nuestra comunidad, cuidando el medioambiente, colaborando con alguna cooperativa, ONG o entidad similar y generando conciencia en cada uno de nuestros pasajeros durante el vuelo. Es por ello que iniciaremos este plan dentro de Chile próximamente y lo tendremos en cada país que operemos.

Creación del área de sostenibilidad: hemos creado el área al interior de la compañía con el objetivo de dar continuidad y seguimiento al plan de la compañía tener gestión de indicadores, articular el plan estratégico de corto mediano y largo aliento de la compañía en su compromiso con la sostenibilidad y el medio ambiente.

7.7.2. LATAM Airlines Group

La estrategia de LATAM en mitigación de emisiones se fundamenta en 3 pilares, operación eficiente, flota joven y tecnología más eficiente. En línea con estos 3 pilares, LATAM ha implementado desde hace más de 10 años el programa LATAM Fuel Efficiency, programa corporativo de uso eficiente de combustible, que incrementó en 6.52% la eficacia en uso de combustible desde el año 2012, lo que generó en el periodo 2012-2020 una reducción en el consumo de combustible de 353.377.266 galones de combustible que equivale a evitar la emisión de 3.370.583 toneladas de gases de dióxido de carbono (CO2).

A lo largo del año 2020, LATAM siguió invirtiendo en nuevas iniciativas de eficiencia. Terminó el proyecto de retrofit de los aviones de fuselaje angosto (narrow body). Este ajuste permite que durante el taxeo en los aeropuertos se utilice solamente un motor y evita el uso del APU. También continuaron los esfuerzos para optimizar la cantidad de combustible definido para cada ruta, reduciendo el peso total de los aviones. Los motores auxiliares de la flota fueron renovados. A fin de año, comenzó a desplegarse una herramienta de analytics, que permitirá cruzar y analizar datos para apoyar las decisiones sobre la cantidad ideal de combustible en cada vuelo.

Si bien la meta de la industria aérea establece aumentar la eficiencia en el consumo de combustible en 1.5% anual en el periodo 2005-2020, el grupo LATAM ha reducido el consumo de combustible en 15% por 100 RTK desde el año 2012, con un promedio anual de 2%.

Tecnología

LATAM continuamente está en búsqueda de iniciativas que le permitan ser más eficiente y con esto reducir su generación de emisiones, es así que desde el año 2010 ha involucrado mejoras en su flota como la instalación de Winglets, dispositivos de avanzada tecnología ubicados en los extremos de las alas para disminuir su resistencia aerodinámica.

En tecnología uno de las iniciativas que tiene más peso en la reducción de emisiones es la modernización de la flota, en el año 2016 LATAM inició con la operación de Airbus A320 NEO, modelo que consume 15% menos combustible y genera 50% menos ruido que el modelo similar de la generación anterior. Además, cuenta con aviones Airbus A350-900 y Boeing 787 Dreamliner, modelos que también son referentes mundiales de eficiencia en el consumo de combustible y reducción de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y ruido.

En los últimos años, LATAM continúa la incorporación de nuevas tecnologías que permitan reducir el consumo de combustible, con el uso de herramientas advanced analytics y una aplicación para los pilotos de la compañía que les permite monitorear continuamente su desempeño con respecto a las iniciativas del programa LATAM Fuel Efficiency.

Optimización del peso a bordo

La cantidad y la distribución del peso a bordo influyen directamente en el consumo de combustible. Diversas iniciativas tienen como objetivo reducir el peso estructural de los vuelos y distribuirlo de la mejor forma posible dentro de la aeronave:

- Mejora del factor de carga: combinación entre vuelos de pasajeros y carga, buscando optimizar la capacidad de transporte de la aeronave.
- Incorporación de materiales más livianos a bordo.

- Eliminación de peso a bordo como remoción de cajas de audio, nueva pintura y asientos más livianos, eliminación de la revista a bordo.
- Optimización de la distribución de la carga, con el objetivo de obtener un centro de gravedad más adecuado para la aeronave.

Optimización de las rutas, velocidad de crucero y aterrizaje

La planificación de rutas evitando condiciones climáticas adversas o turbulencias puede mejorar la eficiencia de combustible.

- Priorizar rutas directas y procedimientos de aterrizaje de descenso continuo.
- Uso del sistema de navegación OSA, que calcula las mejores rutas de acuerdo con las condiciones climáticas verificadas en tiempo real, tasas por el uso del espacio aéreo y el consumo de combustible.
- Uso de RNP, un sistema de navegación por satélite que guía la aeronave por GPS de manera automática. El sistema permite realizar procedimientos de aproximación más eficientes y seguros.
- Optimización de la velocidad de crucero para obtener una mayor eficiencia en el uso de combustible sin el atraso de los vuelos.
- Estandarización de las operaciones de aproximación y aterrizaje, asegura la aplicación de los mejores procedimientos con el objetivo de aumentar su eficiencia en términos operacionales y ambientales.

Optimización del uso de motores en tierra

- Operaciones de taxeo utilizando un solo motor.
- Minimización del uso de fuente de energía auxiliar de la aeronave (APU), gracias a la mejora de la infraestructura aeroportuaria.

Panel de mantenimiento

Desarrollo de un programa que corrige errores que afectan el rendimiento del combustible.

- Identificación de tareas para aumentar la eficiencia.
- Lavado de motores, para permitir una combustión más eficiente y la reducción de la emisión.

Preparación de la aeronave para vuelos de pasajeros

- Uso de un solo equipo en vez de dos para realizar la climatización y la presurización de la cabina, economizando combustible.
- Exhibición del vídeo de seguridad antes del despegue.

7.7.3. Sky Airline

SKY Airline está trabajando permanentemente en la reducción del consumo de combustible para sus operaciones aéreas y terrestres, dando paso a la disminución de las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero asociados. Como empresa, algunas de las iniciativas tecnológicas, de procesos y operacionales desarrolladas son:

Renovación de la flota de aeronaves

SKY inició sus operaciones con aeronaves Boeing 737-200 y al transcurrir los años en 2011 decidieron cambiar la flota por aeronaves Airbus A319 y A320 para completar el proceso de cambio en el año 2013, lo que permitió reducir significativamente las emisiones de CO₂ por ASK. En septiembre de 2018, inició una segunda renovación de flota para operar en un 100% con aeronaves Airbus A320neo y motores de última generación; estos aviones incorporan "sharklets" en sus alas, los que en conjunto ahorran hasta un 15% de combustible según lo informado por Airbus.

Actualmente la compañía opera la totalidad de sus vuelos domésticos e internacionales con aeronaves A320neo, además de contar con la incorporación de aviones A321neo en el año 2021. SKY ha confirmado que para el año 2024, también incorporará a su flota de aeronaves los nuevos A321XLR, aeronaves de última generación que junto a la flota actual que posee la compañía, permitirá reducir en conjunto un 30% las emisiones de CO₂ por ASK, 50% el ruido y 60% las emisiones de NO_x por ASK según lo informado por el fabricante.

34 ASK (Asientos ofrecidos por kilómetros) representa la oferta de transporte aéreo, y para su cálculo se utiliza cada etapa del vuelo, los kilómetros recorridos por la aeronave y los asientos que la aerolínea dispuso para la venta.

Estos esfuerzos en mantener una flota moderna y de última generación, le valieron a SKY que en marzo de 2021 fuera reconocida por CH-Aviation como la línea aérea con la flota más moderna de Sudamérica y segunda a nivel mundial.

Reducción de emisiones de CO₂

Desde que SKY empezó a operar su flota de la familia A320neo y A321neo hasta la fecha, ha mejorado su consumo de combustible y emisión de CO₂ por ASK, de acuerdo con lo siguiente:

- Con la entrada en servicio del A320neo en 2018, SKY mejoró su consumo de combustible y emisión de CO₂ en 31% (vs la Familia A320ceo operada anteriormente por SKY).
- Con la entrada en servicio del A321neo en 2021, SKY ha mejorado su consumo de combustible y emisión CO₂ en 37% (vs la Familia A320ceo operada anteriormente por SKY).

Toda la información acerca de reducción de emisiones, ruido, NO_x, entre otros, ha sido validada y entregada por el fabricante de aeronaves Airbus.

Futuro de la flota de SKY

El A321XLR es el siguiente paso evolutivo para SKY y de su flota de la familia A320neo/A321neo, respondiendo así a las exigencias del mercado para un mayor alcance y carga útil en un avión de pasillo

único. Este nuevo modelo de aeronave ofrece un alcance sin precedentes en su categoría, volando hasta 4.700 mn (8.704 km) con un 30% menos de combustible por ASK que los competidores de su generación anterior. Esto le permitirá a SKY expandir sus redes, al hacer rutas más largas económicamente viables.

Todos estos avances en la incorporación de tecnologías de última generación, también le permitirán a SKY tener un positivo impacto medioambiental con miras hacia el objetivo de lograr la carbono neutralidad en la industria de la aviación al año 2050.

Renovación de equipos en tierra

En el año 2018, SKY ha iniciado un proceso de renovación de su flota de equipos de apoyo terrestres, reemplazando los vehículos que usan combustibles fósiles por equipos terrestres eléctricos, que además de ahorrar combustible, reducen significativamente las emisiones de CO₂.

Actualmente SKY opera con equipos eléctricos en la zona norte, centro y sur del país, contando con una renovación actual del 23% de equipos eléctricos del total de su flota terrestre.

Optimización del peso a bordo

Al igual que en los automóviles, aeronaves más livianas influye en el gasto de combustible, por lo tanto, trabajan permanentemente en explorar y definir nuevos materiales para reducir peso, desde pintura más livianas, materiales de asientos, manuales cambiados por Ipad EFB (Electronic flight bag) para personal técnico, cantidad de agua, monitoreo de la degradación de las aeronaves, etc. Producto de estas acciones, SKY ha logrado reducir un 0.03% de consumo de combustible por año desde 2017 a 2021, equivalente a una reducción de gases de efecto invernadero de 0.14%

Optimización Operacional

Sky se encuentra constantemente trabajando en mejorar su operaciones, aplicando medidas como planificación de vuelos para mejorar rutas, uso de velocidades eficientes (Cost Index dinámico, OptiClimb), uso de aeropuertos alternos eficientes, trabajo conjunto con ATC para lograr uso de espacio aéreo más eficiente, monitoreo de adherencia a los SOP (Standard operating procedures), uso de RNP-AR y RNAV (navegación basada en satélites), taxeo con un motor, reducción de uso de APU y lavado de motores.

Emisiones netas de carbono cero para 2050

En la 77th Reunión general anual de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA) se aprobó la iniciativa para que la industria del transporte aéreo mundial logre emisiones netas de carbono cero para 2050. En este encuentro, SKY participó activamente apoyando este gran objetivo, reafirmando su compromiso con la lucha contra el cambio climático y un medio ambiente sostenible.

CORSIA SKY

Como parte del cumplimiento del esquema de compensación de emisiones (CORSIA), SKY ha almacenado, recopilado, verificado e informado a la DGAC sus emisiones provenientes de vuelos internacionales desde el año 2019. Así mismo, ha actualizado y reportado sus Plan de Vigilancia cada vez que sea necesario.

Programa Vuelo Limpio

Durante el 2021, SKY comenzó a formar parte del Programa Vuelo Limpio de la Agencia de Sostenibilidad Energética de Chile. Este programa entregará recomendaciones y buenas prácticas ambientales a las aerolíneas, buscando mejorar el desempeño energético y ambiental, desarrollando medidas que permitan la reducción del consumo de combustible y emisiones a través de seguimiento mediante indicadores de gestión energética y ambiental.

Junto con esta iniciativa, SKY también se ha hecho parte del Acuerdo por la Electromovilidad 2022 del Ministerio de Energía de Chile. En donde se integra a la estrategia nacional de electromovilidad a través del Programa Vuelo Limpio.

Programa Huella Chile

Durante el año 2019, SKY realizó la medición de su huella de carbono en Chile, alcanzando la cuantificación de sus gases de efecto invernadero directos, indirectos y otros a nivel organizacional. Esta medición se realizó conforme a los requisitos establecidos por el programa y la NCh-ISO 14064:2013/1. Esto le permitió a SKY, identificar mejoras y buenas prácticas de cara a su gestión ambiental, así como también recibir el reconocimiento por "Cuantificación de Gases de efecto invernadero en 2018", otorgado por el programa y el Ministerio de Medio Ambiente.

Adicionalmente, El mismo año SKY inició un proyecto en conjunto con la Universidad Adolfo Ibañez UAI, Para potenciar, reforzar y mejorar su estrategia de reducción de consumo de combustible y emisiones, así como de la gestión medioambiental de la organización.

Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC)
Marzo 2022

