



**ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL  
OFICINA REGIONAL SUDAMERICANA**

**GUIA PARA IMPLEMENTACION DE OPERACIONES MEJORADAS A TRAVÉS DE  
TRAYECTORIAS EN RUTA OPTIMIZADAS (FRTO)**

**[Draft 1.1 del 15 de marzo 2024]**

Draft inicial elaborado por Robson Batista Cunha Santos.  
Actividad en progreso del Grupo de Trabajo FRTO del Sub-  
Grupo 1 de GESEA.

GUIA PARA IMPLEMENTACION DE OPERACIONES MEJORADAS A TRAVÉS DE TRAYECTORIAS EN RUTA OPTIMIZADAS (FRTO)

CONTROL DE CAMBIOS

<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Cambio</b>	<b>Paginas</b>
DRAFT inicial 0.0	9 febrero 2024 Elaboración de Robson Batista	Original - Draft	Todas
DRAFT inicial 0.1	29 febrero 2024 Después de FRTO/5	Original - Draft	Todas
DRAFT inicial 1.0	8 de marzo Después de GESEA/7	Original - Draft	Todas
DRAFT inicial 1.1	15 de marzo Después de WEBINAR	Original - Draft	Todas

## CONTENIDO

1	PREÁMBULO.....	5
2	INTRODUCCIÓN.....	6
2.2	Objetivos estratégicos de OACI.....	6
2.3	Tendencia mundial y regional.....	7
2.4	Brechas y ambiciones de mejora.....	7
2.5	Planificación impulsada por OACI para el FRTO. Actividades en progreso.....	9
3	IMPLANTACIÓN EN AREAS CLAVE DE PERFORMANCE (KPA).....	11
3.2	KPA Eficiencia.....	11
3.3	KPA Capacidad.....	12
3.4	KPA Seguridad Operacional.....	12
3.5	KPA Medioambiente.....	13
3.6	KPAs Costo eficiencia, Acceso y Equidad y Flexibilidad.....	14
4	PREMISAS DE LA IMPLEMENTACIÓN FRTO.....	14
5	HABILITADORES DE LA IMPLEMENTACIÓN FRTO.....	15
5.1	Comunicaciones, Navegación y Vigilancia.....	15
5.2	Servicios ATS y Automatización.....	16
5.3	Sistema AIDC – Comunicación de datos entre facilidades ATS.....	17
5.4	Herramientas MTCD - Proceso de Planes de vuelo FDP.....	17
5.5	Gestión de la Información Aeronáutica (AIM).....	17
5.6	Uso flexible del espacio aéreo (FUA).....	19
5.7	Gestion de flujo del tránsito aéreo (ATFM).....	20
5.8	Certificación PBN y PBCS de los operadores aéreos.....	20
5.9	Factores humanos y Capacitación.....	21
6	TEMAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	22
6.1	Medición de la performance. Aplicación del KPI y gestión de datos.....	22
6.2	Análisis preoperacional y accesibilidad de aeropuertos.....	24
6.3	Evaluación de la seguridad operacional.....	24
6.4	Análisis costo beneficio.....	24
6.5	Evaluación de la performance del sistema - navegación aérea (AN-SPA).....	24
7	PRINCIPIOS PARA LA PLANIFICACIÓN.....	25
8	RIESGOS DEL PROYECTO.....	26
9	RUTAS ATS REVALIDADAS Y COORDINADAS EN APOYO DEL VUELO Y EL FLUJO (FRTO-B0/3) 28	
9.1	Rutas Preferidas por los Usuarios (UPR).....	29
9.2	Rutas de Playbook.....	30
9.3	Rutas de Salida Codificadas (CDR).....	30
10	ENRUTAMIENTO DIRECTO (FRTO-B0/1).....	31
11	ESPACIO AÉREO LIBRE DE RUTAS (FRTO-B1/1).....	33
12	RUTAS RNP (FRTO-B1/2).....	35

13	OBJETIVOS A CINCO AÑOS .....	36
APÉNDICES 37		
	Apéndice A. Combustible de Aviación Sostenible (SAF) .....	38
	Apéndice B. Relación modulo KPA-Área Focal-KPI- elemento FRTO .....	40
	Lista de Elementos del Módulo FRTO, Bloques 0, 1 .....	43
	Apéndice C. Infraestructura apropiada para apoyar la seguridad de las operaciones .....	45
	Apéndice D. MODELO DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD OPERACIONAL .....	47
	Apéndice E. Modelo de Publicación – UPR .....	53
	Apéndice F. Modelo de Publicación - EDE .....	54
	Apéndice G. Acrónimos, Abreviaturas y Definiciones .....	56
	Apéndice H. Documentos de Referencia .....	57

## 1 PREÁMBULO

La aplicación del concepto de *versiones* de red de rutas ATS SAM se aprobó en la reunión SAM/IG/3 (Lima, Perú, del 20 al 24 de abril de 2009). El objetivo fue implementar un desarrollo integrado, con un análisis más amplio de la red de rutas, basado en datos sobre el flujo de tránsito aéreo y la capacidad de navegación de la flota, buscando la eliminación de rutas no utilizadas y la exclusión o reducción de rutas "convencionales", para dar paso a la navegación RNAV-5 en el espacio aéreo regional encima de FL245.

A partir del concepto de versiones de red de rutas en la última década, los foros SAM/IG y ATS/RO fueron responsables por la reestructuración completa de la red de rutas ATS de SAM, que involucró la implementación, la realineación (menor distancia volada = menor emisión CO<sub>2</sub>) y la eliminación de cientos de rutas ATS convencionales. Asimismo, la iniciativa facilitó la implantación del concepto de uso flexible de espacio aéreo (FUA).

A la fecha, el uso de **Rutas ATS fijas ya no puede brindar por si sola la eficiencia requerida** para que los usuarios del espacio aéreo puedan obtener el ahorro de combustible y la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. La **evolución natural de la optimización del espacio aéreo** es la implantación, en corto y mediano plazo, de las **Operaciones mejoradas a través de trayectorias en ruta optimizadas (FRTO)**<sup>1</sup>, tal como se define en el Plan Mundial de Navegación Aérea – GANP.

El GANP representa la estrategia para lograr un sistema global de navegación aérea interoperable que ofrezca un transporte aéreo seguro, protegido y eficiente, limitando al mismo tiempo el impacto de la aviación en el medio ambiente. Se destaca que el GANP impulsa la planificación basada en performance, bajo el método de los seis pasos. El despliegue de esta metodología Global se incorpora en el Volumen III del Plan Regional de Navegación aérea (RANP CAR/SAM). El Volumen III ha sido aprobado por GREPECAS en el año 2022, no obstante, aún se requieren esfuerzos de los Estados CAR y SAM para incluir sus datos en las tablas de planificación y fortalecer los procesos de la planificación basada en performance.

Desde el 2020 (inicio de la pandemia), la región SAM se enfocó en la estrategia de optimización del espacio aéreo en Sudamérica a través de la aplicación del módulo FRTO B0/B1 – DCT del GANP implementando el enrutamiento directo estratégico (EDE/SDR), como paso inicial de la implantación más amplia y la evolución hacia el Espacio Aéreo con Rutas Libre (FRA). A la vez, se ha identificado que la implantación del FRTO puede promover el cierre de brechas que la Región presenta en el campo ATM y CNS, así como reforzar y garantizar la seguridad operacional.

La presente Guía cumple el objetivo de integrar los conceptos teóricos del FRTO en el marco de los avances ya realizados por la Región para optimizar el espacio aéreo, para robustecerlos y ampliarlos. A la vez, se dirige a **facilitar la interoperabilidad** entre la Región SAM y las Regiones CAR y NAM, reconociendo que esta implantación abarca, en general, a flujos de vuelos que se generan y/o cruzan las tres Regiones.

La Guía apunta a **cohesionar los esfuerzos y el trabajo colaborativo** y **Transregional** de los planificadores de la navegación aérea, los Estados, los proveedores y la industria.

---

<sup>1</sup> *El GANP OACI está publicado sólo en idioma inglés. Respecto a la traducción libre en español del término FRTO, se considera que la 'mejora' (improvement) se refiere al resultado final, mientras que la 'optimización' (enhancement) se enfoca en el proceso y los recursos utilizados"*

## 2 INTRODUCCIÓN

*Nota. - El listado de Acrónimos, Abreviaturas y Definiciones se encuentra en el **Apéndice G** de esta Guía. Los documentos de referencia se indican en el **Apéndice H**.*

2.1.1 La industria del transporte aéreo desempeña un papel clave en la conectividad mundial y regional, la economía, el empleo y las oportunidades empresariales, el comercio, el desarrollo tecnológico, el turismo y el intercambio cultural, la respuesta a emergencias, la ayuda humanitaria y el desarrollo regional. Sin embargo, a pesar de sus muchos beneficios, la industria del transporte aéreo enfrenta grandes desafíos, así como compromisos ambientales, en medio de un complicado entorno político y económico internacional.

2.1.2 Para superar estos desafíos, las Regiones de la OACI han adoptado una serie de iniciativas y programas destinados a mejorar las operaciones aéreas en términos de capacidad, eficiencia, seguridad operacional y sostenibilidad ambiental. El GANP establece el desarrollo de la industria aérea a través de Mejoras por Bloques de la Aviación (ASBU), entre los cuales las Operaciones Mejoradas a Través de Trayectorias en Ruta Optimizadas (*FRTO - Improved operations through enhanced en-route trajectories*)\* permiten la optimización del espacio aéreo.

2.1.3 Para lograr la optimización del espacio aéreo en la Región CAR/SAM, el Grupo Regional de Planificación e Implementación CAR/SAM (GREPECAS), a través del Volumen III del Plan Regional de Navegación Aérea (CAR/SAM RANP), orienta a la comunidad aeronáutica en la aplicación del proceso de gestión de la performance y en la identificación de mejoras operativas relevantes y oportunas al sistema de navegación aérea.

2.1.4 Este Grupo, durante la vigésimo primera reunión desarrollada en Santo Domingo en el 2023, se presentó el proyecto NEOSPACE-1 como impulsor en el proceso de optimización del espacio aéreo, con el objetivo de impulsar la optimización de la estructura del espacio aéreo en la Región CAR/SAM, fortalecer la implementación del Volumen III de ANP en la Región CAR/SAM y generar beneficios ambientales, incluido el ahorro de combustible y la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, con objetivos de mejora establecidos a partir de una línea de base definida.

## 2.2 Objetivos estratégicos de OACI

2.2.1 La presente Guía se relaciona directamente con los objetivos estratégicos de OACI, según se describen a continuación:

- a) Seguridad operacional: Mejorar la seguridad operacional de la aviación civil mundial.
- b) Capacidad y eficiencia de navegación aérea: Aumentar la capacidad y mejorar la eficiencia del sistema mundial de aviación civil.
- c) Desarrollo económico del transporte aéreo: Fomentar el desarrollo de un sistema de aviación civil sólido y económicamente viable.
- d) Protección del medio ambiente: Minimizar los efectos perjudiciales para el medio ambiente de las actividades de la aviación civil.



## 2.3 Tendencia mundial y regional

2.3.1 La emergencia sanitaria del COVID19, generó un nuevo escenario en la aviación mundial. Conforme a publicaciones de la IATA, el 2023 el transporte aéreo ha recuperado casi por completo su ritmo de actividad anterior a la pandemia, y se considera un año de renovada rentabilidad financiera para la industria. El tráfico de pasajeros en toda la industria, medido en pasajeros-kilómetro (RPK), creció un 40,1% interanual hasta septiembre de 2023 y alcanzó el 92,9% de los niveles previos a la pandemia. A largo plazo, se estima que el tráfico mundial de pasajeros se duplicará para 2040.

2.3.2 En la Región SAM el número de despegues en el año 2020 decreció 58.4% respecto al año anterior, lo cual representó un fuerte impacto económico para toda la industria, y afectó a los proveedores ANSP debido a la reducción significativa del número de operaciones aéreas. En 2023, se registró la recuperación del número de despegues alcanzándose un crecimiento de 1.45% con relación al año 2019. A pesar del entorno económico adverso del año 2023, el transporte aéreo de la Región SAM demostró resiliencia, incluso alcanzando un leve crecimiento en comparación con otras Regiones.

2.3.3 En el 2024 persistirán desafíos significativos en la Región SAM. Se requiere promover una aviación competitiva y sostenible y, por ende, se debe trabajar en políticas eficientes para tasas de la navegación aérea y aeropuertos, reducir los costos del combustible, y ampliar la infraestructura aeroportuaria. Se debe impulsar un ambiente regulatorio más simple y confiable para los nuevos participantes en el mercado, para que aumente la competencia, se amplie la conectividad aérea y se beneficie el usuario.

2.3.4 Reconociendo esos desafíos, la comunidad ATM de la Región SAM está concentrada en apoyar el crecimiento y sostenibilidad del transporte aéreo. Para ello, es necesario impulsar un sistema regional de navegación aérea ‘sin costuras’ (*seamless*), de alto rendimiento, así como más seguro, robusto y resiliente.

## 2.4 Brechas y ambiciones de mejora

2.4.1 En el espacio aéreo continental de la Región SAM, por encima de FL245, las trayectorias en ruta están definidas mayormente **por una red de rutas fijas** con especificación RNAV 5, implementadas en la década 2011- 2020. Asimismo, subsiste alrededor de 10% de rutas regionales convencionales (teóricamente para navegación basada en radioayudas). Varios Estados mantienen una combinación de rutas RNAV 5 con rutas convencionales en su espacio doméstico.

2.4.2 Respecto al espacio aéreo inferior de la Región, debajo de FL245, en general permanecen rutas convencionales, incluyendo a rutas regionales, sin embargo, varios Estados las están reemplazando por rutas RNAV 5 (ejemplo; en Brasil, Chile y Perú)

2.4.3 Existen diversos niveles de implementación de Enrutamiento Directo Estratégico – EDE en la Región SAM, que ya está implementado en la totalidad de las FIR Amazónica, Cayenne, Guayaquil, Georgetown y Paramaribo, así como en la mayoría de las FIR Brasilia, Curitiba, Maiquetía y Recife. El EDE también está implementado en alguna medida en las FIR Antofagasta, Lima y Santiago. Hay una oportunidad de expandir el área EDE en algunas FIR, así como estandarizar las publicaciones aeronáuticas existentes. Además, el objetivo principal es una implementación EDE en todas las FIR de la Región de manera uniforme y transfronteriza.

2.4.4 Hay diversas iniciativas de implementación de Rutas Preferidas por los Usuarios (UPR), pero hay una necesidad de estandarización de su publicación en los respectivos AIPs, así como establecer un mecanismo que facilite el acceso de la totalidad de la ruta por parte de los operadores de aeronaves, por medio de su actualización y publicación en un sitio WEB adecuado. Importante remarcar que las UPRs deben ser utilizadas como alternativa en los espacios aéreos donde no exista las condiciones necesarias para

la implementación EDE o FRA, sean operacionales o de infraestructura, como, por ejemplo, falta de una sectorización ATC adecuada o brechas en la vigilancia ATS o en comunicaciones VHF.

2.4.5 Se ha obtenido avance respecto a la aplicación del concepto “uso flexible del espacio aéreo” (FUA) durante la implantación regional del RNAV5, que fue complementado por la optimización de las trayectorias de vuelo que involucraba la reducción de las distancias de vuelo. Sin embargo, en varios Estados subsisten zonas permanentemente segregadas, asignadas a la actividad militar.

2.4.6 En los centros de control de tránsito aéreo (ACC) de la Región se tiene distintos niveles de automatización. En algunos ACC, la detección de conflictos es una tarea manual realizada por el controlador de tránsito (ATCO), sobre la base de franjas de vuelo en papel o franjas electrónicas.

2.4.7 De otra parte, los impactos ambientales por las emisiones de la aviación son significativos, abarcan diversas áreas y varían dependiendo de factores como la ubicación geográfica, las características específicas de la industria en cada región y las condiciones económicas y ambientales. La industria de la aviación y los Estados han tomado medidas para abordarlos con tecnologías más eficientes, el desarrollo de biocombustibles de aviación, la implementación de procedimientos operativos sostenibles y esfuerzos para mejorar la eficiencia del tránsito aéreo.

2.4.8 La OACI ha establecido el Programa de Compensación y Reducción de las Emisiones de Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA) para complementar el conjunto de medidas destinadas a compensar la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> no reducidas mediante medidas operativas y tecnológicas y combustibles sostenibles. La implementación de CORSIA, que es una medida basada en el mercado, se está llevando a cabo en tres fases, y la entrada en el programa será obligatoria a partir de 2027 para todos los Estados que tengan una participación del 0,5% de los ingresos por toneladas por kilómetro (RTK) del mundo o que forman parte del 90% de los RTK acumulados a nivel mundial, excepto los países menos desarrollados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, a menos que se ofrezcan como voluntarios para participar. La expectativa es que este programa dure hasta el año 2035, cuando la producción de combustibles alternativos aumentará y se utilizará ostensiblemente en la aviación.

2.4.9 Las medidas operativas propuestas por la OACI están relacionadas con la optimización de los procedimientos operativos y las medidas de gestión del tránsito aéreo (ATM) para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El Plan Mundial de Navegación Aérea (GANP) contiene la mayoría de las medidas operativas existentes y estará disponible pronto, incluso el FRTO. Las implementaciones operativas previstas en el GANP tienen como objetivo lograr un sistema de navegación aérea global interoperable que garantice niveles aceptables de seguridad operativa y asegure operaciones más sostenibles ambientalmente y económicas. La OACI estima que la implementación del GANP generará una reducción de emisiones de millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

2.4.10 La implementación de medidas tecnológicas también es fundamental para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la aviación. En las últimas décadas se han producido avances extraordinarios. Alrededor del 80% de los aviones en operación son más eficientes en el consumo de combustible por pasajero-kilómetro que los aviones en operación en los años 1960. Los avances en curso incluyen motores que mejoran la relación de derivación y materiales más ligeros y resistentes al calor para componer el fuselaje de los aviones.

2.4.11 Además, los avances en la tecnología de aeronaves eléctricas e híbridas permitirán un menor consumo de combustibles fósiles y, en consecuencia, una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Si bien las medidas tecnológicas reducen significativamente las emisiones, sus costos son elevados e incorporar estas tecnologías en las flotas de aeronaves puede llevar tiempo. A la vez, la OACI impulsa el uso de Combustible de Aviación Sostenible (SAF) entre otras iniciativas. Ver **Apéndice A** de esta guía.

2.4.12 La evolución descrita en el GANP para el desarrollo del FRTO (Bloques 0 y 1) es la siguiente:

- **Bloque 0:** Las trayectorias en ruta se mejoran mediante el uso de rutas más directas y procesos y herramientas de gestión colaborativa del espacio aéreo. Los ATCO cuentan con la ayuda de herramientas para la identificación de conflictos y el seguimiento de la conformidad.
- **Bloque 1:** se presentan los pasos iniciales hacia las operaciones basadas en trayectorias mediante la mejora de los procesos del bloque 0 y el soporte del sistema o el despliegue de nuevos procesos y el soporte del sistema cuando sea necesario.

2.4.13 En el espacio aéreo continental, la mejora operativa más importante está relacionada con el Espacio Aéreo de Ruta Libre (FRA) como continuación de la ruta directa introducida en el bloque cero.

2.4.14 Se puede considerar implantación de rutas RNP para el espacio aéreo donde no se puede desplegar el EDE o FRA, o para la conectividad entre la EDE o FRA y las TMAs. También se prevé aplicar estas rutas RNP en espacios donde se requieran procesos más complejos que incidan en demoras para implantar el EDE o FRA.

2.4.15 Como parte de la optimización en TMA, se espera la aplicación de procedimientos de salida y aproximación basados en A-RNP, como ya implementado en Chile, considerando que en la aprobación de aeronaves y operadores para A-RNP se incluye la especificación RNP 2, que podrá ser utilizada para optimización del espacio aéreo de rutas fijas en los espacios aéreos de mayor complejidad y volumen de tránsito aéreo, mayormente en las proximidades de las principales TMA de la Región, como, por ejemplo, Bogotá, Buenos Aires, Panamá, Lima, Santiago y Sao Paulo.

2.4.16 La gestión colaborativa del espacio aéreo se mejorará con nuevas funciones, como el intercambio de datos de gestión del espacio aéreo (ASM) en tiempo real. Las capacidades adicionales del sistema, como la sectorización dinámica, pretenden alinear la demanda de tráfico con la capacidad disponible.

*Nota. - La implantación del módulo APTA está previsto de manera complementaria en el proyecto NEOSPACE-1 para incrementar la performance en el área **Capacidad (KPA Capacity)**, en las áreas focales; capacidad, rendimiento y utilización.*

## 2.5 Planificación impulsada por OACI para el FRTO. Actividades en progreso

2.5.1 El Plan Global de Navegación Aérea (séptima edición) alienta a los miembros de la comunidad de la aviación participar juntos para lograr un sistema mundial de navegación aérea ágil, seguro, protegido, sostenible, de alto rendimiento e interoperable.

2.5.2 Al mismo tiempo, las nuevas exigencias que experimenta el sistema de la aviación, las tecnologías emergentes, las formas innovadoras de hacer negocios y la función humana cambiante plantean desafíos y, también, ofrecen oportunidades que exigen una transformación urgente del sistema de navegación aérea para que la aviación siga impulsando el bienestar social en la Región Sudamericana.

2.5.3 El GANP enfatiza la planificación de la Navegación Aérea basada en performance, conforme al método de los seis pasos del Doc. 9883 para la planificación basada en performance. Esta metodología se despliega, a su vez, en el Volumen III del RANP CAR /SAM. Como referencia, véase el “Instructivo para uso de la plantilla del Volumen III del Plan Regional de Navegación aérea – ANP CAR/SAM”, aprobado en octubre 2021 mediante la Conclusión GREPECAS 19/05, en el cual se expone la aplicación del método de seis pasos, en los siguientes enlaces:

[https://www.icao.int/GREPECAS/Documents/eCRPP03-Minute\\_1.pdf](https://www.icao.int/GREPECAS/Documents/eCRPP03-Minute_1.pdf)

<https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2021/GRP19/GREPECAS19-InformeFinal.pdf>

2.5.4 El FRTO para la Región SAM se viabiliza en la aplicación de varias iniciativas, tales como: Rutas Preferidas por los Usuarios (UPR, en su sigla en inglés), Enrutamiento Directo Estratégico (EDE) y Espacio Aéreo de Ruta Libre (FRA, en su sigla en inglés).

2.5.5 Tanto el EDE como el FRA forman parte del Plan Mundial de Navegación Aérea de la OACI y están incluidos en la Mejoras por Bloques de la Aviación (ASBU) bajo el hilo FRTO, bloques FRTO B0 y FRTO B1. La estrategia propuesta en este Material Guía **se limita únicamente a los bloques 0 y 1**, que pueden ser alcanzables en un horizonte de **tiempo de 5 años (TBD)**.

*Nota. - La estrategia propuesta puede evolucionar para incluir en el futuro las partes restantes de FRTO, como la Configuración Dinámica del Espacio Aéreo y del Espacio Aéreo de Rutas Libres cross-border a gran escala (FRA), FRTO B2/2 y FRTO B2/3 respectivamente.*

2.5.6 A nivel regional, la OACI liderará la planificación e implementación FRTO en las regiones CAR/SAM, a través del Grupo Regional de Planificación e Implementación CAR/SAM (GREPECAS). En el marco del Programa de Optimización del Espacio Aéreo y el Proyecto NEOSPACE-1, se espera que se entregue a los Estados, a los proveedores de servicios de navegación aérea, y a los usuarios del espacio aéreo un material de orientación integral sobre la implementación del FRTO.

#### Proyecto NEOSPACE-1

2.5.7 El Proyecto NEOSPACE-1 tiene como objetivo apoyar y reorientar la optimización de la estructura del espacio aéreo de Región CAR/SAM de una manera armonizada y coherente, fortaleciendo las implantaciones en curso, impulsar las actividades de los Estados y organizaciones CAR/SAM para la implantación efectiva del Volumen III del RANP CAR/SAM y generar beneficios medioambientales mediante ahorro de combustible y reducción de emisiones CO<sub>2</sub>.

2.5.8 De acuerdo con la planificación del proyecto, serán seleccionados elementos de FRTO y APTA y respectivos indicadores KPI (proceso de planificación basada en performance del GANP y del Doc. 9883). Las metas (targets) de mejora en la performance requieren la definición de una línea base para los KPI. A partir de dicha línea base, es factible establecer las ambiciones de mejora de performance para un determinado KPI, en un lapso definido. Sin embargo, los Estados/Organizaciones pueden calcular/monitorear otros KPI de GANP o desarrollar sus propios indicadores de acuerdo con sus necesidades

2.5.9 La ejecución de las actividades del Proyecto será coordinada a través de las comunicaciones entre miembros del Proyecto, los Coordinadores del Proyecto y el Coordinador del Programa a través de reuniones de los grupos de implantación en CAR y SAM. El proyecto reconoce la necesidad de seguir apoyando la recuperación de la conectividad aérea en CAR y SAM, a través de optimización de la eficiencia y capacidad. Se prevé robustecer la armonización interregional e intrarregional para la implantación de FRTO y APTA.

2.5.10 Con respecto a la implementación propiamente dicha del FRTO, una estrecha colaboración entre el Grupo de Trabajo de Optimización del Espacio Aéreo del NACC/WG y el Grupo de Estudio e Implementación del Espacio Aéreo (GESEA) de SAM/IG es esencial para armonizar y acelerar la implementación del FRTO en las regiones CAR/SAM, para proporcionar eficiencia de vuelo y mejorar la aviación en ambas regiones.

2.5.11 Para satisfacer la necesidad de obtener beneficios tempranos cuando los Estados no pueden implementar el Enrutamiento Directo Estratégico (EDE) y acelerar la coordinación entre los ANSP y las aerolíneas, en 2021 se creó un grupo de trabajo conjunto formado por CANSO, IATA y OACI, denominado **CIIFRA**, para apoyar la implementación de UPRs. Es importante señalar que la implementación EDE también forma parte de la estrategia del CIIFRA, así como su transición al FRA.

### 3 IMPLANTACIÓN EN AREAS CLAVE DE PERFORMANCE (KPA)

*Nota. - En las tablas del **Apéndice B (en inglés)**, se muestra la vinculación del GANP en cuanto a los indicadores KPI para cada KPA seleccionada, permitiendo los reconocer elementos FRTO que contribuyen a la mejora de performance esperada.*

3.1.1 Las áreas clave de performance (KPA) describen las esferas prioritarias en las que se necesitan mejoras y avances específicos para alcanzar los objetivos generales de la ASBU. Cada KPA aborda una dimensión específica del funcionamiento del sistema de navegación aérea y proporciona orientación sobre las esferas que requieren una atención especial. La implantación del FRTO incide en varias KPA, según se describe en líneas debajo.

#### 3.2 KPA Eficiencia

3.2.1 La implementación de módulos del FRTO apunta a incrementar la performance en el área **Eficiencia**, en las áreas focales; tiempo de vuelo, distancia y vuelo vertical, incidiendo en ahorros de combustible y emisión de CO2. La eficiencia se refiere a la eficacia operacional y la rentabilidad económica de las operaciones de vuelo en pares de ciudades desde la perspectiva de un solo vuelo. En todas las fases del vuelo, los usuarios del espacio aéreo desean salir y llegar a la hora que hayan seleccionado y volar en la trayectoria que consideren óptima. Ver ejemplos tomados del **Apéndice B**:

KPA	Focus Areas	Most specific performance objective(s) supported	KPI	ASBU Element Operational	DESCRIPTION
<b>Efficiency</b>	Flight time & distance	Overcome route selection inefficiencies associated with route network design	KPI04: Filed flight plan en-route extension	FRTO-B0/1	Direct routing (DCT)
<b>Efficiency</b>	Flight time & distance	Overcome route selection inefficiencies associated with route & airspace availability as known at the flight planning stage	KPI04: Filed flight plan en-route extension	FRTO-B0/2	Airspace planning and Flexible Use of Airspace (FUA)
<b>Efficiency</b>	Flight time & distance	Overcome route selection inefficiencies associated with route network design	KPI04: Filed flight plan en-route extension	FRTO-B1/1	Espacio aéreo de ruta libre (FRA)

### 3.3 KPA Capacidad

3.3.1 El elemento FRTO-B1/2 “Rutas RNP” incide, de forma más específica, en el incremento de la **capacidad** del segmento en-ruta. El sistema mundial de navegación aérea debe sostener la capacidad inherente para satisfacer la demanda de los usuarios del espacio aéreo en las horas punta y en los lugares con máxima ocupación, minimizando al mismo tiempo las restricciones al flujo de tránsito.

3.3.2 Para responder al crecimiento futuro, la capacidad debe aumentar, junto con los correspondientes aumentos de eficiencia, flexibilidad y predictibilidad garantizando que no haya impactos adversos en la seguridad, teniendo en cuenta el medio ambiente. El sistema de navegación aérea deberá ser resistente a la interrupción del servicio y a la consiguiente pérdida temporal de capacidad. Ejemplos:

Capacity	Capacity, throughput & utilization	Reduce ATCO workload (enroute)	KPI06: En-route airspace capacity	FRTO-B0/4	Basic conflict detection and conformance monitoring
Capacity	Capacity, throughput & utilization	Overcome capacity limitations attributable to route network design	KPI06: En-route airspace capacity	FRTO-B1/2	Rutas de performance de navegación requerida (RNP)

### 3.4 KPA Seguridad Operacional

3.4.1 La implementación de módulos del FRTO permite incrementar la performance en el área **Seguridad Operacional**, en el objetivo específico de evitar desviaciones en la navegación lateral/horizontal, y mejorar la detección temprana de autorizaciones del ATC conflictivas.

3.4.2 La Resolución A40-1 “Planificación mundial OACI para la seguridad operacional y la navegación aérea” respaldó la tercera edición del Plan Global de Seguridad operacional (GASP) y la sexta edición del GANP para que sirvan de orientación estratégica mundial para la seguridad operacional y la navegación aérea, respectivamente.

3.4.3 Asimismo, resuelve que los planes GASP y GANP se implanten y mantengan vigentes en estrecha cooperación y coordinación con todos los interesados, y a la vez que los citados planes sirvan de marco para la elaboración y ejecución de los planes regionales, subregionales y nacionales, garantizándose así la coherencia, la armonización y la coordinación de esfuerzos tendientes a acrecentar la seguridad operacional, la capacidad y la eficiencia de la aviación civil internacional. El contenido completo de la Resolución y sus apéndices sobre materias del GASP y del GANP, respectivamente, se encuentran en el siguiente link;

[https://www.icao.int/Meetings/a40/Documents/Resolutions/a40\\_res\\_prov\\_es.pdf](https://www.icao.int/Meetings/a40/Documents/Resolutions/a40_res_prov_es.pdf)

#### Indicadores del GASP y del GANP

3.4.4 La Séptima edición del GANP ha incluido nuevos indicadores KPI para el área seguridad operacional. GREPECAS ha iniciado actividades conjuntas con el Grupo panamericano de seguridad operacional (RASG-PA), para optimizar la gestión de estos indicadores y evitar doble esfuerzo para la captura y análisis de dichos datos. Por ejemplo, el KPI20 “Número de accidentes de aeronaves” esta monitoreado por RASG-PA desde hace varios años, como parte de sus actividades. Ver ejemplos para KPI20 y KPI23:

<b>Safety</b>	TBD	Improve early detection of conflicting ATC Clearances (CATC) (en-route / departure / approach)	<b>KPI20: Number of aircraft accidents</b>	FRTO-B0/4	Detección básica de conflictos y supervisión de conformidad
<b>Safety</b>	TBD	Improve early detection of conflicting ATC Clearances (CATC) (en-route / departure / approach)	<b>KPI23: Number of airprox/TCAS alert/loss of separation/near midair collisions/midair collisions (MAC)</b>	FRTO-B0/4	Detección básica de conflictos y supervisión de conformidad

3.4.5 El GASP establece sus objetivos, metas e indicadores, relacionados al objetivo en materia de seguridad operacional enunciada como “Cero víctimas mortales a partir del 2030”. En este sentido el GASP ha identificado el Objetivo 6, relacionado a la disponibilidad de la infraestructura apropiada para las operaciones aéreas seguras (Ver Apéndice C), cuyas metas e indicadores se muestran en el siguiente cuadro:

<b>Objetivo 6:</b> Asegurar la disponibilidad de la infraestructura apropiada para apoyar unas operaciones seguras	<b>6.1</b>	Para 2025, mantener una tendencia creciente de Estados con infraestructura de navegación aérea y aeródromo que cumpla las normas pertinentes de la OACI.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número o porcentaje de deficiencias de navegación aérea relacionadas con la infraestructura por Estado, respecto de los planes regionales de navegación aérea</li> <li>Número o porcentaje de Estados que han implementado PQ relacionadas con la infraestructura vinculadas a los elementos constitutivos básicos</li> </ul>
---	------------	--	--

### 3.5 KPA Medioambiente

3.5.1 El objetivo de performance para la KPA medioambiente impulsado en el GANP es “mantener o mejorar la sostenibilidad medioambiental de la aviación”. La séptima edición del GANP no ha definido el elemento específico del FRTO ni ha desarrollado indicadores para esta KPA, es decir no existe todavía una definición armonizada de métricas ambientales comunes. Ver **Apéndice B**.

3.5.2 No obstante, se reconocen los aportes de la implantación de módulos/elementos ASBU en beneficio de la protección del medio ambiente, sobre todo en las implantaciones que permiten reducir distancia/tiempo de vuelo y sus perfiles verticales con la implementación de FRTO, lo que permite a las aeronaves seguir trayectorias más directas.

3.5.3 Al reducir las distancias de vuelo se puede estimar el ahorro de combustible (para cada vuelo y para el conjunto de vuelos en el segmento) respecto a la configuración anterior de la trayectoria. Consecuentemente, se puede estimar la cantidad de CO2 referido al combustible ahorrado.

*Nota. - Para un cálculo sencillo, se considera que el CO2 emitido equivale aproximadamente a 3.16 veces el combustible consumido, expresado en kilogramos.*

### 3.6 KPAs Costo eficiencia, Acceso y Equidad y Flexibilidad

3.6.1 Para estas KPAs, el GANP de OACI está en proceso de completar o definir los indicadores KPI. El enfoque de la implantación FRTO podrá considerar el desarrollo para estas KPAs, de acuerdo con los avances del GANP en las siguientes ediciones. Ver **Apéndice B**.

## 4 PREMISAS DE LA IMPLEMENTACIÓN FRTO

4.1.1 Teniendo como escenario operacional el espacio aéreo de la Región SAM, e identificando las ambiciones de mejora de la performance antes descritas, en la presente Guía se identifican las siguientes premisas:

- a) Las compañías aéreas seguirán realizando esfuerzos para modernizar sus flotas de aeronaves para poder cumplir con la navegación basada en el rendimiento (PBN), respaldada principalmente por el GNSS. Se aplicará el concepto “*Best Equipped, Best Served*”.
- b) El ATFM deberá robustecerse en la región, evolucionando hacia un servicio integrado *crossborder*, para estar preparados para gestionar el desequilibrio entre la capacidad y la demanda, con fuerte énfasis en obtener el menor impacto de las medidas de afluencia sobre los operadores.
- c) La implementación de FRTO colabora a que la capacidad del sistema ATM absorba el crecimiento de la demanda del tránsito aéreo.
- d) Los Estados de la Región, dependiendo de la situación económica, continuarán realizando esfuerzos para modernizar sus sistemas de control de tránsito aéreo en concordancia con sus necesidades operacionales y los nuevos desarrollos de la industria.
- e) Los Estados de la Región continuarán realizando esfuerzos para aumentar la capacidad ATC en la medida del necesario para atender a la demanda de tránsito aéreo, principalmente por medio de sectorizaciones ATC adecuadas.
- f) Los Estados de la Región, continuarán desarrollando acciones necesarias para reducir los efectos para el medio ambiente que puedan deberse a las actividades de la aviación civil.
- g) La aplicación del concepto FRTO debe cumplir con los criterios de seguridad operacional, y ser compatible con las operaciones existentes y los sistemas futuros, además de expandirse y conectarse con los espacios aéreos adyacentes.
- h) La aplicación del concepto FRTO debe reconocer los requerimientos de defensa y seguridad de los órganos militares. La aplicación del FUA en base al Doc. 10088 de OACI, establece un marco adecuado para desarrollar la cooperación civil-militar
- i) Los límites verticales y horizontales de las regiones en las que se aplica lo FRTO deben basarse preferentemente en los requisitos operativos, no necesariamente en los límites geográficos de las FIR, a fin de aprovechar plenamente su aplicabilidad. Se debe realizar un estudio para adecuar la sectorización a la implementación de los espacios aéreos FRTO.
- j) El EDE y FRA será implementado de forma harmónica y estandarizada en los Estados de la Región, facilitando la evolución a una aplicación transfronteriza. La implantación debería involucrar el soporte de los estados y ANSPs para realizar ensayos (*trials*) para evaluar aspectos de viabilidad, eficiencia, impacto positivo en el medioambiente y seguridad operacional.

## 5 HABILITADORES DE LA IMPLEMENTACIÓN FRTO

### 5.1 Comunicaciones, Navegación y Vigilancia

#### Comunicaciones

5.1.1 La cobertura VHF es fundamental para la implementación FRTO en espacio aéreo continental, mientras que en espacios aéreos remotos y oceánicos se pueden utilizar otros medios de comunicación como HF o CPDLC. Sin embargo, corresponderá a cada Estado evaluar la aplicación del FRTO en áreas que tienen brechas de cobertura siempre que se lleve a cabo un análisis de riesgos operacionales y se tomen otras medidas de seguridad si es necesario, como una LoA entre los ACCs implicados.

En corto plazo, se espera que el EDE y/o FRA sean implementados en espacios aéreos oceánicos con baja complejidad y/o bajo volumen de tránsito aéreo. Sin embargo, la opción de implementación de UPRs debe ser mayormente considerada en espacios aéreos oceánicos, teniendo en cuenta que la pre-coordinación con el ATC y/o ATFM reduce la necesidad de intervención del ATCO.

5.1.2 En mediano y largo plazo, entre las propuestas de soluciones para cubrir las brechas en la cobertura de las comunicaciones sin necesidad de actualizaciones de aviónica, el proyecto VOICE presenta resultados muy satisfactorios para la viabilidad técnica de los sistemas VHF basados en satélites de órbita terrestre baja (LEO).

5.1.3 Mediante el uso de esta nueva tecnología de comunicación, el tráfico en los espacios aéreos oceánicos y remotos se manejaría de manera similar al espacio aéreo continental, lo que permitiría la aplicación de FRTO y reducir los mínimos de separación sin comprometer la seguridad. Además, el proyecto VOICE llevará a cabo algunas operaciones transfronterizas entre regiones de información de vuelo (FIR) adyacentes, pertenecientes a diferentes países y bajo la responsabilidad de diferentes proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP).

5.1.4 Por lo tanto, el proyecto VOICE produciría una solución técnica viable para la comunicación de voz y enlace de datos en ondas métricas del segmento terrestre. Las comunicaciones VHF sin brechas entre los espacios aéreos continentales y oceánicos/remotos permitirán a los usuarios superar las actuales limitaciones de cobertura de los sistemas terrestres, al tiempo que reducirán las emisiones de CO2 relacionadas con la aviación gracias al uso de trayectorias más eficientes.

#### Navegación

5.1.5 La navegación basada en el performance (PBN) constituye una herramienta indispensable para optimizar el espacio aéreo a través de FRTO, respondiendo a la creciente complejidad de las operaciones de aviación. Al permitir trayectorias más directas y eficientes, el PBN reduce las distancias recorridas, ahorra combustible y contribuye a la sostenibilidad ambiental. Su flexibilidad adaptativa es crucial para hacer frente a las condiciones operativas cambiantes, optimizar el uso del espacio aéreo y promover una gestión eficiente del tráfico.

5.1.6 Los procedimientos precisos de salida y llegada ofrecidos por PBN, como RNAV y RNP, no solo aumentan la seguridad, sino que también ayudan a las aeronaves a eludir las restricciones del espacio aéreo y responder a eventos inesperados, lo que hace que las operaciones sean más resistentes. Las trayectorias más eficientes no solo disminuyen el tiempo de vuelo, beneficiando económicamente a las aerolíneas, sino que también contribuyen a una aviación más sostenible y segura.

5.1.7 En resumen, la optimización del espacio aéreo utilizándose el PBN es vital para abordar los desafíos operativos contemporáneos y, al mismo tiempo, promover la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad en el panorama aeroespacial mundial. La colaboración entre las partes interesadas es esencial para garantizar el éxito continuo de este enfoque innovador de la aviación.

5.1.8 Actualmente, las rutas RNAV tienen una especificación de navegación RNAV 5, sin embargo, los Estados deberían considerar la aplicación de una especificación RNP más robusta, por ejemplo, la RNP2, para acomodar un mayor número de aeronaves de forma segura y sostenible.

### Vigilancia ATS

5.1.9 La cobertura de vigilancia ATS es importante para el despliegue de FRTO en el espacio aéreo continental, mientras que la vigilancia en el **espacio aéreo oceánico** podría basarse en otros medios, como ADS-C/CPDLC y ADS-B por satélite. En el caso del ADS-B satelital, sería importante identificar los medios de comunicación utilizados, teniendo en cuenta que ATCO tendría una vigilancia similar a la del espacio aéreo continental, pero no contaría con un sistema de comunicación que permita la misma capacidad de intervención que la comunicación oral VHF.

5.1.10 Es importante resaltar que es fundamental que los Estados consideren instalaciones de equipo de comunicación y vigilancia que permitirían reducir o eliminar las fallas de cobertura que podrían impedir o dificultar la implementación FRTO, así como la optimización de la separación longitudinal.

5.1.11 Las UPR pueden ser más apropiadas para ser utilizadas en espacios aéreos donde no se cuenta con vigilancia ATS o hay fallas más significativas de cobertura, teniendo en cuenta que son rutas previamente coordinadas con el ANSP, en que se podría hacer una evaluación más precisa de los impactos en las operaciones.

5.1.12 En aquellos espacios aéreos remotos y debido a su ubicación geográfica no es posible una óptima vigilancia ATS, los Estados deben analizar la factibilidad de elaborar procedimientos adecuados que permitan el FRTO con el menor impacto posible en las separaciones de aquellos espacios aéreos circundantes dotados con vigilancia ATS.

## **5.2 Servicios ATS y Automatización**

5.2.1 Es necesaria la aplicación de instrumentos automatizados para indicar la situación de las futuras actividades de reserva y restricción del espacio aéreo, debido a que todas las partes interesadas deben tener la misma información sobre el perfil y la ruta previstos de un vuelo, tanto en el plan de vuelo inicial como en cualquier revisión posterior de esa información.

5.2.2 Debe prestarse especial atención a la continuidad en la prestación de servicios ATS, especialmente en las zonas de transición entre el espacio aéreo donde se aplica EDE o FRA y el espacio aéreo en el que se utiliza el sistema de ruta fija ATS (y viceversa). Deben acordarse procedimientos adicionales para garantizar la continuidad en la prestación del servicio estructurado de ATS.

5.2.3 De ser el caso corresponderá a mediano plazo establecer consenso entre los Estados respecto a la separación mínima (lateral/longitudinal) que se aplicará entre las aeronaves en la FRA. Para las Rutas UPR o EDE, se deben utilizar los requisitos mínimos de separación de acuerdo con la especificación de navegación requerida en la Ruta respectiva.

5.2.4 En mediano/largo plazo, será necesario la aplicación de instrumentos automatizados para indicar la situación de las futuras actividades de reserva y restricción del espacio aéreo, debido a que todas las partes interesadas deben tener la misma información sobre el perfil y la ruta previstos de un vuelo, tanto en el plan

de vuelo inicial como en cualquier revisión posterior de esa información. Mientras no exista tales instrumentos automatizados, será responsabilidad del operador de aeronave planificar su vuelo evitando las áreas con reserva y restricción de espacio aéreo, conforme establecido en las publicaciones aeronáuticas o informaciones suministradas por la dependencia ATFM o ATC.

### 5.3 Sistema AIDC – Comunicación de datos entre facilidades ATS

5.3.1 El sistema AIDC apunta a mejorar la eficiencia en las coordinaciones y transferencias de control entre dependencias ATS, en este caso centros de control de área, sustituyendo la comunicación de voz (canal oral ATS) por un intercambio automático de mensajes. Este elemento representa un primer paso de automatización en la evolución de la coordinación y transferencia de control entre las dependencias ATS vecinas para garantizar que toda la información de vuelo conexas y necesaria esté disponible para la otra dependencia según lo acordado.

5.3.2 En la Region SAM la implantación del AIDC (referido en el GANP bajo el elemento FICE B0/1), se dirige a promover la optimización de la coordinación ATS y el manejo de datos del flujo de aeronaves de manera eficiente. A la vez, se ha identificado al AIDC como un mitigador de los errores de coordinación ATS denominados LHD. Estos eventos se están gestionando y reduciendo en número, después de haber mostrado incidencia en algunos puntos de transferencia, entre ACCs de la región. Se estima que se ha implantado el 20% de 102 conexiones (bilaterales) entre centros de control de la Región SAM. En la Región existe un subgrupo que impulsa esta implantación, y que estudia la aplicación mas amplia de las funciones del AIDC.

5.3.3 Sin perjuicio de lo anterior, es importante remarcar que el AIDC no es un requerimiento básico para la implementación EDE en corto plazo, teniendo en cuenta que no se espera en corto plazo la implementación EDE transfronteriza, es decir, la transferencia de las aeronaves entre dependencias ACC será realizada en un punto significativo publicado y acordado en las cartas acuerdo ATS.

### 5.4 Herramientas MTCD - Proceso de Planes de vuelo FDP

5.4.1 La herramienta *Medium Term Conflict Detection Tool* (MTCD) (definido en el ASBU como FRTO-B0/4\* ) es necesaria para el elemento FRTO-B1/1 FRA, ya que a través de ella es posible mantener la seguridad operativa y reducir la carga de trabajo del ATCO a través de la detección temprana y sistemática de conflictos y el monitoreo de conformidad.

5.4.2 El MTCD ayuda al ATCO en las tareas de identificación y planificación de conflictos proporcionando una detección temprana automatizada de posibles conflictos; facilita la identificación de trayectorias flexibles de enrutamiento y ausencia de conflictos; ayuda con la identificación de aeronaves que limiten la resolución de un conflicto u ocupen un nivel de vuelo solicitado por otra aeronave.

5.4.3 La Función de Ayudas a la Supervisión (MONA) proporciona al controlador advertencias si la aeronave se desvía de un espacio libre o de las trayectorias planificadas y recordatorios relacionados con las instrucciones ATCO que deben emitirse. MONA puede incluir el monitoreo del progreso del vuelo, así como las desviaciones laterales, longitudinales, verticales y del nivel de vuelo **autorizado** (CFL).

*\*Nota. - La Guía propone abordarlo como un habilitador de la implantación FRTO.*

### 5.5 Gestión de la Información Aeronáutica (AIM)

5.5.1 La gestión de la información aeronáutica (AIM) es una parte crucial del funcionamiento seguro y eficiente del sistema de aviación civil, en la que implica la recopilación, organización, procesamiento, difusión y utilización de información aeronáutica pertinente para los pilotos, los controladores de tránsito

aéreo, las líneas aéreas y otras partes interesadas en la aviación. El AIM deberá evaluar y adoptar procesos para facilitar la implantación y garantizar la seguridad operacional.

5.5.2 Las funciones de la oficina de notificación de los servicios ATS típicamente están bajo la gestión AIM en la Región. De modo similar, es frecuente que el AIM gestione la cartografía aeronáutica.

5.5.3 Planificación de vuelo

#### Corto Plazo (hasta 5 años)

5.5.3.1 Los planes de vuelo se distribuirán a los proveedores de ATS, a las organizaciones militares pertinentes y a otras partes interesadas (pueden variar de acuerdo con requerimientos en cada Estado). Se deberá abordar el mejoramiento de la mensajería FPL y subsanar algunas deficiencias. El sistema de gestión del plan de vuelo garantizará el cálculo adecuado del perfil de vuelo.

5.5.3.2 Se prevé que los sistemas actuales de planes de vuelo sean capaces de sostener la implementación EDE, teniendo en cuenta que, en corto plazo, no se espera una aplicación EDE transfronteriza.

#### Mediano plazo (entre 5 y 10 años) y Largo Plazo (10 años o más)

5.5.3.3 El intercambio automático de datos de vuelo entre los ACC debe considerar la posibilidad de transferencia en puntos aleatorios, posibilitando la implementación EDE o FRA transfronteriza. Se ofrecerá la posibilidad de planificar el vuelo a través de dos o más límites de FIR. Esto requerirá que el Sistema de Tratamiento del Plan de Vuelo calcule y se comuniquen con todos los ACC que pertenezcan al mismo espacio aéreo en el que se aplica FRTO.

5.5.3.4 Las actualizaciones en tiempo real de la disponibilidad del espacio aéreo deben conducir a un nuevo cálculo del perfil de vuelo enviado por el Sistema de Tratamiento del Plan de Vuelo antes de la distribución de FPL. Para garantizar que las correcciones de ruta posteriores puedan ofrecerse a los vuelos afectados, será necesario definir un parámetro de tiempo de distribución adecuado. Una vez que se haya pasado este parámetro y se haya distribuido FPL, no se procesarán más actualizaciones de rutas.

5.5.3.5 Se recomienda que el Sistema de Tratamiento del Plan de Vuelo pueda proponer rutas basadas en las distancias más cortas y/o FL alternativos por encima o por debajo de las Reservas o Restricciones del Espacio Aéreo. En las zonas donde los procedimientos de coordinación y las condiciones del espacio aéreo lo permitan, los usuarios pueden planificar el vuelo a través de Espacio Aéreo Segregado o Reservado y esperar a la redirección táctica en caso de que no haya zonas disponibles.

5.5.3.6 El usuario necesitará conocer la actividad de todas las Reservas o Restricciones relevantes en lo Espacio Aéreo FRA o EDE para permitir la selección de rutas que las eviten. En caso de que el espacio FRA o EDE sea transitorio, la ruta seleccionada se basará en puntos intermedios publicados a tal efecto, a fin de evitar la entrada involuntaria en Espacio Aéreo Segregado o Reservado.

5.5.3.7 El sistema de tratamiento del plan de vuelo permitirá la correcta tramitación del plan de vuelo y la verificación de la transición del espacio aéreo de la red fija de rutas ATS al FRA o EDE y viceversa, especialmente cuando estas se lleven a cabo durante períodos limitados, por ejemplo, solo durante la noche. En tales casos, el sistema de tratamiento del plan de vuelo verificará el plan de vuelo para garantizar el cumplimiento de los parámetros de tiempo de duración de los respectivos EDE o FRA.

5.5.3.8 En el caso de las aplicaciones FRA a gran escala, debe garantizarse la distribución del plan de vuelo a la unidad ATC apropiada y a los sectores ATC, de ahí la importancia de disponer de información actualizada sobre las configuraciones de los sectores activos. Además, las unidades ATC, los usuarios del

espacio aéreo y otras unidades implicadas deberán tener acceso a exactamente la misma información tanto para el plan de vuelo inicial como para las actualizaciones posteriores.

5.5.3.9 Además de las reglas normales de validación del plan de vuelo en el Sistema de Tratamiento del Plan de Vuelo, la ruta planificada en el espacio aéreo FRA se considerará inválida si:

- a) no cumple con las entradas/salidas horizontales publicadas por la FRA, los puntos de conexión de salida/llegada de la FRA y cualquier otro uso del espacio aéreo; y
- b) cruza una Reserva o Restricciones cuyos procedimientos de coordinación y condiciones del espacio aéreo no permiten la entrada.

#### 5.5.4 Publicaciones y cartografía aeronáutica

5.5.4.1 Los límites laterales y verticales, la duración, las condiciones y los requisitos donde se aplican lo FRA y lo EDE se publicarán en AIP (Publicación de Información Aeronáutica). Los UPR deben incluirse en el Playbook de Rutas.

5.5.4.2 Los puntos de entrada y salida del EDE/FRA se publicarán en el AIP, con una referencia clara al EDE/FRA y a la naturaleza del punto (entrada, salida o punto de entrada y salida).

*NOTA: La publicación de procedimientos SID/STAR ampliados o la conexión de rutas ATS también son opciones recomendadas desde el punto de vista operativo.*

5.5.4.3 En el caso de la FRA, para beneficiarse de las mejores condiciones operativas, los usuarios del espacio aéreo pueden utilizar cualquier *waypoint* no publicado para la planificación de vuelos definidos por coordenadas geográficas. Pero esta posibilidad debe ser claramente revelada en el AIP. En los casos en que no sea posible utilizar las coordenadas, debe organizarse la publicación de los puntos de referencia de la FRA.

5.5.4.4 Las limitaciones de finalización del plan de vuelo deben publicarse para las áreas donde FRA está estructuralmente limitada, es decir, solo se permiten combinaciones limitadas de puntos de entrada y salida.

5.5.4.5 Siempre que se mantenga una red fija de rutas ATS dentro del FRA, los detalles se describirán en los productos de información aeronáutica.

5.5.5 En la FRA y, excepcionalmente, en espacios aéreo EDE con bajo volumen/complejidad, los usuarios del espacio aéreo pueden utilizar cualquier punto significativo, publicado o no publicado, definido por coordenadas geográficas para indicar cambios en la FL de crucero.

### 5.6 Uso flexible del espacio aéreo (FUA)\*

5.6.1 La aviación cubre una amplia gama de usuarios, desde la aviación comercial hasta operaciones militares y de recreación. Cada uno con sus propios objetivos de misión o negocio.

5.6.2 El uso flexible del espacio aéreo (FUA), definido como elemento **FRTO-B0/2** en el GANP, es un concepto de gestión del espacio aéreo basado en el principio de acomodar a todos los usuarios de ese espacio tanto como sea posible, considerando comunicaciones efectivas, la cooperación y necesaria coordinación para garantizar la seguridad operacional, la eficiencia y sustentabilidad medioambiental.

5.6.3 La aplicación del concepto de FUA está intrínsecamente relacionada con la FRTO, ya que la compartición efectiva del espacio aéreo y su uso eficiente por parte de los usuarios civiles y militares a través de la armonización de la planificación estratégica, la asignación pretáctica del espacio aéreo y su uso táctico, crean un entorno propicio para la implementación de la FRTO.

5.6.4 El Grupo de Implantación (SAMIG) desarrolló un “Texto de Orientación para la Implantación del Concepto sobre el Uso Flexible del Espacio Aéreo (FUA) en la Región Sudamericana, el cual considera el espacio aéreo SAM como un recurso único y compartido por todos los usuarios del espacio aéreo, con intereses y requerimientos diversos y algunas veces conflictivos, que deben ser tomados en cuenta y atendidas en la medida de lo posible.

5.6.5 Cuando el escenario operativo lo requiera, se implantarán procedimientos estandarizados de llegadas, salidas y rutas ‘no permanentes’ o condicionales (CDR) para un uso más eficiente del espacio aéreo.

*\*Nota. - La Guía propone abordarlo como un habilitador de la implantación FRTO.*

## **5.7 Gestión de flujo del tránsito aéreo (ATFM)**

5.7.1 La Gestión del Flujo de Tránsito Aéreo (ATFM) es un sistema y un conjunto de procedimientos que tienen como objetivo gestionar y optimizar el flujo del tráfico aéreo, especialmente en momentos de alta demanda o cuando ocurren eventos que pueden afectar la capacidad normal del espacio aéreo.

5.7.2 ATFM se implementa para evitar la congestión, minimizar las demoras y optimizar el uso del espacio aéreo y los aeropuertos. A menudo se utiliza en situaciones como condiciones climáticas adversas, eventos inesperados o en períodos de gran actividad como vacaciones.

5.7.3 Esta gestión es llevada a cabo por las autoridades de control de tránsito aéreo e implica un monitoreo constante del tráfico, la previsión de la demanda, la aplicación de medidas para ajustar la programación de vuelos y la coordinación con las aerolíneas y otras partes interesadas para mantener la eficiencia operativa del sistema de tráfico aéreo. El objetivo es garantizar la seguridad, la eficiencia y la fluidez del tráfico aéreo en tiempos de desequilibrio entre la capacidad y la demanda.

5.7.4 Dependiendo de la forma de implementación de FRTO, es posible que haya una reducción de la capacidad del espacio aéreo, principalmente si no hay una sectorización adecuada, brechas en la vigilancia ATS y caso las herramientas ATM necesarias no estén disponibles. Esta posible reducción en la capacidad está estrechamente relacionada a la complejidad y volumen de tránsito aéreo. Al planificarse la implementación FRTO se debe tener en cuenta la capacidad ATC disponible y la complejidad del espacio aéreo para evitar que los beneficios que pueden ser obtenidos por dicha implementación sean perdidos por la adopción rutinaria de medidas ATFM. Sin embargo, deben tenerse en cuenta las posibles medidas ATFM que deben adoptarse de manera no rutinaria durante la planificación del establecimiento de las rutas UPR o DCT y también lo FRA.

## **5.8 Certificación PBN y PBCS de los operadores aéreos**

5.8.1 La certificación PBN (*Performance-Based Navigation*) y PBCS (*Performance-Based Communication and Surveillance*) son conceptos relacionados con la modernización y estandarización de los sistemas de navegación, comunicación y vigilancia en la aviación. Ambos son clave para mejorar la eficiencia operativa, reducir la complejidad del espacio aéreo y aumentar la capacidad del sistema de tráfico aéreo.

5.8.2 La certificación PBN es un proceso mediante el cual las aeronaves y los procedimientos de navegación se evalúan y certifican en función de su rendimiento. En lugar de depender de la infraestructura terrestre, PBN utiliza sistemas a bordo, como el GPS (*Global Positioning System*), para determinar la posición y la trayectoria de la aeronave. La certificación PBN permite la implementación de procedimientos

de navegación más flexibles, como RNAV (*Area Navigation*) y RNP (*Required Navigation Performance*), mejorando la eficiencia de las operaciones aéreas.

5.8.3 La certificación PBCS está relacionada con el rendimiento de las comunicaciones y la vigilancia en las aeronaves para aplicación en espacios aéreos oceánicos. Establece normas de rendimiento para los sistemas de comunicación, como las comunicaciones por satélite (por ejemplo, CPDLC - *Controller-Pilot Data Link Communications*), y para los sistemas de vigilancia, como ADS-C (*Automatic Dependent Surveillance-Contract*). La certificación PBCS es esencial para garantizar que las aeronaves cumplan con los requisitos de rendimiento necesarios para operar en áreas específicas del espacio aéreo, especialmente en rutas de larga distancia o en regiones oceánicas, onde se espera obtener beneficios operacionales y exista una complejidad/volumen de tránsito aéreo que lo justifique.

5.8.4 La certificación PBCS no es esencial para la implementación exitosa de los conceptos de FRTO y la mayor parte de los espacios aéreos oceánicos de la Región, exceptuándose el corredor EUR/SAM en el Atlántico Sur.

5.8.5 Se espera que, dado el escenario posterior al COVID, la flota más antigua e ineficiente se retire del servicio y se reduzcan significativamente los usuarios sin certificación PBN/PBCS. Los beneficios derivados del concepto operacional se basan en las capacidades modernas de navegación de la mayor parte de la flota aérea comercial que opera en la Región.

## **5.9 Factores humanos y Capacitación**

5.9.1 A medida que se avance hacia el Concepto Operacional ATM Mundial y el desarrollo del GANP, será necesario contar con un nivel cada vez mayor de automatización. Sin embargo, el ser humano en todo momento seguirá siendo el gestor de la automatización. En términos básicos, esto significa que el ser humano decidirá lo que se va a hacer, delegará la ejecución de tareas a la automatización y podrá intervenir cuando sea necesario.

5.9.2 Las personas con las habilidades y competencias apropiadas, debidamente certificadas y entrenadas seguirán siendo el pilar de la operación ATM/CNS y servicios de soporte. Con la recuperación y crecimiento esperado de la aviación, es de importancia crítica disponer de personal suficientemente calificado y competente para garantizar un sistema de aviación seguro y eficiente.

5.9.3 Los Estados deben incorporar el desempeño humano en las fases de planificación e implantación de los nuevos sistemas y tecnologías en el marco del GANP y los Planes regionales y nacionales. La participación temprana del personal operacional también es esencial.

5.9.4 Con relación a lo anterior, es necesario enfatizar la importancia de incorporar el Desempeño Humano en los programas y currículos de los cursos que se dictan en los centros de instrucción aeronáutica en los Estados de la región. La capacitación del personal aeronáutico resulta fundamental para los fines de este documento.

5.9.5 Cada espacio aéreo tiene sus propios retos y complejidades de tal manera que se requiere una capacitación planificada adecuadamente de acuerdo con la hoja de ruta y actividades que sean acordadas, y en lo posible con la utilización de simuladores que permitan recrear escenarios lo más cercano al entorno de trabajo de las personas, con situaciones dinámicas que prevean posibles contingencias.

5.9.6 De otra parte, se deberá realizar estudios de capacidad de sectores ATC en base al análisis de carga de trabajo del personal ATCO, lo cual puede conllevar a la identificación de mejoras en la sectorización estática y dinámica del ACC. En ese marco, se debe abordar posibles limitaciones en el Staff ATC, que pueden afectar la implantación, por ejemplo, limitando las actividades de capacitación.

5.9.7 No se prevé que la implantación FRTO incremente cargas de trabajo al ATCO, sin embargo, será muy importante el refuerzo de la supervisión operacional en los centros ACC. A la vez, los sistemas SMS de las unidades ATC deberán adoptar en sus procesos y manuales el nuevo marco operacional del FRTO.

5.9.8 Se debe identificar y abordar las necesidades de capacitación de las tripulaciones, despachadores de vuelo de aerolíneas, personal AIS, MET y CNS, así como especialistas de materias concernidas en la implantación FRTO.

## 6 TEMAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

### 6.1 Medición de la performance. Aplicación de KPI y gestión de datos

*Nota.- Ver Tablas del Apéndice B.*

6.1.1 El GANP detalla 24 indicadores clave de performance, según se muestra en el siguiente enlace;

<https://www4.icao.int/ganpportal/ASBU/KPI>

6.1.2 En cada uno de los 24 formatos presentados, se explican los siguientes componentes del KPI

- Definición
- Unidades de medida
- Operaciones a ser medidas.
- Variantes de la KPI
- Objetos caracterizados
- Utilidad de la KPI
- Parámetros
- Requerimientos de datos
- Proveedores de datos
- Formula/Algoritmo

6.1.3 Se resalta que la gestión de los KPI y su uso para medir en qué grado se alcanzó la performance esperada como parte de la mejora para el elemento ASBU requiere la acción colaborativa de varios actores del sistema, tales como los aeropuertos, servicios ATFM, proveedores ANS, aerolíneas, bases de datos de itinerarios, proveedores ADS-B, etc.

#### Datos del FOQA y Big data

6.1.4 Los datos disponibles en el ámbito de las aerolíneas, tales como distancia/tiempo de vuelo y consumo de combustible, así como trayectorias efectivamente voladas antes y después de la implementación FRTO podrán ser utilizados para el diseño de los procedimientos, rutas y principalmente para la evaluación post-implantación de un concepto de espacio aéreo optimizado porque ofrece datos reales de los beneficios alcanzados en la implantación.

6.1.5 La información proporcionada por Big Data Project sobre el movimiento del tránsito aéreo representa un insumo de gran valor para las tareas de planificación del espacio aéreo, esta información proviene del análisis de los datos proporcionados por los equipos ADS de las aeronaves y transmitidas a una red de receptores en tierra para luego ser analizada y elaborar indicadores de seguridad operacional o indicadores estadísticos que pueden ser usados para la medición y la planificación del espacio aéreo. La

información se puede actualizar cada tres horas lo que proporciona información constante, precisa y de bajo costo.

6.1.6 Dentro de un concepto operacional FRTO, la planificación del espacio aéreo implica la utilización de varios indicadores clave para garantizar una operación eficiente y segura. Estos indicadores están diseñados para evaluar la eficacia de la planificación y la implementación del FRTO. A continuación, algunos **indicadores/métricas** que se podrán desarrollar y aplicar:

- a) Eficiencia de Ruta: Evalúa la eficiencia de las rutas planificadas en comparación con las rutas tradicionales. Puede medirse mediante la distancia y el tiempo de vuelo en comparación con las rutas históricas.
- b) Utilización del Espacio Aéreo: Mide cómo se utiliza eficientemente el espacio aéreo en el área de Free Route, considerando la flexibilidad proporcionada por el concepto FRTO.
- c) Reducción de Distancias y Tiempos de Vuelo: Evalúa la reducción en las distancias y tiempos de vuelo gracias a la planificación de rutas más directas y eficientes.
- d) Adherencia al Plan de Vuelo: Examina qué tan bien las aeronaves siguen sus planes de vuelo, asegurando que se respeten las rutas planificadas.
- e) Reducción de Congestionamiento: Mide la disminución de congestión en el espacio aéreo debido a la implementación de rutas más flexibles y directas.
- f) Optimización del Uso de Pistas y Aeropuertos: Evalúa la eficiencia en la asignación de pistas y la gestión de los aeropuertos, ya que el FRTO puede tener impacto en la distribución de llegadas y salidas.
- g) Seguridad Operacional: Considera indicadores de seguridad, como la tasa de cumplimiento de altitudes y procedimientos de separación, para garantizar que la implementación del FRTO no comprometa la seguridad operacional.
- h) Reducción del Consumo de Combustible: Evalúa la disminución en el consumo de combustible debido a rutas más eficientes y tiempos de vuelo reducidos.
- i) Satisfacción del Usuario (Aerolíneas y Pasajeros): Mide la satisfacción de las aerolíneas y pasajeros con respecto a la flexibilidad de las rutas, la puntualidad y la eficiencia general de las operaciones.
- j) Capacidad Mejorada del Espacio Aéreo: Evalúa cómo la implementación del FRTO contribuye a mejorar la capacidad del espacio aéreo, permitiendo un mayor número de operaciones.

6.1.7 Estos **indicadores/métricas** son esenciales para evaluar el éxito y los beneficios del concepto FRTO, proporcionando información valiosa para ajustar y mejorar continuamente las operaciones y la planificación del espacio aéreo.

6.1.8 Es importante destacar que, durante la implementación de la FRTO, se recopilarán datos respecto a la reducción de CO<sub>2</sub> en la medida de lo posible, y esto no es un requisito para su implementación. Es posible que estos datos no estén disponibles por las compañías aéreas o que sean muy difíciles de obtener para los Estados, dependiendo de cada realidad. Se estima que, al promover una mejora en la capacidad y eficiencia del espacio aéreo, se producirá naturalmente una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> por parte de la aviación.

6.1.9 Asimismo, con la información capturada por “Big Data” se pueden determinar los flujos de movimiento de aeronaves para insumo en el diseño de espacio aéreo, muy útil para procedimientos de segregación de ruido u otros usos.

6.1.10 Los anteriores son solo algunos de los indicadores que estarán a disposición de los usuarios del proyecto Big Data. Que apoyarán directamente en las tareas de planificación del espacio aéreo.

## **6.2 Análisis preoperacional y accesibilidad de aeropuertos**

6.2.1 Se debe tener en cuenta que, dentro de la optimización de rutas, existen factores para las aerolíneas y explotadores aéreos tales como: tasas aeronáuticas, rutas en caso de despresurización (rutas de escape), distancia a aeródromos alternos, condiciones meteorológicas, etc., que podrían determinar que la distancia más corta entre dos puntos no sea necesariamente la trayectoria óptima en determinada circunstancia. La implantación deberá abordar estudios específicos cuando estos factores incidan en alguna área o segmento de la región FIR.

6.2.2 También se debe considerar el efecto de publicar mínimos meteorológicos para aeropuerto alternativo que sean mayores a los mínimos de los procedimientos de aproximación por instrumentos publicados para el mismo aeródromo, con el fin de asegurar la accesibilidad de aeropuertos.

## **6.3 Evaluación de la seguridad operacional**

6.3.1 La seguridad operacional debe ser garantizada en toda modificación de diseño o procedimientos de los espacios aéreos considerados en su optimización. Esto incluye el cumplimiento con los SARPS de OACI y las regulaciones de cada Estado tenga sobre la materia.

6.3.2 Después de la implantación de los cambios en el espacio aéreo, debería vigilarse el sistema y recopilarse datos operacionales para asegurarse que se mantiene la seguridad operacional y para determinar si se han logrado los objetivos estratégicos e identificar oportunidades de mejoras.

6.3.3 En el **Apéndice D** se presenta un modelo de evaluación de seguridad operacional preparado para la implantación del EDE en SAM.

## **6.4 Plan de comunicaciones para el proyecto**

**TBD**

## **6.5 Análisis costo beneficio**

6.5.1 Los Estados de la región deberían efectuar el análisis costo/beneficio de las modificaciones al espacio aéreo. Así como de las inversiones de infraestructura y modernización que se planifiquen. El GANP/6 en la herramienta AN-SPA y en la cuarta capa NANP, presenta algunas consideraciones básicas y una lista de chequeo para este análisis (CBA Checklist).

## **6.6 Evaluación de la performance del sistema - navegación aérea (AN-SPA)**

6.6.1 Para soporte de los planificadores de navegación aérea, el Portal GANP ha incluido -en la segunda capa "Técnico Global"- una Herramienta de evaluación de la performance del sistema de navegación aérea. El objetivo de esta herramienta es promover un enfoque basado en el rendimiento para una modernización rentable del sistema de navegación aérea. Esta herramienta se presenta en forma de una "encuesta" y permite guiar a la comunidad aeronáutica en la aplicación de un proceso de gestión del rendimiento de seis pasos y en la selección de mejoras operativas relevantes dentro del marco de ASBU.

6.6.2 Se recomienda fuertemente realizar varios ensayos, para una o más áreas KPA involucradas. En el caso del FRTO, será muy ilustrativo realizar un ejercicio para un escenario de espacio aéreo continental en las Regiones CAR/SAM. De manera similar puede evaluarse escenarios operacionales en TMA y aeródromos.

6.6.3 La toma de decisiones colaborativa es clave para una modernización rentable del sistema de navegación aérea y, por lo tanto, todas las partes interesadas pertinentes de la aviación deben participar. Se indica debajo el enlace para acceso, previamente el usuario debe registrarse (Login en la esquina superior derecha del portal). Se puede usar dirección de email personal:

<https://www4.icao.int/ganpportal/ANSPA/Reports>

## 7 PRINCIPIOS PARA LA PLANIFICACIÓN

7.1.1 Es fundamental establecer objetivos claros para la implementación de FRTO, como reducir los tiempos de vuelo, ahorrar combustible, aumentar la capacidad del espacio aéreo o mejorar la eficiencia operativa. Deben tenerse en cuenta las normativas, los mecanismos de coordinación y la infraestructura de la CNS preexistentes. Además, deben tenerse en cuenta la estructura, la complejidad y la capacidad del espacio aéreo, así como las características meteorológicas y, en caso necesario, los requisitos de ATFM.

7.1.2 La FRTO implica la coordinación y colaboración entre diversas partes interesadas, incluidas las autoridades de aviación civil, los proveedores de servicios de navegación aérea, las aerolíneas y los operadores aeroportuarios, desde el inicio del proyecto de implementación. La planificación integrada es fundamental para garantizar que todos los aspectos de la implementación de la FRTO se consideren y coordinen de manera efectiva.

7.1.3 Las partes interesadas pertinentes deben participar desde el principio del proceso de implementación de FRTO. Esto incluye escuchar las preocupaciones y perspectivas de las aerolíneas, los controladores de tránsito aéreo, los operadores aeroportuarios y otras partes interesadas, garantizando así un proceso de implementación más colaborativo e inclusivo.

7.1.4 La implementación exitosa de FRTO requiere un desarrollo de capacidades y capacitación adecuados para todas las partes involucradas. Esto puede incluir la formación de los controladores de tránsito aéreo sobre nuevos procedimientos y herramientas, la formación de los pilotos sobre cómo operar en rutas flexibles y la formación de los equipos de planificación de vuelos sobre el uso de herramientas de optimización de trayectorias.

7.1.5 La implementación de FRTO debe tener lugar en toda la región CAR/SAM. Debido al tamaño del espacio aéreo y a la especificidad de cada estado, la implementación debe comenzar en escenarios de baja complejidad y/o con mejor infraestructura ATM/CNS, y evolucionar hasta crear bloques de áreas homogéneas donde se aplique el concepto.

7.1.6 El FRTO debe aplicarse en el espacio aéreo con un límite inferior definido y no afectar a las zonas adyacentes en las que aún no se haya aplicado plenamente. Deben tenerse en cuenta los perfiles de ascenso y descenso en las zonas subyacentes para el establecimiento de puntos de transición a fin de proporcionar una transición estructurada, que no sea necesariamente el límite de la FIR y que esté preferiblemente alineada con la red fija de rutas ATS.

7.1.7 Se recomienda que la reconfiguración de las Reservas y Restricciones del Espacio Aéreo se coordine con los respectivos responsables. Además, se deben realizar estudios para revisar la sectorización, si es requerido, con el fin de armonizar el área para la implementación de FRTO y asegurar el equilibrio entre la capacidad y la demanda de los respectivos sectores.

Los criterios para definir los sectores ATC tendrán en cuenta, como mínimo:

- a) los principales flujos y direcciones de tráfico;
- b) evitar tránsitos cortos a través de los sectores del ATC;
- c) evitar la reentrada en el sector o en la FIR;
- d) posiciones y modos de activación Reservas y Restricciones del espacio aéreo; y
- e) coherencia con los sectores de ruta ATS fijos adyacentes y conexión de las rutas ATS a los procedimientos SID/STAR.

7.1.8 Antes de la implementación de FRTO, es importante realizar una evaluación exhaustiva de los riesgos e impactos potenciales asociados con el cambio. Esto puede incluir análisis de seguridad operativa, impacto en el tráfico aéreo, interoperabilidad de sistemas, cumplimiento normativo e impactos ambientales.

7.1.9 Después de la implementación de FRTO, es importante monitorear continuamente la performance del sistema y evaluar si se están logrando los objetivos establecidos. Esto puede implicar la recopilación y el análisis de datos operativos, la retroalimentación de las partes interesadas y la realización de revisiones periódicas para identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización.

## 8 RIESGOS DEL PROYECTO

*Nota. - Esta sección presenta en principio la identificación de los riesgos del proyecto. En una versión posterior de esta Guía, el SG1 de GESEA deberá validarlos y elaborar una matriz que defina para cada riesgo una propuesta de mitigación, y una calificación de riesgo de 8-10 para riesgo mas alto, 6-7 para riesgo medio, 1-5 para riesgo bajo.*

La implementación de la optimización del espacio aéreo a través del concepto FRTO puede enfrentar varios riesgos, desafíos e interdependencias. Es crucial identificarlos y gestionarlos para garantizar el éxito de la implementación. A continuación, se presentan algunos riesgos potenciales asociados con este proyecto:

- a) Resistencia regulatoria: Puede haber resistencia o desafíos por parte de las autoridades de aviación civil cuando se introducen cambios significativos en el espacio aéreo. Por lo tanto, requerirá un compromiso proactivo con los reguladores, una comunicación transparente y colaboración en las fases de planificación e implementación.
- b) Resistencia operativa: La implementación de nuevos sistemas y procedimientos para apoyar a FRTO puede enfrentar resistencia por parte de técnicos y operadores. Por lo tanto, será necesario realizar simulaciones, involucrar a expertos en el proceso y llevar a cabo una implementación gradual para minimizar los impactos.
- c) Desafíos tecnológicos: Puede haber problemas técnicos como fallas en los sistemas CNS, así como fallas en la integración de los sistemas ATM entre Estados. Por lo tanto, se debe proporcionar un sistema de respaldo, pruebas rigurosas y una estrecha cooperación con los proveedores de tecnología, así como diálogo y colaboración con las autoridades de aviación de otros países para armonizar las normas y los procedimientos.
- d) Adopción por parte de la industria: Resistencia o falta de certeza por parte de las compañías aéreas a la hora de adoptar las nuevas rutas y procedimientos de FRTO. Debe haber un compromiso activo con las compañías aéreas, la demostración de los beneficios y la aplicación de incentivos para su adopción.

- e) Capacitación insuficiente: Falta de capacitación adecuada para pilotos, controladores de tránsito aéreo y otros profesionales involucrados en las nuevas prácticas de FRTO. Se deben desarrollar programas de capacitación integrales, sesiones de capacitación periódicas y materiales educativos.
- f) Seguridad operacional: La introducción de nuevas rutas y procedimientos puede afectar la capacidad de control, la separación de aeronaves y/o la carga de trabajo de los ATCO. Por lo tanto, debe haber un análisis de riesgos previo a la implementación, un monitoreo constante de la seguridad operativa y ajustes inmediatos en caso de problemas.
- g) Impacto en las operaciones existentes: Los cambios significativos pueden afectar negativamente a las operaciones existentes, lo que resulta en retrasos e interrupciones. Por lo tanto, debe producirse una planificación cuidadosa, una comunicación eficaz con las partes interesadas y una implementación gradual para minimizar las interrupciones.
- h) Desafíos meteorológicos: Las condiciones meteorológicas adversas pueden afectar la eficiencia de la FRTO, especialmente en el caso de trayectorias más directas como EDE. Por lo tanto, se deben desarrollar protocolos de contingencia, monitoreo meteorológico y actualizaciones de rutas en tiempo real.
- i) Fallos en la comunicación: Los fallos en la comunicación interna y externa pueden dar lugar a malentendidos y resistencias. Por lo tanto, se deben implementar canales de comunicación claros, actualizaciones periódicas y un compromiso activo con todas las partes interesadas.
- j) Falta de infraestructura CNS: la falta de cobertura de comunicación y/o vigilancia puede afectar la seguridad de las operaciones aéreas. Además, la falta de la certificación de navegación requerida es un impedimento para la implementación de FRTO. Por lo tanto, los Estados y las líneas aéreas deben establecer procedimientos y medios para eludir esta situación, ya que la implementación de FRTO les beneficiará rápidamente.
- k) Falta de recursos económicos: La falta de recursos puede dificultar o incluso impedir la implementación de la FRTO. Tanto los Estados como las compañías aéreas deben esforzarse por destinar recursos para el desarrollo de sistemas y la capacitación del personal.
- l) Falta de Recursos Humanos: los pilotos y controladores aéreos son profesionales que requieren una cualificación muy específica y esto requiere tiempo para la formación y el desarrollo de capacidades. Aunque no es un ítem específico de este proyecto, aunque la automatización se está llevando a cabo cada vez más en la industria aérea, es necesario que los Estados gestionen personal para apoyar la creciente demanda de la industria aérea.
- m) Falta de infraestructura aeroportuaria: las estadísticas muestran que el número de operaciones aéreas pronto superará el movimiento de aeronaves previo a la pandemia de COVID-19. Por lo tanto, serán necesarias inversiones en infraestructura aeroportuaria para que esto no genere un efecto dominó en la gestión del espacio aéreo y ponga en peligro la implementación de FRTO.
- n) Retrasos en la implementación: Las dificultades para ejecutar los cambios según lo planeado pueden provocar retrasos en la implementación. Se requiere un seguimiento constante del progreso, la identificación proactiva de obstáculos y el ajuste del cronograma según sea necesario.

## SOLUCIONES Y ELEMENTOS DE LA IMPLANTACION

### **9 RUTAS ATS REVALIDADAS Y COORDINADAS EN APOYO DEL VUELO Y EL FLUJO (FRTO-B0/3)**

Este elemento está conformado por una colección de rutas que han sido prevalidadas y coordinadas con los centros de control ACC y los usuarios del espacio aéreo concernidos. Hay tres opciones principales para estas rutas: Rutas preferidas, Rutas de *Playbook* (*¿libro de opciones?*) y Rutas de salida codificadas (CDR).

De acuerdo con la definición del GANP existen muchos casos en los que el ATC necesita *alejar o acercar* el tránsito aéreo a una zona concreta del espacio aéreo. Cuando esto sucede, el ATS suele implementar desvíos, una ruta común, o un conjunto de rutas, que desean que las aeronaves utilicen en un área en particular.

Estas rutas están predeterminadas y se aplican a un determinado sector/aeropuerto en consecuencia. Las rutas están disponibles a través de la base de datos de los ANSP y se publican en medios adecuados (AIP, AIC, sitios web, etc.) para acceso de los usuarios del espacio aéreo.

- Las Rutas preferidas son las rutas normales y cotidianas que ATC desea que los operadores presenten. Estas rutas se desarrollaron para aumentar la eficiencia y la capacidad del sistema al tener flujos de tráfico equilibrados entre aeropuertos de alta densidad, así como para eliminar los flujos de tráfico conflictivos cuando sea posible. Las rutas preferidas son aquellas que los operadores suelen presentar.
- Las Rutas de *Playbook* son un conjunto de rutas estándar que ATC puede utilizar para adaptarse a un conjunto particular de circunstancias, cuando las rutas preferidas no están disponibles. Estas rutas se crearon para permitir una implementación rápida según sea necesario.
- Los CDR son una combinación de rutas codificadas de tránsito aéreo y procedimientos de coordinación refinados, diseñados para reducir la cantidad de información que debe intercambiarse entre el ATC y las tripulaciones de vuelo.

#### **Relación operativa y dependiente con otros elementos de ASBU:**

- FRTO-B0/1 – Enrutamiento Directo (DCT)
- FRTO-B0/2 - Planificación del Espacio Aéreo y Uso Flexible del Espacio Aéreo
- AMET-B0/1 – Productos de observación meteorológica
- AMET-B0/2 - Productos de pronóstico y alertas meteorológicas
- AMET-B0/3 – Diseminación de Productos meteorológicos

#### **NOTA**

A manera de referencia, en los siguientes párrafos 9.1, 9.2 y 9.3 se describen las aplicaciones de **rutas mejoradas** que se están implementando en la Región, incluso como parte de ensayos transregionales FRTO en el ámbito de CIIFRA. Se identifican algunas diferencias o variaciones con el texto del GANP. El GESEA seguirá estudiando este tema para definir la alineación más adecuada con el GANP, reconociendo las necesidades regionales.

## 9.1 Rutas Preferidas por los Usuarios (UPR)

9.1.1 Las Rutas Preferidas por los Usuarios (UPR, en su sigla en inglés) son las rutas solicitadas por las aerolíneas que optimizan la ruta entre un par de ciudades específicos. Las UPRs deben ser aprobados por todos los ANSP, a través de sus Unidades de Gestión de Afluencia, gerentes de Centros de Control de Área o Autoridades de Aviación Civil, según corresponda, en los que ocurra cualquier segmento de la ruta. La UPR puede ser aprobada por un período de pruebas, si fuera necesario.

9.1.2 Una vez que se apruebe un UPR para prueba, estará disponible por un período específico (es decir, durante un período de prueba) y una aerolínea específica. El propósito de las pruebas de ruta es determinar la viabilidad operativa de las rutas. Una vez verificada la viabilidad operativa de las rutas, sea o no requerido un período de pruebas, ellas serán publicadas de acuerdo con las normas y procedimientos establecidos en el AIP de cada Estado involucrado. Después de que los estados publiquen los segmentos de ruta, esos segmentos pueden ser utilizados por todas las aerolíneas para cualquier par de ciudades hasta nuevo aviso.

9.1.3 La CIIFRA desarrolló un catálogo de UPRs, que contiene propuestas de aerolíneas que se está coordinando con los ANSP para iniciar un período de prueba, si fuera necesario, y luego su implementación completa. La publicación de las UPRs del catálogo de rutas y otras propuestas que harán las aerolíneas tienen el potencial de aumentar significativamente el ahorro y contribuir a la evolución hacia el Enrutamiento Directo Estratégico (EDE) y el Espacio Aéreo de Ruta Libre (FRA).

9.1.4 Por naturaleza, las UPR son flexibles y las publicaciones “convencionales”, como AIC, Suplemento AIP o Enmienda AIP pueden no ser lo suficientemente flexibles para brindar una buena calidad de servicios a las aerolíneas, así como para asegurar a los ANSP que las rutas que se vuelan son exactamente lo que esperan y para las cuales están preparados. En este sentido, la mejor manera de brindar información tanto a los pilotos como a los ATCO y, al mismo tiempo, otorgar la flexibilidad necesaria a los ANSP para implementar y cancelar UPR sin un complicado proceso de publicación aeronáutica, es hacer una publicación genérica sobre UPR en la AIP, en la sección ENR e incluir un enlace a la página web de ANSP donde se pueden encontrar las UPR. Si el ANSP no cuenta con una página web o si no hay forma de publicar las UPR en la página web del ANSP, se puede usar un enlace para un archivo de Excel específico u otro formato más adecuado.

*Nota. - Como referencia la AIP de Brasil incluye la definición de rutas UPR en la sección ENR 3.3 – Otras Rutas.*

9.1.5 Para los usuarios del espacio aéreo, es importante obtener un panorama completo de toda la UPR, principalmente aquellas que involucran a varios ANSP. De esta manera, es altamente recomendable que se publique un catálogo de rutas completa en la página web de la Oficina OACI SAM o en el futuro Portal SAM con proyección interregional.

9.1.6 Un modelo de publicación de las UPR en el AIP se adjunta como **Apéndice E**.

9.1.7 Para lograr la implementación de las UPRs propuestas por las aerolíneas, es importante que los Estados mantengan sus puntos de contactos actualizados y que tengan condiciones de proveer una respuesta rápida sobre las dichas propuestas.

9.1.8 Se espera que la eficiencia del análisis e implementación sea alcanzada por medio de la utilización de una herramienta electrónica que conecte aerolíneas, los expertos de los Estados/ANSPs responsables por el análisis y el sector responsable por la publicación, como, por ejemplo, la herramienta “*Digital Airspace System Analysis*” (DASA) de Brasil. Es importante resaltar que el punto de contacto será necesario también

con la utilización de la herramienta electrónica, porque esta va a requerir la asignación de los responsables por el análisis y publicación por parte de los Estados/ANSP.

## **9.2 Rutas de Playbook**

9.2.1 El Rutas de Playbook es un conjunto de rutas estándar que ATC puede usar para adaptarse a un conjunto específico de circunstancias cuando las rutas preferidas no están disponibles. Estas rutas están diseñadas para permitir un despliegue rápido según sea necesario y proporcionan pautas y procedimientos estandarizados para todas las etapas del proceso de enrutamiento, lo que contribuye a una operación eficiente y coordinada.

## **9.3 Rutas de Salida Codificadas (CDR)**

9.3.1 Las CDR son una combinación de rutas de tráfico aéreo codificadas y procedimientos de coordinación detallados diseñados para reducir la cantidad de información que debe intercambiarse entre el ATC y las tripulaciones de vuelo. Son rutas que sobrevuelan espacios aéreos con bajo potencial de uso de reserva temporal (TRA o TSA) para cumplir con actividades específicas o que tienen condiciones específicas de ATC, como restricciones de tráfico aéreo o sectorización.

9.3.2 Por lo general, las CDR se establecen y utilizan como parte de escenarios de cambio de ruta planificados previamente, lo que permite la definición de rutas más directas y alternativas.

9.3.3 Las CDR se dividen en tres categorías:

- a) CDR1 – categoría aplicable a aquellas rutas que pueden incluirse en el plan de vuelo en todo momento o en períodos específicos:
  - se definen en la fase de planificación del espacio aéreo y los impactos de las posibles interrupciones de un CDR1 también deben evaluarse y gestionarse a nivel pretáctico, de manera similar a la disponibilidad de CDR2;
  - en caso de que no se disponga de un CDR1 a nivel pretáctico, los operadores deben considerar las implicaciones de un posible cambio de ruta y el uso de rutas alternativas publicadas para cada CDR1;
  - en caso de indisponibilidad de un CDR1, a nivel táctico, los ACC deben proporcionar las desviaciones a los usuarios; y
  - Las interrupciones deben publicarse a través de NOTAM.
- b) CDR2 – categoría aplicable a aquellas rutas que solo pueden incluirse en el plan de vuelo bajo ciertas condiciones:
  - se definen en la fase de planificación del espacio aéreo con el objetivo de preestablecer cambios de ruta con el fin de distribuir mejor el tráfico; y
  - un CDR2 solo se puede usar cuando está disponible después de analizar el AMC a nivel táctico.
- c) CDR3 – categoría aplicable a aquellas rutas que no pueden ser incluidas en el plan de vuelo, pero que pueden ser utilizadas a nivel táctico por el ACC.
  - La disponibilidad se define a nivel táctico; y

- previa coordinación con el concesionario responsable de la zona TRA, TSA, R o D asociada, el controlador podrá ofrecer a una aeronave un CDR3 a través de la zona.

## 10 ENRUTAMIENTO DIRECTO (FRTO-B0/1)

10.1 El EDE permite a los usuarios planificar una ruta utilizando cualquier punto de referencia designado dentro de un volumen específico de espacio aéreo siempre y cuando la ruta cumpla con los parámetros establecidos por el estado. Los parámetros pueden incluir restricciones, tales como las horas en las que se aplican las reglas de EDE, los requisitos de altitud arriba o por debajo de un valor de referencia y la distancia máxima entre puntos de referencia. Los usuarios deben presentar vuelos a través de rutas autorizadas (es decir, publicadas) hasta el punto de entrada y salida en los límites del volumen del espacio aéreo del EDE; es decir, el sistema EDE solo se aplica dentro del volumen definido del espacio aéreo. El EDE es una transición a la implementación del concepto de espacio aéreo de ruta libre (FRA).

10.2 La aplicación del enrutamiento directo estratégico (EDE) debe basarse en el Plan Mundial de Navegación Aérea – ASBU FRTO B0/1, con el objetivo de proporcionar a los usuarios del espacio aéreo opciones adicionales de planificación de vuelos, con opciones de ruta a mayor escala en todos los FIR, de modo que las distancias planificadas puedan reducirse en general en comparación con la red de rutas fijas. El EDE debe establecerse a nivel nacional y regional y estar disponible para la planificación de vuelos (con condiciones de uso publicadas). Los EDE permiten a los usuarios del espacio aéreo optimizar la planificación de vuelos y de uso de combustible.

10.3 El EDE podría aplicarse, de ser necesario, de manera limitada, por ejemplo:

- Restricción horaria (fija o sujeta a tráfico/disponibilidad);
- Restricción de tránsito (basada en el flujo y/o nivel de tránsito);
- Nivel de vuelo;
- Restricciones laterales; y
- Puntos de entrada/salida.

10.4 Es posible que sea necesario considerar los siguientes procedimientos y procesos:

- Identificar el volumen del espacio aéreo del EDE (lateral y vertical) y el horario aplicable;
- Las rutas directas pueden coexistir con la estructura de rutas ATS;
- Adaptar el diseño del espacio aéreo para garantizar la conectividad horizontal y vertical con EDE.
- Procedimientos ATFM para EDE;
- Revisar las LoAs con unidades ATS adyacentes;
- Publicar datos relevantes para los EDE en el AIP;
- Procedimiento de gestión del espacio aéreo para la implementación de rutas directas; y
- Procedimientos ATC para la coordinación de EDE, incluido la transferencia, los cambios de trayectoria en el enrutamiento directo, la detección de conflictos.

### **10.5 Relación operativa y dependiente con otros elementos de ASBU:**

- NOPS-B0/1- Integración inicial de la gestión colaborativa del espacio aéreo con la gestión de afluencia de tránsito aéreo - La integración de la gestión del espacio aéreo y la gestión de la afluencia del tránsito aéreo es un requisito deseable, con miras a optimizar la aplicación de los EDE.
- FRTO-B0/2 - Planificación del Espacio Aéreo y Uso Flexible del Espacio Aéreo: La aplicación de FUA podría optimizar la implementación de EDE considerando que las rutas DCT podrían ingresar al espacio aéreo de uso especial, de acuerdo con procedimientos preestablecidos.
- FRTO-B0/4 - Detección básica de conflictos y monitoreo de conformidad: las herramientas de Detección de Conflictos a Mediano Plazo (MTCO, en su sigla en inglés) y monitoreo de conformidad se consideran requisitos para reducir la carga de trabajo de los controladores de tránsito aéreo en entornos de alto volumen de tráfico aéreo. En consecuencia, pueden considerarse requisitos deseables y deben tenerse en cuenta al actualizar los sistemas ATM.
- FICE-B0/1 - Intercambio Automatizado de Datos Básicos entre Instalaciones: el AIDC se considera una herramienta deseable para la implementación de EDE, con miras a reducir la carga de trabajo ATCO, especialmente en entornos operacionales de alto volumen de tráfico aéreo, particularmente cuando hay transferencia de vuelos EDE en ambos FIRs.

10.6 En cuanto a los facilitadores, el Plan Mundial de navegación aérea de FRTO BO/1 enumera una serie de documentos EUROCONTROL, que podrían utilizarse como material de orientación. Sin embargo, es necesario observar que la implementación del EDE en la región CAR/SAM considera las características del espacio aéreo y la demanda de tráfico aéreo significativamente menor que la de Europa.

10.7 Se espera que inicialmente los EDE se implementen Estado por Estado, dentro de los límites de sus espacios aéreos, utilizando el punto de referencia (*waypoint*) publicado en los límites como punto de entrada/salida de un sistema de EDE al siguiente, sobre la base de reglas específicas establecidas por cada Estado. Sin embargo, también se espera una evolución hacia un EDE transfronterizo, basado en la regulación y los procedimientos estándar armonizados que involucran a las regiones CAR/SAM. Esto permitirá una eficiencia aún mayor al utilizar más puntos de referencia en los límites de los FIR y poner a disposición más opciones de enrutamiento directo. Un objetivo específico para iniciar un EDE transfronterizo en América Latina es utilizar el espacio aéreo del EDE ya implementado para estimular a los FIR adyacentes a unirse a la implementación de los EDE de manera armonizada.

10.8 La implementación de EDE comenzó en Brasil en las Regiones de Información de Vuelo (FIR) Amazónica y Recife el 16 de abril de 2020, durante la pandemia de COVID-19, considerando la notable reducción de la demanda de vuelos.

10.9 De mismo modo en el grupo de implantación SAMIG, los Estados iniciaron la implementación en varias FIR de los Estados de América del Sur (Brasil, Chile, Ecuador, Guyana, Perú, Colombia\*, Surinam y Venezuela), aplicando procedimientos publicados a través de la enmienda AIP o SUP AIP, basados en un modelo de publicación aeronáutica desarrollado por el Grupo de Estudio e Implementación del Espacio Aéreo Sudamericano (GESEA).

*\* Nota.- Colombia implementó en 2020 el EDE de acuerdo a la iniciativa promovida por SAM/IG. Posteriormente, con la recuperación de las operaciones aéreas en 2021, se priorizó el enrutamiento para las llegadas al Aeropuerto internacional de Bogotá.*

10.11 La participación activa de los Estados, los proveedores de servicios de navegación aérea, y las Aerolíneas es esencial para la aplicación del Enrutamiento Directo Estratégico como pasos iniciales para alcanzar el objetivo de implementar el espacio aéreo de ruta libre (FRA). Es importante señalar que el Enrutamiento Directo Estratégico es la forma más adecuada de avanzar hacia la FRA, de conformidad con el Plan de Navegación Aérea Mundial (GANP, en su sigla en inglés), y su implementación por parte de algunos Estados de la región ya ha demostrado su viabilidad y los beneficios correspondientes.

10.12 Un modelo de publicación del EDE en la AIP se adjunta como **Apéndice F**. Es conveniente que los Estados que utilicen UPR y EDE lleguen a consensos para la publicación de las normas y procedimientos definiendo una ubicación determinada en la sección de la AIP\*, con miras a facilitar la comprensión de la gestión del espacio aéreo por parte de cada Estado.

*\*Nota: Se deberá definir la sección AIP más adecuada, en consenso.*

## 11 ESPACIO AÉREO LIBRE DE RUTAS (FRTO-B1/1)

11.1 FRA es un volumen específico de espacio aéreo dentro del cual los usuarios pueden planificar libremente una ruta entre un punto de entrada definido y un punto de salida definido, con la posibilidad de enrutar a través de puntos intermedios (publicados o no publicados), sin referencia a la red de rutas ATS, sujeto a la disponibilidad de espacio aéreo. Dentro de este espacio aéreo, los vuelos siguen sujetos al control del tráfico aéreo. FRA permite a los usuarios del espacio aéreo volar lo más cerca posible de lo que consideran la trayectoria óptima sin las limitaciones de una estructura de red de ruta fija.

11.2 La implementación de FRA se puede personalizar, por ejemplo:

- horizontal y verticalmente;
- durante períodos específicos;
- con un conjunto de condiciones de entrada/salida;
- con las actualizaciones iniciales del sistema.

11.3 La ampliación de la FRA dentro y a través de los límites de la FIR también requiere mejoras del sistema de funciones de la red ATM y del sistema terrestre de los proveedores de servicios de navegación aérea para la gestión del espacio aéreo y el procesamiento de datos de vuelo.

11.4 Se prevé tener en cuenta los siguientes procedimientos y procesos:

- Volumen del espacio aéreo FRA (lateral y vertical) y hora aplicable (no es necesario H24 7/7);
- Puntos de entrada y salida de la FRA, punto de transición de llegada y punto de transición de salida, y puntos intermedios;
- adaptar el diseño del espacio aéreo y garantizar la conectividad horizontal y vertical de la FRA;
- Procedimientos ATFM en FRA;
- Adaptar las LoAs con unidades ATS adyacentes y militares;
- Publicar datos relevantes para FRA en AIP;
- Cartas Aeronáuticas para las operaciones de la FRA;
- Procedimiento de gestión del espacio aéreo para la implementación de la explotación de rutas libres;

- Procedimientos ATC para cubrir la coordinación de rutas libres y la transferencia de control, el cambio de trayectoria en un entorno de rutas libres, la detección de conflictos.

11.5 Las mejoras de los sistemas ATM para el procesamiento de datos de vuelo y la posición de trabajo del controlador, si es necesario, están relacionadas con:

- Autorizaciones de ATC más allá del su Área de Responsabilidad (AoR);
- diferenciación entre diferentes tipos de tráfico;
- cálculo de la trayectoria 4D con Información Operativa de Aeronaves (AoI);
- función de edición para trayectorias 4D;
- gestión de puntos de coordinación para la FRA;
- la coordinación con los organismos militares;
- mejorar la gestión de conflictos y las funciones HMI del controlador para respaldar la detección y resolución de conflictos.

#### **11.6 Relación operativa y dependiente con otros elementos de ASBU:**

- NOPS-B1/5 - Integración completa de la gestión del espacio aéreo con la gestión de la afluencia del tráfico aéreo. Para lo FRA es deseable garantice un enfoque continuo, fluido e iterativo de la gestión del espacio aéreo y de la gestión del flujo del tráfico aéreo basada en las solicitudes de espacio aéreo en cualquier período de tiempo dentro de los niveles estratégicos, pretácticos y tácticos de lo ASM.
- FRTO-B1/4 - Sectorización dinámica. Se recomienda adaptar dinámicamente la sectorización del ATC para responder a la demanda de tráfico sin aumentar el número de controladores/posiciones de trabajo en uso en lo FRA. La función de sectorización permitirá la gestión dinámica de un gran número de configuraciones sectoriales posibles, donde el sistema automatizado evalúa continuamente la demanda y la complejidad del tráfico en el futuro y propone soluciones óptimas de sectorización.
- FRTO-B1/3 - Uso Flexible Avanzado del Espacio Aéreo (FUA) y gestión de datos del espacio aéreo en tiempo real. Para la aplicación de lo FRA es necesario mejorar la FUA y la gestión del espacio aéreo (ASM) mediante el intercambio colaborativo de datos sobre el espacio aéreo entre todos los actores de la gestión del tránsito aéreo, los procedimientos de negociación, el apoyo a los sistemas y la integración de datos de la MAPE en tiempo real. Deben existir sistemas ASM automatizados para garantizar un flujo de datos ininterrumpido entre las funciones de la red ATM y los sistemas ASM vecinos, desde la planificación pretáctica hasta el estado del espacio aéreo en tiempo real.
- FICE-B0/1 - Intercambio básico automatizado de datos entre instalaciones (AIDC). Para lo FRA, es necesario mejorar la eficacia de la coordinación y la transferencia del control entre las dependencias ATS para garantizar que toda la información de vuelo relacionada y necesaria estará disponible para la otra unidad según lo acordado.
- FRTO-B1/5 - Herramientas mejoradas de detección de conflictos y supervisión de la conformidad. Es necesario establecer mejoras en las funciones básicas de detección de conflictos a medio plazo (MTCD)/alerta de monitoreo (MONA) y, por lo tanto, mejorar aún más la productividad del ATCO y reducir la carga de trabajo para lo FRA.

- DAIM-B2/2 - Información diaria de gestión del espacio aéreo para apoyar el vuelo y el flujo. Es esencial establecer prácticas comunes y formatos de datos para las iniciativas diarias de gestión del espacio aéreo que se actualizan continuamente a medida que se producen eventos para la planificación y ejecución de vuelos y flujos en FRA. La información relativa al estado de las configuraciones del espacio aéreo (correcciones, límites de la FIR, zonas estáticas, etc.) y la información relativa a la evolución del espacio aéreo (cambios de ruta, configuraciones de sectores, plan de uso del espacio aéreo y plan de uso del espacio aéreo actualizado, reservas del espacio aéreo, restricciones y disponibilidad de rutas, zonas dinámicas, etc.) estarán disponibles en formatos compatibles con la automatización de NOPS y FICE.
- FRTO-B0/1 - Enrutamiento directo (EDE). Las rutas directas se establecen con el objetivo de proporcionar a los usuarios del espacio aéreo opciones adicionales de rutas de planificación de vuelos a mayor escala a través de las FIR, de modo que las distancias totales planificadas de los tramos se reduzcan en comparación con la red de rutas fijas. El EDE es una transición a la implementación del concepto de espacio aéreo de ruta libre (FRA).

11.7 Es necesario crear indicadores de rendimiento únicos para la FRA con el fin de cuantificar la variación de la carga de trabajo de los ATC, la capacidad del sector y el aumento de los posibles conflictos de tráfico, que se reevaluarán estacionalmente.

11.8 Del mismo modo, con el EDE, se espera que el FRA se implemente en primer lugar dentro de las fronteras de los Estados, utilizando sus procedimientos y limitaciones específicos, evolucionando a un FRA transfronterizo, según lo dispuesto en el mediano plazo por el ASBU FRTO B2/3 - Espacio Aéreo de Rutas Libres Transfronterizas a Gran Escala.

## 12 RUTAS RNP (FRTO-B1/2)

*Nota. - Esta solución requiere más estudios para definir la implantación de rutas RNP en áreas definidas de la Región SAM. Se tiene avances en Chile con el RNP 2. En los siguientes párrafos se incluye una descripción extraída del GANP.*

12.1 Las rutas RNP deben desplegarse dentro del espacio aéreo en ruta donde no se planifica el Espacio Aéreo de Ruta Libre (FRA) o, si se despliega FRA, las rutas RNP deben garantizar la conectividad entre FRA y TMA.

12.2 El objetivo es proporcionar una navegación coherente utilizando el tipo de PBN, la infraestructura y las aplicaciones de navegación más adecuadas.

12.3 Las especificaciones de navegación basada en el performance (PBN) permiten a las aeronaves volar una trayectoria específica entre dos puntos definidos en 3D en el espacio. La nueva capacidad se refiere a la Implementación de rutas PBN/RNP dentro del espacio aéreo en ruta. Se describe el elemento FRTO – B1/2, como sigue:

- Con la introducción de una especificación de navegación RNP, las ventajas obtenidas de RNAV se verán reforzadas por el monitoreo y las alertas del rendimiento a bordo y la ejecución de un comportamiento más predecible de las aeronaves.
- Diseño de rutas optimizadas que pueden incluir rutas paralelas poco espaciadas, transición de radio fijo (FRT) y funcionalidad de desplazamiento paralelo táctico (TPO) en ruta, respaldadas por mejoras en la infraestructura y el sistema para admitir rutas PBN.

- Se requiere una infraestructura de navegación adecuada. La infraestructura terrestre GNSS o DME debe optimizarse para soportar las operaciones de RNP y la capacidad de reversión principal en caso de interrupciones de GNSS.
- La PBN requiere una cadena digital completa, a niveles críticos de calidad de datos, para los datos aeronáuticos proporcionados a los sistemas aerotransportados. Las mejoras del sistema para las herramientas de soporte del controlador que puedan ser necesarias están cubiertas por otros elementos FRTO (MTCO, MONA - ayudas de monitoreo) u otros hilos conductores (Safety nets SNET - redes de seguridad).

### 13 OBJETIVOS A CINCO AÑOS

#### **Corto plazo (2024 - 2025)**

- Implementar las UPRs del catálogo de rutas
- Crear un proceso para acelerar la publicación de las UPRs
- Desarrollar un material de orientación regional para implementar EDE y UPR, incluidos los requisitos operativos/técnicos.
- Desarrollar un CONOPS FRA regional, incluyendo requisitos operativos/técnicos.
- Iniciar la prueba de FRA en al menos 1 estado CAR/SAM

#### **Mediano plazo (2026-2028)**

- Implementar EDEs en 80%+ de los FIR de SAM
- Implementar EDEs transfronterizo en al menos 4 FIR adyacentes SAM
- Implementar FRAs en 20%+ de los FIR CAR/SAM

Es importante enfatizar que el establecimiento de una estrategia de implementación FRTO por cada Estado SAM es fundamental para que se establezca una hoja FRTO para Regiones CAR/SAM. Además, dicha estrategia permitirá el alcance de las mencionadas metas regionales de implementación FRTO.

## **APÉNDICES**

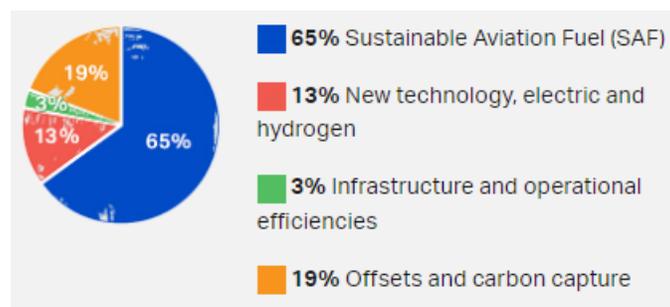
## Apéndice A. Combustible de Aviación Sostenible (SAF)

Los Combustibles de Aviación Sostenible (SAF), están identificados entre las más importantes iniciativas para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de la aviación. Sin embargo, aunque ya existen tecnologías para producir estos combustibles, se producen en cantidades pequeñas y aún es necesario reducir los costos de producción. La producción de SAF a gran escala puede mitigar los problemas ambientales y mejorar los problemas sociales y económicos en los países en desarrollo, siempre y cuando esta producción no afecte la seguridad alimentaria. Según un punto de vista conservador pero optimista, alrededor del 5,7% de toda la tierra cultivable en 2050 estará disponible para la producción de biocombustibles en todo el mundo, lo que será suficiente para abastecer alrededor del 92% de la demanda estimada para 2100. Sin embargo, para promover un aumento en la producción de SAF, es necesario promover el uso y la regulación a través de políticas y leyes, además del apoyo financiero y técnico de los gobiernos, para la producción y certificación de estos combustibles.

En la 41<sup>a</sup> Asamblea de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), el Consejo de la OACI aprobó la viabilidad de desarrollar un Objetivo Aspiracional a Largo Plazo (LTAG) para la aviación internacional lograr cero emisiones netas de CO<sub>2</sub> para 2050. Este análisis considera una evaluación de las metas propuestas, incluyendo los impactos en el crecimiento de los países y los costos de su implementación para los estados. Este trabajo ayudo a identificar y evaluar medidas operativas, tecnológicas y de uso de SAF existentes, planificadas e innovadoras en el transporte aéreo internacional que puedan contribuir a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. A partir de esta información recopilada, los especialistas de la OACI crearon escenarios que combinaran medidas tecnológicas, operativas y de uso de SAF para analizar los datos y hacer pronósticos de demandas futuras, considerando el objetivo de aumentar la eficiencia energética en un 2% anual y el crecimiento de neutrones de carbono a partir de 2020. Los especialistas también estimarán los costos e impactos económicos de implementar las medidas mencionadas anteriormente en el crecimiento del sector del transporte aéreo, especialmente para los países en desarrollo.

A nivel de la Región SAM, los Estados han implementado algunos conceptos y medidas operativas, entre estas medidas, el concepto de Rutas Directas, que preceden a la aplicación del concepto de FRA. Estas rutas brindan a los usuarios del espacio aéreo, durante la planificación de sus rutas, opciones de trayectorias que cubren una distancia más corta en comparación con las distancias cuando se utiliza la estructura de rutas fijas.

Aunque se estima que “solo” el 3% del FLY NET ZERO provenga de la infraestructura y las eficiencias operativas (ver fig. a continuación), es importante tener en cuenta que todos los esfuerzos son válidos y necesarias para alcanzar los objetivos propuestos de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Además, en algunos espacios aéreos este porcentaje podría ser superior, lo que es significativo para la eficiencia operativa de las aerolíneas y de los ANSP.



Existe un desafío constante para equilibrar el crecimiento de la aviación con la necesidad de mitigar sus impactos ambientales. La investigación y la innovación continuas son cruciales para avanzar hacia una aviación más sostenible al mismo tiempo que promueve el bienestar social.

Ver más información en los siguientes enlaces de OACI:

<https://www.icao.int/environmental-protection/pages/SAF.aspx>

<https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/default.aspx>

## Apéndice B. Relación modulo KPA-Área Focal-KPI- elemento FRTO

(Bloques 0 y 1 FRTO tomados del GANP portal, el texto en español es una traducción libre)

\* TBD = a ser definido

KPA	Focus Areas	Most specific performance objective(s) supported	KPI	ASBU Element Operational	DESCRIPCION
Efficiency	Flight time & distance	Overcome route selection inefficiencies associated with route network design	KPI04: Filed flight plan en-route extension	FRTO-B0/1	Enrutamiento directo (DCT)
Efficiency	Flight time & distance	Overcome route selection inefficiencies associated with route & airspace availability as known at the flight planning stage	KPI04: Filed flight plan en-route extension	FRTO-B0/2	Planificación del espacio aéreo y uso flexible del espacio aéreo (FUA)
Efficiency	Flight time & distance	Reduce need to avoid airspace because of lack of confirmation that it will be open	KPI04: Filed flight plan en-route extension	FRTO-B0/2	Planificación del espacio aéreo y uso flexible del espacio aéreo (FUA)
Efficiency	Flight time & distance	Facilitate direct routing of portions of the flight (if this does not cause network problems)	KPI05: Actual enroute extension	FRTO-B0/2	Planificación del espacio aéreo y uso flexible del espacio aéreo (FUA)
Efficiency	Flight time & distance	Reduce need for tactical ATFM rerouting to circumnavigate airspace closed at short notice	KPI05: Actual enroute extension	FRTO-B0/2	Planificación del espacio aéreo y uso flexible del espacio aéreo (FUA)
Efficiency	Vertical flight efficiency	Reduce altitude restrictions during climb to avoid Special Use Airspace	KPI17: Level-off during climb	FRTO-B0/2	Planificación del espacio aéreo y uso flexible del espacio aéreo (FUA)
Efficiency	Vertical flight efficiency	Reduce altitude restrictions during cruise to avoid Special Use Airspace	KPI18: Level capping during cruise	FRTO-B0/2	Planificación del espacio aéreo y uso flexible del espacio aéreo (FUA)
Efficiency	Vertical flight efficiency	Reduce altitude restrictions during cruise to avoid Special Use Airspace	KPI19: Level-off during descent	FRTO-B0/2	Planificación del espacio aéreo y uso flexible del espacio aéreo (FUA)
Efficiency	Flight time & distance	Overcome route selection inefficiencies associated with route network design	KPI04: Filed flight plan en-route extension	FRTO-B1/1	Espacio aéreo de ruta libre (FRA)
Efficiency	Flight time & distance	Overcome route selection inefficiencies associated with route & airspace availability as	KPI04: Filed flight plan en-route extension	FRTO-B1/3	Uso avanzado y flexible del espacio aéreo (FUA) y gestión de datos del espacio aéreo en tiempo real

		known at the flight planning stage			
Efficiency	Flight time & distance	Reduce need to avoid airspace because of lack of confirmation that it will be open	KPI04: Filed flight plan en-route extension	FRTO-B1/3	Uso avanzado y flexible del espacio aéreo (FUA) y gestión de datos del espacio aéreo en tiempo real
Efficiency	Flight time & distance	Facilitate direct routing of portions of the flight (if this does not cause network problems)	KPI05: Actual enroute extension	FRTO-B1/3	Uso avanzado y flexible del espacio aéreo (FUA) y gestión de datos del espacio aéreo en tiempo real
Efficiency	Flight time & distance	Reduce need for tactical ATFM rerouting to circumnavigate airspace closed at short notice	KPI05: Actual enroute extension	FRTO-B1/3	Uso avanzado y flexible del espacio aéreo (FUA) y gestión de datos del espacio aéreo en tiempo real
Efficiency	Vertical flight efficiency	Reduce altitude restrictions during climb to avoid Special Use Airspace	KPI17: Level-off during climb	FRTO-B1/3	Uso avanzado y flexible del espacio aéreo (FUA) y gestión de datos del espacio aéreo en tiempo real
Efficiency	Vertical flight efficiency	Reduce altitude restrictions during cruise to avoid Special Use Airspace	KPI18: Level capping during cruise	FRTO-B1/3	Uso avanzado y flexible del espacio aéreo (FUA) y gestión de datos del espacio aéreo en tiempo real
Efficiency	Vertical flight efficiency	Reduce altitude restrictions during cruise to avoid Special Use Airspace	KPI19: Level-off during descent	FRTO-B1/3	Uso avanzado y flexible del espacio aéreo (FUA) y gestión de datos del espacio aéreo en tiempo real

<<<<

Capacity	Capacity shortfall & associated delay	Establish/update/publish the catalogue of strategic ATFM measures designed to respond to a variety of possible/typical/recurring events degrading the airspace system (e.g. predefined action plans)	TBD	FRTO-B0/3	Rutas ATS pre-valoradas y coordinadas en apoyo del vuelo y el flujo
Capacity	Capacity, throughput & utilization	Reduce ATCO workload (enroute)	KPI06: En-route airspace capacity	FRTO-B0/4	Detección básica de conflictos y supervisión de conformidad
Capacity	Capacity, throughput & utilization	Overcome capacity limitations attributable to route network design	KPI06: En-route airspace capacity	FRTO-B1/2	Rutas de performance de navegación requerida (RNP)
Capacity	Capacity, throughput & utilization	Take advantage of increased navigation precision (airspace with PBN operations) to implement route networks and airspace	KPI06: En-route airspace capacity	FRTO-B1/2	Rutas de performance de navegación requerida (RNP)

		structures with smaller lateral and vertical safety buffers			
Capacity	throughput & utilization	Improve flexibility of sector configuration management	TBD	FRTO-B1/4	Sectorización dinámica
Capacity	throughput & utilization	Improve flexibility to modify sector configuration at short notice to cope with traffic pattern variations	TBD	FRTO-B1/4	Sectorización dinámica

&lt;&lt;&lt;

Safety	TBD	Avoid vertical & lateral navigation errors during flight (cases of non-conformance with clearance)	<b>KPI20: Number of aircraft accidents</b>	FRTO-B0/4	Detección básica de conflictos y supervisión de conformidad
Safety	TBD	Improve early detection of conflicting ATC Clearances (CATC) (en-route / departure / approach)	<b>KPI20: Number of aircraft accidents</b>	FRTO-B0/4	Detección básica de conflictos y supervisión de conformidad
Safety	TBD	Improve early detection of conflicting ATC Clearances (CATC) (en-route / departure / approach)	<b>KPI23: Number of airprox/TCAS alert/loss of separation/near midair collisions/midair collisions (MAC)</b>	FRTO-B0/4	Detección básica de conflictos y supervisión de conformidad
Safety	TBD	Improve separation provision (at a planning horizon > 2 minutes)	<b>KPI20: Number of aircraft accidents</b>	FRTO-B0/4	Detección básica de conflictos y supervisión de conformidad
Safety	TBD	Improve separation provision (at a planning horizon > 2 minutes)	<b>KPI23: Number of airprox/TCAS alert/loss of separation/near midair collisions/midair collisions (MAC)</b>	FRTO-B0/4	Detección básica de conflictos y supervisión de conformidad
Safety	TBD	Improve early detection of conflicting ATC Clearances (CATC) (en-route / departure / approach)	TBD	FRTO-B1/5	Mejora de los instrumentos de detección de conflictos y de la supervisión de conformidad
Safety	TBD	Reduce number of vertical & lateral navigation errors during flight (cases of non-conformance with clearance)	TBD	FRTO-B1/5	Mejora de los instrumentos de detección de conflictos y de la supervisión de conformidad

&lt;&lt;&lt;

<b>Enviroment</b>	Maintain or improve enviromental sustainability of aviation	TBD	TBD	<b>FRTO (TBD)</b>	TBD
-------------------	---	-----	-----	-------------------	-----

&lt;&lt;&lt;

<b>Cost effectiveness</b>	Improve Cost effectiveness of ANS	Reduce costs in the Air Navigation System	TBD	FRTO-B1/6	Planificación multi sectores
---------------------------	-----------------------------------	---	-----	-----------	------------------------------

&lt;&lt;&lt;

<b>Access and equity</b>	Improve Access and equity	Improve airspace reservation management	TBD	FRTO-B0/2	Planificación del espacio aéreo y uso flexible del espacio aéreo (FUA)
<b>Access and equity</b>	Improve Access and equity	Improve airspace reservation management	TBD	FRTO-B1/3	Uso avanzado y flexible del espacio aéreo (FUA) y gestión de datos del espacio aéreo en tiempo real

&lt;&lt;&lt;

<b>Flexibility</b>	Improve flexibility of the Air Navigation System	Improve flexibility of the Air Navigation System	TBD	FRTO-B0/3	Rutas ATS pre-validadas y coordinadas en apoyo del vuelo y el flujo
--------------------	--	--	-----	-----------	---

### Lista de Elementos del Módulo FRTO, Bloques 0, 1

Traducción libre al español. Ver texto original en enlace de ICAO GANP PORTAL:

<https://www4.icao.int/ganpportal/>

FRTO	Operaciones mejoradas a través de trayectorias en ruta optimizadas	Operacional
FRTO-B0/1	Enrutamiento directo (DCT)	
FRTO-B0/2	Planificación del espacio aéreo y uso flexible del espacio aéreo (FUA)	
FRTO-B0/3	Rutas ATS pre-validadas y coordinadas en apoyo del vuelo y el flujo	
FRTO-B0/4	Detección básica de conflictos y supervisión de conformidad	

FRTO-B1/1	Espacio aéreo de ruta libre (FRA)
FRTO-B1/2	Rutas de performance de navegación requerida (RNP)
FRTO-B1/3	Uso avanzado y flexible del espacio aéreo (FUA) y gestión de datos del espacio aéreo en tiempo real
FRTO-B1/4	Sectorización dinámica
FRTO-B1/5	Mejora de los instrumentos de detección de conflictos y de la supervisión de conformidad
FRTO-B1/6	Planificación multi-sector
FRTO-B1/7	Conjunto de opciones de trayectoria (TOS)

## Apéndice C. Infraestructura apropiada para apoyar la seguridad de las operaciones

La seguridad operacional es una prioridad máxima para la aviación. El Plan Global para la Seguridad Operacional de la Aviación (GASP) presenta la estrategia mundial para la mejora continua de la seguridad operacional de la aviación. La finalidad del GASP es reducir de forma continua el número de víctimas mortales, así como el riesgo de que estas se produzcan, para lo cual procura orientar la formulación de una estrategia armonizada sobre la seguridad operacional.

Un sistema de aviación seguro, resiliente y sostenible contribuye al desarrollo económico de los Estados y sus industrias. El GASP promueve la implementación efectiva de un programa estatal de seguridad operacional, incluido un sistema de vigilancia de la seguridad operacional de un Estado, un enfoque basado en el riesgo para gestionar la seguridad operacional y un enfoque coordinado de colaboración entre los Estados, las regiones (es decir, un grupo de Estados y/o entidades que trabajan en conjunto para fortalecer la seguridad operacional dentro de una zona geográfica) y la industria. Ofrece un marco en el que se elaboran e implementan los planes nacionales y regionales de seguridad operacional de la aviación (RASP y NASP).

El Plan Global de Seguridad Operacional – GASP (Doc. 10004) y el GANP se prestan apoyo mutuo al reconocer la necesidad de contar con una infraestructura apropiada para respaldar operaciones aéreas seguras. Se considera fundamental coordinar las actividades del RASG-PA y el GREPECAS para lograr la implantación exitosa de ambos Planes Globales, dado que el **incremento de la capacidad de navegación aérea y el mejoramiento de la eficiencia** deben hacerse de forma segura y se requiere contar con redes apropiadas de seguridad para prevenir los accidentes.

El marco de Bloques Básico Constitutivos (BBB) indicado en la segunda capa del GANP, de manera independiente al marco ASBU, describe la estructura central de todo sistema sólido de navegación aérea al definir los servicios esenciales de navegación aérea que han de suministrarse para la aviación civil internacional de acuerdo con los SARPS de la OACI y los Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea (PANS). Estos son servicios esenciales para las operaciones del aeródromo, gestión del tránsito aéreo, búsqueda y salvamento, meteorología e información aeronáutica.

Los BBB no representan ningún paso evolutivo, sino una referencia definida por los servicios básicos que acuerdan los Estados en virtud del Convenio sobre Aviación Civil Internacional para que la aviación civil internacional pueda desarrollarse de forma segura y ordenada.

El marco ASBU define un grupo de mejoras operacionales en ciertas áreas del sistema de navegación aérea sobre el cual la comunidad de la aviación acordó trabajar a fin de mantener o mejorar el rendimiento del sistema (hilos conductores ASBU). Un elemento ASBU es un cambio específico en las operaciones dirigido a mejorar el rendimiento de su sistema de navegación aérea bajo condiciones operacionales específicas.

Para la planificación de mejoras en los sistemas de navegación aérea, se debería tener en cuenta para las distintas etapas de la pandemia, según lo siguiente:

- a) La evaluación del riesgo y fijación de prioridades con base en los datos recopilados y analizados;
- b) La aplicación de principios de gestión de la seguridad operacional para la toma de decisiones en función de los riesgos; y

- c) La gestión y supervisión de las aprobaciones otorgadas por las CAA, teniendo en cuenta la flexibilidad necesaria en todo el sistema de aviación para continuar con las operaciones en condiciones seguras.

BORRADOR

## Apéndice D. MODELO DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD OPERACIONAL

### EJEMPLO DE MATRIZ PARA EL ANÁLISIS Y GESTIÓN DE LOS RIESGOS APLICABLES AL ENRUTAMIENTO DIRECTO ESTRATÉGICO (EDE)

*Nota; El siguiente ejemplo de Matriz se considera válido para el periodo julio - diciembre 2020, con flujo de vuelos/sobrevuelos reducido a 10% - 40% de las operaciones que se registró en diciembre 2019, para el respectivo ACC.*

(1) Etapa o Segmento de vuelo	(2) Identificación del peligro	(3) Posibles consecuencias	(4) Índice de riesgo	(5) Mitigaciones	(6) Índice de riesgo después de mitigaciones	(7) Notas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio aéreo superior <u>oceánico</u>.</li> <li>• Aeronave transferida y bajo suministro de control y responsabilidad del ACC (Sector)</li> </ul>	Falla de data link afecta CPDLC y falla simultanea HF (o HF no disponible) de la aeronave impiden el reporte de posición para el ATC. La ausencia de reportes de posición de la aeronave incide en la reducción de conciencia situacional del ATCO.	Se origina una pérdida de separación entre aeronaves.	<p><b>3C Tolerable</b></p> <p><b>Remoto: 3</b></p> <p><b>Grave: C</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestión del Plan de Vuelo. Plan de vuelo actualizado. Mensaje ATS. Doc 4444 Apéndice 2.</li> <li>2. Vigilancia ATS (ADS-C) disponible.</li> <li>3. Procedimientos y métodos sobre falla del radiotransmisor de la aeronave Doc 4444, Cap 8 y Cap 15.</li> <li>4. Procedimientos (y/o SUPPS) aplicables al espacio aéreo Oceanico, en caso de falla de comunicaciones.</li> <li>5. Tabla de niveles, Anexo 2, Apéndice 3.</li> <li>6. ACAS/TCAS a bordo</li> <li>7. Sistemas automatizados ATC con MTCD (medium term conflict detection) y/o STCA (short term conflict alert)</li> <li>8. Comunicación a través de Teléfono satelital.</li> </ol>	<p><b>2D Aceptable</b></p> <p><b>Improbable: 2</b></p> <p><b>Leve: D</b></p>	Los requisitos operacionales para aplicación de EDE se presentan en el SUP AIP xx/20 de [Estado]

(1) Etapa o Segmento de vuelo	(2) Identificación del peligro	(3) Posibles consecuencias	(4) Índice de riesgo	(5) Mitigaciones	(6) Índice de riesgo después de mitigaciones	(7) Notas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio aéreo superior <b>continental</b>.</li> <li>• Aeronave transferida y bajo suministro de control y responsabilidad del ACC (Sector)</li> </ul>	<p>Falla de radiotransmisor de la aeronave impiden el reporte de posición para el ATC. La ausencia de reportes de posición de la aeronave incide en la reducción de conciencia situacional del ATCO.</p>	<p>Se origina una pérdida de separación entre aeronaves.</p>	<p><b>3C Tolerable</b></p> <p><b>Remoto: 3</b></p> <p><b>Grave: C</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestión del Plan de Vuelo. Plan de vuelo actualizado. Mensaje ATS. Doc 4444 Apéndice 2.</li> <li>2. Vigilancia ATS (Radar o ADS-B) disponible.</li> <li>3. Procedimientos y métodos sobre falla del radiotransmisor de la aeronave Doc 4444, Cap 8 y Cap 15.</li> <li>4. Código de transpondedor 7600</li> <li>5. Tabla de niveles, Anexo 2, Apéndice 3.</li> <li>6. ACAS/TCAS a bordo</li> <li>7. Sistemas automatizados ATC con MTCD (medium term conflict detection) y/o STCA (short term conflict alert)</li> <li>8. Sistema ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System) permitiría recibir posición a través del explotador de aeronave.</li> </ol>	<p><b>2D Acceptable</b></p> <p><b>Improbable: 2</b></p> <p><b>Leve: D</b></p>	<p>Los requisitos operacionales para aplicación de EDE se presentan en el SUP AIP xx/20 de [Estado]</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio aéreo superior <b>oceánico o continental</b>.</li> <li>• Aeronave transferida y bajo suministro de control y</li> </ul>	<p>Falla de <u>comunicaciones severa en el ACC responsable</u>, impide al ATCO recibir reportes de posición de aeronaves. La ausencia de reportes incide en la</p>	<p>Se origina una pérdida de separación entre aeronaves.</p>	<p><b>3C Tolerable</b></p> <p><b>Remoto: 3</b></p> <p><b>Grave: C</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plan de Contingencia ATS del Estado dispone la <u>suspensión</u> temporal de EDE durante una contingencia.</li> </ol>	<p><b>1E Acceptable</b></p> <p><b>Sumamente Improbable: 1</b></p> <p><b>Insignificante: E</b></p>	<p>Los requisitos operacionales para aplicación de EDE se presentan en</p>

(1) Etapa o Segmento de vuelo	(2) Identificación del peligro	(3) Posibles consecuencias	(4) Índice de riesgo	(5) Mitigaciones	(6) Índice de riesgo después de mitigaciones	(7) Notas
responsabilidad del ACC (Sector)	reducción de conciencia situacional del ATCO.					el SUP AIP xx/20 de [Estado]
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio aéreo superior <b>oceánico o continental</b>.</li> <li>• Aeronave transferida y bajo suministro de control y responsabilidad del ACC (Sector)</li> </ul>	<p>Presencia de malas condiciones meteorológicas, que exigen al piloto solicitar desviarse de la ruta planificada (trayectoria).</p> <p>La desviación autorizada por ATC causa la superposición de trayectorias con otra aeronave.</p>	Se origina una pérdida de separación entre aeronaves.	<b>IC Aceptable</b>  <b>Sumamente Improbable: 1</b>  <b>Grave: C</b>	N/A	N/A	

Ejemplos de tablas y matrices para el análisis del riesgo y acciones de mitigación

Figura 1: Ejemplo de tabla de probabilidad del riesgo

Probabilidad	Significado	Valor
Frecuente	— Probable de que ocurra muchas veces (ha ocurrido con frecuencia)	5
Ocasional	— Probable que ocurra algunas veces (ha ocurrido infrecuentemente)	4
Remoto	— Improbable, pero posible que ocurra (ocurrido raramente)	3
Improbable	— Muy improbable que ocurra (no se sabe que haya ocurrido)	2
Sumamente improbable	— Casi inconcebible de que ocurra	1

Figura 2: Ejemplo de tabla de severidad

Severidad	Significado	Valor
Catastrófico	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Aeronave o equipos destruidos</li> <li>— Varias muertes</li> </ul>	A
Peligroso	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Gran reducción de los márgenes de seguridad operacional, estrés físico o una carga de trabajo tal que ya no se pueda confiar en que el personal de operaciones realice sus tareas con precisión o por completo</li> <li>— Lesiones graves</li> <li>— Daños importantes al equipo</li> </ul>	B
Grave	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Reducción importante de los márgenes de seguridad operacional, reducción en la capacidad del personal de operaciones para tolerar condiciones de operación adversas, como resultado de un aumento en la carga de trabajo o como resultado de condiciones que afecten su eficiencia</li> <li>— Incidente grave</li> <li>— Lesiones a las personas</li> </ul>	C
Leve	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Limitaciones operacionales</li> <li>— Uso de procedimientos de emergencia</li> <li>— Incidente leve</li> </ul>	D
Insignificante	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Pocas Consecuencias</li> </ul>	E

Figura 3: Ejemplos de matrices de evaluación de riesgo

Probabilidad del riesgo		Gravedad del riesgo				
		Catastrófico A	Peligroso B	Grave C	Leve D	Insignificante E
Frecuente	5	<b>5A</b>	<b>5B</b>	<b>5C</b>	<b>5D</b>	<b>5E</b>
Ocasional	4	<b>4A</b>	<b>4B</b>	<b>4C</b>	<b>4D</b>	<b>4E</b>
Remoto	3	<b>3A</b>	<b>3B</b>	<b>3C</b>	<b>3D</b>	<b>3E</b>
Improbable	2	<b>2A</b>	<b>2B</b>	<b>2C</b>	<b>2D</b>	<b>2E</b>
Sumamente improbable	1	<b>1A</b>	<b>1B</b>	<b>1C</b>	<b>1D</b>	<b>1E</b>

Rango del índice de riesgo	Descripción del Riesgo	Medida recomendada
<b>5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A</b>	<b>Intolerable</b>	Tomar medidas inmediatas para mitigar el riesgo o suspender la actividad. Realizar la mitigación de riesgos de seguridad operacional prioritaria para garantizar que haya controles preventivos o adicionales o mejorados para reducir el índice de riesgos al rango tolerable.
<b>5D, 5E, 4C, 4D 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C, 1A</b>	<b>Tolerable</b>	Puede tolerarse sobre la base de la mitigación de riesgos de seguridad operacional. Puede necesitar una decisión de gestión para aceptar el riesgo.
<b>3E, 2D, 2E, 1B, 1C, 1D, 1E</b>	<b>Aceptable</b>	Aceptable tal cual. No se necesita una mitigación de riesgos posterior.

BORRADOR

## Apéndice E. Modelo de Publicación – UPR

### Rutas Preferidas por los Usuarios

Rutas Preferidas por los Usuarios (UPR) son rutas solicitadas por las aerolíneas que optimizan la ruta entre pares de ciudades específico. Las UPR deben ser aprobadas por todos los Proveedores de Servicios de Navegación (ANSP), a través de sus Unidades de Gestión de Afluencia, Gerentes de Centros de Control de Área o Autoridades de Aviación Civil, según corresponda, responsable por el suministro de los servicios de tránsito aéreo en cualquier tramo de la UPR. A partir de su publicación, las aerolíneas podrán utilizar esos segmentos para cualquier par de ciudades hasta su cancelación o modificación.

Las UPR podrán pasar por un período de prueba y, en este caso, estará disponible por un período de tiempo específico (es decir, un período de prueba) y una aerolínea específica. Las pruebas de ruta tienen como objetivo determinar la viabilidad operativa de las rutas y una vez verificada la viabilidad operativa de las rutas, estas serán publicadas mediante el proceso descrito a seguir.

Las aeronaves deberán utilizar las UPR a partir de uno de los siguientes waypoints:

- a) Ruta ATS publicada; o
- b) Último waypoint de un procedimiento de salida publicada (SID); o
- c) Límite de un área en que se aplica el Enrutamiento Directo Estratégico (EDE).

Las UPR están publicadas en la siguiente dirección de la página web del Proveedor de Servicio de Navegación Aérea: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Las UPR completas, que ultrapasan los límites de las FIR Nacionales, pueden ser encontradas no Portal SAM/página WEB de la oficina OACI SAM: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

## Apéndice F. Modelo de Publicación - EDE

### IMPLANTACIÓN DE ENRUTAMIENTO DIRECTO ESTRATÉGICO EN EL ESPACIO AÉREO SUPERIOR DE LA FIR XXXX

#### 1. PROPÓSITO

1.1. El presente Suplemento AIP tiene como propósito informar a los usuarios del espacio aéreo superior de la FIR XXXX sobre la implantación del elemento ASBU FRTO B0/1 – *Direct Routing* (DCT), comprendido dentro de la Sexta Edición del Plan Mundial de Navegación Aérea de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), denominado en idioma castellano Enrutamiento Directo Estratégico (EDE), bajo los procedimientos que se describen a continuación.

#### 2. INTRODUCCIÓN

2.1. En los últimos 10 años, se ha llevado a cabo una reestructuración completa de la red de rutas ATS de la Región Sudamericana (SAM), que ha contemplado la realineación y/o eliminación de trayectorias ineficientes, así como la implementación de nuevas rutas, lo cual dio como resultado una estructura de rutas fijas más directa y optimizada.

2.2. El uso de Rutas ATS fijas ya no es capaz de brindar la eficiencia requerida para que los usuarios del espacio aéreo y la aplicación del EDE se ha establecido para ofrecer a los usuarios opciones adicionales en la selección de trayectorias/rutas más eficientes, y optimizar la planificación de los vuelos y el consumo de combustible, mediante la presentación de planes de vuelo (FPL) con rutas directas.

2.3. La implantación del EDE constituye una evolución natural en la optimización del uso del espacio aéreo y una transición para el uso del concepto de Espacio Aéreo con Rutas Libres (Free Route Airspace - FRA), tal como lo ha previsto el Plan Mundial de Navegación Aérea (*Global Air Navigation Plan – GANP*).

#### 3. PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES

##### 3.1. Área de aplicación

3.1.1. Se aplicará Enrutamiento Directo Estratégico (EDE), dentro del Espacio Aéreo Superior en el área comprendida entre los siguientes puntos/coordenadas y horarios:

(según cada Estado)

##### 3.2. Planes de Vuelo

3.2.1. Los planes de vuelo se presentarán de conformidad con la tabla de niveles de crucero que figura en el apéndice 3 del anexo 2 de la OACI.

3.2.2. El Plan de Vuelo debe estar basado en los puntos significativos (puntos de recorrido) o radioayudas a la navegación publicados y la distancia no debe exceder las xxx NM.

3.2.3. El Plan de Vuelo deberá contener un punto significativo (punto de recorrido/waypoint) o punto de notificación (LAT/LONG) en los límites de las FIR.

##### 3.3. Contingencia

3.3.1. Lo EDE puede suspenderse temporalmente en la parte del espacio aéreo sujeta a:

- a) activación de planes de contingencia parcial o total;
- b) degradación del servicio de vigilancia del ATS;
- c) degradación de las comunicaciones VHF; o
- d) degradación del Sistema de Plan de Vuelo.

#### **4. INFORMACIÓN ADICIONAL**

- 4.1.1. Información adicional puede ser obtenida a través del siguiente contacto:  
(según cada Estado)

*Nota 1: Corresponderá a cada estado adaptar este modelo para cumplir con sus especificidades locales.*

*Nota 2: Se podrá adjuntar una carta que represente el área de aplicación de la EDE si el Estado no dispone de un sistema correspondiente a la DASA.*

## Apéndice G. Acrónimos, Abreviaturas y Definiciones

### Acrónimos (sólo en inglés)

ADAP -	Automated Downlink of Airborne Parameters
ADS-B -	Automatic Dependent Surveillance Broadcast
ADS-C -	Automatic Dependent Surveillance Contract
AIDC -	ATS Interfacility Data Communications
ANP -	Air Navigation Plan
ANSP -	Air Navigation Service Provider
APTA -	Improve arrival and departure operations
ASBU -	Aviation System Block Upgrades
ATFM -	Air Traffic Flow Management
ATM -	Air Traffic Management
CAA -	Civil Aviation Authority
CANSO -	Civil Air Navigation Services Organisation
CDR -	Coded Departure Routes
CPDLC -	Controller Pilot Data Link Communications
DASA -	Digital Airspace System Analysis
EDE -	Strategic Direct Routing
FRA -	Free Route Airspace
FICE -	Flight and Flow Information for the Collaborative Environment
FUA -	Flexible Use of Airspace
GANP -	Global Air Navigation Plan
GASP -	ICAO Global Aviation Safety Plan
KPA -	Key Performance Area
KPI -	Key Performance Indicator
LoA -	Letter of Agreement
LTAG -	Landing and Takeoff Green Procedures
MONA -	Monitoring Aids
MTCD -	Medium Term Conflict Detection
OACI -	International Civil Aviation Organization
PBCS -	Performance-Based Communication and Surveillance
PBN -	Performance Based Navigation
RTK -	Revenue Tonne Kilometre
SAF -	Sustainable Aviation Fuel
SARPS -	Standards and Recommended Practices
TRA -	Temporary Reserved Area
TSA -	Temporary Segregated Area
UPR -	User Preferred Routes

### Abreviaturas

TBD

### Definiciones

TBD

