



**Cuestión 4 del
Orden del Día:**

Reporte sobre actividades y entregas del GESEA y Subgrupos

**HOJA DE RUTA EVOLUTIVA Y MATRIZ DE IMPLANTACIÓN DEL ESPACIO AÉREO DE
RUTAS LIBRES (FRA) EN BRAZIL**

(Preparado por Brasil)

RESUMEN

Esta nota de estudio presenta una descripción histórica detallada de las acciones, el marco normativo-tecnológico y el plan de acción futuro (roadmap) establecido por el Departamento de Control del Espacio Aéreo (DECEA) para la implantación progresiva del Espacio Aéreo de Rutas Libres (FRA - Free Route Airspace, definido como el volumen especificado de espacio aéreo dentro del cual los usuarios pueden planificar libremente una ruta entre un punto de entrada y un punto de salida definidos) para posibilitar las Operaciones de Tránsito de Rutas Libres (FRTO - Free Route Traffic Operations, el modo operacional y las trayectorias de vuelo flexibles) dentro del espacio aéreo superior brasileño, en plena alineación con el Módulo B1-FRTO del ASBU de la OACI.

Referencias:

- International Civil Aviation Organization (ICAO). Global Air Navigation Plan – Doc 9750. 4th Edition, 2013.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). Procedures for Air Navigation Services - Air Traffic Management (PANS-ATM) – Doc 4444. 16th Edition, 2016.
- International Civil Aviation Organization (ICAO). Performance-based Navigation (PBN) Manual – Doc 9613. 4th Edition, 2013.
- European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL). European Route Network Improvement Plan (ERNIP) - Part 1: Airspace Design Philosophy and Methodology. Brussels, 2022.
- European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL). Eurocontrol Guidelines for Free Route Airspace (FRA) Concept of Operations. Brussels, 2023.
- Federal Aviation Administration (FAA). Air Traffic Control – Joint Order (JO) 7110.65. Washington, D.C., 2024.
- Brasil. Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Plano de Concepção Operacional sobre Implementação do Espaço Aéreo de Rotas Livres (FRA) no SISCEAB – PCA 351-6. Rio de Janeiro, 2026.
- Brasil. Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Regras do Espaço Aéreo e Procedimentos de Navegação Aérea – ICA 100-36. Rio de Janeiro, 2026.
- Brasil. Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Processo de Solicitação, Análise e Publicação de Rotas Preferidas dos Usuários (UPR) – CIRCEA 100-114. Rio de Janeiro, 2026.

1. Antecedentes

1.1 El trayecto brasileño hacia las Operaciones de Tránsito de Rutas Libres (FRTO - el concepto operacional que permite trayectorias preferidas por el usuario) dentro del Espacio Aéreo de Rutas Libres (FRA - el volumen de espacio aéreo estructurado que acoge estos vuelos) siguió un enfoque incremental y pragmático, capitalizando ventanas de oportunidad operacionales y estableciendo una base doctrinal sólida:

a) Fase 1: Implantación de Rutas Directas - DCT (Completado): Planificado originalmente para ser precedido por extensos estudios de complejidad de la estructura del espacio aéreo, el concepto de Rutas Directas (DCT) se aceleró de manera reactiva debido a la drástica reducción del volumen de tránsito aéreo a causa de la pandemia de COVID-19. Este escenario permitió la aplicación inmediata del concepto en casi todo el territorio nacional, mitigando los impactos económicos y validando la viabilidad inicial de trayectorias flexibles.

b) Fase 2: Implantación de UPR mediante la Circular CIRCEA 100-114 (Completado): Tras el éxito de las rutas DCT, se identificó la necesidad de extender la eficiencia a pares de ciudades específicos dentro de porciones del espacio aéreo donde el concepto puro de rutas DCT no estaba operativo. La Circular de Normas de Control del Espacio Aéreo (CIRCEA 100-114) instituyó el proceso formal nacional para la solicitud, análisis y publicación de estas Rutas Preferidas por el Usuario (UPR).

c) Fase 3: Catálogo de Rutas / Playbook Routes (Completado): El DECEA consolidó un catálogo electrónico accesible de estructuras vigentes alineado con el concepto GANP de la OACI, el cual define al Playbook como un conjunto de rutas estandarizadas para una rápida implantación bajo contingencias. Así, cuando las UPR no están disponibles debido a condiciones meteorológicas, saturación de sectores o la activación de áreas segregadas, el ATC dispone de una matriz preconfigurada de desvíos estratégicos para acomodar el flujo de tránsito con el menor impacto en la eficiencia del vuelo.

d) Fase 4: Modernización de la Segregación del Espacio Aéreo mediante la Instrucción ICA 100-36 (Completado): Reconociendo que ciertas actividades, particularmente las operaciones militares y de seguridad nacional, requieren áreas segregadas, esta Instrucción Reguladora (ICA 100-36) reestructuró el proceso nacional de solicitud para las actividades que requieren segregación. Además, se introdujeron los conceptos internacionales de Área Reservada Temporalmente (TRA) y Área Segregada Temporalmente (TSA), estableciendo las bases indispensables para el Uso Flexible del Espacio Aéreo (FUA).

e) Fase 5: Capacitación Operacional - Curso ATM049 (Completado): Para armonizar las competencias de planificación, se creó un curso técnico específico para capacitar al personal en el análisis y diseño de áreas segregadas. El objetivo es permitir que el personal aplique medidas de mitigación que concilien las misiones de uso especial del espacio aéreo con la máxima eficiencia en el flujo del tránsito aéreo.

f) Fase 6: Institucionalización del FRA mediante el Plan PCA 351-6 (Completado): Este Plan de Diseño del Espacio Aéreo institucionalizó oficialmente las directrices de alto nivel y la estrategia del Estado brasileño respecto a la transición estructurada hacia el concepto FRA y el entorno FRTO.

2. Análisis

2.1 Para lograr la consolidación definitiva del Módulo B1-FRTO del ASBU de la OACI, la planificación estratégica del DECEA se divide en tres ejes interdependientes diseñados para resolver las

limitaciones relacionadas con la coordinación civil-militar, la interoperabilidad de sistemas y la carga de trabajo del controlador de tránsito aéreo (ATCO):

a) Eje 1: El Marco Regulatorio Integrado (FUA-FRA)

2.1.a.1 La madurez regulatoria nacional se alcanzará mediante una secuencia de entregas interconectadas programadas para el año 2027:

- a) Instrucción Reguladora de Gestión del Espacio Aéreo (ICA ASM): Regulará las normas para la gestión dinámica de los volúmenes de espacio aéreo, rigiendo la activación de Rutas Condicionales (CDR), TRAs, TSAs y áreas condicionadas (áreas prohibidas, restringidas y peligrosas), así como dictando los procedimientos operativos de coordinación civil-militar en tiempo real.
- b) Manual Técnico de Análisis Técnico del Espacio Aéreo (MCA): Estandarizará los parámetros y metodologías consolidados por el curso ATM049, transformando los análisis de mitigación de riesgos para actividades que requieren segregación del espacio aéreo en doctrina oficial y aprobada.
- c) Manual Técnico de Implantación del FRA (MCA): Una vez asegurado el ecosistema FUA, este manual nacional dictará las premisas, requisitos de seguridad y parámetros de monitoreo específicos para el diseño y operación de rutas libres.
- d) Actualización de la AIP: Promoverá la alineación internacional y la difusión pública de las nuevas nomenclaturas y estructuras del SISCEAB ante la comunidad aeronáutica global.

b) Eje 2: Preparación Tecnológica e Interoperabilidad CNS/ATM

2.1.b.1 La mayor flexibilización de las trayectorias elimina las referencias rígidas de las aerovías tradicionales, requiriendo herramientas de automatización avanzadas para mitigar el riesgo de sobrecarga del controlador de tránsito aéreo:

- a) Pruebas de Integración de Sistemas: Una fase crítica para asegurar que la cadena de datos automatizada del SISCEAB sea plenamente interoperable al procesar mensajes estructurados para el entorno FRTTO. El ecosistema involucrará la validación integrada de los siguientes sistemas propietarios:
 - SIGMA: Sistema de gestión de afluencia del tránsito aéreo que maneja el procesamiento, la distribución de planes de vuelo y la gestión de áreas segregadas.
 - SAGITARIO: El sistema principal de visualización radar y procesamiento avanzado de datos de vigilancia utilizado en los centros de control.
 - DASA: Sistema de gestión electrónica enfocado en el control de alteraciones y actualizaciones de la estructura fija del espacio aéreo.
 - TATIC: Sistema de gestión electrónica para el control automatizado de fichas electrónicas de progreso de vuelo.

- b) Implantación del MTCO (Medium-Term Conflict Detection): Definido por el DECEA como el prerrequisito tecnológico obligatorio para la entrada en servicio operacional del FRA. Esta herramienta proporcionará una detección automatizada y temprana de conflictos de tránsito, devolviendo la previsibilidad necesaria al ATCO dentro de un entorno de rutas libres.

c) Eje 3: Activación Operacional del FUA e Implantación Faseada del FRA

2.1.c.1 Activación del FUA (Julio de 2028): Tras la capacitación práctica de los controladores de tránsito aéreo basada en las normas establecidas en la futura ICA ASM, el concepto de Uso Flexible del Espacio Aéreo entrará en pleno vigor, garantizando la máxima eficiencia del espacio aéreo en cuanto a la gestión dinámica de áreas segregadas y los desvíos resultantes de su activación.

2.1.c.2 Transición Geográfica Progresiva del FRA: El Espacio Aéreo de Rutas Libres se activará de forma escalonada dentro del espacio aéreo superior, mitigando riesgos y distribuyendo la curva de aprendizaje operacional:

- a) FIR AMAZÓNICA (SBAZ) - Noviembre de 2028: Región de Información de Vuelo Amazónica. Un entorno con menor complejidad de conflictos, ideal para consolidar la doctrina práctica y recopilar métricas reales posteriores a la implantación.
- b) FIR RECIFE (SBRE) - Noviembre de 2029: Región de Información de Vuelo de Recife.
- c) FIR CURITIBA (SBCW) - Noviembre de 2030: Región de Información de Vuelo de Curitiba.
- d) FIR BARSÍLIA (SBBS) - Noviembre de 2031: Región de Información de Vuelo de Brasília. La cúspide del proyecto, que abarca el núcleo del tránsito aéreo del país y los sectores con la mayor complejidad de convergencia de flujos de tránsito.

3. **Medidas sugeridas**

3.1 Se invita a la Reunión a:

- a) analizar y tomar nota de la Hoja de Ruta estructurada por Brasil (DECEA), destacando la lógica de interdependencia establecida entre la gestión de espacios segregados (FUA), la preparación y actualización de los sistemas de automatización CNS/ATM (SIGMA y SAGITARIO), y la transición faseada y ordenada por nivel de complejidad de las FIR; y
- b) utilizar las premisas de este plan de implantación como referencia regional para la armonización de conceptos operacionales transfronterizos dentro de la Región SAM, preparando a los Estados vecinos para futuras operaciones FRA transfronterizas de larga distancia.

FIN