



**Quinta Reunión Conjunta GREPECAS–RASG-PA (GREPECAS-RASG-PA/5) y  
Vigésima tercera Reunión del Grupo Regional de Planificación y Ejecución del Caribe y  
Sudamérica (GREPECAS/23)**

Fase Virtual (Asincrónica, 19 de enero al 17 de febrero de 2026)

Fase Presencial (Ciudad de México, México del 4 al 6 de marzo de 2026)

**Cuestión 8 del  
Orden del Día:**

**Implementación de la Navegación Aérea CAR/SAM**

**SOSTENIBILIDAD: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y DE LAS  
EMISIONES DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE MEDIDAS DE MEJORA OPERACIONAL**

(Presentada por Brasil)

**RESUMEN EJECUTIVO**

El Proyecto ECO Norte es una iniciativa basada en el rendimiento que busca modernizar la organización del espacio aéreo y las operaciones de Gestión del Tránsito Aéreo (ATM) en la FIR Amazonia y sus TMA asociadas (Belém, Manaus y Cuiabá). El proyecto combina la toma de decisiones colaborativa (CDM), simulaciones aceleradas y en tiempo real, validación operativa, capacitación estructurada y monitoreo del rendimiento. Los resultados consolidados demuestran beneficios operativos y ambientales tangibles, incluyendo mayor capacidad, mayor previsibilidad, menor carga de trabajo para los controladores de tránsito aéreo, un ahorro estimado de combustible de aproximadamente 28 toneladas al año en las TMA iniciales y una reducción correspondiente de aproximadamente 88 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>. Información adicional sobre este tema está disponible en dos Notas de Información adicionales (DESARROLLO DEL CONCEPTO DE ESPACIO AÉREO EN EL TMA DE RÍO DE JANEIRO Y BELO HORIZONTE OPTIMIZACIÓN OPERACIONAL Y BENEFICIOS AMBIENTALES y PROYECTO VIRACO<sub>2</sub>POS EFICIENCIA OPERACIONAL Y BENEFICIOS AMBIENTALES EN LA TMA DE SÃO PAULO).

<i>Acciones:</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>Fomentar el desarrollo y la aplicación de herramientas de evaluación ambiental para apoyar la mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub>;</li><li>promover la vinculación entre las medidas operacionales vigentes y los KPI aplicables, con el apoyo de los sistemas nacionales disponibles, a fin de evaluar y mejorar su potencial ambiental; y</li><li>fomentar el intercambio de conocimientos, mejores prácticas y actividades de capacitación entre los Estados de la Región SAM.</li></ol>
<i>Metas estratégicas 2026-2050:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>Todos los vuelos son seguros y protegidos</li><li>La Aviación es sostenible en términos medioambientales</li><li>La Aviación brinda movilidad fluida, accesible y confiable para todo el mundo</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ningún país se queda atrás</li> <li>• Marco jurídico integral</li> <li>• Desarrollo económico</li> </ul>
<i>Referencias:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICAO Assembly – 42nd Session;</li> <li>• Global Air Navigation Plan (GANP); and</li> <li>• Scoping Report on Environmental Metrics of Relevance to the Global Aviation System – ICAO CAEP – 2022.</li> </ul>

## 1. Introducción

1.1 El Proyecto ECO Norte fue concebido para abordar el creciente nivel de complejidad operacional y la demanda de tráfico en la Región de Información de Vuelo (FIR) Amazónica, al tiempo que alinea las iniciativas nacionales de modernización del espacio aéreo con el GANP de la OACI y el marco del Aviation System Block Upgrade (ASBU).

1.2 La iniciativa adopta un enfoque integrado de desempeño ATM, combinando el diseño del espacio aéreo, los factores humanos, las actividades de validación, la capacitación y el monitoreo del desempeño, garantizando así una transición segura y sostenible hacia nuevos conceptos operacionales.

## 2. Objetivos del Proyecto

2.1 Optimizar las estructuras y los procedimientos del espacio aéreo para mejorar la seguridad, la eficiencia y la previsibilidad en entornos operacionales de alta complejidad.

2.2 Incrementar la capacidad y la eficiencia del flujo de tránsito aéreo mediante procesos estructurados y colaborativos de toma de decisiones.

2.3 Reducir el impacto ambiental al permitir trayectorias más eficientes, la aplicación ampliada de operaciones de ascenso y descenso continuos (CCO/CDO) y la reducción de la vectorización táctica.

2.4 Fortalecer la resiliencia operacional mediante la validación basada en simulaciones y la capacitación basada en competencias.

## 3. Enfoque metodológico

3.1 Toma de Decisiones Colaborativa (CDM)

3.1.1 El proyecto fue desarrollado bajo un marco colaborativo que involucró al DECEA, a las unidades operacionales, a especialistas técnicos y a los principales actores interesados. Este enfoque garantizó conciencia situacional compartida, transparencia y viabilidad operacional en todas las fases del proyecto.

3.2 Simulación ATM

3.2.1 Se realizaron simulaciones en tiempo acelerado para evaluar la capacidad, los escenarios de demanda, las configuraciones de sectores y los flujos de tránsito aéreo. Estas simulaciones respaldaron la toma de decisiones estratégicas y la optimización de las alternativas de diseño del espacio aéreo antes de las actividades de validación operacional.

3.2.2 Se llevaron a cabo simulaciones en tiempo real para validar la carga de trabajo de los controladores de tránsito aéreo, la sectorización, los procedimientos operacionales, las interfaces hombre-máquina y los escenarios de contingencia bajo condiciones operacionales realistas.

### 3.3 Validación Operacional

3.3.1 Los resultados de las simulaciones respaldaron la validación operacional, la identificación de riesgos de seguridad y la definición de medidas de mitigación antes de la implementación.

## 4 Capacitación y desarrollo de capacidades

4.1 El Proyecto ECO Norte incorporó programas de capacitación estructurados para controladores de tránsito aéreo, supervisores y personal técnico.

4.2 Las actividades de capacitación se alinearon con los nuevos conceptos de espacio aéreo, los procedimientos operacionales y las funcionalidades de los sistemas, garantizando una transición operacional estandarizada y segura.

## 5. Indicadores de desempeño y monitoreo

5.1 El monitoreo del desempeño está alineado con las Áreas Clave de Desempeño (KPA) del GANP, en particular Seguridad, Eficiencia, Capacidad, Previsibilidad y Sostenibilidad Ambiental.

5.2 Los indicadores consolidados derivados de los sistemas nacionales demuestran:

- a) reducción de las trayectorias voladas;
- b) mejora en el cumplimiento de los perfiles verticales y laterales;
- c) reducción de las intervenciones tácticas;
- d) ahorro de combustible estimado en 28 toneladas por año en la fase inicial de implementación) y
- e) reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> estimada en aproximadamente 88 toneladas por año.

5.3 Estos indicadores respaldan la mejora continua y la toma de decisiones basada en datos.

## 6. Conclusión

6.1 La implementación del Proyecto ECO Norte ha resultado en un conjunto de beneficios consolidados de carácter operacional, de seguridad, ambiental y de red. Estos logros reflejan la eficacia de un enfoque colaborativo y basado en el desempeño para la modernización del espacio aéreo y demuestran mejoras tangibles en la provisión de servicios ATM dentro de la FIR Amazónica y de sus TMAAs asociadas.

- a) Incremento de la capacidad del espacio aéreo y de la eficiencia operacional en las Áreas de Controle Terminal de Belém, Manaus y Cuiabá, respaldando la absorción de la demanda futura de tránsito aéreo;
- b) Mejora de los márgenes de seguridad y del conocimiento situacional de los controladores, como resultado de un diseño optimizado del espacio aéreo, flujos de tránsito aéreo más claros y procedimientos operacionales validados;

- c) Beneficios ambientales medibles, alcanzados mediante la reducción del consumo de combustible y la correspondiente disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>, posibilitados por trayectorias más eficientes y por la mejora de los perfiles verticales y laterales; y
- d) Mejora de la previsibilidad y de la resiliencia de la red, contribuyendo a flujos de tránsito aéreo más estables y proporcionando una base sólida para la escalabilidad futura y la replicación del concepto en otros entornos de espacio aéreo.

6.2 El Proyecto ECO Norte confirma que la planificación estructurada, la toma de decisiones colaborativa, la validación basada en simulaciones y el monitoreo del desempeño constituyen herramientas eficaces para una modernización sostenible del ATM. Los resultados consolidados demuestran alineación con los objetivos estratégicos de la OACI y proporcionan un modelo replicable y escalable para otras regiones de espacio aéreo complejo.

## **7. Acciones sugeridas**

7.1 Se invita a la Reunión a:

- a) Fomentar el desarrollo y la aplicación de herramientas de evaluación ambiental para apoyar la mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub>;
- b) promover la vinculación entre las medidas operacionales vigentes y los KPI aplicables, con el apoyo de los sistemas nacionales disponibles, a fin de evaluar y mejorar su potencial ambiental; y
- c) fomentar el intercambio de conocimientos, mejores prácticas y actividades de capacitación entre los Estados de la Región SAM.