



SAM/IG/2  
NE/12  
10/07/08

**Organización de Aviación Civil Internacional  
Oficina Regional Sudamericana**

**SEGUNDO TALLER/REUNIÓN DEL GRUPO DE IMPLANTACIÓN SAM (SAM/IG/2)  
PROYECTO REGIONAL RLA/06/901**

**Lima, Perú, 3 al 7 de noviembre de 2008**

**Cuestión 1 del  
Orden del Día:**

**Optimización de la estructura de rutas ATS**

**OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE RUTAS ATS DE LA REGIÓN SUDAMERICANA**

(Presentada por Secretaría)

<b>Resumen</b>
<p>Esta nota de estudio hace un análisis del proceso llevado a cabo hasta la fecha en la Región Sudamericana para optimizar la estructura del espacio aéreo y propone la creación de un grupo de trabajo y contratación de expertos a través del Proyecto RLA/06/901 a fin de que analicen y propongan medidas adicionales que, de adoptarse, podrían mejorar aún más la eficiencia de las operaciones tanto en ruta como en áreas terminales, permitan utilizar a un grado óptimo la capacidad de las aeronaves para conducir el vuelo lo más cerca a sus trayectorias preferidas; aumente la capacidad del espacio aéreo, facilite la utilización de tecnologías avanzadas y herramientas de apoyo de decisiones ATC y tengan también un impacto significativo en la mejora del medio ambiente.</p>
<p><b>Referencias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• RAN/CAR/SAM/3 (Buenos Aires, Argentina, 1999)</li><li>• GREPECAS/11 (Manaus, Brasil, Diciembre de 2002)</li><li>• Grupo de Tarea RNAV del Comité ATM de GREPECAS</li><li>• Reunión SAM/IG/1 (Abril 2008)</li><li>• Doc. 9689 –AN/953 “Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación”.</li></ul>
<p>Objetivos estratégicos de la OACI:</p> <p>A: Seguridad operacional C: Protección del medio ambiente D: Eficiencia</p>

## 1 Antecedentes

1.1 Como se recordará, inmediatamente después de la Reunión RAN/CAR/SAM/3 (Buenos Aires, Argentina, 1999) se inició en las Regiones CAR y SAM un proceso de optimización de la red de rutas ATS que tenía como finalidad diseñar e implementar una red de rutas troncales, conectando los principales pares de ciudades en el espacio aéreo superior y para el tránsito hacia/desde los aeródromos más significativos, tomando en consideración la armonización interregional.

1.2 GREPECAS/11 (Manaos, Brasil, Diciembre de 2002) analizó el estado de implantación de la red de rutas RNAV y con la finalidad de conciliar los Planes Nacionales de implantación con la planificación regional RNAV, la Reunión consideró necesario que las administraciones de aviación civil, tomaran las medidas requeridas para elaborar un Programa de Implantación de Rutas RNAV donde se determinen las necesidades reales de implantación, y se establezcan las coordinaciones pertinentes que hagan posible una implantación regional integral, armoniosa y oportuna. A la luz de lo anterior, la Reunión formuló la Conclusión 11/21 “Programa de implantación de Rutas RNAV”

1.3 Como un elemento de asistencia a los Estados, el Grupo de Tarea RNAV del Comité ATM de GREPECAS elaboró un guía de orientación para la implantación de rutas RNAV donde se identifican algunas ventajas respecto a otras formas de navegación tradicionales así como factores que han de considerarse durante el proceso de implantación. Para una mejor referencia, esta guía es presentada en el **Apéndice A** a esta nota de estudio.

1.4 El resultado de este proceso ha sido la implantación de 77 rutas RNAV, se modificó la trayectoria de 58 Rutas y fueron eliminadas 7 Rutas (espacio aéreo inferior y superior), por lo que el Consejo de la OACI ha aprobado las respectivas enmiendas a la Red de Rutas del ANP CAR/SAM. Esto ha permitido una estructura del espacio aéreo más apropiada a la existente antes del inicio del programa. La mejora de la red de rutas continúa y existen varias Rutas RNAV que están en proceso de implantación.

1.5 Como comentario general recibido en relación a la reestructuración de Rutas ATS por parte de los Estados y reflejados en el Informe de la Reunión SAM/IG/1 (Abril 2008) se han detectado distintas situaciones, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- a) Algunas de las rutas no han cumplido con las expectativas en cuanto a su utilización por parte de los operadores, no obstante que estos insistieron en su implantación.
- b) Se observó que, aunque están debidamente implantadas, algunas rutas son poco utilizadas, prefiriendo los operadores utilizar rutas ATS menos directas, lo que les supone mayores costos operativos y en algunos casos, menor capacidad y flexibilidad del espacio aéreo.

1.6 Se podrían analizar otros aspectos que han impedido obtener una mejor estructura de la red de rutas. Como se expresa claramente en la Guía de Implantación de rutas RNAV adjunta, una de las disyuntivas encontradas para la implantación de rutas RNAV que unan pares de ciudades, ha sido la definición de los puntos extremos. La mayoría de aeropuertos están ubicados en Áreas de Control Terminal en las cuales ya están establecidas las trayectorias para ordenar los flujos de tránsito, tanto IFR como VFR, Nacional e Internacional. La selección de estos puntos determina en definitiva la trayectoria real de la ruta. Debemos recordar además, que se ha trabajado sobre una estructura del espacio aéreo diseñada en los años 60 ò 70 cuando la capacidad de navegación de la flota operando en la Región era muy diferente a la actual y, por consiguiente, no siempre se ha logrado la mejor trayectoria o la trayectoria preferida por los usuarios.

## 2 **Discusión**

2.1 Los Estados de la Región Sudamericana apoyados por el programa regular de la OACI y el Proyecto RLA/06/901 han enfocado su atención a lograr un sistema de gestión del tránsito aéreo, interfuncional, a disposición de todos los usuarios durante todas las fases del vuelo, que cumpla con los niveles convenidos de seguridad operacional, proporcione operaciones económicamente óptimas, sea sostenible en relación con el medio ambiente y satisfaga los requisitos nacionales de seguridad de la aviación.

2.2 Una gestión eficaz del espacio aéreo es fundamental para aumentar la capacidad del sistema de los servicios de tránsito aéreo dando respuesta óptima a las diversas necesidades de los usuarios. Para conseguirlo será necesario alcanzar una utilización aún más flexible del espacio aéreo y consecuentemente la optimización de la red de rutas ATS, mejorando por lo tanto la estructura de espacio aéreo. Uno de los elementos clave dentro de estas mejoras es la implantación de rutas RNAV con especificaciones de navegación que respondan a los requerimientos de los usuarios.

2.3 En vista de lo anterior, la reunión debería analizar la posibilidad de llevar a cabo una revisión importante y profunda de la actual red de rutas de la Región, partiendo de una hoja en blanco que tome en cuenta una planificación cooperativa entre todas las partes interesadas, proveedores de servicios, usuarios civiles y militares, estableciendo una metodología para la planificación y la optimización de la actual red de rutas ATS, basándose en un enfoque sistemático general, mediante la asignación por parte de los Estados de especialistas que planifiquen, convaliden e implementen una nueva red de rutas ATS a nivel regional.

2.4 Esta será una labor muy ambiciosa que podría ser apoyada por el Proyecto Regional RLA/06/901, lo que permitiría, de ser necesario, la contratación de expertos que puedan en primera instancia proponer un conjunto de principios y criterios, establezcan claramente los objetivos del proceso, las medidas que pudieran ser aplicadas. Pero para esto será imprescindible obtener el compromiso de todos los involucrados para lograr el objetivo planteado a través de un programa nacional que acompañe el plan regional para la optimización de la red de rutas. El plan nacional deberá contemplar las medidas necesarias, tanto institucionales como financieras, para la gestión del programa de optimización de la red de rutas ATS de la Región Sudamericana.

2.5 Será necesario un grado de compromiso significativo por parte de los Estados ya que al inicio del proceso la definición de los puntos de entrada y salida a las TMAs es de vital importancia y determinará la trayectoria de la/las rutas.

2.6 El resultado de esta actividad sin lugar a dudas mejorará la eficiencia de las operaciones tanto en ruta como en áreas terminales, permitiendo utilizar a un grado óptimo la capacidad de las aeronaves para conducir el vuelo lo más cercano a sus trayectorias preferidas; aumentará la capacidad del espacio aéreo, facilitará la utilización de tecnologías avanzadas (v.g., llegadas basadas en FMS) y herramientas de apoyo de decisiones ATC (v.g., separación y secuenciamiento), por lo tanto las mismas aumentan la eficiencia. La reducción en el consumo de combustible tendrá también un impacto significativo en el medio ambiente.

2.7 Como material de orientación para la elaboración y desarrollo de esta tarea podrá utilizarse, entre otros, el Doc. 9689 –AN/953 “Manual sobre la metodología de planificación del espacio aéreo para determinar las mínimas de separación”.

### 3 **Acción sugerida**

3.1 Se invita a la reunión a:

- a) Analizar la información proporcionada en esta nota de estudio;
- b) De considerarlo pertinente establezca un grupo de trabajo para evaluar la factibilidad de revisar profundamente la red de rutas ATS de la Región Sudamericana; y
- c) Las posibles atribuciones para el Grupo en cuestión y algunos lineamientos generales a modo de material de orientación figuran en el **Apéndice B** a esta nota de estudio.

\* \* \* \* \*

## APÉNDICE A

### GUÍA DE ORIENTACIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DE RUTAS RNAV

#### 1. Introducción

1.1 Las operaciones RNAV hacen posible volar en cualquier región del espacio aéreo sin necesidad de sobrevolar directamente las instalaciones de navegación de base terrestre. Las técnicas RNAV aplicadas en diversas partes del mundo han demostrado que se obtienen ventajas respecto a otras formas de navegación tradicionales y que proporcionan ciertos beneficios, entre los cuales pueden citarse:

- el establecimiento de rutas más directas;
- la reducción de las distancias de vuelo;
- el establecimiento de rutas de desviación para aeronaves que sobrevuelan áreas terminales de alta densidad de tránsito;
- el establecimiento de rutas dobles o paralelas para dar cabida a una mayor afluencia de tránsito en ruta; y
- la disminución del número de instalaciones terrestres de navegación.
- Un mejor diseño del espacio aéreo y de la red de rutas

1.2 La planificación e implantación de Rutas RNAV exige un análisis exhaustivo de todos los factores interrelacionados que podrían afectar a dicho proceso. A continuación se exponen lineamientos generales para el análisis a efectuarse durante este proceso.

#### 2. Factores a considerar durante el proceso de implantación

2.1 Durante el proceso de implantación se deberían tener en cuenta, entre otros, los siguientes factores:

- a) Los puntos de inicio/fin de las rutas RNAV propuestas;
- b) Los flujos y trayectorias de tránsito existentes en las TMA donde se encuentran ubicados los aeropuertos de inicio/fin de la ruta RNAV;
- c) La incorporación del tránsito proveniente de ciudades intermedias;
- d) Las rutas ATS convencionales próximas a las rutas RNAV propuestas;
- e) La flota que no cuenta con equipamiento RNAV;
- f) Los espacios aéreos prohibidos y restringidos que afectan a la ruta RNAV;
- g) Los espacios aéreos, principalmente CTRs y TMAs, de las FIRs adyacentes que pudieran afectar o ser afectados a/por las rutas RNAV;
- h) <sup>∞</sup> Las áreas montañosas ubicadas en las cercanías de los aeropuertos y a lo largo de la ruta RNAV;

#### *Puntos de inicio/fin de las rutas RNAV*

2.2 Una de las disyuntivas encontradas para la implantación de rutas RNAV que unan pares de ciudades, es definir cuál será la referencia a emplear para definir los puntos extremos. La mayoría de los aeropuertos están ubicados en Áreas de Control Terminal en las cuales ya están establecidas las trayectorias para ordenar los flujos de tránsito, tanto IFR como VFR, Nacional e Internacional.

2.3 La selección de estos puntos determinará en definitiva la trayectoria real de la ruta y, por consiguiente, las FIRs, rutas ATS convencionales y RNAV, espacios aéreos prohibidos y restringidos, etc. involucrados en la misma.

2.4 Consecuentemente el análisis para la selección de estos puntos deberá contemplar integralmente los factores involucrados a fin de evitar posteriores modificaciones de la trayectoria propuesta, repitiendo todo el proceso; lo cual atrasaría la implantación.

### *Flujos y trayectorias de tránsito en las TMA*

2.5 Las condiciones del tránsito en las TMA de los aeropuertos ubicados en los extremos podrían determinar que el tránsito que vuele por las rutas RNAV propuestas ingrese por una trayectoria diferente para mantener la ortodrómica o para que no exista interferencia con las ya establecidas o que, teniendo en cuenta la complejidad de la TMA, la importancia de los flujos de tránsito y/o la carga de trabajo del ATC, se incorporen a dichos flujos de tránsito.

2.6 Durante el proceso de implantación de rutas RNAV que se está llevando a cabo en las regiones CAR/SAM, se ha observado que en algunas FIRs, principalmente en aquellas cuyos aeropuertos están ubicados en los extremos de las rutas, existe la tendencia a establecer un solo punto de ingreso o de salida a/de la FIR para todas las rutas procedentes de un mismo sector. En algunos casos, este punto se encuentra a cientos de millas náuticas del aeródromo de salida/destino.

2.7 Esta situación ocurre, generalmente, debido a la existencia de espacios aéreos prohibidos y restringidos, y a la preferencia de incorporar las nuevas rutas RNAV a las trayectorias de llegada y de salida de tránsito ya existente. Si esta tendencia se mantiene sin alteraciones, la distancia de vuelo podría incrementarse significativamente, dificultaría la implantación de rutas paralelas que permitan la utilización óptima del espacio aéreo, aliviar la congestión de tránsito o que hagan posible que las aeronaves vuelen a sus niveles de vuelo óptimo.

2.8 Asimismo, el tránsito hacia/desde las TMA de los aeropuertos intermedios podrían incorporarse a las rutas RNAV mediante SIDs/STARs y/o mediante rutas RNAV auxiliares que permitan mantener a las rutas RNAV propuestas en la ortodrómica. Debería analizarse profundamente la necesidad de que las rutas RNAV lleguen hasta las ciudades intermedias, con la finalidad de evitar que dichas rutas se aparten de la trayectoria ortodrómica y evitar las consecuencias señaladas en el párrafo anterior.

2.9 En tal sentido, es necesario que se agoten todos los esfuerzos necesarios y se establezcan las coordinaciones pertinentes para que sea posible la implantación de rutas RNAV más directas, lo cual beneficiará a las operaciones aéreas y, por consiguiente, a la economía del transporte aéreo.

### *Rutas ATS convencionales*

2.10 Se tendrá que realizar un análisis de las rutas ATS convencionales ya existentes y que coinciden con o se encuentran próximas a las rutas RNAV propuestas. Considerando que todavía existirán aeronaves que no cuenten con el equipamiento para la navegación de área, podría optarse por reorientar a las rutas ATS convencionales y alejarlas de las rutas RNAV propuestas, lo cual requerirá un rediseño del espacio aéreo, o podrían mantenerse en su actual orientación y establecer niveles de vuelo máximos para dichas rutas y niveles de vuelo mínimos para las rutas RNAV.

2.11 Durante la etapa de transición, lo más conveniente parece ser la segunda opción, o sea, segregar la utilización del espacio aéreo; para lo cual, deberá efectuarse un análisis exhaustivo para determinar las necesidades reales y el establecimiento de requisitos mínimos de operación, así como procedimientos ATS específicos para cada bloque de espacio aéreo que permitan su aplicación y cumplimiento inequívocos por parte del ATC y de los usuarios.

2.12 Por otro lado, el análisis de la densidad de tránsito en un flujo de tránsito en particular podría conducir a que una sola ruta RNAV no fuera suficiente para atender la demanda, considerando que ya hay áreas y segmentos de rutas en los cuales las aeronaves no están operando a sus niveles de vuelo óptimos y tal vez sea necesario analizar la conveniencia de establecer rutas RNAV paralelas que permitan solucionar dicha problemática.

#### *Zonas Restringidas y Prohibidas*

2.13 Conceptualmente, la Gestión del Espacio Aéreo (ASM) asume que el espacio aéreo debería ser dinámicamente compartido por los usuarios civiles y militares. En un sistema ATM integrado, la gestión del espacio aéreo no está limitada a los aspectos tácticos para compartir el espacio aéreo, también está dirigido a proporcionar capacidades de planificación estratégica teniendo en cuenta la necesaria armonización que debería existir cuando un espacio aéreo es compartido.

2.14 Al respecto, se debería prestar especial atención a la ubicación geográfica de los espacios aéreos prohibidos y restringidos, incluyendo los límites laterales y verticales, y su impacto en la implantación de rutas RNAV más directas para uso de la aviación civil.

2.15 En este sentido, la existencia de zonas restringidas y prohibidas afectará a las trayectorias de las rutas RNAV propuestas e incrementarán significativamente las distancias a ser voladas. Por lo tanto, para lograr el objetivo de implantar rutas RNAV más directas, se requerirá que las correspondientes autoridades tomen las medidas necesarias para efectuar una adecuada y armoniosa coordinación civil/militar.

#### *Áreas montañosas*

2.16 La existencia de áreas montañosas y obstáculos en las cercanías del aeropuerto podría obligar a que la ruta RNAV propuesta sea reorientada para permitir el diseño SIDs/STARs compatibles con la performance de las aeronaves durante el ascenso y descenso, respectivamente.

2.17 Asimismo, la presencia de áreas montañosas a lo largo de la ruta podría afectar a la operación de las aeronaves durante la fase en ruta y, por consiguiente, la ruta RNAV propuesta podría ser reorientada para cumplir con las exigencias del Anexo 6 en cuanto a provisión de oxígeno en determinadas condiciones de altitud y presión.

## **APÉNDICE B**

### **TÉRMINOS DE REFERENCIA DEL GRUPO DE TRABAJO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE RUTAS ATS DE LA REGION SUDAMERICANA (SAMATSRO/WG)**

Los términos de referencia son:

- a) Revisar la estructura de las rutas ATS del ANP CAR/SAM;
- b) Identificar las deficiencias en la estructura de la red de rutas ATS de la Región Sudamericana y efectuar recomendaciones, si se requiere, para la temprana implantación de mejoras en la estructura de las rutas, que proporcionen mejoras al medio ambiente y además:
  - 1) mayores oportunidades para que la industria consiga un óptimo desempeño, a través de la explotación de capacidades de los sistemas de aeronaves modernas,
  - 2) mayores oportunidades para implantar:
    - i) rutas de un solo sentido separadas lateralmente; y
    - ii) trayectorias flexibles o dinámicas
  - 3) más eficiencia para el ATS, tomando en cuenta las coordinaciones en el gerenciamiento actual y futuro del espacio aéreo, incluyendo la sectorización ATC, capacidades del sistema ATS y mínimos de separación, y
  - 4) una oportunidad para racionalizar la estructura de rutas existente, y proporcionar una presentación mejorada en los mapas.
- c) consultar con los foros de la industria, y operadores domésticos, los respectivos Departamentos de Defensa, divisiones relevantes dentro de las administraciones de los Estados (por ejemplo, instalaciones y divisiones de ingeniería), la autoridad reguladora y organizaciones de la industria, y
- d) considerar recomendaciones sobre la demanda y capacidad de la estructura de rutas, junto con la aplicabilidad de las iniciativas del gerenciamiento del espacio aéreo, ejercidas por foros, como GREPECAS y otros.