



Organización de Aviación Civil Internacional

Grupo Regional de Planificación y Ejecución CAR/SAM (GREPECAS)

Quinta Reunión del Subgrupo de Gestión del Tránsito Aéreo / Comunicaciones,
Navegación y Vigilancia (ATM/CNS/SG/5) - Comité ATM

Lima, Perú, 13-17 de noviembre de 2006

ATM/COMM/5 - NE/04

24/10/06

Cuestión 2

del Orden del Día: **Informe de los Grupos de Tarea del Comité ATM**
2.1) Navegación Basada en la Performance (PBN)

INFORME DE LOS TRABAJOS REALIZADOS POR EL GRUPO DE TAREA PBN

(Nota presentada por el Relator del Grupo de Tarea PBN)

RESUMEN

Esta nota de estudio presenta los trabajos que fueron realizados por el Grupo de Tarea PBN, durante la reunión AP/ATM/12, y el Mapa de Ruta PBN CAR/SAM.

Referencias:

- Informe del GREPECAS/13
- Informe de la AP/ATM/12

1. Introducción

1.1 Durante la cuarta reunión del Subgrupo ATM/CNS (México, 15-18 de agosto de 2005), el comité ATM acordó que, para planificar e implantar la navegación basada en la performance, era necesario obtener información detallada sobre varios aspectos relacionados con la infraestructura CNS, la capacidad de navegación de la flota, los aeropuertos y otros asuntos relacionados

1.2 Por su lado, GREPECAS/13 (Santiago, Chile, 14-19 de noviembre de 2005) tomó nota de este requerimiento y aprobó la Conclusión 13/57 – Cuestionario RNAV y RNP, por medio del cual la Secretaría fue solicitada a tomar acción con el fin de recopilar dicha información.

1.3 Se recibieron respuestas a esta consulta (de Argentina, Barbados, Bolivia, Brasil, Chile, Cuba, Guyana Francesa, Panamá, República Dominicana, Surinam y COCESNA). No obstante lo anterior y utilizando información en el Plan de Navegación Aérea CAR/SAM así como en otras fuentes apropiadas, fue posible obtener información adicional que fue utilizada en la recopilación de datos. Las respuestas recibidas pueden ser encontradas en la página web de la Oficina Regional Sudamericana de la OACI (www.lima.icao.int).

1.4 Durante la Reunión AP/ATM/11 (Lima, Perú, 28 al 30 de septiembre de 2005) el Grupo de Tarea sobre la Navegación Basada en la Performance (PBN/TF) analizó los asuntos relacionados con la RNAV y RNP bajo el nuevo concepto de la navegación basada en la performance (PBN) y la estrategia a seguir para las operaciones en ruta y área Terminal, así como también aproximaciones IFR.

1.5 En esa oportunidad, se consideró que el desarrollo de un Mapa de Ruta era fundamental para la armonización de la implantación PBN en las Regiones CAR/SAM y aprobó un contenido básico para este documento. También adoptó la *Decisión AP/ATM/11/2 Mapa de Ruta de la Navegación basada en la Performance para las Regiones CAR/SAM*, donde se solicitaba que expertos designados tomaran las medidas pertinentes para desarrollar el Mapa de Ruta de la Navegación basada en la Performance para las Regiones CAR/SAM definiendo algunas fechas clave para su coordinación y ejecución.

2. Análisis

Infraestructura CNS

2.1 En los **Apéndices A, B y C** a esta nota de estudio se presentan gráficos con la situación actual de la cobertura teórica de comunicaciones, navegación y vigilancia en las Regiones CAR/SAM obtenido de la encuesta realizada y de información disponible en las oficinas Regionales de la OACI.

Comunicaciones tierra/aire

2.2 Las comunicaciones tierra/aire en VHF en las Regiones CAR/SAM ha mejorado sensiblemente en los últimos años. En gran medida las comunicaciones VHF se basan en instalaciones de alcance extendido a fin de cubrir las rutas ATS en la máxima cobertura posible (**Apéndice A**). En aquellos espacios donde no es factible aún una cobertura VHF completa los Estados utilizan comunicaciones HF. Esto se aplica especialmente en áreas oceánicas o continentales remotas.

2.3 La cobertura de VHF en el área continental y oceánica de la Región CAR mostrada en los gráficos es total. En relación al área continental de la Región SAM parece ser muy buena. Sin embargo, la presencia de montañas y extensas selvas limitan esta cobertura en áreas específicas teniendo los Estados involucrados, programas dirigidos a solucionar la falta de comunicaciones VHF a muy corto plazo.

Navegación

2.4 La navegación convencional en las Regiones CAR/SAM se basa en gran medida en instalaciones VOR/DME. Las instalaciones de navegación previstas en el plan de navegación aérea CAR/SAM han sido implantadas en su totalidad (**Apéndice B**). No obstante lo anterior, por las propias características de estas radioayudas existen algunos sectores del espacio aéreo donde no se cuenta con una buena cobertura de navegación. En las áreas oceánicas y remotas la navegación se satisface mediante diversos sistemas de navegación RNAV, incluyendo GNSS.

Vigilancia

2.5 En las Regiones CAR/SAM existe una amplia cobertura de vigilancia (ver **Apéndice C**), En muchos de los casos la vigilancia se realiza mediante la aplicación de sistema radar monopulso incluyendo antenas de amplia apertura vertical. La cobertura de vigilancia en la Región CAR parece ser completa. En cambio en la Región SAM existen algunas limitaciones puntuales aunque podría considerarse satisfactoria. También hay planes de desarrollo en algunos Estados a fin de ampliar esta cobertura.

Capacidad de navegación de la flota

2.6 Derivado del análisis de las capacidades de navegación RNAV de la flota de aeronaves que opera en la Regiones CAR/SAM y en base a información que fuera recolectada por medio de la encuesta RNAV/RNP para este propósito, el Grupo de Tarea PBN concluyó que gran parte de la misma está equipada para realizar operaciones RNAV-5. Asimismo se ha podido verificar, que aquellas aeronaves más antiguas, podrían alcanzar la capacidad RNAV 5, con la aplicación de STC o Boletines de Servicio a costos aceptables.

2.7 Por todo lo anterior, es posible concluir que la infraestructura de comunicaciones VHF, navegación y vigilancia así como la capacidad de navegación de la flota operando en las regiones CAR/SAM sería adecuada para la aplicación de valores RNAV 5 en espacios aéreos seleccionados.

Especificaciones de Navegación

2.8 Además de la infraestructura CNS y la capacidad de flota, se deben considerar las Especificaciones de Navegación existentes que serán parte del Volumen 2 del Manual PBN. Estas especificaciones son las siguientes:

Especificación de la Navegación	Espacio Aéreo/Operación	Sensores Aplicables	Limitaciones Operacionales
RNP 10	En Ruta - Oceánica/Remota	GNSS	No hay limitaciones
		INS/IRS	6,2 h hasta la primera actualización, después de 5,7 h.
RNAV 5	En Ruta - Continental	GNSS	No hay limitaciones
		VOR/DME	Dentro de cobertura de radio-ayudas
		DME/DME	Dentro de cobertura de 60 NM de VOR convencional o 75 NM de VOR Doppler
		LORAN	Dentro de la cobertura Loran
		INS/IRS	Hasta 2 horas después del despegue
RNAV 1/2	En Ruta - Continental	GNSS	No hay limitaciones
		DME/DME	Rutas y Procedimientos donde hay cobertura apropiada
	TMA	DME/DME/IRU	Rutas y Procedimientos donde las fallas en la cobertura DME/DME son cortas (aproximadamente 15 minutos)
RNP 4	En Ruta - Oceánica/Remota	GNSS *	No hay limitaciones
RNP 1/2	En Ruta/ Continental	GNSS	No hay limitaciones
		DME/DME	Rutas y Procedimientos donde hay cobertura apropiada
	TMA	DME/DME/IRU	Rutas y Procedimientos donde las fallas en la cobertura DME/DME son cortas (aproximadamente 15

Especificación de la Navegación	Espacio Aéreo/Operación	Sensores Aplicables	Limitaciones Operacionales
			minutos)
RNP 0,3	Aproximación	GNSS	No hay limitaciones
RNP AR (RNP 0,3 – 0,1)	Aproximación	GNSS RF MASRNP	No hay limitaciones
* Requerimientos de navegación adicionales se encuentran en estudio.			

Mapa de Ruta PBN CAR/SAM

2.9 El Grupo de Tarea PBN, a través de los Grupos de Trabajo ATM, OPS/AIR y SAM, examinaron el borrador de Mapa de Ruta PBN de las Regiones CAR/SAM.

2.10 En ese sentido se consideró oportuno eliminar del mapa de ruta toda referencia de implantación a largo plazo ya que los conceptos aún están en desarrollo. Luego de fructíferas discusiones, los períodos de corto y mediano plazo fueron definidos para los años 2010 y 2015 respectivamente, conforme guías del nuevo Plan Mundial de Navegación Aérea

2.11 El borrador final del mapa de ruta figura en el **Apéndice D** a esta nota de estudio. Este documento debe ser analizado por el Comité ATM y por el Subgrupo ATM/CNS para su posterior presentación a GREPECAS.

2.12 Como consecuencia del análisis de todo lo anterior, la Reunión estableció la siguiente estrategia de implantación a corto y mediano plazo que se incluye en el Mapa de Ruta PBN.

Corto Plazo

2.13 La Reunión acordó que en el corto plazo, hasta 2010, se deberá usar la capacidad existente a bordo de la aeronave, así como también la infraestructura CNS existente. En el siguiente cuadro es posible observar un resumen de las propuestas de las implantaciones a corto plazo.

Corto Plazo (hasta 2010)	
Espacio Aéreo	Valor RNAV o RNP
Ruta (Oceánico o Remoto)	RNP10 Corredor EUR/SAM/Santiago de Chile-Lima/AORRA/WATRS
Ruta (Continental) *	RNAV-5 en espacios aéreos seleccionados
TMA (SID - STAR)	RNAV-1 en entornos radares y con infraestructura de navegación en tierra adecuada.
	RNP 1 en entornos no radar y/o sin cobertura adecuada de DME.
Aproximación	RNP 0,3 en la mayor cantidad posible de aeropuertos y en todos los internacionales. RNP AR en aeropuerto donde existan beneficios operacionales.
<ul style="list-style-type: none"> Sin obligatoriedad de instalación de equipos RNAV a bordo para aeronaves no equipadas en TMA 	

<p>y aproximación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operaciones mixtas (aeronaves equipadas y no equipadas) en TMA y aproximación. <p>* Equipo RNAV 2 requerido a y sobre FL 350 para vuelos hasta/desde Estados Unidos</p>

Mediano Plazo

2.14 En el mediano plazo, entre 2011 y 2015, será necesario equipo RNAV y/o RNP obligatorio en algunos espacios aéreos. En el siguiente cuadro es posible observar un resumen de las propuestas de implantación en el mediano plazo.

Mediano Plazo (2011-2015)	
Espacio Aéreo	Valor RNAV o RNP
Ruta (Oceánico o Remoto)	RNP 4 en el Corredor EUR/SAM y Santiago-Lima
Ruta (Continental) *	RNP 2 en espacios aéreos seleccionados
TMA (SID/STAR)	Ampliación de la aplicación RNAV-1 o RNP-1 Aprobación RNAV 1 o RNP 1 mandatoria para aeronaves que operan en las TMA de mayor densidad de tránsito aéreo (espacio aéreo excluyente)
Aproximación	Ampliación de la aplicación de la RNP 0,3 y de la RNP AR aplicación de procedimientos GLS
<ul style="list-style-type: none"> • Equipo RNP2 requerido a y sobre FL 290 para vuelos hasta/desde Estados Unidos 	

2.15 En consecuencia de todo lo anterior, se sugiere la aprobación del siguiente proyecto de conclusión y proyecto de decisión:

PROYECTO DE CONCLUSIÓN ATM/5/XX Mapa de Ruta PBN CAR/SAM

Que los Estados/Territorios y Organizaciones Internacionales adopten y apliquen el Mapa de Ruta PBN para las Regiones CAR/SAM que figura en el **Apéndice xx** a esta parte del Informe.

PROYECTO DE DECISIÓN ATM/5/XX Aplicación del Mapa de Ruta PBN CAR/SAM por el Subgrupo ATM/CNS

Que el Subgrupo ATM/CNS adopte y aplique el Mapa de Ruta PBN para las Regiones CAR/SAM que figura en el **Apéndice xx** a esta parte del Informe para la planificación de la infraestructura de navegación de las Regiones CAR/SAM.

Implantación del WGS-84

2.16 La Reunión del Grupo de Tarea PBN consideró imprescindible completar la implantación del WGS 84 antes de la implantación de la navegación basada en performance y particularmente para atender los objetivos de implantación de aproximaciones RNP 0.3 y RNP más restrictivas.

Requisitos de capacitación RNAV y RNP

2.17 La Reunión del Grupo de Tarea PBN recordó la importancia de la capacitación RNAV y RNP para la seguridad operacional. En varios eventos se ha detectado la necesidad de que los Estados, Territorios y Organizaciones Internacionales de las Regiones CAR y SAM desarrollen una metodología para capacitación de los expertos que estarán directamente relacionados con el desarrollo de la planificación y diseño de los espacios aéreos y las operaciones RNAV y RNP. Se entendió entonces conveniente que aquellos Estados y Organizaciones Internacionales que dispongan de cursos en materias tales como Planificación del Espacio Aéreo, Diseño de Procedimientos PANS/OPS y sobre evaluaciones de la seguridad operacional lo ofrezcan a los demás Estados y Organizaciones Internacionales y todo material de consulta disponible se incorpore en los portales de las oficinas regionales de la OACI.

2.18 La Reunión del Grupo de Tarea tomó nota de una guía de los requisitos de capacitación RNAV y RNP presentada por México para que los Estados, Territorios y Organizaciones Internacionales de las Regiones CAR/SAM elaboren sus propios programas de capacitación que les permitirá un efectivo, constante y seguro entrenamiento y a la vez les facilite la transición a un escenario operacional RNAV/RNP en beneficio de los operadores y proveedores ATS. Estas guías de orientación se incorporan como **Apéndice E** a esta nota de estudio.

2.19 La Reunión del Grupo de Tarea PBN consideró necesaria la realización de cursos, talleres y seminarios sobre planificación del espacio aéreo, construcción de procedimientos de navegación aérea, aprobación de aeronaves y certificación de aeronaves y evaluación de seguridad y monitoreo del espacio aéreo, a efectos de realizar una implantación armónica en la región.

Situación de la documentación de la OACI relacionada con los procedimientos de aproximación por instrumentos

2.20 La Reunión del Grupo de Tarea PBN recibió información actualizada sobre la documentación de la OACI relacionada con las aproximaciones por instrumentos. Al respecto, la Reunión observó que ya se había concluido la versión revisada de los *Procedimientos para los Servicios de Navegación Aérea – Operación de Aeronaves* (PANS-OPS, Doc 8168), y que ésta sería distribuida a los Estados en agosto, bajo la forma de una Carta a los Estados con “Carátula Verde”. La fecha de aplicación sería noviembre de 2006. La Carta a los Estados de “Carátula Azul”, con una nueva edición o las páginas modificadas, sería distribuida en octubre de 2006. Ambas Cartas a los Estados, tanto la de Carátula Verde como la de Carátula Azul, incluirían la versión en español del Doc 8168.

2.21 El Grupo de Tarea PBN reconoció que varios Estados estaban implantando aproximaciones RNAV y RNP, aunque no existía material de orientación disponible sobre la realización de inspecciones en vuelo y la convalidación de los procedimientos asociados. Dentro de este contexto, la Reunión tomó nota que, a diferencia de los procedimientos de aproximación convencionales basados en las ayudas para la navegación, las aproximaciones RNP no requerían una verificación de las señales. Un representante informó que, para las verificaciones en vuelo, su Estado utilizaba transportistas comerciales aprobados para utilizar aproximaciones RNP. La Reunión se planteó cuáles serían las implicancias

reguladoras de este método de verificación en vuelo. En este sentido, la Reunión tomó nota que el documento de la OACI (Doc 8071) sería actualizado y publicado antes de fines de 2006, y contendría material de orientación sobre inspección en vuelo y convalidación de las aproximaciones RNP. Asimismo, observó que el Grupo de Expertos sobre Franqueamiento de Obstáculos (OCP) estaba desarrollando un Manual sobre Aseguramiento de la Calidad, el cual brindaría más orientación sobre este tema.

2.22 Se recordó a la Reunión que los criterios para los procedimientos de vuelo de categoría I de los sistemas de aumentación basados en tierra (GBAS) ya estaban contenidos en el Doc 8168, con fecha de aplicación en noviembre de 2004.

Desarrollo de aplicaciones y procedimientos RNAV/GNSS promovidos por IATA

2.23 IATA informó que del desarrollo de aplicaciones y procedimientos RNAV/GNSS que ha promovido como parte de la transición hacia el sistema regional ATM de OACI, los cuales permiten el uso de la aviónica actual a bordo en un gran número de aviones. Estos procedimientos han resultado dar grandes beneficios a los Estados, aeropuertos y operadores, aumentando la seguridad, mejorando la eficiencia operacional y fiabilidad, al mismo tiempo que aporta un impacto positivo al medio ambiente.

2.24 Actualmente hay una gran cantidad de procedimientos GNSS publicados la mayoría en el Caribe y la IATA y varias aerolíneas están trabajando con varios Estados de las regiones CAR y SAM para implementar estos procedimientos en los principales aeropuertos internacionales.

2.25 Por su parte, algunos Estados han apoyado esta iniciativa de IATA para la implementación de estos procedimientos en los aeropuertos internacionales. Se informó que entre los Estados que ya han implantado estos procedimientos en sus aeropuertos son:

BVB: Boa Vista	NAS: Nassau	AUA: Aruba
CGB: Cuiaba	MVD: Montevideo	BGI: Barbados
CWB: Curitiba	STT: St. Thomas	GCM: Grand Cayman
MAO: Manaus	STX: St. Croix	KIN: Kingston
VCP: Campinas	SJU: San Juan	MBJ: Montego Bay
MCP: Macapa	POS: Port of Spain	PLS: Providenciales
POA: Porto Alegre	GDT: Grand Turk	PUJ: Punta Cana (Higüey)
PVH: Porto Velho	FPO: Freeport	POP: Puerto Plata
/GEO: Georgetown	BEL: Belem	SDQ: Santo Domingo
STI: Santiago de los Caballeros	CRY: Cayenne	

2.26 Adicionalmente, a la IATA y American Airlines se les ha concedido un contrato de la Comisión Latinoamericana de Aviación Civil (CLAC), financiado por la Agencia de Desarrollo de Comercio de los Estados Unidos (USTDA), para llevar a cabo seminarios de entrenamiento para el conocimiento de procedimientos de RNAV/GNSS y trabajos de validez de WGS 84 Datum. Se informó a la Reunión que a la fecha ya se han finalizado seminarios en Bolivia, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Uruguay, y fue de la opinión que los Estados interesados en proyectos de implantación deberían designar a un coordinador de RNAV/GNSS que contacte a la IATA para preparar un plan de implementación de estos procedimientos en su Estado.

Planes de Implantación PBN en las Regiones CAR/SAM

2.27 Al examinar los planes preparatorios de Brasil para la implantación PBN en las áreas terminales el Grupo de Tarea PBN consideró que era una información muy valiosa que servía como guía para otros Estados de las Regiones CAR/SAM. Asimismo, se tomó nota de los planes de COCESNA en ese sentido. Estos documentos se muestran en el **Apéndice F** a esta parte del Informe.

Operaciones de Aeronaves y Aeronavegabilidad

2.28 El Grupo de Tarea PBN tomó nota de las deliberaciones del Grupo de Trabajo OPS AIR sobre el proceso de aprobación RNAV/RNP y el programa de instrucción para tripulantes de vuelo, encargados de operaciones de vuelo/Despachadores de vuelo (EOV/DV) y personal de mantenimiento.

2.29 En ese sentido se revisó la información concerniente a la PBN y a sus dos categorías RNAV y RNP y también las guías y direcciones para inspectores de la AAC sobre el proceso de aprobación de los siguientes tipos de operaciones: RNP 10, RNP 4, RNAV 5; RNAV 2 y RNAV 1. Los cambios propuestos a este documento fueron incorporados y figuran en el **Apéndice G** a esta nota de estudio.

2.30 Al examinar el programa de instrucción del explotador, la Reunión acordó incluir en dicho programa una serie de modificaciones que se ven reflejadas en el **Apéndice H** a esta nota de estudio.

Monitoreo y Seguridad del Espacio Aéreo

Infraestructura de la navegación

2.31 El Grupo de Tarea PBN analizó la información proporcionada por los Estados en el cuestionario, aprobado por la Reunión GREPECAS/13 sobre recolección de información de la infraestructura CNS disponible en cada Estado de las Regiones CAR/SAM, con la cobertura correspondiente; y constató que, para fines de una mejor planificación, sería conveniente contar con información más concreta acerca de la infraestructura disponible en la región. Esto incluye las ayudas para la navegación y su cobertura, tomando en cuenta que la performance requerida, que será la base para la planificación, está directamente relacionada con esta infraestructura disponible. Por otro lado, la reunión consideró que el PBN TF podía decidir cuál era la performance necesaria para cumplir con los requisitos operacionales de la región, y la estructura necesaria en apoyo de la performance propuesta. En ambos casos, era imprescindible conocer cuál era la infraestructura disponible, así como la capacidad de la flota. En vista de lo anterior, el grupo recomendó lo siguiente:

PROYECTO DE

CONCLUSIÓN ATM/5/XX

Infraestructura de navegación disponible

Que los Estados/Territorios y Organizaciones Internacionales hagan el esfuerzo de informar acerca de la infraestructura de navegación disponible, considerando que esta información servirá de base para los estudios necesarios para determinar la separación mínima a ser aplicada entre aeronaves en un entorno PBN.

Seminarios sobre evaluación de la seguridad operacional

2.32 La reunión constató que, para poder implantar el concepto PBN en forma armonizada, será necesario evaluar la seguridad operacional en distintas partes del espacio aéreo, aplicando diferentes metodologías. La reunión también consideró que existía un número limitado de profesionales involucrados en el tema de la evaluación de la seguridad operacional, y recomendó que:

PROYECTO DE CONCLUSIÓN ATM/5/XX Seminarios/Metodología de evaluación de la seguridad operacional

Que la OACI:

- a) además del curso sobre evaluación de la seguridad operacional ya programado, promueva la realización de seminarios relacionados con la evaluación de la seguridad operacional, con miras a preparar al personal para trabajar en la futura implantación de la PBN; e
- b) inste al Panel de Separación y Seguridad Operacional del Espacio Aéreo (SASP) a desarrollar una metodología común para la evaluación de seguridad en las áreas terminales

2.33 El Grupo de Tarea PBN analizó las actividades que la industria estaba llevando a cabo para desarrollar normas mínimas de performance de los sistemas aeronáuticos (MASPS) para la RNP, en las cuales se abordaba aspectos de la implantación, incluyendo criterios de performance de los sistemas, consideraciones operacionales, calificación de los sistemas, datos de navegación, y bases de datos de navegación. Estas discusiones generaron nuevas normas que representaban un cambio fundamental en diversas áreas:

- a) requisitos del sistema que reflejen de qué manera la responsabilidad por la seguridad operacional es compartida entre las partes involucradas (*i.e.*, el piloto, el sistema, el procedimiento operacional, el diseño de procedimientos y del espacio aéreo, la aprobación de la aeronavegabilidad y la aprobación operacional);
- b) establecimiento de condiciones y criterios específicos para el diseño de sistemas y procedimientos,
- c) normas de performance en apoyo del franqueamiento de obstáculos o la separación,
- d) especificación de los cambios necesarios para garantizar la confiabilidad y el carácter repetible y predecible del sistema de navegación de manera que sirva para fines de guía y gestión de vuelo,
- e) especificación de los procesos de gestión y control de datos necesarios para las bases de datos de navegación en los que están contenidos los procedimientos RNP,
- f) especificación de los requisitos de datos, junto con el rigor y los procesos para garantizar datos de navegación correctos, precisos y capaces de ser utilizados.

2.34 Se comentó que, con los procedimientos de aproximación RNP/RNAV, ya sean AR o procedimientos públicos básicos (independientemente del RNP), aún no se ha observado accidentes de transporte debidos a errores de la tripulación u otras causas. En gran medida, esto se debe a una mayor confianza en la capacidad de las aeronaves, instrucción y procedimientos de la tripulación, y el diseño de los procedimientos.

2.35 La seguridad operacional también se ha visto significativamente realzada gracias a:

- a) La simplicidad de las aproximaciones, en comparación con el VOR/ADF tradicional. La navegación entre puntos de referencia, utilizando LNAV conjuntamente con un despliegue visual MAP, es mucho más sencilla para las tripulaciones, en comparación con el monitoreo de la información primitiva sobre el curso VOR o el rumbo ADF, mientras se trata de combinar esto con la información DME, radiales/marcaciones de cruce, etc.
- b) La definición de una trayectoria barométrica de ángulo constante, y la capacidad de volar esta trayectoria en forma automática significa que la tripulación tendría que cometer múltiples errores para ocasionar un accidente CFIT, en contraste con los métodos tradicionales de "picado e impulso", en los que sólo se requiere un error por parte de la tripulación para causar un accidente fatal. El potencial de cometer múltiples errores queda eliminado en virtud de las capacidades y mejoras en los sistemas de vuelo.
- c) La trayectoria de ángulo constante también ofrece a la tripulación un método de aproximación estabilizada, que involucra poca carga de trabajo para evitar accidentes en el aterrizaje.

2.36 Teniendo en cuenta la información suministrada, resulta evidente que, con la RNP, existe una estrecha conexión entre los criterios para el diseño de procedimientos y el espacio aéreo en operaciones en ruta y en área terminal, y la garantía que únicamente aquellas aeronaves, sistemas y explotadores con performance certificada están autorizados para realizar las operaciones. En conjunto, todos los requisitos sobre calificación de aeronaves y aprobación de explotadores representan un aspecto específico de la seguridad operacional que debe ser abordado y aprobado. En consecuencia, la reunión adoptó la Decisión AP/ATM/12/06 – Puntos a ser considerados por los grupos de trabajo SAM y OPS/AIR, indicando que los grupos de trabajo SAM y OPS/AIR, al momento de desarrollar los requisitos para el análisis de riesgo de las operaciones, así como las regulaciones nacionales para la aprobación de aeronaves y explotadores para realizar operaciones PBN, tomen en cuenta la orientación y los criterios operacionales proporcionados en el **Apéndice I** a esta nota de estudio.

2.37 Consecuentemente, se sugiere a la reunión el siguiente:

PROYECTO DE CONCLUSIÓN ATM/5/XX

Importancia de los errores operacionales

Que los Estados/Territorios y Organizaciones Internacionales analicen la importancia de los errores operacionales en un ambiente PBN, e inviertan todos los recursos posibles para la instrucción de los controladores de tránsito aéreo y los pilotos, a fin de reducir estos errores, tomando en cuenta la futura implantación de este concepto en las Regiones CAR/SAM.

Términos de Referencia y Programa de Trabajo del Grupo de Tarea sobre Navegación Basada en la Performance

2.38 La Reunión recordó que durante la Reunión GREPECAS/13 entre otros asuntos se analizó la estrategia de implantación de los conceptos RNAV y RNP dentro del concepto de la navegación basado en la performance (PBN). En virtud de ese análisis la reunión consideró que la estrategia será la implantación RNAV y RNP en espacios aéreos seleccionados de las Regiones CAR y SAM, los cuales, según sus propias necesidades operacionales, podrá involucrar un Grupo de Estados/Territorios y Organizaciones Internacionales.

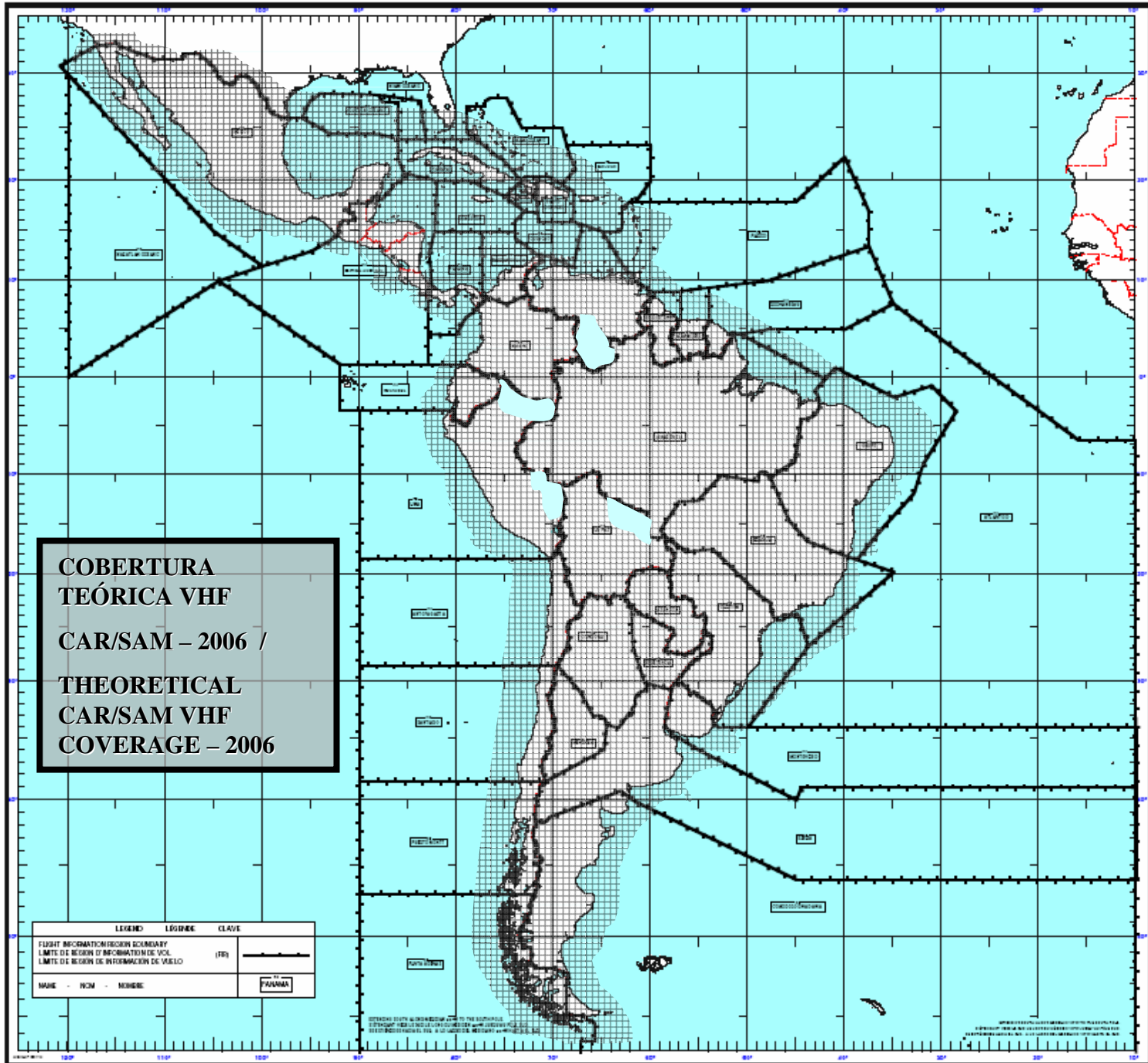
2.39 La reunión fue de la opinión que la planificación regional debería continuar desarrollándose a través del Grupo de Tarea sobre la Navegación Basada en la Performance del Comité ATM del Subgrupo ATM/CNS de GREPECAS.

2.40 Consecuentemente, la reunión analizó los términos de referencia y programa de trabajo del PBN/TF y en vista de las tareas ejecutadas hasta la fecha por los Grupos de Trabajo ATM, OPS/AIR y SAM, propuso algunos cambios a su programa de trabajo que serán presentados en la cuestión 6 del orden del día.

3 Acción sugerida

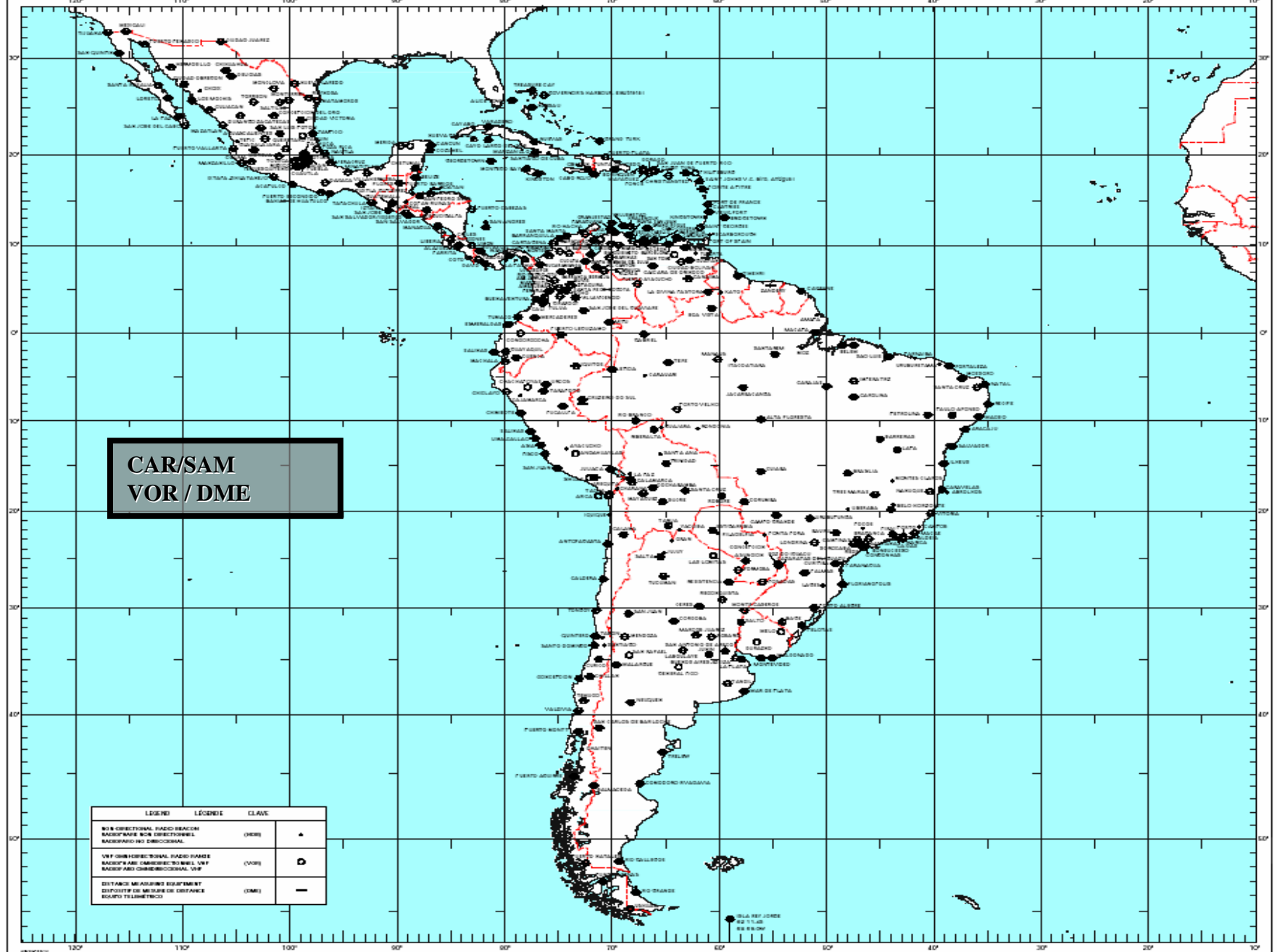
3.1 Se invita a la Reunión a:

- a) tomar nota de la información presentada en esta nota de estudio; y
- b) Analizar el Mapa de Ruta PBN CAR/SAM, proponer los cambios que se consideren necesarios y aprobar los proyectos de conclusión/decisión que figuran en los párrafos 2.15, 2.31, 2.32 y 2.37 de esta nota de estudio.



**COBERTURA
TEÓRICA VHF
CAR/SAM - 2006 /
THEORETICAL
CAR/SAM VHF
COVERAGE - 2006**

LEGEND	LEGENDE	CLAVE
FLIGHT INFORMATION REGION BOUNDARY	LIMITE DE REGION DE INFORMACION DE VOL	(FR)
NAME - NOM - NOMBRE		PANAMA

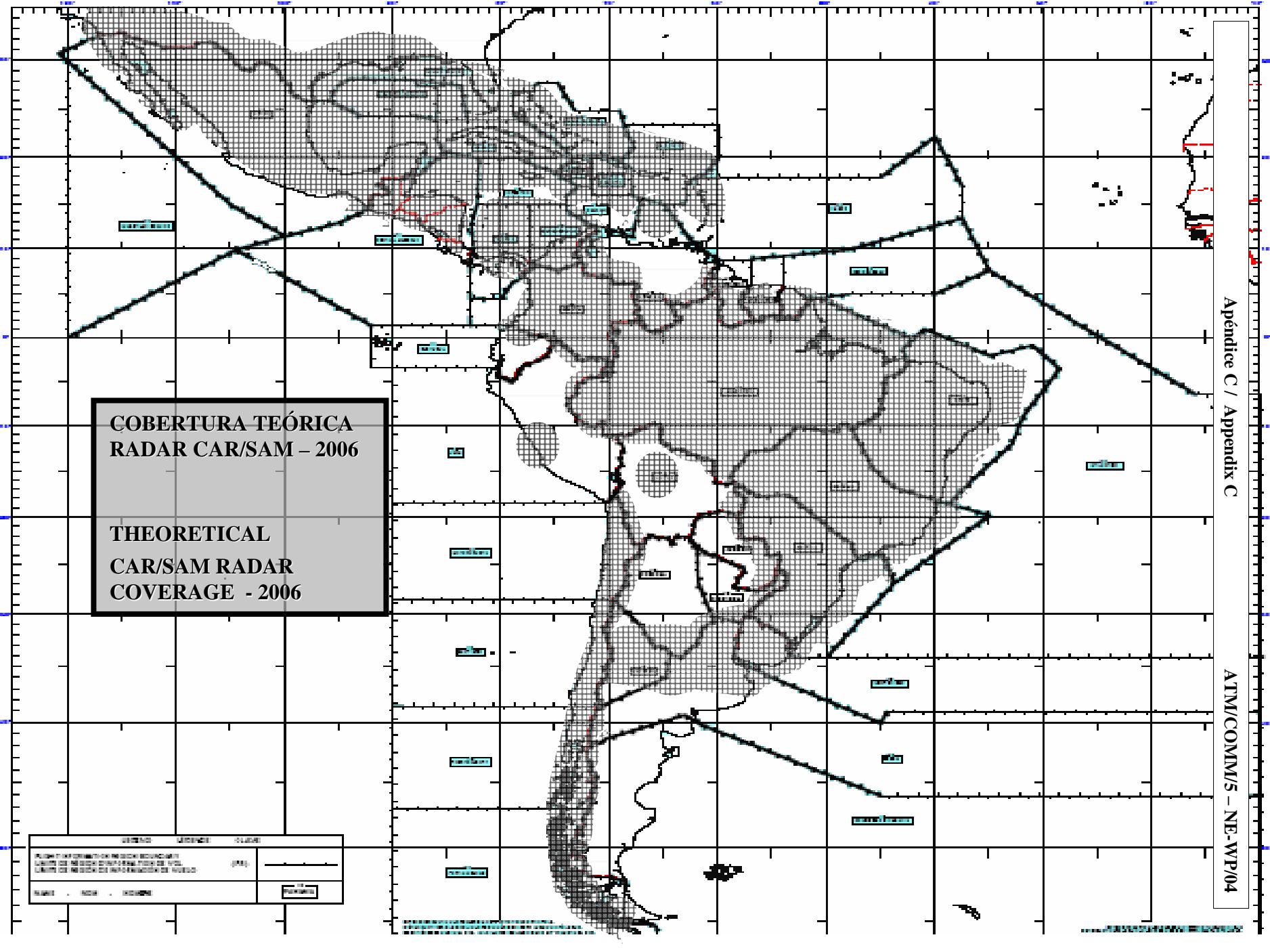
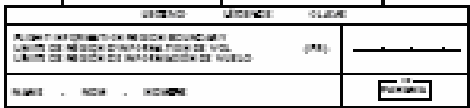


**CAR/SAM
VOR / DME**

LEGEND	LEGENDE	CLAVE
VOR & DME (BIDIRECTIONAL) RADIO RANGE RADIOFARE BICO DIRECCIONEL RADIOFARE BICO DIRECCIONEL	(VOR)	▲
VOR (UNIDIRECTIONAL) RADIO RANGE RADIOFARE UNICO DIRECCIONEL RADIOFARE UNICO DIRECCIONEL	(VOR)	◐
DISTANCE MEASURING EQUIPMENT DISPOSITIVO DE MEDIDA DE DISTANCIA DISPOSITIVO TELEMETRICO	(DME)	I

**COBERTURA TEÓRICA
RADAR CAR/SAM - 2006**

**THEORETICAL
CAR/SAM RADAR
COVERAGE - 2006**



APÉNDICE D

PBNRM



ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL

**Oficina Regional Norteamérica, Centro América y Caribe
(NACC)**

**Oficina Regional Sudamericana
(SAM)**

**MAPA DE RUTA DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN LA
PERFORMANCE EN LAS REGIONES CAR/SAM**

(Lima, Noviembre de 2006)

Índice

Índice	2
Sumario Ejecutivo.....	3
Explicación de los Términos.....	4
Acrónimos.....	6
Introducción	7
Conceptos RNAV/RNP	10
Beneficios de la navegación basada en la performance	11
Implantación de la Navegación basada en la Performance	13
Evaluaciones de riesgo.....	18
Actividades luego de la implantación	18
Apéndice A Documentación de referencia para desarrollar las aprobaciones de operaciones y de aeronavegabilidad	19

1. SUMARIO EJECUTIVO

1.1 Después de la implantación de la RVSM, en 20 de enero de 2005, la principal herramienta para la optimización de la estructura del espacio aéreo es la implantación de la Navegación Basada en Performance (PBN), que propiciará las condiciones necesarias para el aprovechamiento de la capacidad RNAV y RNP de una significativa porción de los usuarios del espacio aéreo de las Regiones CAR/SAM.

1.2 Teniendo en cuenta la necesidad de detallar la planificación de la navegación, se consideró conveniente elaborar un Mapa de Ruta PBN, que ofrezca guía adecuada a los Proveedores de Servicios de Navegación Aérea, a los Operadores y Usuarios del Espacio Aéreo, a las Organizaciones Reguladoras y a las Organizaciones Internacionales, sobre la evolución de la navegación, como uno de los sistemas esenciales de soporte de la Gestión de Tránsito Aéreo, que indique las aplicaciones de navegación RNAV y RNP que deberán ser implantadas en corto y mediano en las Regiones CAR/SAM. La implantación en largo plazo no fue considerada en esa versión del Mapa de Ruta, teniendo en cuenta que deberá ser alineada con el Plan Global de Navegación Aérea, en fase de aprobación final por la OACI.

1.3 El Mapa de Ruta PBN CAR/SAM fue desarrollado en conjunto por los Estados y Organizaciones Internacionales CAR/SAM, así como por las Organizaciones Internacionales interesadas (IATA, IFALPA, IFATCA) y tiene la intención de ayudar a los principales actores de la comunidad de la aviación a planificar la transición futura y sus estrategias de inversiones.

1.4 El Mapa de Ruta PBN CAR/SAM constituirá el material básico para la elaboración de una Estrategia de Navegación CAR/SAM más amplia, que servirá de orientación para proyectos regionales de implantación de la infraestructura de navegación aérea, por ejemplo, SBAS, GBAS, etc., así como para el desarrollo de los planes nacionales de implantación.

1.5 Este documento se inicia con una breve descripción sobre la necesidad de contar con un mapa de ruta, los objetivos estratégicos del documento y los principios en los cuales se basará la implantación debiéndose resaltar que se continuarán aplicando procedimientos convencionales de navegación aérea durante el período de transición, que garanticen las operaciones de los usuarios no equipados para operaciones RNAV y/o RNP.

1.6 Luego, ofrece una explicación de la estrategia de implantación PBN tanto para las operaciones en ruta como en las áreas terminales. También se analiza brevemente el concepto PBN y se identifican los beneficios de la implantación de este concepto.

1.7 Se revisan los pronósticos de tráfico en las Regiones CAR/SAM y las tendencias de tráfico hasta el 2015.

1.8 Asimismo se define la implantación de la navegación basada en la performance en el corto, mediano y largo plazo en relación a las operaciones en ruta, operaciones en TMA (SID y STAR) y aproximaciones IFR y donde se establecen a grandes rasgos los requerimientos y especificaciones para cada una de las etapas.

1.9 Se describe la aprobación RNAV/RNP la que comprenderá dos tipos de aprobaciones, de aeronavegabilidad, que tratará exclusivamente sobre la aprobación de las aeronaves y la operacional, la cual se encargará de los aspectos operacionales del explotador. El cumplimiento de estos dos tipos de aprobaciones, permitirá a los explotadores obtener una aprobación RNAV/RNP.

1.10 La implantación de la navegación basada en la performance prevé cambios significativos relacionados con la seguridad operacional, tanto en la estructura del espacio aéreo como en el sistema ATC. El requisito de la OACI con respecto a las nuevas operaciones introducidas con posterioridad al año 2000 es que el riesgo de colisión debe ser inferior a 5×10^{-9} por dimensión.

1.11 Luego de la implantación de las aplicaciones PBN y del concepto de espacio aéreo, todo el sistema debe ser monitoreado a fin de garantizar que se mantendrá la seguridad operacional del sistema. Luego de la implantación, se realiza una evaluación de la seguridad operacional del sistema, y se recolecta evidencias para garantizar dicha seguridad operacional

2. EXPLICACIÓN DE LOS TÉRMINOS

2.1 La redacción y explicación de este documento se basa en la comprensión de algunos términos y expresiones particulares y que a continuación se describen:

Mapa de Ruta PBN CAR/SAM. Documento que ofrece una guía adecuada a los Proveedores de Servicios de Navegación Aérea, a los Operadores y Usuarios del Espacio Aéreo, a las Organizaciones Reguladoras y a las Organizaciones Internacionales, sobre la evolución de la navegación, como uno de los sistemas esenciales de soporte de la Gestión de Tránsito Aéreo, que indica las aplicaciones de navegación RNAV y RNP que deberán ser implementadas en corto, mediano y largo plazo en las Regiones CAR/SAM.

Navegación basada en la performance. La navegación basada en la performance especifica los requisitos de performance del sistema RNAV para aeronaves que operan en una ruta ATS, realizan un procedimiento de aproximación por instrumentos, u operan en un espacio aéreo.

Requisitos de performance. Los requisitos de performance están definidos en términos de la precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad necesarias para la operación propuesta, dentro del contexto de un determinado concepto de espacio aéreo. Los requisitos de performance están identificados en las especificaciones de navegación, las cuales también identifican qué sensores y equipos de navegación pueden ser utilizados para satisfacer el requisito de performance.

3. ACRONIMOS

3.1 Lista de Acrónimos/ List of Acronyms

ADS/B	Vigilancia dependiente automática-radiodifusión Automatic dependent surveillance-broadcasting
ADS/C	Vigilancia dependiente automática-contrato Automatic dependent surveillance-contract
ANS	Servicios de navegación aérea Air navigation services
ANSP	Proveedores de Servicios de Navegación Aérea/Air Navigation Service Providers
ASM	Gestión del espacio aéreo/ Airspace Management
ATC	Control de tránsito aéreo/ Air Traffic Control
ATFM	Gestión de afluencia del tránsito aéreo/ Air Traffic Flow Management
ATM	Gestión del tránsito aéreo/ Air Traffic Management
ATN	Red de telecomunicaciones aeronáuticas/ Aeronautical Telecommunication Network
ATS	Servicio de tránsito aéreo/ Air Traffic Services
CAR/SAM	Regiones Caribe y Sudamérica/Caribbean/South American Regions
CNS/ATM	Comunicaciones, navegación y vigilancia/Gestión del tránsito aéreo/ Communications, Navigation and Surveillance/Air Traffic Management
CPDLC	Comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto /Controller-Pilot Data Link Communications
CTA	Area de control /Control Area
DME	Equipo Radiotelemetrico/Distance-Measuring Equipment
FAR	Regulación federal de aviación/Federal Aviation Regulation
FANS-1/A	Sistemas de navegación aérea del futuro – Aviónica/ Future Air Navigation Systems - Avionics
FDE	Detección y eliminación de fallas / Fault Detection and Exclusion
FIR	Región de información de vuelo /Flight Information Region
FMS	Sistema de gestión de vuelo /Flight Management System
GBAS	Sistema de Aumentación con Base en Tierra/Ground-Based Augmentation System
GLS	Sistema de aterrizaje GBAS / GBAS Landing System
GNE	Error de navegación grave / Gross Navigation Error
GNSS	Sistema mundial de navegación por satélite / Global Navigation Satellite System
GPMS	Sistema de monitoreo de la performance del GPS / GPS Performance Monitoring System
GREPECAS	Grupo Regional de Planificación y Ejecución CAR/SAM/ CAR/SAM Regional Planning and Implementation Group
GRAS	Sistema de Aumentación Terrestre Regional / Ground Regional Augmentation System
HF	Alta frecuencia/ High Frequency
IATA	Asociación del Transporte Aéreo Internacional/ Internacional Air Transport Association
ICD	Documento de control de interfaz / Interface Control Document
IFALPA	Federación Internacional de Asociaciones de Pilotos de Líneas Aéreas/International Federation of Air Line Pilots' Associations
IFATCA	Federación Internacional de Asociaciones de Controladores de Tránsito Aéreo/International Federation of Air Traffic Controllers' Associations

IRU/INS	Unidad de referencia inercial/Sistema de navegación inercial/ Inertial Reference Unit/Inertial Navigation System
JAA	Autoridades Conjuntas de Aviación Civil/Joint Aviation Authorities
JAR	Regulaciones Conjuntas de Aviación Civil/Joint Aviation Regulations
NAT	Atlántico septentrional /North Atlantic
NDB	Radiofaro no direccional /Non-Directional Beacon
NOTAM	Aviso al Personal Encargado de las Operaciones de Vuelo/Notice to Airmen
PBN	Navegación Basada en la Performance /Performance-Based Navigation
RNAV	Navegación de área/Area Navigation - RNAV Route: Ruta de navegación de área/Area navigation route
RNP	Performance de navegación requerida /Required Navigation Performance
RNP AR	Requerimiento de aprobación para la performance de navegación requerida/ Required Navigation Performance Approval Required
RNPC	Capacidad de la performance requerida de navegación/Required navigation performance capacity
RNPSORSG	Grupo de Estudio sobre RNP y Requerimientos Operacionales Especiales/RNP and Special Operational Requirements Study Group
SARPS	Normas y métodos recomendados (ICAO)/ Standards and Recommended Practices (ICAO)
SATCOM	Comunicaciones por satélite/Satellite Communications
SBAS	Sistema de Aumentación de Base Satelital/Satellite-based Augmentation System
SID	Salida Normalizada por Instrumentos/Standard Instrument Departure
SSR	Radar secundario de vigilancia/Secondary Surveillance Radar
STAR	Llegada Normalizada por Instrumentos/Standard Instrument Arrival
TLS	Nivel de seguridad deseado/Target Level of Safety
TMA	Area Terminal/Terminal Area
VHF	Muy alta frecuencia /Very High Frequency
VDL	Enlace de datos en VHF/ VHF Data Link
VOR/DME	Radiofaro omnidireccional VHF/Equipo radiotelemétrico/Very High Frequency Omnidirectional Radio Range/Distance-Measuring Equipment

4. INTRODUCCIÓN

Necesidad de un mapa de ruta

4.1 Después de la implantación de la RVSM, el 20 de enero de 2005, la principal herramienta para la optimización de la estructura del espacio aéreo es la implantación de la Navegación Basada en Performance (PBN), que propiciará las condiciones necesarias para el aprovechamiento de la capacidad RNAV y RNP de una significativa porción de los usuarios del espacio aéreo de las Regiones CAR/SAM.

4.2 La planificación actual de los Grupos Regionales de Planificación e Implantación es basada en los Planes de Navegación Aérea y en los Planes Regionales CNS/ATM. Esos planes, actualmente, están constituidos básicamente de tablas, que no contienen los detalles necesarios para la implantación de cada uno de los elementos CNS y ATM.

4.3 Teniendo en cuenta la necesidad de detallar la planificación de la navegación, es necesario elaborar un Mapa de Ruta PBN, que ofrezca guía adecuada a los Proveedores de Servicios de Navegación Aérea, a los Operadores y Usuarios del Espacio Aéreo, a las Organizaciones Reguladoras y a las Organizaciones Internacionales, sobre la evolución de la navegación, como uno de los sistemas esenciales de soporte de la Gestión de Tránsito Aéreo, que indique las aplicaciones de navegación RNAV y RNP que

deberán ser implantadas en corto y mediano plazo en las Regiones CAR/SAM.

4.4 Además, el Mapa de Ruta PBN CAR/SAM constituirá el material básico para la elaboración de una Estrategia de Navegación CAR/SAM más amplia, que servirá de orientación para proyectos regionales de implantación de la infraestructura de navegación aérea, por ejemplo, SBAS, GBAS, etc, así como para el desarrollo de los planes nacionales de implantación.

Objetivos

4.5 El Mapa de Ruta PBN CAR/SAM tiene los siguientes objetivos estratégicos:

- a) Garantizar que la implantación del ítem navegación del Sistema CNS/ATM será basada en requisitos operacionales claramente establecidos.
- b) Evitar imponer innecesariamente requisitos de transporte de equipos múltiples en los componentes de a bordo ni sistemas múltiples en tierra.
- c) Evitar la necesidad de múltiples aprobaciones de aeronavegabilidad y operacional para las operaciones intra e inter regionales.
- d) Evitar que intereses comerciales sobrepujen los requisitos operacionales ATM, generando costos innecesarios para los Estados y Organizaciones Internacionales CAR/SAM, así como para los usuarios del espacio aéreo.
- e) Detallar el contenido del Plan de Navegación Aérea CAR/SAM y del Plan CNS/ATM CAR/SAM, describiendo las potenciales aplicaciones de navegación.

4.6 Además, el Mapa de Ruta PBN CAR/SAM proveerá una estrategia de alto nivel para la evolución de las aplicaciones de navegación que serán implantadas en las Regiones CAR/SAM en corto plazo (2006-2010) y mediano plazo (2011-2015). Esa estrategia es basada en los conceptos de Navegación de Área (RNAV) y de Performance de Navegación Requerida (RNP), que serán aplicados a las operaciones de aeronaves, involucrando Aproximaciones por Instrumentos, Rutas Normalizadas de Salida (SID), Rutas Estándares de Llegada (STAR) y Rutas ATS en áreas Oceánicas y Continentales.

4.7 El Mapa de Ruta PBN CAR/SAM fue desarrollado en conjunto por los Estados y Organizaciones Internacionales CAR/SAM, así como por las Organizaciones Internacionales interesadas (IATA, IFALPA, IFATCA) y tiene la intención de ayudar a los principales actores de la comunidad de la aviación a planificar una transición progresiva para la aplicación de los conceptos RNAV y RNP. Los principales actores de la comunidad de la aviación beneficiados por ese Mapa de Ruta son:

- Operadores y Usuarios del Espacio Aéreo
- Proveedores de Servicios de Navegación Aérea
- Organizaciones Reguladoras
- Organizaciones Internacionales

4.8 Ese Mapa de Ruta tiene la intención de ayudar los principales actores de la comunidad de la aviación a planificar la transición futura y sus estrategias de inversiones. Por ejemplo, Líneas Aéreas y Operadores pueden utilizar ese mapa de ruta para planificar el equipamiento futuro y las inversiones en capacidad adicional de navegación; los Proveedores de Servicios de Navegación Aérea podrán planificar una transición gradual para la evolución de la infraestructura en tierra; Las Organizaciones Reguladoras podrán anticipar y planificar los criterios necesarios para el futuro.

Principios

4.9 La implantación de la PBN en las Regiones CAR/SAM deberá basarse en los siguientes principios:

- a) aplicar análisis de costo-beneficio, que justifiquen la implantación de los conceptos RNAV y/o RNP en cada espacio aéreo en particular;
- b) realizar evaluaciones de seguridad pre y post implantación, que garanticen la aplicación y el mantenimiento de los niveles deseados de seguridad establecidos;
- c) desarrollar conceptos de espacio aéreo, aplicándose herramientas de modelaje del espacio aéreo y simulaciones en tiempo real y acelerado, que indiquen las aplicaciones de navegación compatibles con el mencionado concepto.
- d) Continuar aplicando procedimientos convencionales de navegación aérea durante el período de transición, que garanticen las operaciones de los usuarios no equipados para operaciones RNAV y/o RNP.

Estrategia de implantación PBN

Operaciones en Ruta

4.10 No es posible incluir todo el espacio aéreo de las Regiones CAR/SAM en un único Plan de Implantación para Operaciones en Ruta, teniendo en cuenta que tornaría la tarea de la reestructuración del espacio aéreo para la aplicación de la PBN en las Regiones CAR/SAM extremadamente compleja.

4.11 Además, es improbable la implantación RNAV o RNP en las Regiones CAR/SAM, en un único proyecto, teniendo en cuenta las diferencias de complejidad y movimiento de tránsito aéreo, así como las diferencias existentes en la infraestructura CNS, que probablemente llevarán a diferentes conceptos de espacio aéreo que deberá ser empleados en las Regiones CAR/SAM.

4.12 Así, la estrategia más apropiada es la implantación PBN en espacios aéreos especificados, en escenarios CAR y SAM, según sus propios conceptos de espacio aéreo y características de infraestructura, que podrá involucrar un Grupo de Estados/Territorios y Organizaciones Internacionales. Esa estrategia de implantación será conducida por los propios Estados/Territorios y Organizaciones Internacionales, que serán armonizadas en el ámbito del GREPECAS.

Operaciones en TMA

4.13 Las operaciones en TMA tienen características propias, teniendo en cuenta los mínimos de separación aplicables entre aeronaves y entre aeronaves y obstáculos. Esto también involucra a la diversidad de aeronaves incluyendo a las aeronaves de baja performance que vuelan en el espacio aéreo inferior y que hacen procedimientos de llegada y salida en la misma trayectoria o cerca de las trayectorias de las aeronaves de alta performance.

4.14 En ese sentido, los Estados/Territorios y Organizaciones Internacionales deberán desarrollar sus propios planes nacionales de implantación PBN en las TMA, basándose en el Mapa de Ruta PBN CAR/SAM, buscando la armonización de los criterios RNAV y/o RNP aplicables, para evitar la necesidad de múltiples aprobaciones operacionales para operaciones intra e inter regionales, y los criterios aplicables de separación entre aeronaves que serán publicados próximamente por la sede de la OACI.

5. CONCEPTOS PBN

5.1 La navegación basada en la performance especifica los requisitos de performance del sistema RNAV para las aeronaves que operan en una ruta ATS, un procedimiento de aproximación por instrumentos, o en un espacio aéreo.

5.2 Los requisitos de performance están definidos en términos de la precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad necesarias para la operación propuesta dentro del contexto de un determinado concepto de espacio aéreo. Los requisitos de performance están identificados en las especificaciones de navegación, las cuales también identifican qué sensores y equipos de navegación pueden ser utilizados para satisfacer el requisito de performance.

5.3 Existen tanto especificaciones RNP como especificaciones RNAV. Una especificación RNP comprende el requisito de contar con monitoreo y notificación de la performance a bordo de la aeronave, y está designada como una RNP X. Una especificación RNAV no tiene tales requisitos, y está designada como RNAV X.

5.4 Por lo tanto, la navegación basada en la performance depende de:

- el sistema e instalación RNAV a bordo de la aeronave que está siendo aprobada al cumplir con los requisitos funcionales y de performance de la especificación de navegación establecida para las operaciones RNAV en un espacio aéreo; y
- el cumplimiento por parte de la tripulación de vuelo de los requisitos operacionales establecidos por la entidad reguladora para las operaciones RNAV;
- un concepto definido de espacio aéreo que incluya operaciones RNAV; y
- la disponibilidad de una infraestructura de ayudas para la navegación;

Nota: Informaciones adicionales pueden ser obtenidas en el Manual 9613 – Navegación Basada en Performance.

6. BENEFICIOS DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN LA PERFORMANCE

6.1 En las Regiones CAR/SAM se prevé que el crecimiento del tráfico continué mejorando gradualmente a mediano plazo al mismo tiempo que la actividad económica. El tráfico regular de pasajeros de las líneas aéreas de la Región América Latina y el Caribe se prevé un crecimiento del 6.2, 5.5 y 5.6% en 2005, 2006 y 2007 respectivamente, comparado con el pronóstico de crecimiento del mundo de 7.6, 6.5 y 6.2% respectivamente. A largo plazo, el tráfico de pasajeros de líneas aéreas de la región se espera que crezca a un ritmo promedio anual de 4.0 hasta el año 2015. Eso crecimiento puede llevar a períodos de congestión de tránsito aéreo que podrá llevar a la ineficiencia del ATM.

6.2 A fin de garantizar la eficiencia del ATM y evitar restricciones innecesarias a los usuarios del espacio aéreo, se debe evitar especificar cómo se habrá de satisfacer los requisitos de navegación, indicando únicamente cuál es la Performance y Funcionalidad de Navegación que se requiere del sistema RNAV. Bajo el concepto de la PBN, los requisitos de navegación genéricos son definidos en base a los requisitos operacionales. Así, los explotadores pueden evaluar las opciones que tienen disponibles en cuanto a tecnología y servicios de navegación que podrían permitir satisfacer estos requisitos. La solución elegida sería la que resulte más efectiva en términos de costos para el explotador y para el proveedor de los servicios de navegación aérea.

6.3 El desarrollo del concepto de la Navegación Basada en la Performance reconoce que los sistemas avanzados RNAV de a bordo están logrando un nivel predecible de precisión en la performance de navegación, que, sumado al nivel apropiado de funcionalidad, permite un uso más eficiente del espacio aéreo disponible. Asimismo, toma en cuenta el hecho que los sistemas RNAV se han ido desarrollando en el transcurso de 40 años, por lo que existe una amplia variedad de implantaciones. La identificación de los requisitos de navegación, en vez de los medios para satisfacer los requisitos, permitirá el empleo de todos los sistemas RNAV que satisfacen estos requisitos, sin importar el medio utilizado para ello.

6.4 Los principales beneficios de la implantación PBN son los siguientes:

- a) Aumento de la seguridad del espacio aéreo, a través de la implantación de procedimientos con descenso continuo y estabilizado, que evitan el Vuelo Controlado contra el Terreno (CFIT);
- b) Reducir el tiempo de vuelo de las aeronaves, a partir de la implantación de trayectorias óptimas de vuelo con el consiguiente ahorro de combustible y protección del medio ambiente.
- c) Aprovechar la capacidad RNAV y/o RNP ya instaladas a bordo de un significativo porcentaje de la flota de aeronaves que vuela en el espacio aéreo de las Regiones CAR/SAM.
- d) Mejorar las trayectorias de llegada a los aeropuertos y al espacio aéreo en cualquier condición meteorológica y posibilitar atender a condiciones críticas de relevo y ambientales, a través de la aplicación de trayectorias optimizadas RNAV o RNP.
- e) Permitir La implantación de trayectorias de aproximación, salida y llegada más precisas, que reducirán la dispersión y propiciarán flujos de tránsito más suaves.
- f) Reducir retrasos en espacios aéreos y aeropuertos con alta densidad de tránsito aéreo, a partir de la implantación de nuevas rutas paralelas y de nuevos puntos de llegada y salida en las TMA.
- g) Potencial reducción en el espaciamiento entre Rutas paralelas para acomodar mayor cantidad de tránsito en el mismo flujo.
- h) Reducción de la carga de trabajo del Controlador de Tránsito Aéreo y del Piloto, teniendo en cuenta la reducción del tiempo empleado en las comunicaciones

7. **IMPLANTACIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN LA PERFORMANCE**

7.1 **Requisitos operacionales ATM**

7.1.1 A la luz del Plan Mundial ATM, se observa la necesidad de adoptar un concepto de espacio aéreo que brinde un escenario operacional que incluya Red de Rutas, Separación mínima, Relevamiento y Franqueamiento de obstáculos, e infraestructura CNS que satisfaga los objetivos estratégicos específicos de seguridad, capacidad, eficiencia, medio ambiente y tecnología con vista a la implantación de la navegación basada en la performance.

7.1.2 Para tal fin, se desarrollarán en diferentes áreas los programas siguientes:

- a) estudios de tráfico y de costo beneficio
- b) actualizaciones necesarias de automatización
- c) simulación de operaciones en diferentes escenarios
- d) capacitación y entrenamiento del personal ATC
- e) Procedimientos FPL
- f) Apoyo AIS
- g) Implantación WGS 84 donde sea necesario
- h) Uniformización de clasificación de espacios aéreos adyacentes y regionales
- i) Aplicación de la RNAV/RNP en SIDs y STARs
- j) Implantación y coordinación de rutas RNAV

7.2 La aprobación RNAV/RNP comprenderá dos tipos de aprobaciones: la de aeronavegabilidad, que tratará exclusivamente sobre la aprobación de las aeronaves y la operacional, la cual se encargará de los aspectos operacionales del explotador. El cumplimiento de estos dos tipos de aprobaciones, permitirá a los explotadores obtener una aprobación RNAV/RNP.

7.3 **Corto Plazo (hasta 2010)**

7.3.1 Operaciones en Ruta

7.3.1.1 Teniendo en cuenta la baja densidad de tránsito aéreo en los espacios aéreos oceánicos, no son esperados cambios significativos en la estructura de espacio aéreo vigente, que exigirían cambios en los valores RNAV aplicados. La única excepción será la aplicación de RNP-10 en la Región denominada WATRS, que demandará un cambio significativo en la estructura del espacio aéreo en la Región CAR. En los espacios aéreos donde se aplica la RNP-10 (Corredor EUR/SAM, Rutas Lima-Santiago de Chile y Sistema de Rutas Aleatorias del Atlántico Sur) no se esperan cambios a corto plazo.

7.3.1.2 En el espacio aéreo continental es esperada la implantación de RNAV-5 en espacios aéreo seleccionados, donde sea posible obtener beneficios operacionales y la infraestructura CNS disponible pueda soportarla.

7.3.2 Operaciones en TMA (SID y STAR)

7.3.2.1 Es esperada la aplicación de RNAV-1 en TMA seleccionadas por los Estados, en entornos radar, con infraestructura de navegación adecuada en tierra, que permita el empleo de operaciones DME/DME y DME/DME/INS. En esa fase serán admitidas operaciones de aeronaves equipadas y no equipadas y las operaciones RNAV-1 deberán ser iniciadas al atingirse un porcentual adecuado de operaciones aéreas aprobadas.

7.3.2.2 En entornos no radares y/o donde no exista la infraestructura de navegación adecuada en tierra, es esperada la aplicación de RNP-1 en TMA seleccionadas por los Estados, con aplicación exclusiva de GNSS, siempre que exista un porcentual adecuado de operaciones aérea aprobadas. En esas TMA también serán admitidas operaciones de aeronaves aprobadas y no aprobadas. La aplicación de procedimientos sobrepuestos (overlay) o de procedimientos exclusivos RNP dependerá de la complejidad y densidad del tránsito aéreo.

7.3.3 Aproximaciones IFR

7.3.3.1 Es esperada la aplicación de procedimientos de aproximación RNP 0,3 (GNSS Básico) en el máximo de aeropuertos posible, principalmente aquellos en que existan operaciones internacionales., manteniendo los procedimientos de aproximación convencionales para aeronaves no equipadas.

7.3.3.2 Se espera la aplicación de procedimientos de aproximación RNP AR en aeropuertos en que se pueda obtener beneficios operacionales evidentes, en función de la existencia de obstáculos significativos.

Corto Plazo (hasta 2010)	
Espacio Aéreo	Valor RNAV o RNP
Ruta (Oceánico o Remoto)	RNP10 Corredor EUR/SAM/Santiago de Chile-Lima/AORRA/WATRS
Ruta (Continental)	RNAV-5 en espacios aéreos seleccionados
TMA (STAR – SID)	RNAV-1 en entornos radares y con infraestructura de navegación en tierra adecuada. RNP 1 en entornos no radar y/o sin cobertura adecuada de DME.
Aproximación	RNP 0,3 en la mayor cantidad posible de aeropuertos y en todos los internacionales. RNP AR en aeropuerto donde existan beneficios operacionales.
<ul style="list-style-type: none"> • Sin obligatoriedad de instalación de equipos RNAV a bordo para aeronaves no equipadas en TMA y aproximación • Operaciones mixtas (aeronaves equipadas y no equipadas) en TMA y aproximación. • Equipo RNAV 2 requerido sobre FL 350 para vuelos hasta/desde Estados Unidos 	

7.4 Mediano plazo

7.4.1 Operaciones en Ruta

7.4.1.1 En el Espacio Aéreo Oceánico del Corredor EUR/SAM es esperada la aplicación de la RNP 4, con la utilización de ADS/CPDLC, a fin de permitir el empleo de la separación lateral y longitudinal de 30 NM. Esa aplicación dependerá de la evolución de la flota de aeronaves que vuelan en el espacio aéreo. .

7.4.1.2 En esa fase es esperada la aplicación de RNP-2 en espacio aéreo continental en espacios aéreos seleccionados, con mayor densidad de tránsito aéreo, con aplicación exclusiva del GNSS, teniendo en cuenta que la infraestructura de tierra no soportará aplicaciones RNAV. Será necesario el establecimiento de un sistema de respaldo (back-up) del GNSS Y el desarrollo de procedimientos de contingencia en caso de falla del GNSS. La aplicación de la RNP-2 facilitará la aplicación PBN en espacios aéreo sin cobertura de vigilancia. Con la aplicación exclusiva del GNSS será necesario un mayor grado de información de la señal GNSS, por intermedio de sistemas de Sistemas de Monitoreo del GPS, que incluyan NOTAM, FDE, etc.

7.4.2 Operaciones en TMA

7.4.2.1 En esa fase es esperada la ampliación de las aplicaciones de RNAV o RNP 1 en TMA seleccionadas por los Estados, dependiendo de la infraestructura en tierra y de la capacidad de navegación de las aeronaves. En las TMA de mayor complejidad serán obligatorios equipos RNAV o RNP 1 (espacio aéreo excluyente). En las TMA de menor complejidad todavía serán admitidas las operaciones de equipadas y no equipadas.

7.4.3 Aproximaciones IFR

7.4.3.1 En esa fase es esperada la ampliación de la aplicación de procedimientos RNP 0.3 y de RNP AR en aeropuertos seleccionados. También se espera el inicio de la aplicación de procedimiento GLS, que garantizarán la transición suave entre la fase en TMA y la fase de aproximación, utilizándose básicamente el GNSS para las dos fases.

Mediano Plazo (2011-2015)	
Espacio Aéreo	Valor RNAV o RNP
Ruta (Oceánico o Remoto)	RNP 4 en el Corredor EUR/SAM y Santiago-Lima
Ruta (Continental) *	RNP 2 en espacios aéreos seleccionados
TMA (SID/STAR)	Ampliación de la aplicación RNAV-1 o RNP-1 Aprobación RNAV 1 o RNP 1 mandatoria para aeronaves que operan en las TMA de mayor densidad de tránsito aéreo (espacio aéreo excluyente)
Aproximación	Ampliación de la aplicación de la RNP 0,3 y de la RNP AR aplicación de procedimientos GLS
* Equipo RNAV 2 (RNP2) requerido sobre FL 290 para vuelos hasta/desde Estados Unidos	

8 EVALUACIÓN DE SEGURIDAD OPERACIONAL

8.1 La implantación de la navegación basada en la performance prevé cambios significativos relacionados con la seguridad operacional, tanto en la estructura del espacio aéreo como en el sistema ATC, incluyendo la implantación de una separación mínima reducida o de nuevos procedimientos que sólo se habrán de aplicar después que la evaluación de la seguridad operacional demuestre que se puede alcanzar un nivel aceptable de seguridad operacional.

8.2 Para demostrar que el sistema es seguro, será necesario realizar una evaluación de la seguridad operacional de la operación propuesta, la cual adoptará dos formas:

- 1) Una evaluación del riesgo de colisión para la especificación propuesta para el sistema RNAV;
- 2) Una sustentación de la seguridad operacional de la operación.

8.3 Luego de la implantación de las aplicaciones PBN, todo el sistema debe ser monitoreado a fin de garantizar que se mantendrá la seguridad operacional. En caso de ocurrir eventos imprevistos, la

dependencia encargada del monitoreo debería proponer y coordinar, con todas las partes interesadas, la implantación de medidas de mitigación lo más pronto posible.

.....

A-1

APÉNDICE A

Documentación de referencia para desarrollar las aprobaciones de operaciones y de aeronavegabilidad

Organización	Código	Título
OACI	Doc (En desarrollo por el RNPSORSG)	Navegación basada en la performance (PBN)
OACI	Doc 8168 – OPS/611	Operación de aeronaves
OACI	Doc 4444	Procedimientos para los servicios de navegación aérea –Gestión del tránsito aéreo
OACI	Doc 8733	Plan de navegación aérea CAR/SAM
ICAO	Doc 7030/4	SAM Regional supplementary procedures (SUPPS)
FAA	Order 8400.10	Aprobación operacional de la performance de navegación requerida 10 (RNP 10)
FAA	AC 90-96	Aprobación de explotadores y aeronaves estadounidenses para operar bajo las reglas de vuelo por instrumentos (IFR) en espacio aéreo europeo designado para la navegación de área básica (BRNAV/RNP 5)
FAA	AC 90-100	Navegación de área en ruta y en áreas terminales en EE.UU.
FAA	AC 90-101	Guía para la aprobación de procedimientos RNP con SAAAR
FAA	Order 8260.52	Normas estadounidenses sobre procedimientos de aproximación para alcanzar la performance de navegación requerida (RNP), con exigencia de autorización especial para la aeronave y la tripulación (SAAAR)
JAA	Leaflet No. 2 (TGL 2) Rev 1	Material de orientación sobre aprobación de aeronavegabilidad y criterios operacionales para el uso de sistemas de navegación en espacio aéreo europeo designado para operaciones RNAV básicas
JAA	Leaflet No. 3 (TGL 3) Rev 1	Material de orientación provisional sobre aprobación de aeronavegabilidad y criterios operacionales para el uso del Sistema Mundial de Determinación de la Posición (GPS) NAVSTAR
JAA	Leaflet No. 10 (TGL 10)	Aprobación operacional y de aeronavegabilidad para operaciones de precisión RNAV en espacio aéreo europeo designado
EUROCONTROL	Doc 003-93	Equipo de navegación de área: requisitos operacionales y funcionales
RTCA	Do-236B	Normas mínimas de performance de los sistemas de aviación: Performance de navegación requerida para la navegación de área
RTCA	Do-238A	Normas mínimas de performance operacional para la performance de navegación requerida para la navegación de área

Disponibilidad de la documentación

La documentación descrita en el párrafo 1 de este documento puede ser obtenida en las siguientes direcciones electrónicas:

- a) Copias de los documentos de EUROCONTROL pueden ser solicitadas a EUROCONTROL, Documentation Centre, GS4, Rue de la Fusee, 96, B-1130 Brussels, Belgium; (Fax: 32 2729 9109). Web site: <http://www.ecacnav.com>.
- b) Copias de los documentos de EUROCAE pueden ser compradas a EUROCAE, 17 rue Hamelin, 75783 Paris Cedex 16, France (Fax: 33 1 4505 7230). Web site: <http://www.eurocae.org>.
- c) Copias de los documentos de la FAA pueden ser obtenidas de Superintendent of Documents, Government Printing Office, Washington, DC 20402-9325, USA. Web site: <http://www.faa.gov/certification/aircraft/> (Regulation and guidance library).
- d) Copias de los documentos RTCA pueden ser obtenidas de RTCA Inc., 1140 Connecticut Avenue, N.W., Suite 1020, Washington, DC 20036-4001, USA, (Tel: 1 202 833 9339). Web site: www.rtca.org.
- e) Copias de los documentos ARINC pueden ser obtenidas de Aeronautical Radio Inc., 2551 Riva Road, Anápolis, Maryland 24101-7465, USA. Web site: <http://www.arinc.com>.
- f) Copias de los documentos de la JAA están disponibles en la JAA's Publisher Information Handling Services (IHS). Información sobre los precios, donde y como ordenar, está disponible en la JAA web site: <http://www.jaa.nl> y en IHS web sites: <http://www.global.his.com> y <http://www.avdataworks.com>.
- g) Copias de los documentos de EASA pueden ser obtenidas de EASA (European Aviation Safety Agency), 101253, D-50452 Koln, Germany.
- h) Copias de los documentos de OACI pueden ser compradas a Document sales unit, International Civil Aviation Organization, 999 University Street, Montreal, Québec, Canadá H3C 5H7, (Fax: 1 514 954 6769, o al e-mail: sales_unit@icao.org) o a través de las agencias nacionales.

APÉNDICE E

REQUISITOS DE CAPACITACION RNAV-RNP PARA ATCOs

Instrucción ATC RNAV-RNP

- Elaboración del programa de instrucción RNAV-RNP, conforme a las guías de OACI.
- Selección y preparación de instructores ATC para la impartición del curso RNAV-RNP.
- Programación y determinación tiempo de instrucción RNAV-RNP.
- Impartición y evaluación de la instrucción RNAV-RNP.

Contenido mínimo de la instrucción teórica:

- Definiciones.
- Evolución de la navegación de área (RNAV)
- Evolución del concepto RNP.
- Concepto de navegación basada en performance
- Equipamiento RNAV-RNP en las aeronaves (sensores VOR, DME, IRU, INS, GPS, FMS, etc.) y sus limitaciones.
- Requisitos para operaciones RNAV y RNP (confinamiento e integridad)
- Tipos de operaciones RNAV y RNP (valores RNAV / precisión RNP.)
- Falla de equipos a bordo de la aeronave y alertas.
- Aviso al ATC de fallas a bordo de la aeronave.
- Procedimientos de contingencia.
- Fraseología aeronáutica a utilizarse.
- Generalidades en el diseño de rutas RNAV-RNP, en TMA's.
- Correcta anotación en la casilla 10, 15, y 18 del plan de vuelo.
- Aplicación RNAV-RNP para una mejor utilización del espacio aéreo.

Contenido mínimo de la instrucción práctica:

Escenario de un día de movimiento medio o alto.

- Simulación de vuelos offset, fly over, fly by turns, etc.
- Simulación de vuelos RNAV-RNP en ruta, SID, STAR, IAP.
- Simulación de separaciones entre aeronaves con diferentes tipos de navegación (RNAV-RNP Y VOR/DME)
- Simulación de separaciones entre aeronaves con el mismo método de navegación (RNAV-RNP)
- Simulación de vectores a un punto, trayectoria, arco, segmento de una ruta o procedimiento por instrumentos RNAV-RNP.
- Simulación de un ambiente con vuelos RNAV-RNP y convencionales.
- Simulación de un ambiente totalmente RNAV-RNP.
- Simulación de la presentación de datos de las casillas 10 y 18 del plan de vuelo.
- Simulación de la alerta automática de desviación lateral y longitudinal.
- Simulación de la carga de trabajo del controlador.
- Simulación de procedimientos de contingencia

APÉNDICE F

Proyecto de Implantación PBN en la Áreas Terminales de Brasil

1. Introducción

1.1. La Cuarta Reunión del Subgrupo ATM/CNS (Ciudad de México, 15 al 18 de agosto de 2005) consideró que operaciones en TMA's tienen características propias, teniéndose en cuenta los mínimos de separación aplicables entre aeronaves y entre aeronaves y obstáculos, así como la diversidad de aeronaves, que abarca aeronaves de baja performance que vuelan en el espacio aéreo inferior y que hacen procedimientos de llegada y salida en la misma trayectoria o cerca de las trayectorias de las aeronaves de alta performance.

1.2. En ese sentido, la reunión consideró que los Estados/Territorios y Organizaciones Internacionales deberían desarrollar Planes Nacionales de Implantación RNAV/RNP en TMA's, con base en el Concepto Operacional RNAV/RNP de las Regiones CAR/SAM, a ser desarrollado por el Grupo de Tarea RNAV/RNP para armonizar los criterios RNAV/RNP aplicables, principalmente para evitar la necesidad de múltiples aprobaciones operacionales para el vuelo en las Regiones CAR/SAM; los criterios aplicables de separación entre aeronaves serán publicados próximamente por la sede de la OACI.

1.3. El GREPECAS 13 (Santiago de Chile, 14 al 19 de noviembre de 2006) tomó nota de esa propuesta y aprobó la Conclusión 13/56 **Modelos de Plan de Acción RNAV/RNP para Operaciones en Ruta y Área Terminal** mediante la cual le solicitó a los Estados/Territorios y Organismos Internacionales y los Grupos de Implantación RNAV/RNP utilicen los modelos de plan de acción para la Implantación RNAV/RNP - Operaciones En Ruta y Área Terminal, desarrollados por el Grupo de Tarea PBN.

2. Análisis

2.1. Basándose en la Conclusión 13/56 del GREPECAS/13, Brasil ha desarrollado un Proyecto de Implantación PBN en las principales TMA's del país, abarcando un total de 12 fases, entre 2006 y 2012. El proyecto completo se adjunta como apéndice "A" a esta nota de estudio.

2.2. Las seis primeras fases del proyecto tienen el objetivo de establecer un proceso completo de implantación, abarcando las siguientes tareas:

- a) Simulación en Tiempo Real
- b) Simulación en Tiempo Acelerado
- c) Análisis Costo-Beneficio
- d) Evaluación de Seguridad
- e) Impacto en los Sistemas ATC
- f) Aprobación de Operadores y Aeronaves
- g) Normas y Procedimientos
- h) Entrenamiento de Controladores de Tránsito Aéreo y Pilotos
- i) Monitoreo de la Performance del Sistema Post-implantación

2.3. Al final de la sexta fase del proyecto, con la implantación de la PBN en las TMA's de Brasilia y Recife, esperase el establecimiento de un proceso completo de implementación PBN, que permitirá la implantación en las principales TMA's de Brasil.

2.4. Al final del proyecto, esperase implantar la PBN en las siguientes TMA:

TMA	FECHA
Brasilia	Marzo 2008
Recife	Marzo 2008
São Paulo	Agosto 2009
Belo Horizonte	Agosto 2009
Rio de Janeiro	Enero 2011
Porto Alegre	Enero 2001
Salvador	Agosto 2012
Curitiba	Agosto 2012

Planificación Implantación PBN TMA - BRASIL			
	Inicio	Término	Responsable
1. ETAPA 1	8-Feb-06	30-Jun-06	
1.1 Modelo Teórico			
1.1.1 Desarrollo de Propuesta de Estructura de Espacio Aéreo para las TMA Brasilia y Recife (Borrador de procedimientos de aproximación, de salida y STAR)	1-Mar-06	30-Jun-06	SDOP-ATM
1.1.2 Recolectar datos de tránsito aéreo, a fin de identificar los flujos principales de tránsito aéreo	1-Mar-06	30-Jun-06	SDOP-ATM
1.1.3 Análisis de la capacidad de navegación de la flota de aeronaves que opera en las TMA BR y RF	1-Mar-06	30-Jun-06	SDOP-ATM
1.1.4 Inserción del Modelo Operacional escenario 1	1-Mar-06	30-Jun-06	SDOP-ATM
1.1.5 Actualización del Modelo Teórico con las conclusiones de la reunión AP/ATM/12 (15 al 19 del Mayo 2006)	10-Apr-06	30-Jun-06	SDOP-ATM
1.1.6 Actualización del Modelo Teórico con las conclusiones de la reunión RNPSORSG/8 (05 al 09 /06/2006)	12-Jun-06	30-Jun-06	SDOP-ATM
1.2 Simulación en Tiempo Real	8-Feb-06	30-Jun-06	CINDACTA I/III
1.2.1 Definición del equipo de base de datos	8-Feb-06	24-Feb-06	CINDACTA I/III
1.2.2 Recolección de Datos Escenario 1	13-Feb-06	24-Feb-06	CINDACTA I/III
1.2.3 Generación de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 1	1-Mar-06	28-Apr-06	CINDACTA I/III
1.2.4 y ajuste de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 1	2-May-06	30-Jun-06	CINDACTA I/III
1.3 Simulación en Tiempo Acelerado	8-Feb-06	30-Jun-06	ICEA
1.3.1 Definición del equipo de base de datos	8-Feb-06	24-Feb-06	ICEA

Planificación Implantación PBN TMA - BRASIL			
	Inicio	Término	Responsable
1.3.2 Elaboración del Modelo de Datos	8-Feb-06	28-Apr-06	ICEA
1.3.3 Generación de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 1	1-Mar-06	28-Apr-06	ICEA
1.3.4 Validación del Modelo de Datos	1-Mar-06	28-Apr-06	ICEA
1.3.5 Ajuste de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 1	8-May-06	16-Jun-06	ICEA / SDOP-ATM
1.3.6 Ajuste de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 2	8-May-06	16-Jun-06	ICEA / SDOP-ATM
1.3.7 Elaboración de los informes del Escenario 1 (baseline)	19-Jun-06	30-Jun-06	ICEA
2. Etapa 2	3-Jul-06	30-Nov-06	
2.1 Modelo Teórico	3-Jul-06	30-Nov-06	SDOP-ATM
2.1.1 Definición de las Métricas	3-Jul-06	12-Jul-06	SDOP-ATM
2.1.2 Elaboración de las Planillas de recolección de datos	3-Jul-06	12-Jul-06	SDOP-ATM
2.1.3 Finalización Escenario 2	3-Jul-06	16-Aug-06	SDOP-ATM
2.1.4 Elaboración del Modelo Operacional Escenario 2	1-Aug-06	30-Nov-06	SDOP-ATM
2.2 Simulación en Tiempo Real	3-Jul-06	29-Nov-06	CINDACTA I/III
2.2.1 Primera Medición Escenario 1 (baseline) - TMA Recife	17-Jul-06	21-Jul-06	CINDACTA III
2.2.2 Generación de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 2	20-Jul-06	25-Jul-06	CINDACTA III
2.2.3 Inserción y ajuste de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 2	26-Jul-06	28-Jul-06	CINDACTA III
2.2.4 Primera Medición Escenario 1 (baseline) - TMA Brasilia	14-Aug-06	18-Aug-06	CINDACTA I
2.2.5 Generación de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 2	17-Aug-06	22-Aug-06	CINDACTA I
2.2.6 Inserción y ajuste de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 2	23-Aug-06	25-Aug-06	CINDACTA I
2.2.7 Generación de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenarios 1 e 2 - TMA Recife (ICEA)	25-Sep-06	6-Oct-06	CINDACTA III
2.2.8 Generación de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenarios 1 e 2 - TMA Brasilia (ICEA)	9-Oct-06	20-Oct-06	CINDACTA I
2.2.8 Reunión de Coordinación con controladores del APP y ACC - Recife	13-Nov-06	14-Nov-06	SDOP-ATM
2.2.9 Reunión de Coordinación con controladores del APP y ACC - Brasilia	28-Nov-06	29-Nov-06	SDOP-ATM
2.3 Simulación en Tiempo Acelerado	3-Jul-06	31-Oct-06	ICEA

Planificación Implantación PBN TMA - BRASIL			
	Inicio	Término	Responsable
2.3.1 Ajuste final de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 2	3-Jul-06	29-Sep-06	ICEA
2.3.2 Elaboración de informes preliminares del Escenario 2	14-Aug-06	6-Oct-06	ICEA
2.3.3 Elaboración de los informes finales del Escenario 2	14-Aug-06	31-Oct-06	ICEA
3. Etapa 3	4-Dec-07	30-Mar-07	
3.1 Modelo Teórico	4-Dec-07	30-Mar-07	SDOP-ATM
3.1.1 Recolección y Análisis de los Datos	4-Dec-07	30-Mar-07	SDOP-ATM
3.1.2 Elaboración/Presentación Informes Parcial Simulación PBN	10-Mar-07	20-Mar-07	SDOP-ATM
3.2 Simulación en Tiempo Real	4-Dec-07	30-Mar-07	
3.2.1 Simulación conjunta - ICEA	4-Dec-07	30-Mar-07	SDOP-ATM / CINDACTA I/III
3.3 Simulación en Tiempo Acelerado	4-Dec-07	30-Mar-07	
3.3.1 Elaboración informes escenario 2 y informes comparativos escenario 1/2	4-Dec-07	30-Mar-07	SDOP-ATM/ICEA
4. Etapa 4	2-Apr-07	31-Jul-07	
4.1 Modelo Teórico	2-Apr-07	31-Jul-07	SDOP-ATM
4.1.1 Finalización Escenario 3	2-Apr-07	13-Apr-07	SDOP-ATM
4.1.2 Elaboración do Modelo Operacional Escenario 3	16-Apr-07	31-Jul-07	SDOP-ATM
4.2 Simulación en Tiempo Real	30-Apr-07	31-Jul-07	CINDACTA I/III
4.2.1 Inserción y ajuste de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 3	30-Apr-07	22-Jun-07	CINDACTA I/III
4.2.2 Primera Medición Escenario 3 - TMA Recife	9-Jul-07	13-Jul-07	CINDACTA III
4.2.3 Primera Medición Escenario 3 - TMA Brasilia	23-Jul-07	27-Jul-07	CINDACTA I
4.3 Simulación en Tiempo Acelerado	16-Apr-07	29-Jun-07	ICEA
4.3.1 Ajuste final de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenario 3	16-Apr-07	15-Jun-07	ICEA
4.3.2 Elaboración de los informes preliminares del Escenario 3	18-Jun-07	29-Jun-07	ICEA

Planificación Implantación PBN TMA - BRASIL			
	Inicio	Término	Responsable
5. Etapa 5	1-Aug-07	21-Dec-07	
5.1 Modelo Teórico	1-Aug-07	21-Dec-07	
5.1.1 Recolección y Análisis de los Datos	1-Aug-07	30-Oct-07	SDOP-ATM
5.1.2 Revisión y Edición del Modelo Teórico Simulación PBN	1-Nov-07	21-Dec-07	SDOP-ATM/ICEA/CINDACTAI/II I
5.2 Simulación en Tiempo Real	1-Aug-07	30-Oct-07	
5.2.1 Generación de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenarios 1 e 2 - TMA Recife (ICEA)	1-Aug-07	30-Oct-07	CINDACTA III
5.2.2 Generación de la Base de Datos y Vídeo-Mapa Escenarios 1 e 2 - TMA Brasilia (ICEA)	1-Aug-07	30-Oct-07	CINDACTA I
5.2.3 Reunión de Coordinación con los controladores del APP y ACC - Recife	1-Aug-07	30-Oct-07	SDOP-ATM
5.2.4 Reunión de Coordinación con los controladores del APP y ACC - Brasilia	1-Aug-07	30-Oct-07	SDOP-ATM
5.2.5 Simulación conjunta - ICEA	1-Aug-07	30-Oct-07	SDOP-ATM/ICEA/CINDACTAI/II I
5.3 Simulación en Tiempo Acelerado	1-Aug-07	30-Oct-07	
5.3.1 Elaboración informes Escenario 3 y informes comparativos Escenario 1/3 e 2/3	1-Aug-07	30-Oct-07	SDOP-ATM/ICEA
6. Etapa 6	1-Mar-06	21-Mar-08	
6.1 Elaborar Análisis Costo-Beneficio	30-Nov-06	21-Dec-07	SDOP-ATM
6.1.1 Elaborar Análisis Costo-Beneficio Preliminar	30-Nov-06	20-Dec-06	SDOP-ATM
6.1.2 Elaborar Análisis Costo-Beneficio Final	15-Jul-07	21-Dec-07	SDOP-ATM
6.2 Evaluación de Seguridad	1-Mar-06	21-Feb-08	SDOP-ATM
6.2.1 Desarrollar modelo de Evaluación de Seguridad para TMA	15-Apr-06	31-Jan-07	SDOP-ATM
6.2.2 Elaborar Programa de Recolección de Datos para la Evaluación de Seguridad	2-May-06	30-Jun-06	SDOP-ATM
6.2.3 Elaborar Evaluación de Seguridad Final	1-Feb-07	21-Feb-08	SDOP-ATM
6.3 Impacto en los Sistemas Automatizados ATC	1-Jul-06	21-Feb-08	SDOP-ATM/SDTI-SIC/CISCEA
6.3.1 Evaluar impacto de la aplicación PBN en los Sistemas Automatizados ATC	1-Jul-06	21-Feb-07	SDOP-ATM/SDTI-SIC
6.3.2 Implementar los cambios necesarios en los Sistemas Automatizados ATC	21-Feb-07	21-Feb-08	CISCEA

Planificación Implantación PBN TMA - BRASIL			
	Inicio	Término	Responsable
6.4 Aprobación de aeronaves y operadores	13-Mar-06	21-Feb-08	DAC
6.4.1 Evaluar las Especificaciones de Navegación disponibles, considerando la infraestructura CNS existente y planificada (RNAV-1)	13-Mar-06	21-Feb-07	DAC
6.4.2 Publicar proceso de aprobación operacional	13-Mar-06	21-Feb-07	DAC
6.4.3 Establecer Meta de Operaciones Aprobadas	8-Jan-07	30-Mar-07	SDOP-ATM
6.4.4 Evaluar de operaciones aprobadas	1-Mar-07	21-Feb-08	CARSAMMA
6.5 Normas e Procedimientos	13-Mar-06	21-Feb-08	SDOP-ATM
6.5.1 Actualizar reglamentación sobre uso del GNSS	13-Mar-06	21-Feb-07	SDOP-ATM
6.5.2 Elaborar y Publicar AIC notificando la planificación de la implementación de la PBN en las TMA BR e RF	30-Nov-06	21-Feb-07	SDOP-ATM
6.5.3 Publicar Suplemento AIP que contenga normas y procedimientos aplicables, incluyendo posibilidad de suspensión de las operaciones PBN	1-Aug-07	AIRAC NOV 2007	SDOP-ATM
6.5.4 Revisar Modelo Operacional del APP Brasilia y Recife	1-Aug-07	21-Jan-08	CINDACTA I/III
6.5.5 Revisión/Inspección en Vuelo/Publicación de los procedimientos de aproximación, salida y STAR	1-Aug-07	AIRAC NOV 2007	SDOP-ATM
6.5.6 Finalizar cambios en las Cartas de Acuerdo	1-Aug-07	21-Jan-08	CINDACTA I/III
6.6 Entrenamiento	3-Apr-06	14-Mar-08	SDOP-ATM / CINDACTA I/II I
6.6.1 Elaborar documentación de entrenamiento de pilotos	3-Apr-06	21-Feb-07	DAC
6.6.2 Elaborar documentación de entrenamiento para Controladores de Tránsito Aéreo y Operadores AIS	1-Aug-07	14-Nov-07	SDOP-ATM / CINDACTA I/II I
6.6.3 Conducir Entrenamiento (controladores de tránsito aéreo, operadores AIS)	20-Nov-07	14-Mar-08	CINDACTA I/III
6.6.4 Realización de Seminarios Internos	5-Nov-07	7-Mar-08	
6.6.5 Realización de Seminarios Externos	21-Jan-08	7-Mar-08	
6.7 Recursos Humanos	1-Feb-07	30-Apr-07	SDOP-ATM / SDAD-RHU
6.7.1 Proponer la asignación de los Controladores de Tránsito Aéreo necesarios	1-Feb-07	30-Apr-07	SDOP-ATM / SDAD-RHU
6.8 Decisión para Implantación Final	NA	21-Feb-08	SDOP-ATM
6.8.1 Finalizar Documentación ATS	NA	21-Feb-08	SDOP-ATM
6.8.2 Finalizar Evaluación de Disponibilidad	NA	21-Feb-08	CARSAMMA

Planificación Implantación PBN TMA - BRASIL			
	Inicio	Término	Responsable
Operacional			
6.8.3 Finalizar a Evaluación de Seguridad	NA	21-Feb-08	SDOP-ATM
6.8.4 Publicación de "trigger" NOTAM	NA	14-Feb-08	SDOP-ATM
6.9 Monitorear la Performance del Sistema	1-Aug-07	21-Mar-09	SDOP-ATM
6.9.1 Elaborar Programa de Seguimiento Pos-Implementación de las Operaciones en las TMA Brasilia y Recife	1-Aug-07	21-Feb-08	SDOP-ATM
6.9.2 Ejecutar Programa de Seguimiento Pos-Implementación de las Operaciones en las TMA Brasilia y Recife	21-Mar-08	21-Mar-09	SDOP-ATM
Eta 7 Implementación PBN TMA São Paulo	Feb-08	Jun-08	SDOP-ATM
7.1 Realizar levantamiento de datos de transito aéreo, a fin de identificar los flujos de transito aéreo	Feb-08	Apr-08	
7.2 Análisis de la capacidad de navegación de la flota de aeronaves que opera en la TMA	Feb-08	Apr-08	SDOP-ATM
7.3 Elaboración de propuesta de Estructura de Espacio Aéreo PBN (Elaboración de minuta de los procedimientos de aproximación y de salida y de las STAR)	Feb-08	Jul-08	SDOP-ATM
7.4 Realizar Simulación en Tiempo Acelerado	Feb-08	Mar-09	SDOP-ATM
7.5 Realizar Simulación en Tiempo Real	Feb-08	Mar-09	SDOP-ATM
7.6 Realizar Evaluación de Seguridad	Feb-08	Mar-09	SDOP-ATM
7.7 Realizar Análisis Costo-Beneficio	Feb-08	Mar-09	SDOP-ATM
7.8 Implementar PBN en la TMA SP	NA	Aug-09	SDOP-ATM
Eta 8 Analizar viabilidad de implementación PBN en la TMA Belo Horizonte	Feb-08	Jun-08	SDOP-ATM
8.1 Realizar levantamiento de datos de transito aéreo, a fin de identificar los flujos de transito aéreo	Feb-08	Apr-08	
8.2 Análisis de la capacidad de navegación de la flota de aeronaves que opera en la TMA	Feb-08	Apr-08	SDOP-ATM
8.3 Elaboración de propuesta de Estructura de Espacio Aéreo PBN (Elaboración de minuta de los procedimientos de aproximación y de salida y de las STAR)	Feb-08	Jul-08	SDOP-ATM
8.4 Realizar Simulación en Tiempo Acelerado	Feb-08	Mar-09	SDOP-ATM
8.5 Realizar Simulación en Tiempo Real	Feb-08	Mar-09	SDOP-ATM
8.6 Realizar Evaluación de Seguridad	Feb-08	Mar-09	SDOP-ATM
8.7 Realizar Análisis Costo-Beneficio	Feb-08	Mar-09	SDOP-ATM
8.8 Implementar PBN en la TMA BH	NA	Aug-09	SDOP-ATM
Eta 9 Analizar viabilidad de implementación PBN en la TMA Rio de Janeiro	Sep-09	Jan-10	SDOP-ATM
9.1 Realizar levantamiento de datos de transito	Sep-09	Nov-09	

Planificación Implantación PBN TMA - BRASIL			
	Inicio	Término	Responsable
aéreo, a fin de identificar los flujos de tránsito aéreo			
9.2 Análisis de la capacidad de navegación de la flota de aeronaves que opera en la TMA	Sep-09	Nov-09	SDOP-ATM
9.3 Elaboración de propuesta de Estructura de Espacio Aéreo PBN (Elaboración de minuta de los procedimientos de aproximación y de salida y de las STAR)	Sep-09	Dec-09	SDOP-ATM
9.4 Realizar Simulación en Tiempo Acelerado	Feb-09	Aug-10	SDOP-ATM
9.5 Realizar Simulación en Tiempo Real	Feb-09	Aug-10	SDOP-ATM
9.6 Realizar Evaluación de Seguridad	Feb-09	Aug-10	SDOP-ATM
9.7 Realizar Análisis Costo-Beneficio	Feb-09	Aug-10	SDOP-ATM
9.8 Implementar PBN en la TMA RJ	NA	Jan-11	SDOP-ATM
Etapa 10 Analizar viabilidad de implementación PBN en la TMA Porto Alegre	Sep-09	Jan-10	SDOP-ATM
10.1 Realizar levantamiento de datos de tránsito aéreo, a fin de identificar los flujos de tránsito aéreo	Sep-09	Nov-09	
10.2 Análisis de la capacidad de navegación de la flota de aeronaves que opera en la TMA	Sep-09	Nov-09	SDOP-ATM
10.3 Elaboración de propuesta de Estructura de Espacio Aéreo PBN (Elaboración de minuta de los procedimientos de aproximación y de salida y de las STAR)	Sep-09	Dec-09	SDOP-ATM
10.4 Realizar Simulación en Tiempo Acelerado	Feb-09	Aug-10	SDOP-ATM
10.5 Realizar Simulación en Tiempo Real	Feb-09	Aug-10	SDOP-ATM
10.6 Realizar Evaluación de Seguridad	Feb-09	Aug-10	SDOP-ATM
10.7 Realizar Análisis Costo-Beneficio	Feb-09	Aug-10	SDOP-ATM
10.8 Implementar PBN en la TMA PA	NA	Jan-11	SDOP-ATM
Etapa 11 Analizar viabilidad de implementación PBN en la TMA Curitiba	Feb-11	Jun-11	SDOP-ATM
11.1 Realizar levantamiento de datos de tránsito aéreo, a fin de identificar los flujos de tránsito aéreo	Feb-11	Apr-11	
11.2 Análisis de la capacidad de navegación de la flota de aeronaves que opera en la TMA	Feb-11	Apr-11	SDOP-ATM
11.3 Elaboración de propuesta de Estructura de Espacio Aéreo PBN (Elaboración de minuta de los procedimientos de aproximación y de salida y de las STAR)	Feb-11	Jul-11	SDOP-ATM
11.4 Realizar Simulación en Tiempo Acelerado	Feb-11	Mar-12	SDOP-ATM
11.5 Realizar Simulación en Tiempo Real	Feb-11	Mar-12	SDOP-ATM
11.6 Realizar Evaluación de Seguridad	Feb-11	Mar-12	SDOP-ATM
11.7 Realizar Análisis Costo-Beneficio	Feb-11	Mar-12	SDOP-ATM
11.8 Implementar PBN en la TMA CT	NA	Aug-12	SDOP-ATM

Planificación Implantación PBN TMA - BRASIL			
	Inicio	Término	Responsable
Etapa 12 Analizar viabilidad de implementación PBN en la TMA Salvador	Feb-11	Jun-11	SDOP-ATM
12.1 Realizar levantamiento de datos de tránsito aéreo, a fin de identificar los flujos de tránsito aéreo	Feb-11	Apr-11	
12.2 Análisis de la capacidad de navegación de la flota de aeronaves que opera en la TMA	Feb-11	Apr-11	SDOP-ATM
12.3 Elaboración de propuesta de Estructura de Espacio Aéreo PBN (Elaboración de minuta de los procedimientos de aproximación y de salida y de las STAR)	Feb-11	Jul-11	SDOP-ATM
12.4 Realizar Simulación en Tiempo Acelerado	Feb-11	Mar-12	SDOP-ATM
12.5 Realizar Simulación en Tiempo Real	Feb-11	Mar-12	SDOP-ATM
12.6 Realizar Evaluación de Seguridad	Feb-11	Mar-12	SDOP-ATM
12.7 Realizar Análisis Costo-Beneficio	Feb-11	Mar-12	SDOP-ATM
12.8 Implementar PBN en la TMA SV	NA	Aug-12	SDOP-ATM

Proyecto de Implantación total del WGS-84 y Desarrollo de Procedimientos RNAV/RNP de Centroamérica

1. Introducción

1.1 Desde los inicios de las recomendaciones emanadas por la Organización de Aviación Civil Internacional OACI, con la finalidad de considerar el uso de los equipos de nueva generación a bordo de las aeronaves modernas, La Corporación Centroamericana de Servicios de Navegación Aérea COCESNA, le ha dado seguimiento al desarrollo de las aplicaciones RNAV comprendidas dentro de los conceptos CNS/ATM.

1.2 La necesidad de establecer procedimientos RNAV dentro de la Región Centroamericana, ha sido un tema debidamente analizado por los Especialistas ATM en diferentes Foros, Seminarios y Reuniones, lo que ha generado algunos proyectos de decisión o conclusiones para impulsar estos procedimientos en concordancia con lo que demanda el modernismo de las flotas de las Líneas Aéreas, así como la seguridad operacional.

1.3 Por las razones antes indicadas, COCESNA está llevando a cabo el Proyecto Implantación total del WGS-84 y desarrollo de procedimientos RNAV/RNP de Centroamérica, el cual contempla dentro del contenido de sus objetivos y fases de ejecución contar con todos los elementos necesarios que faciliten la provisión de los servicios de navegación aérea y permitan optimizar las ventajas de operación con que cuentan actualmente las Líneas Aéreas.

2. Objetivos del proyecto

2.1 Los objetivos seleccionados para el cumplimiento del Proyecto Implantación total del WGS-84 y desarrollo de procedimientos RNAV/RNP de Centroamérica, se resumen a continuación:

- Implantación total del WGS-84 en Centroamérica;
- Lograr una aplicación regional del uso del concepto RNAV conforme a los criterios de la OACI;
- Mejorar la seguridad de la navegación aérea;
- Mejorar la distribución y ordenamiento del espacio aéreo;
- Obtener mayor eficiencia en la operación de las aeronaves;
- Reducir los tiempos por demoras en las llegadas y salidas de las aeronaves; y

3. Fases del proyecto

3.1 FASE 1 : Implantación Total del WGS-84

3.1.1 El propósito de esta primera fase ha tenido sus avances en la mayoría de los Estados Centroamericanos, teniéndose información recibida en COCESNA acerca de la finalización del levantamiento de obstáculos en los aeropuertos internacionales de San Salvador MSLP, Tegucigalpa MHTG, San Pedro Sula MHLM, La Ceiba MHLC, Roatán MHRO y la actualización del convenio de cooperación entre la Autoridad de Aeronáutica Civil y el Instituto Nacional de Estudios Territoriales de Nicaragua.

3.2 FASE 2 : Capacitación

3.2.1 La capacitación incluida dentro de este proyecto contempla la preparación del personal técnico siguiente:

- El personal técnico especialista en procedimientos de aproximación por instrumentos;
- El personal de tripulación de vuelo de la aeronave de COCESNA que verifica los procedimientos; y
- El personal de las Administraciones de Aeronáutica/Aviación Civil que requieren conocer sobre la certificación, aprobación, autorización, aplicación y publicación oficial de los procedimientos RNP RNAV.

3.2.2 Hasta la fecha, mediante este proyecto, la tripulación de vuelo de la aeronave de inspección de radioayudas de COCESNA ha participado en varios eventos relacionados al tema, entre ellos el Tercer Seminario CAR/SAM RNAV/RNP, realizado en la Ciudad de Lima, Perú, en septiembre de 2005.

3.2.3 Adicionalmente, dentro del proceso de instrucción de la tripulación de COCESNA, se tiene contemplado su capacitación específica en lo relacionado a la inspección y certificación de los procedimientos RNAV/RNP que serán implantados en Centroamérica, como parte del mencionado dentro del proyecto.

3.2.4 Más recientemente, con la colaboración de la IATA, el Instituto Centroamericano de Capacitación Aeronáutica ICCAE de COCESNA realizó el seminario GNSS RNAV RNP en la ciudad de San Salvador, contando con la participación de Especialistas de los Estados de Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, así como la de los Tripulantes y Especialistas del Grupo TACA, COPA y los especialistas de COCESNA.

3.2.5 Dentro del tema de capacitación también está contemplada la preparación del personal de las Administraciones de Aeronáutica/Aviación Civil de Centroamérica y de COCESNA en el diseño de procedimientos RNAV.

3.3 FASE 3 : Diseño de Procedimientos

3.3.1 Con esta fase se pretende que, una vez formado el personal especialista en el diseño de procedimientos de los Estados, cada Administración Aeronáutica estará en la capacidad de elaborar sus propios procedimientos RNAV, de acuerdo a las necesidades locales y en cumplimiento de la normativa de la OACI.

3.4 FASE 4 : Verificación y Certificación de Procedimientos

3.4.1 En esta fase el proyecto contempla que se requiere el aporte correspondiente de los diseños elaborados en cada Estado para ser verificados en vuelo. Es entendido que la oficialización de la certificación de los procedimientos como paso previo a su publicación es responsabilidad de cada Estado Centroamericano.

APÉNDICE G

PROCESO DE APROBACIÓN RNAV/RNP

1. Generalidades

1.1 A medida que la implementación del concepto de la PBN vaya creciendo en el mundo, se espera que una aeronave desde que despegue hasta que aterriza atraviese diferentes espacios aéreos y rutas con diferentes tipos de RNAV y/o RNP, lo cual requerirá la emisión de múltiples autorizaciones para una misma aeronave y explotador, incrementado de esta manera la carga de trabajo tanto para los explotadores como para la AAC. A fin de reducir esta carga de trabajo es necesario diseñar un proceso de aprobación genérico que permita emitir autorizaciones RNAV/RNP bajo un mismo criterio.

1.2 Este texto de orientación presenta información concerniente al nuevo concepto de navegación basada en la performance (PBN) y a sus dos categorías de aplicación definidas como: operaciones de navegación de área (RNAV) y operaciones con performance de navegación requerida (RNP), también provee dirección y guía a los inspectores de la AAC acerca del proceso de aprobación de los siguientes tipos de operaciones: RNP 10, RNP 4, RNAV 5, RNAV 2 y RNAV 1.

2. Aprobación RNAV/RNP

2.1 La aprobación RNAV/RNP comprenderá dos tipos de aprobaciones: la de aeronavegabilidad, que tratará exclusivamente sobre la aprobación de las aeronaves y la operacional, la cual se encargará de los aspectos operacionales del explotador. El cumplimiento de estos dos tipos de aprobaciones, permitirá a los explotadores obtener una autorización RNAV/RNP.

2.1.1 Aprobación de aeronavegabilidad.-

- a) Toda aeronave que un explotador intente utilizar en espacio aéreo RNAV/RNP, debe recibir de su AAC una aprobación de aeronavegabilidad, antes que se le emita una aprobación operacional;
- b) Se aprobará una aeronave que haya satisfecho los requisitos de los documentos de aprobación de aeronavegabilidad apropiados de cada Estado, los cuales deberían estar basados en los requerimientos del manual de la PBN (en desarrollo al momento por el grupo de trabajo RNPSORSG).

2.1.2 Aprobación operacional.-

- a) El Estado del explotador será la autoridad responsable de la aprobación de las operaciones de vuelo en el espacio aéreo en el que se prescriba un tipo de RNAV/RNP. La autoridad de aprobación se asegurará que la aeronave esté equipada con los sistemas que soporten la operación del tipo de RNAV/RNP para la cual la aprobación operacional es requerida.

3. Proceso de aprobación RNAV/RNP

3.1 El proceso de aprobación RNAV/RNP estará compuesto de cinco fases, las cuales se describen a continuación:

- a) Fase uno: Pre-solicitud;
- b) Fase dos: Solicitud formal;
- c) Fase tres: Análisis de la documentación;
- d) Fase cuatro: Inspección y demostración;
- e) Fase cinco: Aprobación.

4. Fase uno – Pre-solicitud

4.1 La Fase uno puede ser iniciada ya sea por el explotador cuando éste determina y manifiesta a la AAC la intención de conducir operaciones en espacio aéreo RNAV/RNP o por la AAC, cuando ésta requiere que los explotadores obtengan una autorización RNAV/RNP.

4.2 El Jefe del organismo de inspección y certificación al conocer la intención del explotador o de la AAC, designará al equipo de aprobación, donde uno de sus miembros será nombrado como Jefe de equipo. En este caso el POI podrá ser nombrado como tal.

4.3 El equipo de la AAC designado para conducir la aprobación del solicitante, debe familiarizarse con todos los aspectos de la operación propuesta o requerida, a fin de poder brindar orientación y asesoramiento al explotador durante la reunión de pre-solicitud y a través de todo el proceso. Para esto los inspectores deben:

- a) familiarizarse con la política existente de la AAC y con los requerimientos establecidos para la aprobación RNAV/RNP;
- b) familiarizarse con el material técnico apropiado RNAV/RNP;
- c) familiarizarse con los requisitos de las aeronaves y sus equipos para cada tipo de aprobación RNAV/RNP;
- d) familiarizarse con los métodos para determinar la admisibilidad de las aeronaves;
- e) evaluar con precisión el carácter y alcance de la propuesta;
- f) determinar si se requiere pruebas o vuelos de validación;
- g) determinar la necesidad de requerimientos de coordinación;
- h) asegurarse que el explotador o solicitante tiene un claro entendimiento de los requisitos mínimos que constituye una solicitud aceptable; y
- i) determinar la fecha en la cual el explotador pretende iniciar operaciones RNAV/RNP.

4.4 El Jefe del equipo de aprobación, convocará al explotador a una reunión de pre-solicitud.

4.5 Durante el desarrollo de la reunión de pre-solicitud, el equipo de la AAC tratará los siguientes temas:

- a) fases del proceso de aprobación, señalando las responsabilidades que cada una de las partes debe cumplir en dichas fases;
- b) requisitos reglamentarios y documentos de aprobación RNAV/RNP vigentes;

- c) documentos de referencia (por ejemplo: manual sobre navegación basada en la performance de OACI);
- d) elementos del paquete de datos de aeronavegabilidad;
- e) documentos, manuales y programas de aeronavegabilidad y operaciones que el explotador deberá presentar junto con la solicitud de aprobación RNAV/RNP en la Fase dos;
- f) procedimientos de operación y de mantenimiento a ser desarrollados por el explotador;
- g) requisitos de las aeronaves y equipos para cada tipo RNAV/RNP;
- h) métodos para determinar la admisibilidad de las aeronaves por parte de la AAC;
- i) procedimientos de coordinación entre la AAC y el explotador;
- j) la necesidad de que el solicitante conforme un equipo de trabajo para llevar a cabo la aprobación;
- k) cronograma de eventos;
- l) causas para rechazar la documentación;
- m) requerimientos de vuelos o pruebas de validación;
- n) plan de pruebas o vuelos de validación (si son requeridos);
- o) estándares o normas aceptables para la presentación de los documentos;
- p) programas de instrucción para las tripulaciones, EOV/AD y personal de mantenimiento;
- q) párrafo o párrafos de las OpSpecs a ser desarrollados;
- r) causas para la suspensión o revocación de la aprobación RNAV/RNP.

4.6 Durante esta fase, la AAC y el explotador desarrollan un entendimiento común con respecto a la aprobación RNAV/RNP.

4.7 Esta fase concluye cuando la AAC se asegura que el explotador ha adquirido un conocimiento cabal de todos aspectos a desarrollar durante el proceso de aprobación RNAV/RNP.

5. Fase dos – Solicitud formal

5.1 La Fase dos inicia cuando el explotador remite la solicitud formal junto con la siguiente documentación. En la figura 2-1 – *Ejemplo de solicitud formal*, se describe un ejemplo del contenido de la misma.

- a) Documentos de aeronavegabilidad, que permitan determinar la admisibilidad de las aeronaves tales como:
 - 1) para aeronaves que hayan demostrado su capacidad en su proceso de fabricación: el AFM, suplemento al AFM y/o la TCDS; y
 - 2) para aeronaves que hayan alcanzado su capacidad en servicio: como sea aplicable, el SB; Aircraft service change; Service letter; STC y el paquete de datos que sustente dichos documentos y, los documentos que avalen el cumplimiento de la modificación e/o inspección (p. ej., Formulario FAA 337).

- b) documentos de mantenimiento:
 - 1) para aeronaves que hayan demostrado su capacidad en su proceso de fabricación: todos los documentos y manuales de mantenimiento vigentes y aplicables a su operación (por ejemplo: MM, SRM, IPC, WDM, etc);
 - 2) para aeronaves que hayan alcanzado su capacidad en servicio: todos los documentos y manuales de mantenimiento actualizados (todos los suplementos a los manuales afectados, por ejemplo: el suplemento al AFM, MM, etc);
 - 3) manual de control de mantenimiento del explotador revisado, el que debe contener la descripción de los equipos de la aeronave detallando sus componentes relevantes para realizar la operación RNAV/RNP solicitada;
 - 4) programa de mantenimiento revisado;
- c) descripción de la integración del equipo de navegación;
- d) en caso de operaciones RNP 10 y/o RNP 4, los límites de tiempo cuando se solicita operar con INS o con IRU en áreas oceánicas o remotas. Debe indicarse el límite de tiempo propuesto por el solicitante para operaciones RNP 10 y/o RNP 4 en relación con los INS o IRU especificados. El solicitante debe tener en cuenta el efecto de vientos de frente en la zona en la que desea realizar operaciones RNP 10 y/o RNP 4.
- e) descripción de los procedimientos de actualización, de ser utilizados;
- f) programas de instrucción RNAV/RNP (inicial y periódico): Tripulación de vuelo;
 - 1) EOVDV; y
 - 2) personal de mantenimiento.
- g) Manual de operaciones revisado: políticas, prácticas operacionales y procedimientos.
 - 1) Planificación de vuelo;
 - 2) procedimientos de pre-vuelo;
 - 3) procedimientos en ruta;
 - 4) procedimientos de actualización y repercusiones de la actualización en la solución de la navegación (si se proyecta la actualización y solo para aeronaves con sistemas inerciales);
 - 5) conocimiento de la tripulación de vuelo; y
 - 6) procedimientos de contingencia en vuelo de acuerdo con el Doc 7030 Procedimientos *suplementarios regionales* de la OACI.
- h) MEL
- i) procedimiento para la validación de la base de datos de navegación y cartas de autorización de los proveedores de dichos datos;
- j) manual de operación de la aeronave (AOM) y listas de verificación;
- k) historial de performance (performance anterior);
- l) plan de pruebas o vuelos de validación.

5.2 Esta fase no incluye una evaluación minuciosa ni el análisis del contenido de la documentación presentada, sin embargo, esta debe ser examinada para determinar que se encuentren incluidos la totalidad de los requerimientos solicitados.

5.3 En caso que la propuesta sea insatisfactoria, esta debe ser devuelta al explotador con una explicación escrita de las razones de su rechazo.

5.4 Si la propuesta es satisfactoria, el JEC de la AAC decidirá continuar con la siguiente fase del proceso.

6. Fase tres – Análisis de la documentación

6.1 En la Fase tres, el equipo de la AAC debe llevar a cabo un análisis detallado de toda la documentación presentada junto con la solicitud formal.

6.2 El equipo de la AAC determinará la admisibilidad de las aeronaves o grupo de aeronaves utilizando uno de los tres métodos siguientes:

- a) Aeronaves que cuentan con declaración de aeronavegabilidad RNAV/RNP en el AFM;
- b) aeronaves que no cuentan con declaración RNAV/RNP en el AFM, a las cuales se les concede la aprobación, en virtud de otras normas o de normas anteriores (p. ej., Appendix G del 14 CFR, Part 121.); y
- c) recopilación de datos, a través de los siguientes métodos:
 - Secuencial; o
 - periódico.

6.3 Existen dos posibilidades como resultado de la Fase tres:

- a) Cuando los resultados del análisis detallado de la documentación son satisfactorios, el proceso pasa a la Fase cuatro. Caso contrario, la solicitud junto con la documentación será devuelta al explotador con una explicación escrita de las razones para su rechazo.

7. Fase cuatro – Inspección y demostración

7.1 Una vez que la documentación ha sido aprobada, en la Fase cuatro se llevará a cabo las siguientes actividades:

- a) Instrucción de RNAV/RNP para tripulantes de vuelo, EOV/AD y personal de mantenimiento, la cual será verificada por la AAC; y
- b) pruebas o vuelos de validación, las mismas que seguirán los lineamientos de los documentos de los Estados correspondientes a *Pruebas de validación*.

7.2 Las reglamentaciones de los Estados no prohíben el transporte comercial de pasajeros en pruebas de validación. El equipo de la AAC puede autorizar que el solicitante transporte pasajeros a bordo de un vuelo de validación cuando la operación propuesta es similar a aquellas que constan en la experiencia previa del solicitante.

7.3 Esta fase termina cuando los requerimientos de inspección de las aeronaves, instrucción y de pruebas o vuelos de validación han sido concluidos con éxito. En caso que un solicitante haya fallado las pruebas o vuelos de validación, el explotador deberá tomar las acciones correctivas y posteriormente reprogramar dichas pruebas o vuelos, debiendo para tal efecto enviar un nuevo plan de pruebas o vuelos de validación.

8. Fase cinco – Aprobación

8.1 Una vez que el explotador ha completado los requerimientos de aeronavegabilidad, aeronavegabilidad continuada y de operaciones, la AAC emite la autorización RNAV/RNP, a través de las especificaciones para las operaciones (OpSpecs).

9. Ayuda de trabajo

9.1 La Figura 2-2 – *Ayuda de trabajo para aprobación RNAV/RNP* describe de manera específica los pasos a seguir durante el proceso de aprobación RNAV/RNP.

10. Disponibilidad de la documentación

10.1 Las direcciones electrónicas donde se pueden obtener la documentación relacionada con RNAV/RNP se describen a continuación:

- a) Copias de los documentos de EUROCONTROL pueden ser solicitadas a EUROCONTROL, Documentation Centre, GS4, Rue de la Fusee, 96, B-1130 Brussels, Belgium; (Fax: 32 2729 9109). Web site: <http://www.ecacnav.com>.
- b) Copias de los documentos de EUROCAE pueden ser compradas a EUROCAE, 17 rue Hamelin, 75783 Paris Cedex 16, France (Fax: 33 1 4505 7230). Web site: <http://www.eurocae.org>.
- c) Copias de los documentos de la FAA pueden ser obtenidas de Superintendent of Documents, Government Printing Office, Washington, DC 20402-9325, USA. Web site: <http://www.faa.gov/certification/aircraft/> (Regulation and guidance library).
- d) Copias de los documentos RTCA pueden ser obtenidas de RTCA Inc., 1140 Connecticut Avenue, N.W., Suite 1020, Washington, DC 20036-4001, USA, (Tel: 1 202 833 9339). Web site: www.rtca.org.
- e) Copias de los documentos ARINC pueden ser obtenidas de Aeronautical Radio Inc., 2551 Riva Road, Anápolis, Maryland 24101-7465, USA. Web site: <http://www.arinc.com>.
- f) Copias de los documentos de la JAA están disponibles en la JAA's Publisher Information Handling Services (IHS). Información sobre los precios, donde y como ordenar, está disponible en la JAA web site: <http://www.jaa.nl> y en IHS web sites: <http://www.global.his.com> y <http://www.avdataworks.com>.
- g) Copias de los documentos de EASA pueden ser obtenidas de EASA (European Aviation Safety Agency), 101253, D-50452 Koln, Germany.
- h) Copias de los documentos de OACI pueden ser compradas a Document sales unit, International Civil Aviation Organization, 999 University Street, Montreal, Québec, Canada H3C 5H7, (Fax: 1 514 954 6769, o al e-mail: sales_unit@icao.org) o a través de las agencias nacionales.

Figura 2-1 – Ejemplo de solicitud formal

Señor.
 Jorge Medrano
 Jefe del organismo de certificación e inspección
 Chiclayo 857
 Miraflores

De mi consideración:

Por medio de la presente nos dirigimos a usted, Sr. Jefe del organismo de certificación e inspección de la AAC, para solicitarle que a la Compañía ORION se le emita la aprobación de las OpSpecs para conducir operaciones RNP 10 (4) y/o RNAV 1 (2, 5), *de 6,2 horas entre actualizaciones en las rutas designadas (solo para el caso de operaciones RNP 10 y RNP 4).* Las siguientes aeronaves reúnen los requisitos y capacidades de acuerdo a lo especificado en la *(especifique la orden o la AC con que se aprobarán las aeronaves, p. ej., AC 90-100/TGL 2 etc.).*

Tipo RNAV/RNP	Tipo y serie de aeronave	Equipos de navegación	Equipos de comunicación	Tiempo límite
RNP 10 y 4 RNAV 1, 2 y 5	B 747-400	Liste los equipos de navegación por nombre, tipo, modelo y fabricante	Liste los equipos de comunicación por nombre, tipo, modelo y fabricante	Número de horas o ilimitado para RNP 10 o RNP 4
RNP 10 y 4 RNAV 1, 2 y 5	B 737-500	Liste los equipos de navegación por nombre, tipo, modelo y fabricante	Liste los equipos de comunicación por nombre, tipo, modelo y fabricante	Número de horas o ilimitado para RNP 10 o RNP 4

Atentamente,

César Martínez Zerpa
 Presidente Ejecutivo de ORION

Figura 2-2 – Ayuda de trabajo para aprobación RNAV/RNP

Solicitante:		
Tipo RNAV:	Tipo RNP:	
Actividades	Inspectores	Fecha
1. Fase uno - Pre-solicitud		
a) Declaración de intención del solicitante		
b) Designación del equipo de la AAC para conducir la aprobación RNAV/RNP del solicitante		
c) Familiarización del equipo de la AAC con: <ol style="list-style-type: none"> 1) La política existente de la AAC y con los requerimientos establecidos para la aprobación RNAV/RNP; 2) El material técnico apropiado RNAV/RNP; 3) Los requisitos de las aeronaves para cada tipo RNAV/RNP; 4) Los métodos para determinar la admisibilidad de las aeronaves; 5) Evaluar con precisión el carácter y alcance de la propuesta; 6) Determinar si se requiere pruebas o vuelos de validación; 7) Determinar la necesidad de requerimientos de coordinación; 8) Asegurarse que el explotador o solicitante tiene un claro entendimiento de los requisitos mínimos que constituye una solicitud aceptable; y 9) Determinar la fecha en la cual el explotador pretende iniciar operaciones RNAV/RNP. 		
d) Convocatoria del solicitante a la reunión de pre-solicitud		
e) Reunión de pre-solicitud (temas a ser cubiertos) <ol style="list-style-type: none"> 1) Fases del proceso de aprobación 2) Requisitos reglamentarios y documentos de 		

<p>aprobación</p> <ol style="list-style-type: none"> 3) Documentos de referencia 4) Paquete de datos de aeronavegabilidad 5) Documentos de aeronavegabilidad, mantenimiento y operaciones a ser presentados con la Solicitud formal 6) Procedimientos de operación y de mantenimiento a ser desarrollados por el solicitante 7) Requisitos de las aeronaves 8) Métodos para determinar la admisibilidad de las aeronaves 9) Procedimientos de coordinación 10) Conformación de un equipo de trabajo por parte del solicitante 11) Cronograma de eventos 12) Causas para rechazar la documentación 13) Requerimientos de pruebas o vuelos de validación 14) Plan de pruebas o vuelos de validación (si son requeridos) 15) Estándares aceptables para la presentación de la documentación 16) Programas de instrucción para las tripulaciones de vuelo, EOY/AD y personal de mantenimiento. 17) Párrafo o párrafos de las OpSpecs a ser desarrollados 18) Causas para la suspensión o revocación de la aprobación RNAV/RNP 		
f) Apertura del registro de aprobación		
2. Fase dos – Solicitud formal		
a) Carta de solicitud formal, adjuntando la siguiente documentación:		
<ol style="list-style-type: none"> 1) Documentos de aeronavegabilidad <ul style="list-style-type: none"> - Para aeronaves que hayan demostrado su capacidad en su proceso de fabricación: el AFM, suplemento al AFM y/o la TCDS; - para aeronaves que hayan alcanzado su 		

<p>capacidad en servicio: como sea aplicable, el SB; Aircraft service change, Service letter, STC, y el paquete de datos que sustente dichos documentos y, los documentos que avalen el cumplimiento de la modificación e/o inspección (por ejemplo Formulario FAA 337).</p>		
<p>2) Documentos de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - para aeronaves que hayan demostrado su capacidad en su proceso de fabricación: todos los documentos y manuales de mantenimiento vigentes y aplicables a su operación (por ejemplo: MM, SRM, IPC, WDM, etc); - para aeronaves que hayan alcanzado su capacidad en servicio: todos los documentos y manuales de mantenimiento actualizados (todos los suplementos a los manuales afectados, por ejemplo: el suplemento al AFM, MM, etc); - manual de control de mantenimiento del explotador revisado, el que debe contener la descripción de los equipos de la aeronave detallando sus componentes relevantes para realizar la operación RNAV/RNP; - programa de mantenimiento revisado; 		
<p>3) Descripción de la integración del equipo de navegación</p>		
<p>4) Para operaciones RNP 10 y/o RNP 4, los límites de tiempo de los INS/IRU</p>		
<p>5) Descripción de los procedimientos de actualización, de ser utilizados</p>		
<p>6) Programas de instrucción para tripulantes de vuelo, EOV/DV, personal de mantenimiento</p>		

<p>7) Manual de operaciones revisado: políticas, prácticas operacionales y procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planificación de vuelo - Procedimientos de pre-vuelo - Procedimientos en ruta - Procedimientos de actualización y repercusiones de la actualización en la solución de la navegación - Conocimiento de la tripulación de vuelo - Procedimientos de contingencia 		
<p>8) MEL</p>		
<p>9) procedimiento para la validación de la base de datos de navegación y cartas de autorización de los proveedores de dichos datos;</p>		
<p>10) Manual de operación de la aeronave (AOM) y listas de verificación</p>		
<p>11) Historial de performance</p>		
<p>11) Plan de pruebas o vuelos de validación</p>		
<p>3. Fase tres – Análisis de la documentación</p>		
<p>a) Análisis de la documentación presentada junto con la Solicitud formal</p>		
<p>1) Documentos de aeronavegabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para aeronaves que hayan demostrado su capacidad en su proceso de fabricación: el AFM, suplemento al AFM y/o la TCDS; - para aeronaves que hayan alcanzado su capacidad en servicio: como sea aplicable, el SB; Aircraft service change; Service letter; STC y el paquete de datos que sustente dichos documentos y, los documentos que avalen el cumplimiento de la modificación e/o inspección (p. ej., Formulario FAA 337). 		
<p>2) Documentos de mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - para aeronaves que hayan demostrado su capacidad en su proceso de fabricación: 		

<p>todos los documentos y manuales de mantenimiento vigentes y aplicables a su operación (por ejemplo: MM, SRM, IPC, WDM, etc);</p> <ul style="list-style-type: none"> - para aeronaves que hayan alcanzado su capacidad en servicio: todos los documentos y manuales de mantenimiento actualizados (todos los suplementos a los manuales afectados, por ejemplo: el suplemento al AFM, MM, etc); - manual de control de mantenimiento del explotador revisado, el que debe contener la descripción de los equipos de la aeronave detallando sus componentes relevantes para realizar la operación RNAV/RNP; - programa de mantenimiento revisado; 		
3) Descripción de la integración del equipo de navegación		
4) Para operaciones RNP 10 y/o RNP 4, los límites de tiempo de los INS/IRU		
5) Descripción de los procedimientos de actualización, de ser utilizados		
6) Programas de instrucción para tripulantes de vuelo, EOV/DV, personal de mantenimiento		
<p>7) Manual de operaciones revisado: políticas, prácticas operacionales y procedimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planificación de vuelo - Procedimientos de pre-vuelo - Procedimientos en ruta - Procedimientos de actualización y repercusiones de la actualización en la solución de la navegación - Conocimiento de la tripulación de vuelo - Procedimientos de contingencia 		
8) MEL		
9) procedimiento para la validación de la base de datos de navegación y cartas de autorización de		

los proveedores de dichos datos;		
10) Manual de operación de la aeronave (AOM) y listas de verificación		
11) Historial de performance		
12) Plan de pruebas o vuelos de validación		
<p>b) Evaluación del sistema de navegación para determinar su admisibilidad:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Aeronaves que cuentan con declaración de aeronavegabilidad RNAV/RNP en el AFM; 2) Aeronaves que no cuentan con declaración RNAV/RNP en el AFM, a las cuales se les concede la aprobación en virtud de otras normas o de normas anteriores 3) Recopilación de datos (RNP 10), a través de los siguientes métodos: <ul style="list-style-type: none"> - Secuencial o Periódico 		
4. Fase cuatro – Inspección y demostración		
<p>a) Evaluación de la instrucción a:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Tripulantes de vuelo 2) EOY/AD 3) Personal de mantenimiento 		
b) Evaluación de las pruebas o vuelos de validación		
c) Inspección de la aeronave		
5. Fase cinco – Aprobación		
<ol style="list-style-type: none"> a) Aprobación del o de los párrafos de las OpSpecs b) Presentación del o de los párrafos de las OpSpecs al solicitante c) Complete y cierre registros d) Complete y cierre registro general de aprobación 		

APÉNDICE H

1. Programas de instrucción, prácticas operacionales y procedimientos

1.1 A fin de guiar a los explotadores, en el proceso de aprobación RNAV/RNP se desarrollará el contenido modelo de los programas de instrucción, prácticas operacionales y procedimientos para tripulantes de vuelo, encargados de operaciones de vuelo/despachadores de vuelo (EOV/DV) y personal de mantenimiento. En términos generales los programas de instrucción, prácticas operacionales y procedimientos deberían abarcar las siguientes áreas:

- a) Temas generales operacionales;
- b) Planificación de vuelo;
- c) procedimientos de pre-vuelo;
- d) procedimientos antes de ingresar al espacio aéreo o ruta RNAV/RNP;
- e) procedimientos en espacio aéreo y/o ruta RNAV/RNP;
- f) conocimiento de la tripulación de vuelo; y
- g) procedimientos de contingencia en vuelo de acuerdo con el Doc 7030 *Procedimientos suplementarios regionales* de la OACI.

2. Temas generales operacionales

2.1 Al menos los siguientes elementos serán incluidos en el módulo de instrucción de temas generales operacionales:

- a) conceptos y definiciones de Navegación basada en la performance (PBN) y de las operaciones RNAV/RNP;
- b) especificaciones de la navegación RNP 10, RNAV 5, RNAV 1/2, RNP 4, RNP 1/2, RNP 0,3 y RNP con autorización requerida (AR) (RNP 0,3 – 0,1), señalando los espacios aéreos de operación, sensores aplicables y limitaciones operacionales;
- c) cambios en las cartas aeronáuticas y documentos que reflejen la entrada en vigor de las operaciones RNAV/RNP;
- d) efectos de actualizar los sistemas de navegación;
- e) utilización de la MEL;
- f) requisitos en la planificación de vuelo;
- g) procedimientos de contingencia para los espacios aéreos RNAV/RNP (p. ej., falla del equipo RNAV);
- h) procedimientos para cada tipo de RNAV/RNP aplicable;
- i) procedimientos y personal encargado de la verificación de la integridad y vigencia de la base de datos de navegación (ejemplo ARINC 424);
- j) procedimientos para la degradación y restitución de una operación RNAV/RNP;
- k) información de las Circulares de asesoramiento (AC) y del manual PBN de la OACI.

3. Programas de instrucción, prácticas y procedimientos operacionales RNP 10 y RNP 4

3.1 El programa de instrucción de las tripulaciones de vuelo y encargados de operaciones de vuelo/despachadores de vuelo (EOV/DV) deberá ser revisado y aprobado. Se incluirán al menos las siguientes áreas:

3.2 Planificación de vuelo.- Durante la planificación del vuelo, la tripulación de vuelo debe prestar particular atención a las condiciones que pueden influir en las operaciones en espacio aéreo o rutas RNP 10/RNP 4. Entre estas condiciones pueden incluirse las siguientes:

- a) Verificar si la aeronave ha sido aprobada para operaciones RNP 10/RNP 4;
- b) verificar si se ha tenido en cuenta el límite de tiempo RNP 10/RNP 4 (sólo para aeronaves equipadas con INS o IRU);
- c) verificar que se ha anotado la letra “R” en la casilla 10 del plan de vuelo de OACI;
- d) verificar los requisitos para GPS tal como FDE, si corresponden a la operación;
- e) si se requiere para un determinado sistema de navegación, tener en cuenta cualquier restricción operativa relacionada con la aprobación de RNP 10/RNP 4; y
- f) verificar la ruta de vuelo planificada, incluyendo el desvío a cualquier aeródromo de alternativa, a fin de identificar la especificación de la navegación RNAV/RNP requerida.

3.3 Procedimientos de pre-vuelo.- Durante la etapa previa al vuelo deben llevarse a cabo las siguientes actividades:

- a) Revisar los registros técnicos de mantenimiento (bitácoras de mantenimiento) para asegurarse de que se satisfacen las condiciones del equipo requerido para el vuelo en espacio aéreo o ruta RNP 10/RNP 4. Asegurarse de que se han adoptado medidas de mantenimiento para corregir defectos del equipo requerido;
- b) durante la inspección externa de la aeronave, se debe verificar la condición de las antenas de navegación y la condición del revestimiento de la célula cerca de cada una de estas antenas (esta verificación puede realizarla una persona competente y autorizada que no sea el piloto, p. ej., un mecánico de a bordo o una persona de mantenimiento); y
- c) revisar los procedimientos de emergencia para operaciones en espacio aéreo o rutas RNP 10/RNP 4. Estos no son distintos a los procedimientos normales de emergencia oceánicos con una excepción – las tripulaciones deben tener la capacidad de reconocer y el ATC debe ser notificado cuando la aeronave ya no esté en condiciones de navegar al nivel de su capacidad, según la aprobación de RNP 10/RNP 4.

3.4 Procedimientos en ruta.- Se deberá observar lo siguiente:

- a) Antes del punto de entrada oceánico dos LRNS deben estar en condiciones de funcionamiento. Si este no es el caso, entonces el piloto deberá considerar desviarse a un aeródromo de alternativa en el que no se requiera ese equipo o desviarse para reparaciones;
- b) antes de entrar en el espacio aéreo oceánico, debe verificarse con la mayor exactitud posible la posición de la aeronave mediante ayudas externas para la navegación. Esto puede requerir verificaciones DME/DME o VOR para determinar los errores del sistema de navegación por comparación de las posiciones presentadas en pantalla y las reales. Si debe actualizarse el sistema, deben seguirse los procedimientos adecuados con la ayuda de una lista de verificación preparada;
- c) en los ejercicios de operaciones en vuelo del explotador deben incluirse procedimientos obligatorios de verificación cruzada para determinar los errores de navegación con tiempo suficiente, a fin de impedir que la aeronave se desvíe inadvertidamente de rutas autorizadas por el ATC.

3.5 Procedimientos de contingencia.- Las tripulaciones de vuelo deberán familiarizarse con las siguientes disposiciones generales:

- a) Una aeronave no debe ingresar o continuar las operaciones en espacio aéreo designado como RNP 10, de conformidad con la autorización vigente del ATC, si debido a una falla o degradación, el sistema de navegación cae por debajo de los requisitos de RNP 10/RNP 4, en este caso, el piloto obtendrá en cuanto sea posible una autorización enmendada;
- b) de acuerdo con las instrucciones del ATC, podrán continuarse las operaciones de conformidad con la autorización ATC vigente o, cuando no sea posible, podrá solicitarse una autorización revisada;
- c) en todos los casos, la tripulación de vuelo deberá seguir los procedimientos de contingencia establecidos para cada región de operación, y obtener una autorización del ATC tan pronto como sea posible.

4. Programas de instrucción RNAV 5

4.1 Programa de instrucción sobre RNAV 5.- El programa de instrucción de las tripulaciones de vuelo deberá ser revisado y aprobado por la AAC. El explotador incluirá al menos las siguientes áreas:

- a) Definición de RNAV en lo relativo a los requisitos RNAV 5 en el espacio aéreo CAR/SAM;
- b) conocimiento del espacio aéreo donde se requiere RNAV 5;
- c) cambios en las cartas aeronáuticas y documentos que reflejen la entrada en vigor de las operaciones RNAV 5;
- d) equipos requeridos y operación de los mismos para poder operar en el espacio aéreo RNAV 5, así como las limitaciones asociadas con estos equipos;
- e) requisitos en la planificación de vuelo;
- f) procedimientos de contingencia en espacio aéreo RNAV 5 (p. ej., falla de equipo RNAV);
- g) procedimientos RNAV 5 en ruta y en área terminal cuando sean aplicables;
- h) métodos para reducir los errores de navegación mediante técnicas de navegación a estima;
- i) información citada en las AC de cada Estado y en este documento.

5. Programa de instrucción RNAV 1 y RNAV 2

5.1 El programa de instrucción deberá proveer suficiente capacitación (p. ej., en dispositivos de instrucción de vuelo, simuladores de vuelo y en aeronaves) sobre el sistema RNAV de las aeronaves en la extensión que sea necesaria. El programa de instrucción incluirá los siguientes temas:

- a) La información concerniente a ésta sección;
- b) el significado y el uso apropiado de los sufijos del equipo de navegación de la aeronave;
- c) las características de los procedimientos como están determinadas en la descripción de las cartas y en la descripción textual:
 - 1) Descripción de los tipos de WPT (vuelo sobre y vuelo por) y de los finalizadores de ruta y de cualesquiera otros tipos utilizados por el explotador, así como los asociados con las rutas de vuelo de la aeronave; y

- 2) equipo de navegación requerido para operación en las rutas RNAV, SIDs, y STARs (por ejemplo: DME/DME, DME/DME/IRU, GNSS).
- d) información específica sobre el sistema RNAV:
- 1) Niveles de automatización, modos de anunciación, cambios, alertas, interacciones, reversiones y degradaciones;
 - 2) integración de funciones con otros sistemas de la aeronave;
 - 3) el significado de las discontinuaciones en ruta, así como los procedimientos relacionados de la tripulación de vuelo;
 - 4) procedimientos de monitoreo para cada fase de vuelo (p. ej., el monitoreo de las páginas PROG o LEGS);
 - 5) tipos de sensores de navegación (p. ej., DME, IRU, GPS) utilizados por el sistema RNAV y sistemas asociados;
 - 6) anticipación de virajes con consideración de los efectos de la velocidad y la altitud;
 - 7) interpretación de las pantallas (indicadores) electrónicos y símbolos;
- e) procedimientos de operación del equipo RNAV, como sean aplicables, incluyendo como realizar las siguiente acciones:
- 1) verificación de la vigencia de los datos de navegación de la aeronave;
 - 2) verificación de la finalización exitosa del sistema de auto-pruebas RNAV;
 - 3) inicialización de la posición del sistema RNAV;
 - 4) obtención de la base de datos y vuelo de una SID o STAR con la transición apropiada;
 - 5) seguimiento de las restricciones de velocidad y altitud asociadas con una SID o STAR;
 - 6) cambio de una pista asociada con una SID o STAR;
 - 7) verificación de WPT y de la programación del plan de vuelo;
 - 8) ejecución de una actualización manual o automática de una pista (con cambio del lugar de despegue, si es aplicable);
 - 9) vuelo directo a un WPT;
 - 10) vuelo de un curso/trayectoria a un WPT;
 - 11) interceptación de un curso/trayectoria;
 - 12) vectoreado fuera del procedimiento y nuevamente incorporado al mismo;
 - 13) determinación de los errores perpendiculares a la trayectoria y desviaciones;
 - 14) inserción y eliminación de discontinuidades en ruta;
 - 15) remoción y reelección de las entradas de los sensores de navegación;
 - 16) cuando sea requerido, confirmación de la exclusión de una ayuda a la navegación específica o tipo de ayuda a la navegación;
 - 17) cuando sea requerido por la AAC, la ejecución de verificaciones de errores de navegación considerados como crasos, utilizando NAVAIDS convencionales; y
 - 18) cambio del aeródromo de llegada y de alternativa.
- f) niveles de automatización recomendados por el explotador para cada fase de vuelo y carga de trabajo, incluyendo métodos para minimizar el error perpendicular a la trayectoria, a fin de mantener la línea central del procedimiento;
- g) fraseología para las aplicaciones RNAV.

6. Módulo de instrucción GNSS para explotadores que solicitan operar dicho sistema

6.1 Programa de instrucción sobre GPS como medio primario de navegación.- Los programas de instrucción para tripulaciones de vuelo, EOV/DV y personal de mantenimiento de los explotadores que soliciten operar el sistema GPS, incluirán el siguiente currículo de instrucción:

6.1.1 Componentes y principios de operación del sistema GPS.- Comprensión del sistema GNSS y sus principios de operación:

- a) Componentes del sistema GPS: segmento de control, segmento de usuario y segmento espacial;
- b) requisitos de los equipos de la aeronave;
- c) señales de los satélites GPS y código pseudoaleatorio;
- d) principio de determinación de la posición;
- e) el error del reloj del receptor;
- f) función de enmascaramiento;
- g) limitaciones de performance de los distintos tipos de equipos;
- h) sistema de coordenadas WGS84;

6.1.2 Requisitos de performance del sistema de navegación.- Definir los siguientes términos en relación con el sistema de navegación y evaluar el grado de cumplimiento del sistema GPS con los requisitos asociados a los siguientes términos:

- a) Precisión;
- b) integridad;
 - 1) medios para mejorar la integridad GPS: RAIM.
- c) disponibilidad;
- d) continuidad de servicio.

6.1.3 Autorizaciones y documentación.- Requisitos aplicables a los pilotos y a los equipos de navegación para la operación GPS:

- a) Requisitos de instrucción de los pilotos;
- b) requisitos de los equipos de las aeronaves;
- c) criterios de certificación y limitaciones del sistema en el AFM;
- d) NOTAMS relacionados con GPS.

6.1.4 Errores y limitaciones del sistema GPS.- La causa y la magnitud de los errores típicos del GPS:

- a) Efemérides;
- b) reloj;
- c) receptor;
- d) atmosféricos/ionosféricos;
- e) multirreflexión;
- f) disponibilidad selectiva (SA);
- g) error típico total asociado con el código C/A
- h) efecto de la dilución de la precisión (DOP) en la posición
- i) susceptibilidad a las interferencias;

- j) comparación de errores verticales y horizontales; y
- k) precisión en el seguimiento de la trayectoria. Anticolisión.

6.1.5 Factores humanos y GPS.- Limitaciones en la utilización de equipos GPS debidas a factores humanos. Procedimientos operativos que suministren protección contra errores de navegación y pérdida conceptual de la situación real debida a las siguientes causas:

- a) Errores de modo;
- b) errores en la entrada de datos;
- c) comprobación y validación de datos incluyendo los procedimientos de comprobación cruzada independientes;
- d) relajación debida a la automatización
- e) falta de estandarización de los equipos GPS;
- f) procesamiento de la información por el ser humano y toma de conciencia de la situación.

6.1.6 Equipos GPS – Procedimientos específicos de navegación.- Conocimientos sobre los procedimientos operativos apropiados para GPS en las tareas típicas de navegación para cada tipo específico de equipo en cada tipo de aeronave, que comprenda:

- a) Selección del modo apropiado de operación;
- b) repaso de los distintos tipos de información contenidos en la base de datos de navegación;
- c) predicción de la disponibilidad de la función RAIM;
- d) detección y exclusión de fallas (FDE)
- e) procedimiento para introducir y comprobar los WPT definidos por el usuario;
- f) procedimiento para introducir, recuperar y verificar los datos del plan de vuelo;
- g) interpretación de la información típica que aparece en las pantallas de navegación GPS: LAT/LONG, distancia y rumbo al WPT, CDI;
- h) interceptación y mantenimiento de las rutas definidas por GPS;
- i) determinación en vuelo de la velocidad respecto al suelo (GS), hora prevista de llegada (ETA), tiempo y distancia al WPT;
- j) indicación del sobrevuelo de los WPT;
- k) utilización de la función “DIRECT TO” (directo a);
- l) utilización de la función “NEAREST AIRPORT” (aeropuerto más cercano);
- m) uso del GPS en procedimientos de llegada GPS o en procedimientos de llegada DME/GPS.

6.1.7 Comprobación del equipo GPS.- Para cada tipo de equipo de cada aeronave, se debe llevar a cabo las siguientes comprobaciones operacionales y de puesta en servicio en el momento adecuado:

- a) Estado de la constelación;
- b) estado de la función RAIM;
- c) estado de la dilución de la precisión (DOP);
- d) actualidad de la base de datos de las reglas de vuelo por instrumento (IFR);
- e) operatividad del receptor;
- f) sensibilidad del CDI;
- g) indicación de posición;

6.1.8 Mensajes y avisos GPS.- Para cada tipo de equipo de cada aeronave, se debe reconocer y tomar acciones oportunas frente a los mensajes y avisos GPS, incluyendo los siguientes:

- a) Pérdida de la función de la RAIM;
- b) navegación en 2D/3D;
- c) modo de navegación a estima;
- d) base de datos no actualizada;
- e) pérdida de la base de datos;
- f) falla del equipo GPS;
- g) falla de la entrada de datos barométricos;
- h) falla de la energía;
- i) desplazamiento en paralelo prolongado; y falla del satélite.

7. Programa de instrucción para el personal de mantenimiento

- a) Conceptos y definiciones PBN.
- b) Despachos de mantenimiento asegurándose que se cumplen los requerimientos de equipo requerido para operaciones RNAV/RNP
- c) Inspección de prevuelo: condición de las antenas de navegación y revestimiento del fuselaje cerca de las antenas
- d) Uso de la MEL – restricciones despacho
- e) Instrucción sobre la instalación de nuevo equipo
- 1) Datos aprobados, y cumplimiento de TSOs
- f) Cambios en el programa de mantenimiento – ICA
- g) FMS – DB, registros y personal encargado de la actualización, etc.
- h) Precisión de los sensores – equipo certificado para la evaluación de la precisión
- i) Instrucción necesaria para llevar a cabo el proceso de aprobación de aeronavegabilidad RNAV/RNP.

APÉNDICE I

Diseño, Performance y Aseguramiento de la seguridad operacional de los sistemas de navegación, en lo que concierne a las operaciones PBN

1 Finalidad

1.1 La principal finalidad de este documento es brindar información que ayude a entender el cambio de paradigma con las operaciones de navegación basada en la performance. Para ello, es necesario revisar y tratar una serie de temas, incluyendo el papel que comparten el sistema de a bordo, el diseño de los procedimientos y del espacio aéreo, y el explotador, en lo que se refiere a la seguridad operacional.

2 Introducción

2.1 Las actividades iniciales que realizó la industria para desarrollar normas mínimas de performance de los sistemas aeronáuticos (MASPS) para la RNP abordaron aspectos de implantación, incluyendo criterios de performance del sistema, consideraciones operacionales, calificación del sistema, datos de navegación y bases de datos de navegación. Estas discusiones dieron como resultado nuevas normas, que representaron un cambio fundamental en diversas áreas:

- a. requisitos del sistema que reflejen la distribución de la responsabilidad de la seguridad operacional entre las partes involucradas (es decir, el piloto, el sistema, el procedimiento operacional, el diseño de los procedimientos y del espacio aéreo, la aprobación de aeronavegabilidad, y la aprobación operacional),
- b. establecimiento de condiciones y criterios específicos para el diseño del sistema y de los procedimientos,
- c. normas de performance para apoyar el franqueamiento de obstáculos o la separación,
- d. especificación de los cambios necesarios para garantizar la confiabilidad de los sistemas de navegación, así como su capacidad de ser repetibles y predecibles, para la orientación y gestión de los vuelos,
- e. especificación de los procesos de gestión y control de datos que requieren las bases de datos de navegación en los que están contenidas los procedimientos RNP,
- f. especificación de los requisitos de datos, así como de los procesos que garanticen datos de navegación correctos, exactos y utilizables.

3 Proceso de aseguramiento de la seguridad operacional

3.1 Desde el punto de vista funcional, de seguridad operacional y de aeronavegabilidad del sistema, se identificó y definió los procesos para la formalización del nivel y tipos de evaluaciones y análisis necesarios para garantizar la funcionalidad y performance deseadas. El análisis de riesgo funcional identifica los efectos de las fallas y condiciones funcionales en el sistema, así como las acciones y limitaciones requeridas o recomendadas donde fuere necesario. El análisis de la seguridad operacional del sistema constituye un análisis completo de todos los aspectos del soporte físico, arquitectura, configuraciones, modos y funcionalidad del sistema, para demostrar de qué manera se satisface los requisitos de seguridad operacional.

3.2 Un paso relacionado con el proceso de aeronavegabilidad es la convalidación del sistema. Utilizando una combinación de análisis y pruebas en tierra, en el laboratorio y a bordo, se evalúa el sistema y su funcionalidad en relación a diversas condiciones y entornos. Un aspecto clave de esto para las operaciones basadas en la performance es la extensión de las condiciones y situaciones para afrontar eventos inusuales-normales. La incorporación de eventos inusuales-normales en la demostración de los sistemas ayuda a tomar en cuenta tales condiciones en el diseño de los procedimientos.

4 Aseguramiento del diseño del sistema

4.1 Además de los pasos relacionados con el aseguramiento del proceso, se especificó los requisitos fundamentales del sistema en base a una evaluación y análisis de los aspectos críticos de las funciones, uso, fallas y errores del sistema. La definición de los requisitos operacionales y del sistema permite excluir o minimizar el riesgo de muchas fallas y condiciones que podrían resultar en posibles desviaciones y un mayor riesgo operacional.

4.2 No obstante, las oportunidades de errores operacionales van más allá de las funciones, características y performance del sistema de a bordo. Esto llevó a una evaluación adicional de los componentes de los errores RNP y de los potenciales efectos de los errores, información incorrecta, etc., en lo cual están involucrados el equipo, la infraestructura, los datos de navegación, la planificación de vuelos y los factores humanos. Como resultado, se elaboró material de orientación adicional para su operación y uso.

4.3 En general, se mejoró significativamente la norma de performance del sistema de navegación para satisfacer las necesidades de las operaciones RNP, facilitar la implantación, y mejorar la seguridad operacional. Entre las áreas donde ocurrieron estas mejoras, figuran:

- a. los límites de aseguramiento de la performance lateral (integridad de la retención) quedaron definidos en $2xRNP$, con una probabilidad asociada de 10^{-5} de desvío no detectado.
- b. la continuidad de la performance lateral (continuidad de la retención) quedó especificada en una probabilidad de 10^{-4} de pérdida anunciada de la capacidad RNP requerida.
- c. definición de trayectorias de vuelo laterales y verticales confiables, predecibles y repetibles, utilizando tipos de tramos con tales características, así como restricciones de altitud/velocidad para trayectorias geométricas de punto a punto y trayectorias con ángulos verticales
- d. definición de los datos de la trayectoria de vuelo contenidos en la base de datos de navegación del sistema
- e. especificación de factores singulares que afecten la trayectoria; por ejemplo, referencia terrena, variación magnética, etc.
- f. conocimiento situacional de la tripulación, con información y visualización en pantalla de desviaciones laterales y verticales, y procedimientos operacionales integrados en las operaciones laterales y verticales
- g. consideraciones verticales asociadas con la RNAV; por ejemplo, aplicabilidad de la RNP, transiciones en trayectorias, etc.
- h. monitoreo y alertas
- i. límites de performance vertical de la trayectoria que restringen el error vertical total del sistema, y se basa en la performance de las aeronaves modernas
- j. especificación de factores singulares que afecten la trayectoria vertical; por ejemplo, los efectos de la temperatura.

- k. consideraciones operacionales asociadas con la navegación vertical; por ejemplo, tramos de desaceleración de la trayectoria calculados por el sistema

4.4 Con toda esta atención dirigida a las funciones, características y performance del sistema, era necesario también prestar atención a otra área de significativo impacto, es decir, los datos de navegación originales, las cartas derivadas, y las versiones electrónicas contenidas en las bases de datos de navegación de a bordo. La carta de autorización para los proveedores y procesos de las bases de datos de navegación, de acuerdo con la norma de la industria DO-200A/ED-76, es un elemento fundamental para poder minimizar el potencial de errores en los procedimientos contenidos en las bases de datos. Igualmente importante es la calidad de los datos originales y la necesidad de que los proveedores de servicio y Estados cumplan con las normas de la industria descritas en la DO-201A/ED-77.

4.5 El conjunto de todos los elementos dan como resultado sistemas, performance y funcionalidad más robustos que los que existían anteriormente.

5 Seguridad del sistema *versus* seguridad operacional

5.1 Para empezar, no existe una conexión estadística directa entre los procesos de seguridad del sistema para la aeronave y el sistema, y el nivel de seguridad deseado que es típico del racionamiento en el que se basa la seguridad operacional.

5.2 Sin embargo, el proceso de aeronavegabilidad incluye medidas de aseguramiento de la seguridad operacional ya descritas, las cuales están ligadas a los reglamentos de seguridad desde el punto de vista de los equipos, sistemas e instalación. Incluye la determinación de la clasificación de riesgo del sistema, que es uno de los elementos de la seguridad en una operación. Otro elemento es la garantía de performance y diseño del sistema RNP, resultante de la integridad y continuidad de retención proporcionadas.

5.3 El nivel de clasificación de riesgo del sistema RNP es “significativo”, que corresponde a una probabilidad de a 10^{-5} de información de navegación engañosa por hora de vuelo. Y, en cuanto a la performance del sistema RNP, existe un requisito en el sentido que la probabilidad de exceder el requisito de performance del espacio aéreo en forma no detectada y no anunciada debería ser inferior a 10^{-5} por hora de vuelo.

5.4 La preocupación general es que este aspecto de la performance del sistema parece ser insuficiente para el nivel de seguridad deseado, es decir, un riesgo de accidentes de 10^{-7} por operación.

5.5 Una consideración es la tasa histórica de accidentes por aproximación, que es de 2.6×10^{-7} por aproximación, por todas las causas. Ninguna ha estado asociada con una performance engañosa o incorrecta no detectada del sistema de navegación. Y esto es únicamente para sistemas cuyo diseño los clasifica como de riesgo “significativo”, 10^{-5} , así como aquéllos que satisfacen los requisitos de performance MASPS. Por lo tanto, es evidente que, si bien la meta de 10^{-7} en cuanto a seguridad operacional corresponde a la tasa de accidentes, no existe conexión alguna entre la tasa de accidentes y el nivel de aseguramiento del sistema.

5.6 Algunas explicaciones de esto son: que las actuales asignaciones del espacio aéreo ofrecen un amplio margen de seguridad operacional, que la dependencia en las funciones del sistema de navegación es baja, que otras redes de seguridad, tales como los sistemas de vigilancia y anticolidión, han resultado eficaces, y que las operaciones han estado básicamente determinadas por las instrucciones del ATC.

5.7 Otra explicación comprende varios aspectos.

5.7.1 Un aspecto es que, con las aeronaves modernas, la manera en que la información sobre el vuelo y la situación es presentada a la tripulación no sólo ha mejorado significativamente la seguridad operacional en la conducción de las operaciones de vuelo, sino que ha ayudado a las tripulaciones a identificar anomalías que podrían haber generado algún tipo de problema operacional. Con las modernas arquitecturas de sistemas y capacidades de planificación de vuelo a bordo de la aeronave, la tripulación está consciente en todo momento de la trayectoria de vuelo deseada, la ubicación de la aeronave, el avance del vuelo, y la performance de navegación. De manera que, al considerar el riesgo operacional, el sistema de navegación de a bordo no ha sido factor causal en los accidentes o incidentes.

5.7.2 Otro aspecto es que una atención centrada únicamente en los requisitos de performance tendrá poco impacto en la seguridad operacional. Esto está sustentado en datos sobre accidentes que demuestran que el riesgo operacional está regido por otros factores, como el error humano, que son difíciles de cuantificar y corregir. Sin embargo, es en este campo donde hay que centrar la atención a fin de mejorar la seguridad operacional de las operaciones RNP, y así perfeccionar la conciencia situacional, la interfaz humana y las alertas.

5.7.3 Asimismo, en el caso de las aeronaves RNP, parte de la demostración de certificación consiste en una evaluación y análisis de la performance y las capacidades. Este paso es esencial para demostrar que la aeronave brinda los niveles de performance, funcionalidad, monitoreo y alerta esenciales para la conducción de operaciones RNP seguras.

5.7.4 Es evidente que el impacto que tienen las mejoras efectuadas en las funciones, características e interfaz humana de los sistemas, sobre la seguridad operacional, no se puede cuantificar, a diferencia de otros elementos del árbol tradicional de fallas. El criterio y experiencia operacionales indican que estas características y mejoras son parte integral de las operaciones en la cabina de pilotaje y de la arquitectura de los sistemas, reduciendo la exposición a los errores operacionales y mejorando la seguridad operacional. A continuación, se ofrece algunos ejemplos:

5.7.4.1 Conciencia situacional para mejorar las operaciones y la capacidad de detección de la tripulación

- a. Visualización electrónica de la trayectoria de vuelo y de otros datos cartográficos, tales como puntos de referencia geográfica, aeropuertos, ayudas para la navegación, etc.
- b. Visualización en pantalla del tiempo hasta el punto de destino, distancia hasta el punto de destino, vientos, derrota, etc.
- c. Visualización gráfica, escalas de detección mejoradas, y lecturas numéricas de desviación lateral y vertical
- d. Indicaciones de la RNP activa y nivel actual de performance de navegación

- 5.7.4.2 Funciones y capacidades del sistema para reducir la incidencia de errores
- a. Definición de la trayectoria, utilizando terminadores de trayectoria confiables, predecibles y repetibles, con mínima variabilidad
 - b. Definición de la trayectoria, incluyendo restricciones de altitud y ángulos verticales que reflejen los requisitos de los procedimientos y las cartas
- 5.7.4.3 Interfaz humana mejorada para reducir la incidencia de errores operacionales
- a. Disponibilidad en la base de datos de navegación de los procedimientos en ruta, de salida, llegada y aproximación.
 - b. Verificación de formato y contexto para el ingreso de puntos de recorrido y datos de vuelo.
 - c. Mensajes de alerta:
 - cuando el ingreso de datos se realiza en formato incorrecto o no está permitido, es decir, entrada inválida
 - cuando se intenta una eliminación que no está permitida
 - cuando la SID o STAR y la pista de aterrizaje no son compatibles
 - si un cambio en el plan de vuelo elimina las restricciones de altitud de los puntos de recorrido que definen la trayectoria de descenso
 - cuando se sobrevuela el punto final de una ruta activa
 - cuando la tripulación ingresa una RNP que excede el valor por defecto del sistema o la RNP de la base de datos
- 5.7.4.4 Sistemas de monitoreo y alerta mejorados
- a. Monitoreo y alertas cuando la performance real excede la RNP
 - b. Monitoreo y alertas cuando la posición calculada varía de un FMC a otro

6 Factores de las operaciones de vuelo

6.1 Los procedimientos de aproximación RNP/RNAV, ya sean procedimientos AR o públicos básicos (independientemente de la RNP), aún no han generado accidentes de transporte por errores de la tripulación u otras causas. En gran medida, esto se debe a la mayor seguridad que ofrece la capacidad de las aeronaves, la instrucción y los procedimientos de la tripulación y el diseño de los procedimientos. Asimismo, la seguridad operacional ha mejorado significativamente gracias a:

- a. La simplicidad de las aproximaciones, en comparación con el VOR/ADF tradicional. La navegación de un punto de referencia a otro, utilizando LNAV conjuntamente con una pantalla MAP, es mucho más sencillo para la tripulación, en comparación con el monitoreo de la información primitiva sobre el curso VOR o el rumbo ADF, tratando de combinarla con la información DME, radiales/marcaciones de cruce, etc.

- b. La definición de la trayectoria barométrica de ángulo constante y la capacidad de volar esta trayectoria en forma automática significa que la tripulación tendría que cometer múltiples errores para ocasionar un accidente CFIT, a diferencia los métodos tradicionales de "picado e impulso", que sólo requieren un error de la tripulación para ocasionar un accidente fatal. Se elimina la posibilidad de cometer múltiples errores gracias a las capacidades y mejoras en los sistemas de vuelo.
- c. Asimismo, la trayectoria de ángulo constante brinda a la tripulación un método de aproximación estabilizada con poca carga de trabajo para evitar accidentes durante el aterrizaje.

7 Diseño de procedimientos, calificación de aeronaves y aprobación de explotadores

7.1 Si bien toda la información que antecede ha servido para racionalizar el motivo por el cual la seguridad de los sistemas en las operaciones RNP está bien definida y contemplada en el diseño, análisis y prueba, el paso que completa la evaluación de la seguridad operacional en las operaciones AR RNP es la evaluación de las aeronaves y los explotadores en relación a los criterios de diseño de los procedimientos y su aplicación.

7.2 Los aspectos fundamentales del diseño de procedimientos para AR RNP son:

- a. La RNP es escalable, con un mínimo de 0.1 NM, 0.3 NM nominal para la aproximación final, y 1 NM nominal para la aproximación inicial, intermedia y frustrada.
- b. Franqueamiento de obstáculos de $2 \times \text{RNP}$ sin áreas secundarias.
- c. Aproximaciones frustradas individualizadas y guiadas.
- d. Virajes con radio fijo, donde fuera necesario.
- e. Franqueamiento vertical de obstáculos, en base a los requisitos de performance de la aeronave, también conocido como error vertical total (VEB). Se trata de una derivación y una extrapolación de los márgenes de franqueamiento de obstáculos existentes según el aviso 8260.48 de la FAA, tomando en cuenta los requisitos adicionales de demostración de la performance de navegación y capacidad operacional de la aeronave.
- f. OCS de aproximación frustrada, adaptada a la performance de ascenso de la aeronave.

7.3 Los criterios de calificación de la aeronave buscan garantizar que las funciones, características y capacidades de performance concuerden con el diseño de los procedimientos. Entre los elementos específicos y críticos, figuran:

- a. la provisión de monitoreo y alertas de la performance a bordo de la aeronave, de acuerdo con el requisito de performance del procedimiento, espacio aéreo, etc. Existe una serie de alternativas aceptables para esto. Por ejemplo, en un sistema con estimación en tiempo real de la incertidumbre de la posición y monitoreo del error técnico de vuelo, esta alerta puede activarse cuando la combinación de la incertidumbre de la posición y el FTE exceda el límite que el diseño establece para el error total del sistema. También se puede demostrar el cumplimiento por parte del sistema mediante la asignación de requisitos de performance a cada fuente potencial y monitoreando dichas fuentes de error en forma separada. En esta implantación, la alerta podría activarse cuando la incertidumbre de la posición o el FTE se vuelve

inaceptable. Otra implantación podría demostrar, mediante pruebas y análisis, que el FTE es inherente, en cuyo caso la alerta se activaría cuando la incertidumbre de la posición exceda el límite de diseño asignado. La implantación queda en manos de los diseñadores de los equipos.

- b. la demostración que la aeronave es capaz de cumplir con una retención del espacio aéreo de 10^{-7} , o que la performance y funcionalidad RNAV y VNAV-baro concuerdan con el diseño y operación de los procedimientos.
- c. GNSS ó IRU como fundamento principal de la exactitud y continuidad de la performance, permitiendo DME/DME donde corresponda.
- d. Auto-reversión al radar secundario, para fines de continuidad.
- e. El Error del Sistema Altimétrico debe cumplir con $ASE = -8.8 \cdot 10^{-8} \cdot H^2 + 6.5 \cdot 10^{-3} \cdot H + 50$ pies, al 99.7%.
- f. Compensación de temperatura: limitaciones en las operaciones si no se cuenta con la capacidad, y si la temperatura excede la establecida en el diseño del procedimiento.
- g. Definición de la trayectoria: brindando las capacidades fundamentales de pronóstico, repetición y confiabilidad con los terminadores de trayectoria IF, RF, TF, DF, CF, FA, y VM. Consideraciones con respecto a los pasos, resolución de puntos de recorrido, especificación de trayectoria vertical, altitud/velocidades, procedimientos y verificación de base de datos, Magvar, cambios en la RNP, secuencia de tramos, restricciones de altitud.
- h. Performance de gobierno de la trayectoria, mediante criterios específicos de presentación visual y escala
- i. Conciencia situacional, información de avance y condición de la trayectoria deseada, desviación de la trayectoria, punto de recorrido activo, rumbo/distancia, velocidad respecto al suelo y tiempos, punto de referencia activo, derrota, distancia hasta el destino, altitud barométrica, sensores activos, y fallas del sistema.
- j. Garantía del diseño de que el nivel de soporte lógico concuerda con cuán crítica/peligrosa es la operación.
- k. La base de datos debe ser válida, vigente, y contar con los procesos apropiados a nivel de proveedor y explotador para fines de manejo, gestión y control.

8

Orientación y criterios para las consideraciones operacionales

- a. Equipo requerido y despacho: Garantiza que se cuenta con la capacidad de performance del sistema, y que está disponible para las operaciones proyectadas.
- b. Piloto automático/director de vuelo: Garantiza que el nivel de performance, si depende de estos dispositivos, esté disponible y pueda ser utilizado.
- c. Evaluación del RNP pronosticado: Esto asegura la existencia de herramientas y procesos que garanticen la disponibilidad de la infraestructura que permitirá alcanzar el nivel de performance requerido.
- d. Exclusión de ayudas para la navegación: El explotador debe garantizar procedimientos apropiados para excluir las ayudas para la navegación, de acuerdo con los NOTAMs.
- e. Vigencia de la base de datos de navegación: El explotador debe asegurarse que las bases de datos estén vigentes.
- f. Plan de vuelo de la base de datos y confirmación: El explotador debe utilizar los procedimientos correctos de la base de datos.

- g. Conocimiento y gestión de la RNP: El explotador debe asegurarse que la RNP sea la apropiada para el procedimiento.
- h. Uso y gestión de sensores: El sensor apropiado debe estar disponible para ser utilizado.
- i. Monitoreo de desviación de la derrota: Seguimiento y monitoreo de RNP lateralmente y 75 pies verticalmente, de acuerdo con los supuestos del diseño del procedimiento.
- j. Verificación cruzada del sistema: dependiendo de la clasificación de peligro del sistema, pueden ser necesarias verificaciones cruzadas adicionales.
- k. Procedimientos con tramo RF: consideraciones sobre los procedimientos con una RF y qué papel desempeñan las capacidades del sistema de a bordo.
- l. Regulación del altímetro: regulación actual del altímetro para un procedimiento.
- m. Verificación cruzada del altímetro: seguridad que los altímetros son consistentes y funcionan dentro de los límites de tolerancia.
- n. Gradiente de ascenso no normalizada: seguridad que la aeronave cumplirá con los requisitos del procedimiento.
- o. Motor apagado: orientación y consideraciones
- p. Procedimiento de escape/aproximación frustrada con RNP 1 y < 1 y consideraciones con falla del GNSS
- q. Contingencia en ruta, aproximación

8.1 La instrucción debe abordar todos los aspectos de las consideraciones operacionales, uso de la aeronave, procedimientos de la tripulación, etc.

8.2 Programa de monitoreo RNP: Un proceso para garantizar el cumplimiento continuo.

9 Conclusiones y acciones recomendadas

9.1 Debería resultar evidente que, con la RNP, existe una estrecha relación entre los criterios de diseño de los procedimientos y del espacio aéreo para operaciones en ruta y en área terminal, y la seguridad que únicamente las aeronaves, sistemas y explotadores con calificación de performance están autorizados para realizar las operaciones. Todos los requisitos de calificación de la aeronave y de aprobación del explotador, en conjunto, constituyen aspectos específicos de la seguridad operacional de la operación que debe ser analizada y aprobada.

9.2 Se solicita al PBN SAM-WG que considere estos puntos al momento de desarrollar los requisitos para el análisis de riesgo de las operaciones con aplicación del concepto PBN.

9.3 Se solicita al PBN OPS/AIR-WG que considere estos puntos al momento de elaborar las normas para la aprobación de aeronaves y explotadores para la realización de operaciones con aplicación del concepto PBN.

9.4 Se solicita a los Estados que analicen la importancia de los errores operacionales en un entorno con PBN, e inviertan todos los recursos posibles en la instrucción de controladores de tránsito aéreo a fin de reducir estos errores, tomando en cuenta la futura implantación de este concepto en las Regiones CAR/SAM.