



### Cuestión 3 del Orden del Día

### Implantación de la navegación basada en la performance (PBN) en la Región SAM

## MANUAL DE INSTRUCCIÓN DE LA NAVEGACIÓN BASADA EN LA PERFORMANCE (PBN) PARA ATCOs

(Presentada por Paraguay)

Resumen	
Esta Nota contiene información referente a la finalización de la elaboración del Manual de Instrucción de la Navegación Basada en Performance para ATCO`s	
<b>Referencias:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Informes SAMIG</li><li>• Plan Nacional PBN</li><li>• DINAC r 11</li><li>• DINAC r 4444</li><li>• Doc 9613</li><li>• Doc 4444</li><li>• Anexo 11</li><li>• Circulares de Asesoramiento</li></ul>	
<b>Objetivos estratégicos de la OACI:</b>	<i>A – Seguridad operacional</i> <i>C – Protección del medio ambiente</i> <i>D - Eficiencia</i>

## 1 Antecedentes

1.1 En cumplimiento de las Conclusiones, recomendaciones y asignaciones de tareas establecidas por el Grupo de Implantación de la Región SAM (SAM-IG), y en consecuencia a la ejecución de las mismas establecidas de común acuerdo y plasmadas en el plan de acción PBN tanto nacionales de cada estado y de la Región SAM, en consecuencia a lo expuesto se presenta a la SAM-IG 8 la Versión 1.0 del Manual de Instrucción PBN para ATCOs desarrollado de acuerdo a lo estipulado en las documentaciones y Reuniones de referencia.

## 2 Análisis

2.1 La Conclusión SAM/IG/5-1 y la Tarea N° 3-15 “Programa de capacitación y documentación para controladores de tránsito aéreo y operadores AIS”, instaba a que los Estados de la Región SAM utilicen como guía de orientación para la instrucción de los controladores de tránsito aéreo y operadores AIS el material que figura en el Apéndice A del parte del Informe de la reunión. Donde se

disponía de un Programa básico de capacitación para controladores de tránsito aéreo en materia de la navegación basada en la performance (PBN), con estas directrices la Administración Paraguaya ha concluido el desarrollo del material de instrucción PBN para ATCOs.

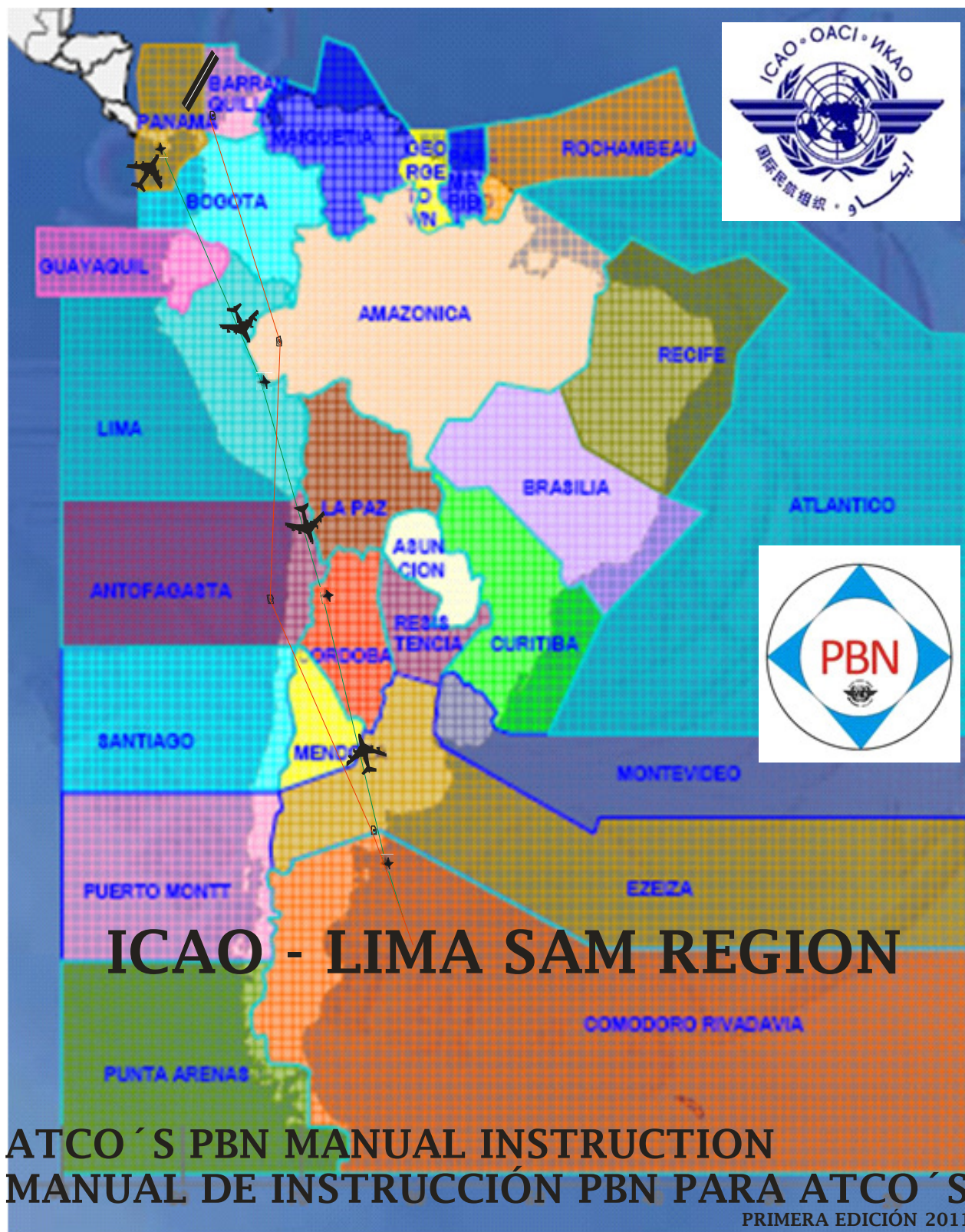
2.2 Del mismo modo en el Documento 9613 “Manual sobre la navegación basada en la performance” expresa que la introducción de la PBN puede involucrar considerable cantidad de inversión en términos de entrenamiento, educación y material para pilotos y controladores de tránsito aéreo. También se puede encontrar en el Doc. 9613 que en cada una de las especificaciones de navegación, se incluyen los aspectos más relevantes que debe ser proporcionado a los pilotos y controladores, los cuales fueron evaluados y tomados como referencias válidas para soportar la elaboración del material que se presenta como **Apéndice A** de esta nota informativa, atendiendo que el objetivo declarado en el mismo es: Suministrar a los controladores de tránsito aéreo suficiente conocimiento y familiarización con el concepto PBN lo que permitirá una implantación segura de la navegación basada en performance.

### 3. **Acción Sugerida**

3.1 Se invita a la reunión a tomar conocimiento del contenido de la presente Nota Informativa y del **Apéndice A** que la acompaña, esperando comentarios o recomendaciones de los participantes.

\* \* \* \* \*

## APÉNDICE A



# **NAVEGACIÓN BASADA EN LA PERFORMANCE (PBN)**

## **PROGRAMA BÁSICO DE CAPACITACIÓN PARA**

### **CONTROLADORES DE TRÁNSITO AÉREO**

#### **1      PREFACIO**

- 1.1      El Documento 9613 “Manual sobre la navegación basada en la performance” expresa que la introducción de la PBN puede involucrar considerable cantidad de inversión en términos de entrenamiento, educación y material para pilotos y controladores de tránsito aéreo.
- 1.2      En algunos Estados han sido efectivamente utilizados paquetes de instrucción y entrenamiento basado en computadores. Por su lado, la OACI adicionalmente ha suministrado capacitación y seminarios en materia PBN. Asimismo, en el Doc. 9613 en cada una de las especificaciones de navegación, se incluyen los aspectos más relevantes que debe ser proporcionado a los pilotos y controladores.
- 1.3      Utilizando las guías y recomendaciones elaboradas por el Grupo de Implantación de la Región SAM (SAM/IG), hemos obtenido el siguiente material que, ante todo persigue la simplicidad en la transmisión de las ideas, conceptos y aplicaciones de la PBN en la Región SAM.

#### **2      OBJETIVO DEL CURSO**

- 2.1      El objetivo del Curso PBN es suministrar a los controladores de tránsito aéreo suficiente conocimiento y familiarización con el concepto PBN lo que permitirá una implantación segura de la navegación basada en performance.

#### **3      APLICACIÓN**

- 3.1      El presente material puede ser adoptado por los proveedores de servicio de navegación aérea (ANSP), con miras a proveer capacitación y nociones generales del Concepto de la Navegación Basada en Performance (PBN) y sus diferentes usos y aplicaciones en las distintas fases de vuelo y acorde a la región de información de vuelo en cuestión.
- 3.2      El contenido del Manual PBN, puede y debería ser aplicado en el entrenamiento de los Controladores de Tránsito Aéreo, con miras a lograr una capacitación homogénea en la región. En el mismo contexto y a criterio de los expertos y especialistas de cada estado, puede ser modificado, aumentando el alcance del contenido, de acuerdo a las necesidades de cada proveedor ANSP.

## **CONTENIDO**

### **1 CONCEPTO DE NAVEGACIÓN BASADA EN LA PERFORMANCE (PBN)**

#### **Capítulo 1. Descripción de la navegación basada en la performance**

##### **1.1 Introducción**

- 1.1.1 Generalidades
- 1.1.2 Contexto de la PBN
- 1.1.3 Alcance de la navegación basada en la performance
  - 1.1.3.1 Performance lateral
  - 1.1.3.2 Performance vertical

##### **1.2 Especificación para la navegación**

##### **1.3 Infraestructura de ayudas para la navegación aérea**

##### **1.4 Aplicaciones de navegación**

##### **1.5 Evolución futura**

#### **Capítulo 2. Conceptos de espacio aéreo**

##### **2.1 Introducción**

##### **2.2 Concepto de espacio aéreo**

##### **2.3 Conceptos de espacio aéreo y aplicaciones de navegación**

##### **2.4 Conceptos de espacio aéreo por área de operación**

- 2.4.1 Oceánico y continental remoto
- 2.4.2 En ruta continental
- 2.4.3 Espacio aéreo terminal: llegadas y salidas
- 2.4.4 Aproximación

### **Capítulo 3 CONSIDERACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL**

##### **3.1 Implantación de la PBN y la Seguridad Operacional**

#### **Capítulo 4 RECEPTORES GPS Y CONCEPTOS DE INTEGRIDAD RAIM, ALERTAS RAIM, FDE**

##### **4.1 Funciones Básicas**

##### **4.1.1 Receptores GPS**

##### **4.1.2 Integridad RAIM, Alertas RAIM**

##### **4.1.3 FDE**

##### **4.2 Circulares de Asesoramiento para aprobación de aeronaves y explotadores**

### **Capítulo 5 REQUERIMIENTOS DE LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN**

##### **5.1 Precisión**

##### **5.2 Integridad**

##### **5.3 Disponibilidad**

##### **5.4 Continuidad**

##### **5.5 Funcionalidad**

## **Capítulo 6      CONCEPTO BÁSICO SOBRE APROBACIÓN DE AERONAVEGABILIDAD Y OPERACIONES PARA OPERACIONES RNAV Y RNP**

- 6.1    Aprobación de aeronavegabilidad
- 6.2    Aprobación operacional
- 6.3    Aprobación de aeronavegabilidad y operaciones para operaciones RNAV-X
- 6.4    Aprobación de aeronavegabilidad y operaciones para operaciones RNP-X

## **Capítulo 7      REQUERIMIENTOS SOBRE PLANES DE VUELO**

- 7.1    Plan de implantación FPL Paraguay
- 7.2    Llenado de formulario de plan de vuelo

## **Capítulo 8      PROCEDIMIENTOS ATS**

- 8.1    Procedimientos Generales
- 8.2    Procedimientos de Contingencia

## **Capítulo 9      ESPACIAMIENTO DE RUTAS Y SEPARACIONES MÍNIMAS**

- 9.1    Espaciamento de rutas
  - 9.1.1    Rutas ATS Convencionales
  - 9.1.2    Rutas RNAV
- 9.2    Separaciones Mínimas

## **Capítulo 10     ESPACIOS AÉREOS EXCLUYENTES**

- 10.1    Exenciones
- 10.2    Aviación de Estado
- 10.3    Otros

## **Capítulo 11     PROCEDIMIENTOS EN EL ÁREA TERMINAL**

- 11.1    RNAV STAR
- 11.2    RNAV SID
- 11.3    RNP1 BÁSICO

## **Capítulo 12     CARTAS AERONÁUTICAS, INTERPRETACIÓN**

- 12.1    STAR
- 12.2    SID

## **Capítulo 13     COMPORTAMIENTO DE AERONAVES, FLY OVER, FLY BY**

- 13.1    FLY OVER
- 13.2    FLY BY
- 13.3    PATH TERMINATORS

## **Capítulo 14     FRASEOLOGÍA**

- 14.1    FRASEOLOGÍA GENERAL

# 1 CONCEPTO DE NAVEGACIÓN BASADA EN LA PERFORMANCE (PBN)

## Capítulo 1. Descripción de la navegación basada en la performance

### 1.1 Introducción

#### 1.1.1 Generalidades

1.1.1.1 El concepto de navegación basada en la performance (PBN) especifica que los requisitos de performance del sistema RNAV de la aeronave se definen en función de la precisión, integridad, disponibilidad, continuidad y funcionalidad necesarias para las operaciones propuestas en el contexto de un concepto de espacio aéreo particular, con el apoyo de la infraestructura de navegación apropiada. En ese contexto, el concepto de PBN representa un cambio de navegación basada en sensores a navegación basada en la performance. Los requisitos de performance se expresan en especificaciones para la navegación, que también identifican la elección de los sensores y del equipo de navegación que pueden usarse para satisfacer los requisitos de performance. Estas especificaciones para la navegación proporcionan a los Estados y a los explotadores orientación específica para la implantación a fin de facilitar la armonización mundial.

1.1.1.2 En el marco de la PBN, los requisitos de navegación genéricos se definen principalmente en función de los requisitos operacionales. Por consiguiente, los explotadores evalúan las opciones con respecto a la tecnología y los servicios de navegación disponibles. La solución escogida debería ser la más eficaz con relación al costo para el explotador, en vez de ser una solución establecida como parte de los requisitos operacionales. La tecnología puede evolucionar con el tiempo sin que sea necesario revisar las operaciones propiamente dichas, siempre que el sistema RNAV satisfaga el requisito de performance.

#### 1.1.2 Contexto de la PBN

1.1.2.1 La PBN es uno de los elementos habilitantes de un concepto de espacio aéreo. Comunicaciones, vigilancia ATS y ATM también son elementos esenciales de un concepto de espacio aéreo. Esto se demuestra en la Figura I-A-1-1. El concepto de navegación basada en la performance (PBN) se funda en el uso de un sistema de navegación de área (RNAV). Los componentes de información básicos para la aplicación de la PBN son dos:

- 1) la infraestructura de ayudas para la navegación; y
- 2) la especificación para la navegación.
  - La aplicación de los componentes mencionados antes a rutas ATS y procedimientos por instrumentos en el contexto del concepto de espacio aéreo resulta en un tercer componente:
- 3) la aplicación de navegación.

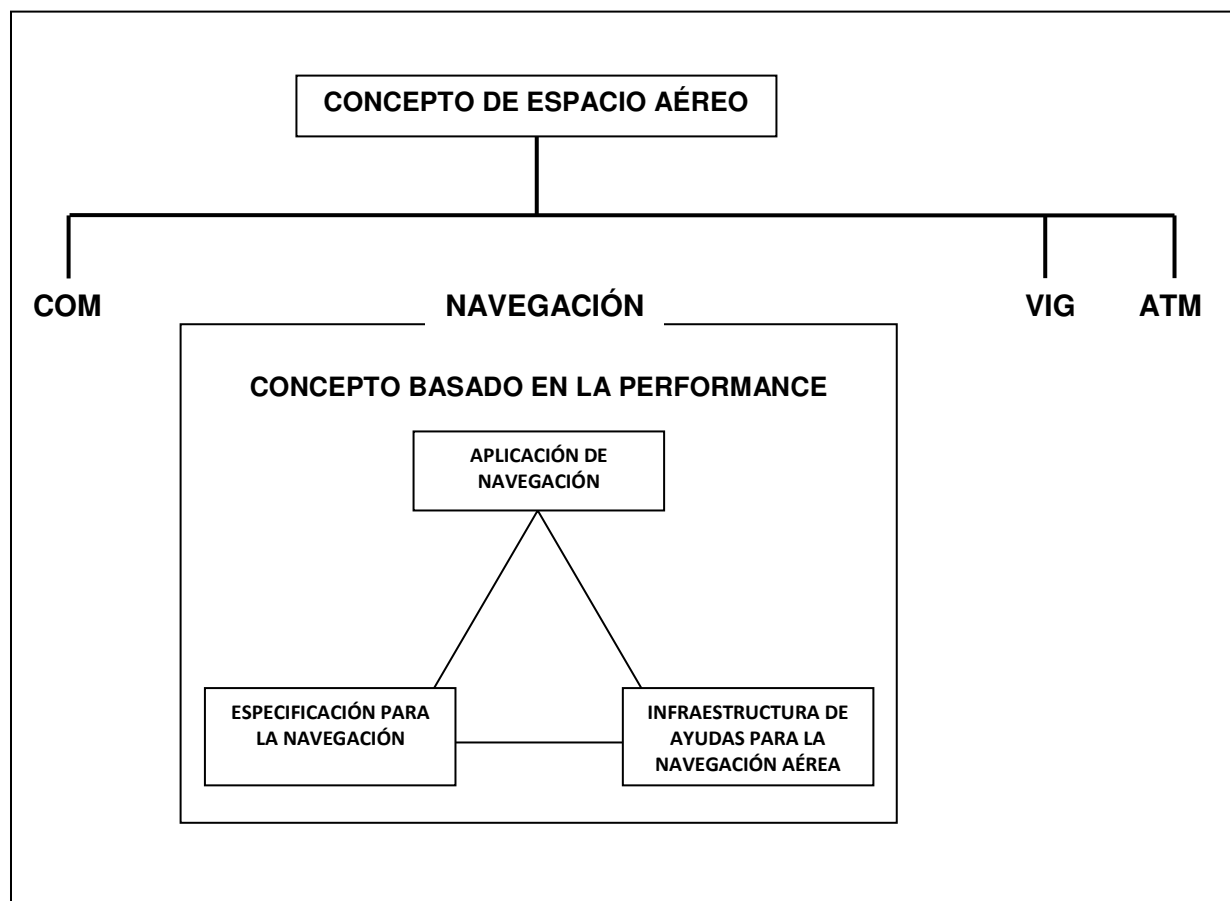


Figura I-A-1-1. Concepto de navegación basada en la performance

### 1.1.3 Alcance de la navegación basada en la performance

#### 1.1.3.1 Performance lateral

1.1.3.1.1 Por razones preexistentes relacionadas con el concepto RNP, la PBN actualmente está limitada a operaciones con requisitos de performance lateral lineal y limitaciones de tiempo. Por esta razón, las operaciones con requisitos de performance lateral angular (es decir, operaciones de aproximación y aterrizaje con guía vertical para los niveles de performance del GNSS APV-I y APV-II, así como operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión ILS/MLS/GLS) no se consideran en este manual.

Nota. Si bien este manual no proporciona ninguna especificación para la navegación que defina el FTE longitudinal (hora de llegada o control 4D), el requisito de precisión de las especificaciones RNAV y RNP está definido por las dimensiones lateral y longitudinal, lo que posibilita futuras especificaciones para la navegación que definen el FTE. (Véase en el Doc. 9613, Volumen II, Parte A, Capítulo 2, 2.2.2 un examen detallado de la performance longitudinal y también la Figura I-A-1-2).



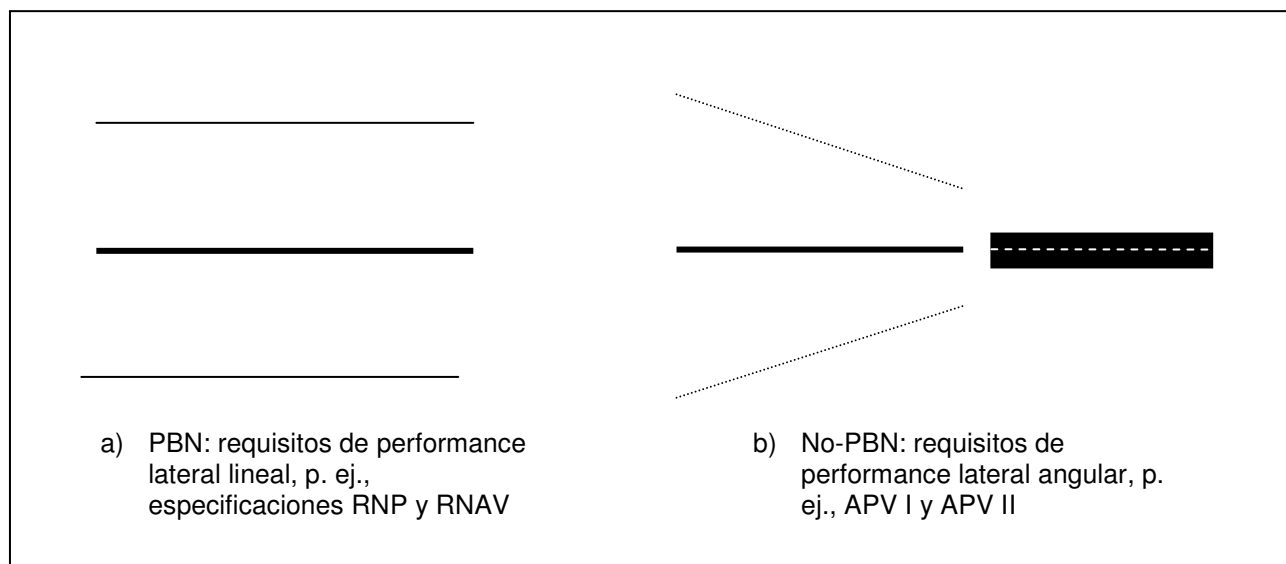


Figura I-A-1-2. Requisitos de performance lateral para la PBN

### 1.1.3.2 Performance vertical

- 1.1.3.2.1 A diferencia de la vigilancia lateral y del margen de franqueamiento de obstáculos, para los sistemas VNAV barométricos no hay una alerta de error de la posición vertical ni una relación del doble entre un 95% de precisión del sistema total requerida y el límite de performance. Por lo tanto, la VNAV barométrica no se considera RNP vertical.

## 1.2 Especificación para la navegación

- 1.2.1 Los Estados usan las especificaciones para la navegación como base para la elaboración del material para la aprobación de aeronavegabilidad y operacional. Una especificación para la navegación expresa en detalle la performance requerida del sistema RNAV en cuanto a precisión, integridad, disponibilidad y continuidad; las funcionalidades de navegación que el sistema RNAV debe tener; los sensores de navegación que deben estar integrados en el sistema RNAV; y los requisitos impuestos a la tripulación de vuelo. Las especificaciones OACI para la navegación figuran en el Volumen II del Doc. 9613.

- 1.2.2 Una especificación para la navegación es una especificación RNP o bien una especificación RNAV. Una especificación RNP incluye el requisito de vigilancia y alerta autónomas de la performance de a bordo, mientras que la especificación RNAV no incluye este requisito.

### 1.2.3 Vigilancia y alerta de la performance de a bordo

- 1.2.3.1 La vigilancia y alerta de la performance de a bordo es el principal elemento que determina si el sistema de navegación alcanza el nivel de seguridad operacional necesario para una aplicación RNP; este requisito se relaciona con la performance de navegación lateral y con la longitudinal; y permite a la tripulación de vuelo detectar si el sistema de navegación no logra, o no puede garantizar con una integridad de  $10^{-5}$ , la performance de navegación requerida para la operación que realiza. En la Parte A del Volumen II del Doc. 9613, se presenta una descripción detallada de la vigilancia y alerta de la performance de a bordo y de los errores de navegación.

- 1.2.3.2 Los sistemas RNP ofrecen mejoras respecto a la integridad de las operaciones; esto quizá permita un espaciado menor entre rutas y puede proporcionar suficiente integridad para que en un espacio aéreo específico se usen únicamente sistemas RNAV. Por consiguiente, el uso de los sistemas RNP puede ofrecer beneficios considerables en cuanto a seguridad operacional, operaciones y eficiencia.
- 1.2.4 Requisitos funcionales de navegación
- 1.2.4.1 Tanto las especificaciones RNAV como las especificaciones RNP incluyen requisitos respecto a ciertas funcionalidades para la navegación. En un nivel básico, entre estos requisitos funcionales pueden incluirse:
- a) indicación continua de la posición de la aeronave con relación a la derrota presentada al piloto a los mandos en una pantalla de navegación situada en su principal campo de visión,
  - b) presentación de distancia y rumbo al punto de recorrido activo (To),
  - c) presentación de velocidad respecto al suelo o tiempo al punto de recorrido activo (To),
  - d) función de almacenamiento de datos de navegación; y
  - e) indicación adecuada de fallas del sistema RNAV, incluidos los sensores
- 1.2.4.2 Entre las especificaciones de navegación más perfeccionadas se incluyen el requisito de bases de datos de navegación y la capacidad de ejecutar procedimientos de base de datos
- 1.2.4.3 Significado de las designaciones RNAV y RNP
- 1.2.4.3.1 Cabe señalar que, en los casos en que la precisión de navegación se usa como parte de la designación de una especificación para la navegación, la precisión de navegación es únicamente uno de los muchos requisitos de performance incluidos en la especificación para la navegación — véase el Ejemplo 1.
- 1.2.4.3.2 Dado que para cada especificación para la navegación se definen requisitos de performance específicos, una aeronave aprobada para una especificación RNP no está automáticamente aprobada para todas las especificaciones RNAV. Del mismo modo, una aeronave aprobada para una especificación RNP o RNAV que tiene un requisito de precisión estricto (p. ej., especificación RNP 0.3) no está automáticamente aprobada para una especificación para la navegación que tenga un requisito de precisión menos estricto (p. ej., RNP 4).
- 1.2.4.3.3 Por ejemplo, parecería lógico que una aeronave aprobada para RNP 1 básica esté automáticamente aprobada para RNP 4; sin embargo, no es así. Las aeronaves aprobadas para los requisitos de precisión más estrictos quizá no satisfagan necesariamente algunos de los requisitos funcionales de la especificación para la navegación que tiene un requisito de precisión menos estricto.

### **Ejemplo 1**

Una designación RNAV 1 se refiere a una especificación RNAV que incluye un requisito de precisión de la navegación de 1 NM entre muchos otros requisitos de performance. Si bien la designación RNAV 1 puede sugerir que 1 NM (lateral) es el único criterio de performance requerido, no es así. Como todas las especificaciones para la navegación, la especificación RNAV 1 que figura en el Volumen II del Doc. 9613 incluye todos los requisitos respecto a la tripulación y al sistema de navegación de a bordo.

**Nota:** Las designaciones de las especificaciones para la navegación son un nombre abreviado de todos los requisitos de performance y funcionalidad.

## **1.3 Infraestructura de ayudas para la navegación aérea**

**1.3.1** La infraestructura de ayudas para la navegación aérea se refiere a ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio. Las ayudas basadas en tierra incluyen equipo DME y VOR. Las ayudas basadas en el espacio incluyen elementos GNSS definidos en el Anexo 10 — Telecomunicaciones Aeronáuticas

## **1.4 Aplicaciones de navegación**

**1.4.1** Una aplicación de navegación es una aplicación de una especificación para la navegación y de la correspondiente infraestructura de ayudas para la navegación a rutas ATS, procedimientos de aproximación por instrumentos y/o a un volumen de espacio aéreo definido, de conformidad con el concepto de espacio aéreo. Una aplicación RNP se apoya en una especificación RNP; una aplicación RNAV se apoya en una especificación RNAV. Esto se ilustra en el Ejemplo 2.

### **Ejemplo 2**

Los sensores necesarios para satisfacer los requisitos de performance para una especificación RNAV 1 en un Estado en particular no dependen solamente de la capacidad de a bordo de la aeronave. Una infraestructura DME limitada o consideraciones de políticas respecto al GNSS podrían llevar a que las autoridades impongan requisitos de sensores de navegación específicos para una especificación RNAV 1 en ese Estado.

Como tal, la AIP del Estado A podría exigir el GNSS como un requisito para su especificación RNAV 1 porque el Estado A dispone únicamente del GNSS en su infraestructura de ayudas para la navegación. La AIP del Estado B podría exigir DME/DME/IRU para su especificación RNAV 1 (una decisión política para no permitir el GNSS).

Cada una de estas especificaciones para la navegación se implantaría como una aplicación RNAV 1. Sin embargo, las aeronaves equipadas con GNSS únicamente y aprobadas para la especificación RNAV 1 en el Estado A no serían aprobadas para operar en el Estado B.

## 1.5 Beneficios obtenidos por el uso de la PBN

### 1.5.1 La navegación basada en la performance ofrece varias ventajas con respecto al método de sensores específicos empleados en la elaboración de criterios para el espacio aéreo y el franqueamiento de obstáculos. Por ejemplo, la PBN:

- a) Aumento de la seguridad del espacio aéreo; permite un uso más eficiente del espacio aéreo (emplazamiento de rutas, rendimiento del combustible, atenuación del ruido, etc.)
- b) Reducir el tiempo de vuelo de las aeronaves
- c) Aprovechar la capacidad RNAV y/o RNP instaladas a bordo de un porcentaje de la flota de aeronaves; aclara la forma en que se usan los sistemas RNAV; y facilita el proceso de aprobación operacional de los explotadores, proporcionando un conjunto limitado de especificaciones para la navegación previstas para uso mundial; evita tener que desarrollar las operaciones en función de sensores específicos cada vez que evolucionan los sistemas de navegación, lo que sería de un costo prohibitivo. Se espera que la expansión de los servicios de navegación por satélite contribuya a que aumente la diversidad de los sistemas RNAV de las diferentes aeronaves.
- d) Mejorar las trayectorias de llegada a los aeropuertos y al espacio aéreo en cualquier condición meteorológica
- e) Permitir la implantación de trayectorias de aproximación, salidas y llegadas más precisas; reduce la necesidad de mantener rutas y procedimientos en función de sensores específicos y los costos conexos. Por ejemplo, desplazar una sola instalación terrestre VOR puede repercutir en docenas de procedimientos, dado que el VOR puede emplearse en rutas, aproximaciones VOR, aproximaciones frustradas, etc. Agregar nuevos procedimientos en función de los sensores aumentaría este costo y el rápido crecimiento de los sistemas de navegación disponibles haría que en poco tiempo las rutas y los procedimientos en función de sensores específicos no sean económicamente abordables
- f) Deberíamos considerar los beneficios obtenidos en la reducción de emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

## 1.6 Evolución futura

### 1.6.1 Desde una perspectiva de la navegación basada en la performance, es probable que las aplicaciones de navegación progresen de 2D a 3D/4D, aunque es difícil determinar hoy en día el tiempo necesario y los requisitos operacionales. Por consiguiente, la vigilancia y alerta de la performance de a bordo aún debe ser elaborada en el plano vertical (RNP vertical) y la labor en curso está dirigida a armonizar los requisitos de performance longitudinal y lineal. También es posible que en el futuro puedan incluirse en la PBN los requisitos de performance angular relacionados con la aproximación y el aterrizaje. Del mismo modo, también podrían incluirse especificaciones en apoyo de aplicaciones de navegación específicas para helicópteros y requisitos funcionales de espera.

### 1.6.2 Dado que se confía más en el GNSS, la elaboración de conceptos de espacio aéreo aumentará la necesidad de asegurar la integración coherente de elementos habilitantes de navegación, comunicaciones y vigilancia ATS.

## Capítulo 2. Conceptos de espacio aéreo

### 2.1 Introducción

2.1.1 Este capítulo explica el concepto de espacio aéreo y su relación con las aplicaciones de navegación, que se funda en el concepto de navegación basada en la performance descrito en el capítulo anterior.

### 2.2 Concepto de espacio aéreo

2.2.1 Un concepto de espacio aéreo puede considerarse como una visión general o un plan general para un espacio aéreo en particular. Un concepto de espacio aéreo se basa en principios particulares y empalma con objetivos específicos. Los conceptos de espacio aéreo deben incluir un cierto nivel de detalle para que puedan introducirse cambios en un espacio aéreo. Los detalles podrían explicar, por ejemplo, la organización y gestión del espacio aéreo y las funciones que habrán de desempeñar las diversas partes interesadas y los usuarios del espacio aéreo. Los conceptos de espacio aéreo también pueden describir las diferentes funciones y responsabilidades, los mecanismos empleados y las relaciones entre personas y máquinas.

2.2.2 Los objetivos estratégicos regulan la visión general del concepto de espacio aéreo (véase la Figura I-A-2-1). Generalmente, los usuarios del espacio aéreo, la gestión del tránsito aéreo (ATM), los aeropuertos y también las políticas gubernamentales y sobre el medio ambiente identifican estos objetivos. El concepto de espacio aéreo y el concepto de operaciones tienen la función de responder a esas necesidades. Los objetivos estratégicos que comúnmente regulan los conceptos de espacio aéreo son seguridad operacional, capacidad, eficiencia, acceso y medio ambiente. Como lo sugieren más adelante los Ejemplos 1 y 2, los objetivos estratégicos pueden dar como resultado que se introduzcan cambios en el concepto de espacio aéreo.



Figura I-A-2-1. Objetivos estratégicos y concepto de espacio aéreo

### Ejemplo 1

Seguridad operacional: El diseño de procedimientos de aproximación por instrumentos RNP podría ser una manera de aumentar la seguridad operacional [disminuyendo el número de impactos contra el suelo sin pérdida de control (CFIT)].

Capacidad: Planificar la adición de una pista más en un aeropuerto para aumentar la capacidad provocará un cambio en el concepto de espacio aéreo (serán necesarios nuevos enfoques para las SID y STAR).

Eficiencia: La necesidad de un usuario de optimizar los perfiles de vuelo durante las salidas y llegadas podría hacer que los vuelos sean más eficientes en términos de consumo de combustible.

Medio ambiente: La necesidad de reducción de las emisiones, rutas de ruido mínimo o de llegadas/aproximaciones en descenso continuo (CDA), son razones ambientales que causan cambios.

Acceso: La necesidad de prever una aproximación con mínimos inferiores a los que prevén los procedimientos convencionales, a fin de asegurar el acceso continuo al aeropuerto durante periodos de mal tiempo, puede dar como resultado una aproximación RNP a esa pista.

### Ejemplo 2

Si bien el GNSS está relacionado fundamentalmente con la navegación, también es el elemento principal de las aplicaciones de vigilancia ADS-B. Como tal, las funciones de determinación de la posición y mantenimiento de la derrota del GNSS ya no se limitan a ser un elemento habilitante de la navegación para un concepto de espacio aéreo. El GNSS, en este caso, es también un elemento habilitante de la vigilancia ATS. Lo mismo ocurre con las comunicaciones por enlace de datos: el sistema de vigilancia ATS también usa los datos (por ejemplo, en ADS-B y navegación)

## 2.3 Conceptos de espacio aéreo y aplicaciones de navegación

- 2.3.1 El efecto en cascada de los objetivos estratégicos respecto al concepto de espacio aéreo impone requisitos a los diversos “elementos habilitantes”, tales como comunicaciones, navegación, vigilancia ATS, gestión del tránsito aéreo y operaciones de aeronaves. Los requisitos funcionales de navegación, ahora dentro de un contexto de navegación basada en la performance, deben ser identificados. Estas funcionalidades de navegación están formalizadas en una especificación para la navegación que, junto con una infraestructura de ayudas para la navegación aérea, da apoyo a una aplicación de navegación en particular. Como parte de un concepto de espacio aéreo, las aplicaciones de navegación también tienen una relación con comunicaciones, vigilancia ATS, ATM, herramientas ATC y operaciones de vuelo. El concepto de espacio aéreo une todos los elementos en un todo integrado.(Véase la Figura I-A-2-2)

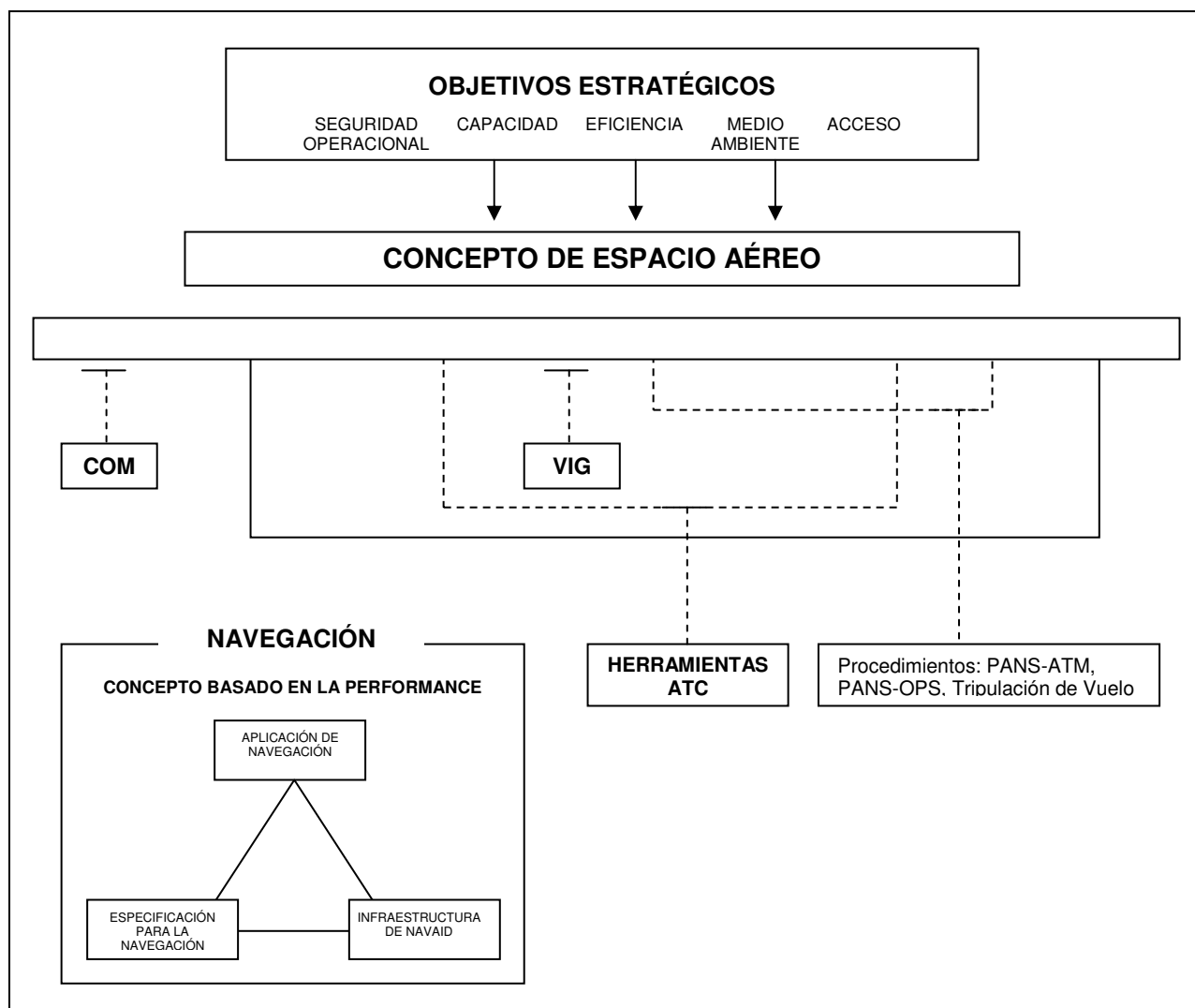


Figura I-A-2-2. Relación: Navegación basada en la performance y concepto de espacio aéreo

- 2.3.2 El enfoque anterior es descendente: comienza en el nivel general (¿Cuáles son los objetivos estratégicos? ¿Qué concepto de espacio aéreo es necesario?) A fin de identificar los requisitos específicos, es decir, la forma en que los CNS/ATM llenarán los requisitos de este concepto y su concepto de operaciones.
- 2.3.3 La función que ha de desempeñar cada elemento habilitante en el concepto general debe ser identificada. Ningún “elemento habilitante” puede elaborarse aisladamente, es decir, los elementos habilitantes de comunicaciones, vigilancia ATS y navegación deberían formar un todo integrado.
- 2.4 Conceptos de espacio aéreo por área de operación
- 2.4.1 Oceánico y continental remoto
- 2.4.1.1 Dos aplicaciones de navegación, RNAV 10 y RNP 4, sirven actualmente para los conceptos de espacio aéreo oceánico y continental remoto. Ambas aplicaciones de navegación usan principalmente el GNSS para dar apoyo al elemento de navegación del concepto de espacio aéreo.

En el caso de la aplicación RNAV 10, no es obligatoria ninguna forma de servicio de vigilancia ATS. En el caso de la aplicación RNP 4, se usa la ADS contrato (ADS-C).

Nota: La RNAV 10 sigue llevando la designación RNP 10

#### 2.4.2 En ruta continental

2.4.1.1 Las aplicaciones RNAV apoyan actualmente los conceptos de espacio aéreo en ruta continental. La RNAV 5 se usa en las Regiones Oriente Medio (MID) y Europa (EUR), pero a la fecha de publicación de este manual se designa como B-RNAV [RNAV básica en Europa y RNP 5 en el Oriente Medio]. En los Estados Unidos, una aplicación RNAV 2 da apoyo a un concepto de espacio aéreo en ruta continental. Actualmente, las aplicaciones RNAV continental dan apoyo a conceptos de espacio aéreo que incluyen vigilancia radar y comunicaciones directas controlador-piloto (orales). Considere que a partir del 20 de octubre de 2011 se implantará la RNAV5 en el espacio aéreo superior de la Región SAM.

#### 2.4.3 Espacio aéreo terminal: llegadas y salidas

2.4.3.1 Las aplicaciones RNAV dan apoyo a los conceptos de espacio aéreo terminal existentes que incluyen salidas y llegadas. Estas aplicaciones se usan actualmente en la Región Europa (EUR) y en los Estados Unidos. La aplicación RNAV en el espacio aéreo terminal europeo se conoce como P-RNAV (RNAV de precisión). Si bien la especificación RNAV 1 tiene una precisión de navegación común con la P-RNAV, esta especificación para la navegación regional no llena todos los requisitos de la especificación RNAV 1, la aplicación en el espacio aéreo terminal de los Estados Unidos conocida como US RNAV tipo B ha sido alineada con el concepto PBN y ahora se llama RNAV 1. La RNP básica fue elaborada principalmente para su aplicación en un espacio aéreo terminal de poca densidad de tránsito, sin radar. Se prevé que en el futuro se elaborarán más aplicaciones RNP, tanto para el espacio aéreo en ruta como para el terminal.

#### 2.4.4 Aproximación

2.4.3.1 Los conceptos de aproximación abarcan todos los segmentos de la aproximación por instrumentos, es decir, inicial, intermedio, final y aproximación frustrada. Estos necesitarán cada vez más especificaciones RNP que requieren una precisión de navegación de 0,3 NM a 0,1 NM o menos. Típicamente, tres clases de aplicaciones RNP son características de esta fase del vuelo: nuevos procedimientos para pistas para las que nunca hubo un procedimiento por instrumentos, procedimientos que reemplazan o sirven como reserva para procedimientos por instrumentos existentes basados en diferentes tecnologías y procedimientos elaborados para mejorar el acceso al aeropuerto en entornos muy exigentes.

## 2 BENEFICIOS OBTENIDOS POR EL USO DE LA PBN

2.1 Ver numeral 1.5 del capítulo 1 de este manual



## Capítulo 3      CONSIDERACIONES SOBRE SEGURIDAD OPERACIONAL

### 3.1      Implantación de la PBN y la Seguridad Operacional

- 3.1.1      A todos los usuarios del concepto PBN les interesa la seguridad operacional. Los planificadores del espacio aéreo y los diseñadores de procedimientos, así como los fabricantes de aeronaves y los proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP), necesitan asegurarse de que su parte del concepto de espacio aéreo cumpla los requisitos de seguridad operacional pertinentes. Los Estados del explotador especifican los requisitos para el equipo de a bordo y necesitan estar seguros de que los fabricantes realmente cumplen estos requisitos. Otras autoridades especifican un requisito para la seguridad operacional en el plano del concepto de espacio aéreo. Estos requisitos se usan como base para el espacio aéreo y el diseño de procedimientos y, también en este caso, las autoridades necesitan estar seguras de que se cumplen sus requisitos
- 3.1.2      Demostrar que los requisitos de seguridad operacional se cumplen es algo que las diferentes partes interesadas logran de diversas maneras. El medio que se emplea para demostrar la seguridad operacional de un concepto de espacio aéreo no es el mismo que se usa para demostrar que las aeronaves cumplen los requisitos de seguridad operacional. Cuando se han llenado todos los requisitos de seguridad operacional, los controladores de tránsito aéreo y los pilotos deben respetar sus respectivos procedimientos a fin de garantizar la seguridad de las operaciones

## Capítulo 4 RECEPTORES GPS Y CONCEPTOS DE INTEGRIDAD RAIM, ALERTAS RAIM, FDE

### 4.1 Funciones Básicas

#### 4.1.1 Receptores GPS

#### 4.1.2 Integridad RAIM, Alertas RAIM

##### 4.1.2.1 Programa de predicción de la vigilancia de la integridad (RAIM) del GPS (CA 91-002 – SRVSOP)

4.1.2.1.1 Cuando se utilice un programa de predicción de la vigilancia de la integridad (RAIM) del GPS para cumplir con las disposiciones de este documento, éste deberá cumplir con los siguientes criterios:

- a) Proporcionar una predicción de la disponibilidad de la función de vigilancia de la integridad (RAIM) del equipo GPS, adecuado para llevar a cabo operaciones RNAV 5.
- b) Haber sido desarrollado de acuerdo con los criterios del Nivel D de la RTCA DO 178B/EUROCAE 12B, como mínimo.
- c) Utilizar un algoritmo RAIM idéntico de aquel que se utiliza en el equipo de a bordo de la aeronave o un algoritmo basado en hipótesis para la predicción RAIM que proporcione un resultado conservador.
- d) Calcular la disponibilidad RAIM, utilizando un ángulo de enmascaramiento del satélite de no más de 5 grados, excepto cuando la AAC autorice la utilización de un ángulo de enmascaramiento menor.
- e) Disponer de la capacidad de selección manual de los satélites GPS que se haya notificado que estarán fuera de servicio para el vuelo previsto.
- f) Permitir al usuario seleccionar:
  - 1) la ruta prevista y los aeródromos de alternativa seleccionados; y
  - 2) la hora y duración del vuelo previsto.

#### 4.1.3 FDE (Detección de Fallas y Exclusión)

### 4.2 Circulares de Asesoramiento para aprobación de aeronaves y explotadores

4.2.1 En total se presentaron las siguientes 7 CA con sus respectivas ayudas de trabajo en los apéndices que a continuación se detallan:

- 1. CA 91-001 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNAV 10 (designada y autorizada como RNP 10)
- 2. CA 91-002 - Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNAV 5
- 3. CA 91-003 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNAV 1 y RNAV 2
- 4. CA 91-006 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP 1 básica
- 5. CA 91-008 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP APCH
- 6. CA 91-009 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones RNP AR APCH
- 7. CA 91-010 – Aprobación de aeronaves y explotadores para operaciones APV/baro-VNAV

## Capítulo 5      REQUERIMIENTOS DE LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN

- 5.1      Precisión: Durante las operaciones en el espacio aéreo o en rutas designadas como RNAV 5, el error lateral del sistema total no excederá de 5 NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo. El error a lo largo de la derrota tampoco excederá de  $\pm 5$  NM para, por lo menos, el 95% del tiempo total de vuelo.
- 5.2      Integridad: El mal funcionamiento del equipo de navegación de la aeronave se clasifica como una condición de falla importante en virtud de los reglamentos de aeronavegabilidad (es decir,  $10^{-5}$  por hora).
- 5.4      Continuidad: La pérdida de función se clasifica como una condición de falla de menor importancia si el explotador puede revertir a un sistema de navegación diferente y dirigirse a un aeropuerto adecuado.
- 5.5      Funcionalidad; Señal en el espacio: Si se usa GNSS, el equipo de navegación de la aeronave dará la alerta si la probabilidad de que los errores de señal en el espacio que causan un error de posición lateral superior a 10 NM excede de  $10^{-7}$  por hora (Anexo 10, Volumen I, Tabla 3.7.2.4-1).

6.1      Aprobación de aeronavegabilidad

6.1.1      El proceso de aprobación de aeronavegabilidad asegura que cada uno de los elementos del equipo RNAV instalado es de un tipo y un diseño apropiados para la función prevista y que la instalación funciona adecuadamente en las condiciones de operación previsibles. Además, el proceso de aprobación de aeronavegabilidad identifica las limitaciones de instalación que deben considerarse para la aprobación operacional. Esas limitaciones y toda otra información pertinente para la aprobación de la instalación del sistema RNAV están documentadas en el manual de vuelo del avión (AFM) o en el suplemento del mismo, según corresponda. La información también puede repetirse y ampliarse en otros documentos, tales como los manuales de operaciones para los pilotos o para la tripulación de vuelo. El proceso de aprobación de aeronavegabilidad está bien establecido en los Estados de los explotadores y se refiere a la función prevista de la especificación para la navegación que ha de aplicarse

6.2      Aprobación operacional

6.2.1      Las aeronaves deben estar equipadas con un sistema RNAV que permita a la tripulación de vuelo navegar de conformidad con criterios operacionales definidos en la especificación para la navegación.

6.2.2      El Estado del explotador es la autoridad responsable de aprobar las operaciones de vuelo.

6.2.3      La autoridad debe estar convencida de que los programas operacionales son adecuados. Deberían evaluarse los programas de instrucción y los manuales de operaciones.

6.2.4      Proceso de aprobación RNAV general

6.2.5      El proceso de aprobación operacional supone en primer lugar que la correspondiente aprobación de la instalación/aeronavegabilidad ha sido otorgada.

6.2.6      Durante las operaciones, la tripulación debería respetar toda limitación establecida en el AFM y sus suplementos.

6.2.7      Los procedimientos normales están indicados en la especificación para la navegación, incluidos los detalles de las medidas que la tripulación debe tomar durante la planificación previa al vuelo, antes de comenzar el procedimiento y durante el procedimiento.

6.2.8      Los procedimientos anormales están indicados en la especificación para la navegación, incluidos los detalles de las medidas que la tripulación debe tomar en caso de falla del sistema RNAV de a bordo y en caso de que el sistema no pueda mantener la performance prescrita de las funciones de vigilancia y alerta de a bordo.

6.2.9      El explotador debería tener un sistema para investigar los sucesos que afecten a la seguridad operacional a fin de determinar el origen de los mismos (procedimiento codificado, problema de precisión, etc.).

6.2.10      La lista de equipo mínimo (MEL) debería identificar el equipo mínimo necesario para satisfacer la aplicación de navegación.

### 6.3 Aprobación de aeronavegabilidad y operaciones para operaciones RNAV-X

- 6.3.1 El sistema RNAV instalado debería cumplir un conjunto de requisitos de performance básicos descritos en la especificación para la navegación, que define los criterios de precisión, integridad y continuidad. También debería cumplir un conjunto de requisitos funcionales específicos, tener una base de datos de navegación y dar apoyo a cada terminación de trayectoria específica que requiera la especificación para la navegación.

Nota: Para ciertas aplicaciones de navegación, una base de datos de navegación podría ser opcional.

- 6.3.2 Para un sistema RNAV multisensor, debería hacerse una evaluación a fin de determinar qué sensores cumplen el requisito de performance descrito en la especificación para la navegación.
- 6.3.3 La especificación para la navegación generalmente indica si para cumplir los requisitos de disponibilidad y/o continuidad es necesaria una instalación simple o doble. El concepto de espacio aéreo y la infraestructura de ayudas para la navegación son elementos clave para decidir si es necesaria una instalación simple o doble.

### 6.4 Aprobación de aeronavegabilidad y operaciones para operaciones RNP-X

- 6.4.1 El sistema RNP instalado debería cumplir un conjunto de requisitos de performance RNP básicos, descritos en la especificación para la navegación, que deberían incluir una función de vigilancia y alerta de a bordo. También debería cumplir un conjunto de requisitos funcionales específicos, tener una base de datos de navegación y dar apoyo a cada terminación de trayectoria específica que requiera la especificación para la navegación.
- 6.4.2 Para un sistema RNP multisensor, debería realizarse una evaluación a fin de determinar qué sensores cumplen el requisito de performance RNP descrito en la especificación RNP

## Capítulo 7            REQUERIMIENTOS SOBRE PLANES DE VUELO

### 7.1      Ver: A I C A12/C13 de 15 SEP 2011

Aplicación en la FIR ASUNCIÓN de la Enmienda 1 a los PROCEDIMIENTOS PARA LOS SERVICIOS DE NAVEGACIÓN AÉREA GESTIÓN DEL TRÁFICO AÉREO PANS-ATM (DOC. 4444, 15<sup>a</sup> EDICIÓN) DE LA OACI, que complementa los Procedimientos y Contenido del Nuevo Formato del Plan Vuelo y sus Mensajes ATS, a partir del 15 de noviembre de 2012.

8.1       Procedimientos Generales

8.1.2    Los procedimientos ATS son necesarios para usarlos en el espacio aéreo que utiliza aplicaciones RNAV y RNP. Entre los ejemplos al respecto cabe incluir los procedimientos para poder usar la funcionalidad de a bordo para desplazamiento paralelo o para que sea posible la transición entre espacios aéreos que tienen requisitos de performance y funcionalidad diferentes (es decir, diferentes especificaciones para la navegación). A fin de facilitar una transición de ese tipo es necesaria una planificación detallada, a saber:

- a-     determinación de los puntos específicos a los que se dirigirá el tránsito a medida que este pase de un espacio aéreo que requiere una especificación para la navegación con requisitos de performance y funcionales menos estrictos a un espacio aéreo que requiere una especificación para la navegación con requisitos de performance y funcionales más estrictos;
- b-     coordinación de las actividades con las partes que corresponda a fin de obtener un acuerdo regional con los detalles de las responsabilidades.

8.1.3    Los controladores de tránsito aéreo deberían adoptar las medidas pertinentes para proporcionar más separación y coordinar con otras dependencias ATC según corresponda, cuando se les informe que el vuelo no puede mantener el nivel de performance de navegación prescrito

8.2       Procedimientos de Contingencia

A DESARROLLAR

## Capítulo 9            ESPACIAMIENTO DE RUTAS Y SEPARACIONES MÍNIMAS

### 9.1        Ver DINAC R 4444



## Capítulo 10      ESPACIOS AÉREOS EXCLUYENTES

### 10.1      No se aplica en la FIR Asunción

11.1    Ver las siguientes publicaciones:

- a) AIC A09-C10 2011;
- b) AIC A10-C11 2011;
- c) AIC A11-C12 2011;
- d) CA N° 91.001 RNAV 2011
- e) CA N° 91.002 RNAV 2011
- f) CA N° 91.003 RNAV 2011
- g) CA N° 91.008 RNP 2011
- h) CA N° 91.009 RNP 2011
- i) CA N° 91.010 APV 2011
- j) CA N° 91.006 2011

Nota: estas publicaciones se corresponden a las citadas en el Capítulo 4 de este manual.



13.1 Seminario Taller sobre usos y aplicación de la PBN en las diferentes fases del vuelo y espacios aéreos.

## Capítulo 14      FRASEOLOGÍA

14.1    Ver Capítulo 12 del DINAC R4444

\*\*\*