



Organización de Aviación Civil Internacional

Oficina Regional Sudamericana

**Séptimo Taller/Reunión del Grupo de Implantación SAM  
(SAM/IG/7) – Proyecto Regional RLA/06/901**

Lima, Perú, 23 al 27 de Mayo de 2011

SAM/IG/7- NI/16

11/05/11

## **Cuestión 6 del Orden del Día:**

**Evaluación de los requisitos operacionales para determinar la implantación de mejoras de las capacidades de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) para operaciones en ruta y Terminal.**

### **ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN EN VUELO EN BRASIL**

(Presentada por Brasil)

Esta nota informativa tiene por objetivo presentar a los participantes los métodos de inspección en vuelo para los nuevos procedimientos RNAV y GBAS en implantación en Brasil.

## **1. Introducción**

1.1 En los últimos años, Brasil ha estado creando procedimientos RNAV GNSS para que sean utilizados en la gran mayoría de sus aeropuertos. Tales procedimientos contemplan, además de la fase de aproximación, las fases de llegada y de salida, constituyéndose en una importante alternativa aquellos basados en auxilios en tierra.

1.2 Debido a la mayor flexibilidad en el establecimiento de fijos, una aeronave que utiliza los procedimientos RNAV GNSS acaba por ejecutar trazados optimizados, perfeccionando el estándar de la navegación aérea y auxiliando a minimizar el impacto de los constantes aumentos de la afluencia de tránsito aéreo nacional.

1.3 Todo ese involucramiento ha exigido el establecimiento de normas bastante específicas de inspección en vuelo para cada tipo de procedimiento. Esos parámetros, basados en la vasta experiencia de Brasil en inspección en vuelo, en el Manual Brasileño de Inspección en Vuelo y en la legislación internacional (OACI y FAA), serán abordados a seguir.

## **2. Análisis**

2.1. Las posibilidades advenidas de los procedimientos RNAV GNSS son inúmeras, inclusive la guía vertical de la aeronave en las aproximaciones. En esa área, el DECEA está en proceso de homologación de 240 procedimientos APV/Baro-VNAV, de los cuales ya han sido publicados cerca de 30 procedimientos, en los principales aeropuertos brasileños. Concomitantemente, se encuentra en fase final de instalación una estación GBAS en el Aeropuerto del Galeão- Rio de Janeiro.

2.2. La implementación de nuevos tipos de procedimientos, cuya importancia se justifica por requisitos de seguridad (como es el caso de los procedimientos APV) o, aún, por primacía operacional (como es el caso de los procedimientos ILS con transición RNAV y de las SID RNAV), ha llevado al DECEA a elaborar esos nuevos procedimientos para los cerca de 140 aeropuertos públicos que operan por

instrumentos en Brasil, totalizando 640 nuevas cartas, que se encuentran, actualmente, en un cronograma de publicación ordenadas por prioridad, tomándose en consideración las necesidades de los usuarios y las metas de la Resolución A37-1 de la 37<sup>a</sup> Asamblea de la OACI.

2.3. La inclusión de esos nuevos procedimientos y de nuevos auxilios a la navegación en el Programa Anual de Inspección en Vuelo (PROINV) ha provocado un aumento significativo en las actividades del Grupo Especial de Inspección en Vuelo (GEIV).

2.4. Los procedimientos basados en Navegación Basada en Performance y en GBAS han exigido una reformulación de los criterios aplicados en la inspección en vuelo, cuyo resumen se presenta en el Apéndice “A” a esta nota de estudio.

## APÉNDICE A

### Resumen de los Criterios de Inspección en Vuelo aplicados a la PBN y al GBAS

#### 1. Inspección en Vuelo de Procedimientos LNAV

1.1. En las inspecciones de procedimientos RNAV de guía solamente lateral (LNAV) son observados los siguientes ítems:

##### a. Precisión de “Waypoints” (Punto de Recorrido)

Los “waypoints” establecidos en el procedimiento deben ser verificados cuanto a su corrección y representación. Los “waypoints” “fly-by” y “fly-over” deberán ser verificados cuanto a su correcta representación y aplicabilidad.

**NOTA:** Salvo necesidades operacionales específicas, el IAF, IF y FAF serán definidos por “fly-by waypoints” y el MAPt será definido por “fly-over waypoint”.

##### b. Precisión de Rumbos

Donde aplicable, los rumbos, según mostrados en los procedimientos de aproximación por instrumentos, deben tener su precisión evaluada.

##### c. Precisión de Distancia

Las distancias deben tener su precisión verificada por medio de Sistema de Posicionamiento de Aeronave (SPA). Las informaciones contenidas en la base de datos del sistema deben ser previamente validadas, de forma a que se garantice la precisión de las distancias inseridas en el procedimiento.

##### d. Verificaciones Anteriores al Despegue

Nuevos procedimientos deben ser evaluados antes de la inspección en vuelo, insiriéndose los “waypoints” en el sistema de bordo y comparando las informaciones de distancias, rumbos y perfiles verticales entre los “waypoints” con las informaciones contenidas en las cartas.

##### y. Cobertura de los Auxilios

El especialista en control de tránsito aéreo deberá presentar al equipo de inspección en vuelo los análisis utilizados en la elaboración de los procedimientos. El Piloto-Inspector (PI) deberá confirmar la cobertura de los diversos auxilios e identificar cualquier interferencia o efectos de los multicaminos, en el caso de navegación GNSS.

1.2. En el caso de procedimientos basados en informaciones de posición DME/DME, debe ser llevada a cabo una evaluación del impacto en la solución de navegación de todas las señales DME recibidas a lo largo del curso establecido. La evaluación debe establecer:

- Cuales DME proveen cobertura (considerando una potencia adecuada de la señal) sobre la ruta propuesta – la finalidad es confirmar la cobertura asumida en la elaboración del procedimiento;
- Si la precisión de posición, utilizándose las estaciones DME disponibles, es adecuada para todos los puntos a lo largo de la ruta – la finalidad es confirmar que los errores del sistema de navegación, asumidos por el especialista en control de tránsito aéreo, están dentro de la faja de tolerancia;
- Si algún DME es crítico para asegurar la cobertura adecuada;

- Si algún DME tiene efecto negativo en la precisión de la información de posición;
- Si existe alguna interferencia electromagnética que tenga efecto negativo en la recepción de las señales; y
- Si existe alguna falsa información debido a cualquier razón (**ex.:** multicaminos).

1.3. En el caso de procedimientos GNSS, la cobertura es monitoreada durante la operación por medio del Sistema Autónomo de Monitoreo de la Integridad del Receptor (RAIM). La evaluación debe establecer si:

- Se alcanza una precisión adecuada de posicionamiento horizontal con la disponibilidad de RAIM;
- Existe alguna interferencia electromagnética que tenga un efecto negativo en la recepción de las señales; y
- Existe algún ángulo mínimo de enmascaramiento, debido a aspectos topográficos, asociados al procedimiento.

## **2. Procedimientos de Aproximación APV BARO/VNAV**

2.1. El procedimiento APV/Baro-VNAV añade la posibilidad de realización de aproximaciones con guía vertical a los procedimientos con guía lateral (RNAV) sin, entretanto, atender a los requisitos previstos para operaciones de aproximación de precisión.

2.2. Un sistema de navegación Baro-VNAV presenta una guía vertical calculada, con un ángulo de trayectoria vertical (VPA), normalmente de 3°. Los parámetros de una aproximación con guía vertical utilizándose el Baroaltímetro son basados en los criterios de performance de las aeronaves, en que son computados el Error del Sistema de Navegación (NSE) y el Error de la Tolerancia Técnica de Vuelo (FTE), siendo el Error Total (TSE) la media cuadrática de esos errores.

2.3. Aunque el ángulo óptimo de descenso para las aproximaciones Baro-VNAV sea de 3°, cuando, por razones técnicas y/o operacionales, no sea posible utilizar una rampa óptima ese ángulo podrá ser elevado hasta el máximo de 3,5°. Una vez determinado el ángulo vertical de aproximación, la variación máxima permitida será de 0,1° para más o para menos.

2.4. Con la navegación vertical basada en la presión barométrica, el margen mínima de liberación de obstáculos (MOC) sufre influencia directa de la temperatura atmosférica, en razón de la aproximación de las líneas isobáricas en bajas temperaturas. Delante de temperaturas muy bajas, la rampa nominal de 3° puede sufrir reducción, resultando en la disminución de las alturas mínimas. Por esa razón, los equipos de inspección en vuelo deberán observar la temperatura mínima para la ejecución de los procedimientos Baro-VNAV, publicada en las IAC correspondientes.

2.5. El vuelo de inspección del procedimiento Baro-VNAV está dividido en 2 (dos) etapas, siendo la primera referente a la verificación de la corrección de las informaciones contenidas en la carta y del “fly ability” del procedimiento y la segunda, cuando será evaluada la “clearance” del procedimiento.

2.6. En la primera etapa del vuelo de inspección del procedimiento Baro-VNAV, deberá ser considerado lo siguiente:

- el procedimiento de aproximación deberá ser volado, preferencialmente, con sus informaciones ya inseridas en el banco de datos del sistema de navegación de la aeronave, por medio de la tarjeta de actualización del “Flight Management System” (FMS);
- caso tales informaciones aun no estén disponibles, los datos deberán ser inseridos manualmente en el FMS por el Piloto-Inspector;
- deberá ser dada preferencia al vuelo utilizándose el piloto automático, a fin de evaluar la transición para el segmento final con guía vertical;
- para la verificación del procedimiento Baro-VNAV no será necesario el montaje de Sistema de Posicionamiento de la Aeronave (SPA) y tampoco de grabación/impresión de datos por parte del Operador de Sistema de Inspección en Vuelo (OSIV); y
- durante la realización del vuelo, deberá ser verificado también el “RAIM PREDICTION”, en la configuración APPR, y la habilitación del modo APPROACH del FMS.

2.7. En la segunda etapa del vuelo de inspección del procedimiento Baro-VNAV, para la verificación de la “clearance”, solamente el segmento de aproximación final deberá ser evaluado, una vez que los segmentos inicial e intermediario son comunes a los del procedimiento LNAV (RNAV GNSS). Para tanto, el PI deberá seguir los pasos descritos a seguir:

- el PI deberá planear en el FMS un vuelo punto a punto, de acuerdo con el formulario de registro del procedimiento. Este vuelo también deberá ser realizado con la precisión de aproximación en el FMS de la aeronave;
- se inicia el vuelo, estabilizado en el curso de la aproximación final, sobre el FAF (FAP), a una altitud de 100 ft arriba del FAS (Segmento de Aproximación Final), que es la superficie de evaluación limitadora de los obstáculos del procedimiento Baro-VNAV, conforme previsto en el Manual para Elaboración de Procedimientos VFR y IFR, Doc. 8168-Vol. II, de la OACI;
- manteniendo una razón de descenso constante para un punto definido en la aproximación final del procedimiento, codificado por distancia de la cabecera o coordenadas, que deberá ser bloqueado 100 ft abajo de la DA;
- en seguida, la aeronave mantendrá el vuelo nivelado (100 ft abajo de la DA) hasta interceptar la superficie de evaluación del segmento de aproximación perdida, que será definido por un punto, codificado por distancia de la cabecera o coordenadas;
- sobre el punto descrito en el ítem anterior, la aeronave deberá iniciar una subida manteniendo el gradiente estándar de 2,5%, o aquel publicado en el formulario de registro del procedimiento (figura 2); y
- durante el vuelo del tramo descrito arriba, no deberá haber obstáculos en la misma altitud de la aeronave.

2.8. Además de esas características inherentes a los procedimientos con guía vertical, todos los distintos ítems comunes a un procedimiento de aproximación RNAV deberán ser inspeccionados según prescrito en la Sección 214 del MANINV-BRASIL, inclusive en lo que se refiere a las tolerancias.

### **3. Procedimientos de Aproximación GLS (GBAS)**

3.1. Para atender a los requisitos de las operaciones de aproximación de precisión CAT I se ha optado por la utilización del GBAS para mejora de la señal GNSS.

3.2. El GBAS es un sistema de seguridad crítico compuesto de hardware y software que incrementa el servicio de posicionamiento estándar (SPS) del GPS y, potencialmente, cualquier constelación en el futuro, proveyendo mejoría del nivel de servicio y soportando la aproximación CAT I dentro del área de cobertura del sistema. El GBAS opera en la zona de frecuencia de 108 a 117.95 MHz, posibilitando el incremento de la

Precisión y definiendo los puntos de referencia de la aproximación de precisión, conforme los requisitos del Anexo 10.

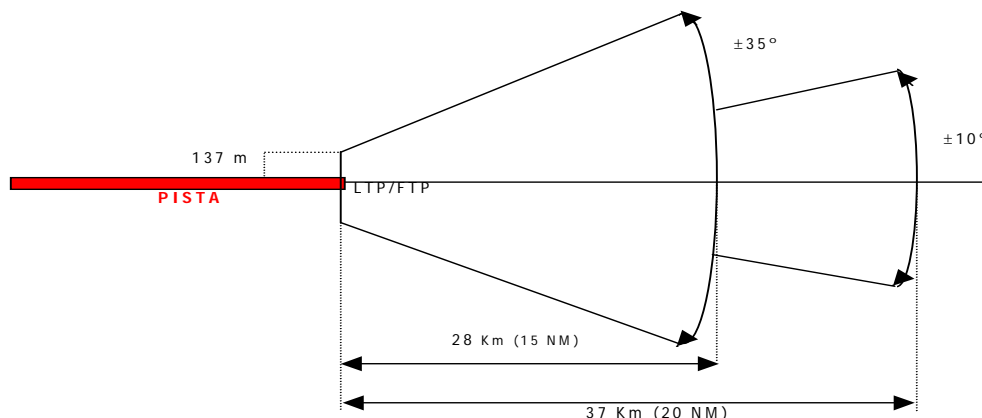
3.3. El GBAS, inicialmente, será utilizado según el concepto ILS “*look alike*”, con el objetivo de minimizar las diferencias de las aproximaciones de precisión para los pilotos, empresas aéreas y controladores de tránsito aéreo, además de reducir los costes de implantación, operación y manutención. Con ello, se aprovecha al máximo la actual arquitectura de bordo, como, por ejemplo, hacer con que las indicaciones generadas por el receptor del GBAS sean las mismas que aquellas generadas por el receptor del ILS.

3.4. Brasil está desarrollando los procedimientos de inspección en vuelo para el sistema GBAS. Para ejecutarlos, se cuenta con aeronaves EMB-110 y H-800XP equipadas con el Sistema de Inspección en Vuelo UNIFIS3000, que utiliza un receptor MMR (Multi Mode Receiver) de la Rockwell Collins.

3.5. En la inspección serán verificados, principalmente:

- Interferencia en frecuencia – la inspección debe garantizar que la zona de frecuencia del VDL (VHF Data Link) está libre de interferencia, así como que no hay interferencia en la frecuencia del GPS;
- Cobertura del VDB – la inspección debe comprobar que el sistema atiende a todo el volumen de cobertura del procedimiento;
- Procedimiento de aproximación – la inspección debe garantizar “flyability” del procedimiento, “clearance” de obstáculos y coherencia con la carta de aproximación;
- Datos del segmento de aproximación final (FAS) – la inspección debe garantizar que los datos del bloco de mensajes del FAS están correctos;
- Precisión del procedimiento – podrá ser verificada la precisión del procedimiento utilizándose un sistema DGPS para comparación.

3.6. Para la verificación de la Cobertura del VDB (VHF Data Broadcast) deben ser efectuados dos arcos (35 a 15 NM y 10 a 20 NM), donde será establecida la altura mínima por la intensidad de campo atingida.



- NOTAS:**
- 1 - El LTP es un punto sobre el cual la trayectoria del FAS pasa a una altura relativa especificada por la TCH. El LTP está, normalmente, localizado en la intersección del eje de la pista y la cabecera.
  - 2 - Podrá ser volado un único arco de  $\pm 35^\circ$  a 20 NM en lugar de dos arcos de  $\pm 10^\circ$  a 20 NM y de  $\pm 35^\circ$  a 15 NM.
  - 3 - Los arcos para pistas paralelas o múltiples pueden ser combinados para que se minimice el tiempo de vuelo de inspección.
  - 4 - Los requisitos mínimos de intensidad de campo deberán ser confirmados en el límite mínimo de cobertura vertical ( $0,9^\circ$  o  $0,3/0,45$ ) del ángulo de la trayectoria de planeo. Si la intensidad de campo no es satisfactoria, las altitudes deberán ser, gradualmente, elevadas en incrementos de 500 ft hasta la altitud que coincida con el límite inferior del volumen de cobertura.

3.7. Para la verificación de la trayectoria final de aproximación deberán ser confirmados los requisitos máximo y mínimo de intensidad de campo a lo largo de todos los segmentos finales de aproximación (FAS) servidos por el subsistema de tierra. Se debe proseguir “inbound” a lo largo del curso final de aproximación de acuerdo con el procedimiento, interceptar la trayectoria de planeo, bajando para 100 ft abajo de la Altitud de Decisión (DA) especificada, hasta el Punto de Aproximación Perdida (MAPT). Cuando sea necesario se debe extender la cobertura hasta 3,7 m (12 ft) arriba de la superficie de la pista, debiendo ser confirmadas las intensidades de campo máxima y mínima hasta el punto de toque. Si se encuentra intensidad de señal insatisfactoria antes de la interceptación de la trayectoria de planeo, las altitudes deberán ser aumentadas en incrementos hasta coincidir con el límite inferior del volumen de cobertura.