

## UNDÉCIMA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA

Montreal, 22 de septiembre – 3 de octubre de 2003

**Cuestión 6 del  
Orden del día: Cuestiones relativas a la navegación aeronáutica**

### **PROPUESTAS SOBRE EL DESARROLLO FUTURO DE LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN GNSS**

(Presentada por ¿?, Colombia)

#### **RESUMEN**

En esta nota se presenta la situación actual y los avances obtenidos en las Regiones CAR/SAM en el desarrollo de ensayos y planes para la implantación regional del sistema de navegación GNSS, resaltando hechos y situaciones que se deberían tenerse en cuenta como parte de este proceso regional que requieren de la atención, colaboración y participación los Estados y Regiones, asimismo en el párrafo 11 se presentan las acciones sugeridas a la Conferencia con la finalidad lograr mayor orientación sobre la planificación e implementación y desarrollo del GNSS y sus sistemas de aumentación.

## 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Los Estados de la Regiones Caribe y Sudamérica (CAR/SAM) al igual que otras Regiones del mundo han estado participando activamente en labores de investigación, desarrollo, análisis y estudio, de cara hacia la implementación y utilización de sistemas GNSS en nuestros espacios aéreos. Esta labor ha sido orientada por la Tercera Reunión de Navegación de Navegación Aérea (RAN CAR/SAM/3), celebrada en Buenos Aires, Argentina, del 5 al 15 de octubre de 1999, así por las conclusiones emitidas por el Grupo Regional de Planificación y Ejecución CAR/SAM (GREPECAS) en conformidad con el Plan Mundial de Navegación Aérea para los Sistemas CNS/ATM y teniendo en cuenta la normalización y orientaciones de la OACI disponibles.

1.2 La labor referida en el párrafo anterior, se ha caracterizado por la introducción requisitos de implementación de GBAS y SBAS GNSS en la Tabla CNS 3 – *Tabla de ayudas para la radionavegación* del FASID ANP CAR/SAM; por emisión por los Estados de las correspondientes legislaciones/regulaciones autorizando el uso del GNSS en sus respectivos espacios aéreos; por el uso de las señales GNSS disponibles en la navegación de área y otras aplicaciones, así como por la realización de demostraciones y ensayos relacionados con los sistemas de aumentación del GNSS.

## 2. ENSAYOS SOBRE EL GNSS EN LAS REGIONES CAR/SAM

2.1 En las Regiones CAR/SAM, en conformidad con las conclusiones 8/36, 11/45 y 11/46 del GREPECAS, actualmente se están ejecutando dos proyectos de ensayos de aumentación GNSS tipo SBAS; uno sobre ensayos de aumentación SBAS tipo WAAS, y el otro proyecto trata sobre ensayo de aumentación SBAS tipo EGNOS..

### *Ensayos GNSS SBAS-WAAS en las Regiones CAR/SAM*

2.2 Los ensayos CAR/SAM SBAS tipo WAAS, nombrados CSTB (CAR SAM Test Bed) se están realizando a través de un proyecto de cooperación técnica regional para Latinoamérica y el Caribe OACI PNUD (RLA/00/009). Este proyecto se está llevando a cabo gracias a la colaboración del gobierno de los Estados Unidos a través de la FAA con la participación y cooperación de los siguientes Estados y Organización siguientes: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Panamá, Venezuela y COCESNA. La OACI firmó un memorando de entendimiento con la FAA para el préstamo del equipamiento necesario para los ensayos así como el apoyo necesario para el entrenamiento y análisis de las pruebas.

2.3 La plataforma de ensayos CSTB consiste de 13 estaciones de referencias, dos estaciones maestras y una estación terrestre para enlace con el satélite geoestacionario. Esta plataforma está totalmente instalada faltando la estación terrena para el enlace satelital. Desde el inicio del proyecto, Junio 2001, hasta la fecha se han realizado importantes ensayos que están arrojando resultados muy importantes para las Regiones CAR/SAM, los cuales contribuirán a implantar un sistema regional de aumentación SBAS para apoyar algunas fases de la navegación aérea (Ruta y NPA). Además, personal de las Administraciones Aeronáuticas involucradas en el proyecto se han capacitado sobre instalación de estaciones de referencia, procesamientos de datos, análisis de comportamiento SBAS, manejo de herramientas de procesamiento de datos (GPSsolution de la FAA), esta es una nueva tecnología. El proyecto tiene previsto su culminación a mediados del 2004.

### *Ensayos GNSS SBAS-EGNOS en las Regiones CAR/SAM*

2.4 El segundo proyecto de ensayos de aumentación SBAS es tipo EGNOS mediante la plataforma EDISA se está realizando gracias a la colaboración de la Comunidad Europea a través de la ESA y de los Estados/Organización Internacional participantes. Los ensayos SBAS tipo EGNOS, llamado EDISA también se están realizando a través de un proyecto de cooperación técnica regional OACI PNUD para Latinoamérica y el Caribe (Proyecto RLA/02/903) con la participación de los siguientes Estados y Organismo Internacional: Colombia, Cuba, España, COCESNA y la Comunidad Europea. Este proyecto para la Fase I ha contemplado la implementación de la plataforma EDISA, la cual consiste de tres estaciones de referencias llamadas RIMS, así como de estaciones de comunicaciones VSAT instaladas junto a cada RIM. La información recolectada por las RIMS es enviada a una estación maestra en Europa para su procesamiento y emisión de la señal de aumentación a través del satélite geoestacionario INMARSAT AOR-E, pudiendo hacer uso de dichas señales en las aeronaves adecuadamente equipados. El proyecto se inició a principio del año 2003, la plataforma de ensayos fue instalada completamente, así se han realizados ensayos en vuelos de las funciones En Ruta, NPA y APV1, en los Estados involucrados y personal de esos Estados se ha capacitado para trabajar con herramientas de procesamiento y análisis de datos (Pegasus plus de EUROCONTROL), así como para abrir espacios, de manera que los Estados conozcan los beneficios de la navegación basadas en satélites y el futuro del GNSS, y particularmente la estrategia Europea en el campo GNSS. Para el noviembre de

2003 están previstos la conclusión del análisis de los datos recolectados durante los ensayos de la primera fase, fecha en que concluiría esta fase.

2.5 También, este proyecto prevé una segunda fase, la cual se espera que se comience a ejecutar a partir de la finalización de la primera fase; la cual contempla, actividades de capacitación del personal, ensayos con arquitectura diferente a la usada en Fase I, toma y análisis de datos GNSS, uso de la herramienta Pegasus Plus, estudios para ser remitidos al Subgrupo ATM/CNS del GREPECAS y otras actividades que serán de gran aporte para todos los Estados con el propósito de crear capacidad técnica y de recursos humanos en GNSS en las Regiones CAR/SAM.

### 3. RELACIÓN DE INFRAESTRUCTURA ACTUAL EN LAS REGIONES CAR/SAM FRENTE AL GNSS

3.1 El conocimiento detallado de las capacidades y sistemas que disponen los Estados de las Regiones CAR/SAM frente a la navegación satelital, será utilizado como uno de los elementos para desarrollar un diagnóstico real de estas Regiones frente a la implementación y conocimiento de estas tecnologías y un plan estratégico para el buen aprovechamiento de los mismos en la revisión del plan regional GNSS.

3.2 Para esto, como se mencionó en los párrafos anteriores, se tienen en este momento dos plataformas de pruebas para verificación y ensayos de los sistemas de aumentación SBAS; pero para efectuar ensayos en vuelo en las Regiones CAR/SAM únicamente Brasil, Chile y Colombia poseen equipamientos propios con sistemas a bordo para recopilación de datos en vuelo SIS GNSS; pero otros Estados/Organización han usado algunos equipos prestados. Asimismo, derivado de los proyectos de cooperación sobre aumentación GNSS, las Regiones CAR/SAM dispone de herramientas de software para procesamiento y análisis de datos: GPSolution de la FAA y Pegasus plus de EUROCONTROL.

3.3 Los resultados de pruebas SBAS que se han desarrollado en los Estados de las Regiones CAR/SAM serán tomados en cuenta y formarán parte del inventario de capacidades y trabajos GNSS de estas Regiones.

3.4 Las bases de datos con históricos de comportamiento de señales GNSS tomadas, tanto en vuelo como en tierra, se integrarán y formarán parte del estudio y el inventario de la situación GNSS de las Regiones CAR/SAM.

3.5 El GREPECAS a través del Comité CNS del Subgrupo ATM/CNS considerará todos los elementos mencionados en los párrafos precedentes, a efecto de actualizar y mejorar el plan de ayudas a la navegación GNSS de las Regiones CAR/SAM

### 4. HACIA UN ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ARQUITECTURA GNSS PARA LAS REGIONES CAR/SAM

4.1 GREPECAS basado en los resultados obtenidos en los ensayos de las dos plataformas de pruebas mencionadas, así como por los estudios realizados por ambos proyectos podrá tener una idea del nivel de servicio tanto con un sistema como con el otro al igual que con los dos operando en la región CAR/SAM. Asimismo podrá analizar y recomendar a los Estados de las Regiones CAR/SAM la concepción y la composición del sistema SBAS para apoyar las operaciones de vuelo, así como el sistema de respaldo para ese servicio.

4.2 Se instaría a los Estados que aún no lo hayan hecho a que equipen sus aeronaves con capacidades de recolección de datos en vuelo GNSS y conjuntamente con aquellos que ya cuentan con esta capacidad, recopilen datos durante los vuelos de rutina tradicionales, así como en los vuelos de inspección de radioayudas o desplazamientos de la aeronave. Estocombinado con el establecimiento de bases terrenas sencillas consistentes de receptores GNSS y unidades de almacenamiento de datos permitirían conjuntamente con herramientas de software para análisis SIS GNSS ya existentes, tener de un manera muy económica una base de datos en el ámbito regional bastante sólida que permitiría tener una valoración más precisa del GNSS en las Regiones (WAAS, CSTB, EGNOS, GPS stand alone, GALILEO, etc.) en conformidad con los SARPS y orientaciones de la OACI.

4.3 De igual manera las Regiones del Caribe y Sudamérica tienen planes de comenzar de manera comprometida a participar en temas de interoperabilidad GNSS asistiendo como miembros en los grupos de expertos correspondientes (IWG entre otros). El hecho de trabajar en desarrollo y pruebas hacia un futuro sistema de aumentación SBAS para las Regiones obliga a estar al tanto en este tema y desarrollar estrategias y enfoques que contribuyen a lograr este objetivo particular.

## 5. NECESIDADES DE LAS REGIONES CAR/SAM FRENTE AL GNSS

5.1 La disponibilidad de satélites geoestacionarios para difusión de la corrección de las señales provenientes de las constelaciones de satélites en las Regiones CAR/SAM es una necesidad latente dado que los satélites geoestacionarios con que actualmente se cuenta con coberturas sobre estas regiones no serían suficientes para transmitir las señales de corrección para un área tan extensa como es la región Caribe y Sudamérica conjuntamente con las áreas objetivo iniciales de los sistemas bajo cobertura de los cuales nos encontramos como son WAAS y EGNOS.

5.2 De igual manera se debe tener en cuenta que sistemas de comunicaciones como las redes digitales MEVA y REDDIG son una ayuda a las necesidades de comunicación para un futuro sistema SBAS, pero si tomamos en cuenta el cumplimiento de la disponibilidad de SIS GNSS contempladas en los SARPS y la cantidad de estaciones necesarias para una arquitectura operacional SBAS en las Regiones CAR/SAM, los canales y estaciones VSAT actualmente contempladas no satisfarían las exigencias correspondientes.

5.3 Las Regiones CAR/SAM en este momento esencialmente ha ensayado con sistemas SBAS, faltando experiencias en el trabajo GNSS con aumentaciones ABAS y GNSS con aumentación terrena (GBAS y GRAS).

5.4 Sistemas como el GRAS deberían igualmente merecer la atención de las Regiones, de tal manera que se contemplen para los espacios aéreos más adecuados las pruebas y ensayos GRAS correspondientes con miras a un análisis enriquecido sobre implementación y adopción del sistema mencionado una vez haya sido incluido en los SARPS de la OACI.

5.5 Las deficiencias de personal en las Regiones CAR/SAM debidamente capacitado en verificación de señal en el espacio SIS GNSS frente a los valores SARPs y estos a su vez frente a la seguridad aérea es un factor que se debería tenerse en cuenta para una respuesta adecuada a un análisis de desempeño e investigación sobre el GNSS.

5.6 La falta de personal en las entidades aeronáuticas con formación de alto nivel en temas de navegación satelital hace necesario crear conciencia de formar expertos con el mismo o mejor nivel con que cuentan actualmente en sistemas convencionales para que respondan de manera adecuada a la implementación del GNSS bajo cumplimiento de los SARPS como establecen las directivas de seguridad de la OACI. Además, a nivel operativo igualmente no se dispone de suficiente personal con formación en diseño de procedimientos GNSS.

5.7 También, se carece de suficientes equipos de abordo y terrenos para verificación GNSS al igual que de herramientas de simulación de volúmenes de servicio SBAS, por lo que sería otra tarea a desarrollar.

## 6. ACERCAMIENTO CON OTROS CAMPOS DE LA ECONOMÍA A NIVEL DE ESTADOS

6.1 Las entidades aeronáuticas de cada Estado deberían tener en cuenta en su transición al GNSS que, a diferencia de los sistemas convencionales de navegación, los mejoramientos y desarrollos que se hagan en navegación satelital beneficiarían a todos los sectores de la economía del Estado. Por esto, se debería considerar de gran importancia el involucrar en el proceso a los demás sectores del desarrollo de cada Estado para que se tenga un mayor soporte institucional, financiero, económico y técnico en el mejoramiento, desarrollo e implementación del GNSS. Las autoridades de transporte de cada Estado, autoridades de comunicaciones, institutos de cartografía y demás entes en el ámbito nacional se deberían finalmente incluir y comprometer en este proceso.

6.2 El promover organismos y asociaciones a escala nacional e internacional para manejo del GNSS permitiría lograr un avance más significativo y de mayor respaldo en la inversión y transición hacia el GNSS.

## 7 COOPERACIÓN REGIONAL

7.1 Los Estados deberían asumir de manera más comprometida las labores de cooperación regional con fines de investigación y desarrollo. Proyectos como la investigación de la Ionosfera que adelanta Brasil deberían permitir esta integración y desarrollar mecanismos para que científicos de otros Estados se vinculen desarrollando tareas particulares que permitan una participación más acorde de todos los Estados que asegure la transferencia de conocimiento que requiere las Regiones sobre el GNSS. De manera similar se deberían abordar temas como: la finalización del levantamiento WGS 84 y la red regional de comunicaciones con la finalidad de apoyar al SBAS.

## 8. COOPERACIÓN INTERREGIONAL

8.1 Se deberían mejorar los mecanismos de cooperación con los Estados de otras regiones que se encuentran en latitudes similares y presenten comportamientos ionosféricos parecidos a los de los Estados de las Regiones CAR/SAM para que se aúnen esfuerzos y se intercambie información, con la finalidad de desarrollar algoritmos más apropiados y reducir costos en la obtención de dicho producto tan necesario para los sistemas SBAS.

8.2 A raíz del reciente evento de puesta en modo operacional del sistema WAAS en Estados Unidos, los Estados de las regiones CAR/SAM, particularmente los del Caribe y parte Norte de Sur América tienen la tarea de efectuar evaluaciones de nivel de servicio y valorar las posibilidades de utilizar el sistema WAAS como medio de navegación que permita un nivel de servicio más óptimo al obtenido con ABAS únicamente (Ranging, estado de los satélites y correcciones diferenciales básicas). La solución ABAS + WAAS y mensaje 27 debería ser evaluado frente a los requerimientos de los SARPS para las diferentes fases de vuelo y volúmenes de tráfico soportados.

8.3 En este sentido se debería tener en cuenta aspectos tales como la cooperación y participación de la FAA a través del aseguramiento de dicho servicio derivado a las Regiones mencionadas, mecanismos de generación de NOTAMS correspondientes y demás coordinaciones necesarias como por ejemplo herramientas de monitoreo de la señal en el área mencionada.

8.4 Por otra parte se debería continuar la colaboración con Europa para continuar con las siguientes fases de EDISA y evaluar la utilización de EGNOS una vez que esté en modo operacional.

## 9 PLAN DE NAVEGACIÓN AÉREA

9.1 Se vienen desarrollando planes de transición CNS/ATM al nivel de Estados de las Regiones que requieren de integración mutua, el intercambio de información entre los Estados sobre sus planes de transición y trabajo coordinado permitirá la definición de planes más ajustados a la realidad de una implantación.

9.2 Frente al panorama que presentará el GNSS futuro con múltiples constelaciones y señales se deberá prestar especial atención a la implementación del Plan Regional, a las orientaciones del GRPECAS, al cumplimiento de los SARPS y a la cooperación internacional. A efecto de coordinar a nivel regional la implantación de sistemas GNSS el GREPECAS apoyándose en los trabajos que está realizando el Subgrupo ATM/CNS con el apoyo de los proyectos regionales de aumentación GNSS establecerá un plan para la implantación de un sistema GNSS adecuado a las Regiones CAR/SAM basado en los requerimientos operacionales.

9.3 También, producto de la aparición de nuevas modalidades de aproximación como son el APV 1 y 2 se requeriría enmendar el Volumen II (FASID) del ANP CAR/SAM (Documento 8733) para incluir estas y probablemente otras funciones, de manera que se definan por cada Estado los aeropuertos que de acuerdo a requerimientos operacionales requieren como más adecuada este tipo de aproximación. Además, en el ANP se indican los sistemas SBAS para operaciones de aproximación NPA y los sistemas GBAS para sistemas de aproximación de precisión. Las modalidades de aproximación APV1 y 2 son tipo NPA el cambio en la Tabla CNS3 del FASID consistiría en indicar en aquellas pistas identificadas como NPA en APV1 o APV 2 dependiendo del tipo de operaciones. De manera acorde teniendo en cuenta los últimos resultados de desempeño del sistema SBAS se deberán efectuar las modificaciones correspondientes en lo que corresponde a los niveles de servicio esperados por los sistemas SBAS (APV 1, APV 2) y los sistemas GBAS.

## 10. CONCLUSIONES

- 10.1 Producto del trabajo que se está realizando en las Regiones CAR/SAM de manera activa y participativa sobre la implementación y desarrollo de la navegación satelital se obtienen las ideas siguientes, las cuales podrían ser útiles para todas las Regiones.
- a) A través de inversiones no muy significativas y participación comprometida de los Estados de una Región, se pueden desarrollar actividades de bastante relevancia y contribución para navegación satelital regional y mundial.
  - b) Se deberían disponer de herramientas concretas tanto tecnológica como institucionales (bases de datos, personal capacitado, estaciones terrenas, aeronaves equipadas, herramientas de software, etc) que deberían ser aunadas, integradas y evaluadas hacia un conocimiento profundo del GNSS y establecimiento de estrategias concretas para el mejoramiento de la navegación satelital
  - c) Una vez que hayan terminado los proyectos de ensayos regionales, el PIRG correspondiente podría contar con una información suficiente para que se pueda establecer un plan inicial regional de navegación aérea.
  - d) No obstante lo anterior las Regiones presentan aún grandes retos tecnológicos y de capacitación de recursos humanos que deben atenderse y abordar a nivel nacional y regional las cuestiones sobre implementación y desarrollo del GNSS.
  - e) Se requiere de compromisos concretos en cuanto a prestación del servicio GNSS por parte de Estados, Organismos y Regiones con mayor nivel de desarrollo en estos sistemas. Por lo tanto se debería instar a los Estados y a las Regiones, así como a los usuarios, a cooperar y trabajar de manera conjunta en la implementación de las nuevas tecnologías CNS, de conformidad con las orientaciones y estandarización de la OACI, teniendo en cuenta los resultados del análisis costo-beneficio pertinentes, que permita optimizar los recursos, ya sea en las pruebas como en la implementación, y en la búsqueda de las mejores alternativas globales y regionales para lograr la armonización de los futuros sistemas de navegación;
  - f) Considerar que la vinculación y manejo de la navegación satelital al nivel de política nacional de cada Estado al igual que la integración de instituciones y otros proyectos relacionados con la navegación satelital, permitirían una mayor efectividad e impulso en la transición e implementación del GNSS.

11. ACCIONES SUGERIDAS

11.1 Se invita a la Conferencia a adoptar las recomendaciones siguientes:

- a) tomar nota de la información proporcionada en esta nota;
- b) revisar y adoptar las conclusiones de esta nota expresadas en el párrafo 10.1 anterior;
- c) instar a la OACI, a continuar sus esfuerzos con vista a ayudar a los Estados a adoptar decisiones adecuadas sobre la implantación de los distintos sistemas de navegación futuros, de acuerdo a los diferentes escenarios tomando en cuenta aspectos de interferencia de los sistemas GNSS, uso de múltiples de constelaciones y señales y sistemas, así como para el análisis de costo-beneficios institucionales de las opciones de implantación.

- FIN -