



**ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL  
OFICINA REGIONAL SUDAMERICANA**

**Segunda Reunión Oficiosa del Grupo Informal de Coordinación del Caribe  
Este y Sudamérica Noreste (E-CAR/SAM-NE ICG/2)**

**(Caracas, Venezuela, 22 al 25 de Julio de 2002)**

**Asunto 2: Revisión de asuntos CNS**

**ENSAYOS DE AUMENTACIÓN GNSS EN LA REGIÓN CAR/SAM (CSTB)**

(Preparada por la Secretaría)

**Resumen**

Esta nota informativa describe la arquitectura que conforma la plataforma de ensayo del proyecto regional de aumentación GNSS, así como los objetivos y el estado actual y futuro de dicho ensayo.

**Referencias:**

- Documento de Proyecto RLA/00/009;
- Informe de la Reunión de Coordinación sobre los ensayos de aumentación GNSS del proyecto RLA/00/009 (Santiago, Chile 1 al 3 de Agosto de 2001)

**1. Introducción**

1.1. La transición hacia la utilización de la tecnología satelital en la navegación aérea, en conformidad con la política de la OACI, reviste alta prioridad para los Estados/Organismos Internacionales de las Regiones CAR/SAM. Lógicamente, el primer paso para la transición es el establecimiento de una plataforma regional de ensayo CAR/SAM para facilitar los esfuerzos conducentes a la investigación, desarrollo e implantación de un sistema de navegación aérea operacional.

1.2. Durante la Octava Reunión del GREPECAS (Republica Dominicana del 9 al 17 de Noviembre de 1998) a través de la conclusión 8/36 (Pruebas de los sistemas SBAS en las Regiones CAR/SAM) se da inicio en las Regiones CAR/SAM a la planificación de los ensayos de aumentación GNSS basados en satélites (SBAS). En aquella oportunidad se dieron a conocer las ofertas presentadas por el Grupo Tripartito Europeo (ETG) y la Federal Aviation Administration de Estados Unidos, para llevar a cabo pruebas de los sistemas EGNOS y WAAS y su posible realización de común acuerdo entre los Estados CAR/SAM, contribuyendo de esta forma al establecimiento de un modelo operacional SBAS.

Asimismo, se indicó que los ensayos se ejecutarían a través de Proyectos de Cooperación Técnica, iniciándose con la implementación de un sistema SBAS tipo WAAS, contando con la colaboración de la FAA para el préstamo del equipamiento necesario, la instalación, el entrenamiento y la operación del mismo.

1.3. El Proyecto anteriormente mencionado en la actualidad se está ejecutando con el nombre de “*Ensayo regional de aumentación GNSS (CSTB)*” (Proyecto RLA/00/009), cuyo objetivo principal es el de desarrollar un plan de pruebas y evaluación de los beneficios técnicos y operacionales del sistema de aumentación GNSS en las Regiones CAR/SAM, de modo que contribuya al establecimiento del modelo operacional de los sistemas de aumentación GNSS que ha estado desarrollando el Subgrupo ATM/CNS del GREPECAS. Este proyecto de cooperación técnica PNUD y OACI, se inicia con la firma de un Memorando de Entendimiento Nat-I-9015 entre la FAA y la OACI (4 de junio del 2001) y cuenta con la participación de Estados y Organismos de las Regiones CAR/SAM (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela y COCESNA. El proyecto tiene una duración de tres años a partir de la fecha indicada anteriormente.

## 2. **Ensayo regional de aumentación GNSS Proyecto RLA/00/009**

### **Plataforma de ensayo**

2.1. La plataforma de ensayo está formada por un segmento terrestre y un segmento aéreo. El segmento terrestre consta de estaciones de referencias, estaciones maestras, una estación de enlace satelital y una red de comunicaciones terrestre para las comunicaciones entre las estaciones de referencias y las estaciones maestras, así como las estaciones maestras y la estación de enlace satelital. El segmento aéreo representa la aviónica que se utilizará para la comprobación en vuelo de los ensayos.

### **Segmento Terrestre**

#### **Estaciones de Referencias para Ensayo (TRS)**

2.2. El sistema consta de 13 estaciones TRS, instaladas en los siguientes Estados: una en Argentina, una en Bolivia, cinco en Brasil, tres en Chile, una en Colombia, una en Perú y otra en Honduras.

2.3. Las TRS están conformadas por un receptor GPS, un oscilador de Rubidio, una estación de procesamiento y un encaminador de comunicaciones. La función básica de estas estaciones es la de determinar los posibles errores en la señal GPS (Orbita, Reloj, Ionosfera).

#### **Estaciones Maestras de Ensayo (TMS)**

2.4. La plataforma de ensayo consta también de dos Estaciones TMS, ubicadas en Santiago de Chile y en Río de Janeiro, a las cuales están conectadas las estaciones de referencias. Las TRS de Argentina, Perú y Bolivia están conectadas con la estación maestra de Chile, mientras que la de Colombia y Honduras se conectarán a la estación maestra de Brasil.

2.5. Las TMS están compuestas básicamente por un procesador, un servidor de difusión de la información de aumentación, un dispositivo de grabación y un encaminador de comunicaciones. La función básica de la estación maestra es la de recibir la señal con errores proveniente de las estaciones de referencias, procesarlas y elaborar las correcciones para el área geográfica específica, así como en la determinación de la integridad en el uso de las señales proveniente de la constelación de satélites GPS.

### **Estación de Enlace Satelital**

2.6. El sistema tendrá una sola estación de Enlace Satelital y estará ubicada en Brasil. La estación de enlace satelital recibirá la información procesada por las TMS que contiene la información corregida para la señal GPS y radiodifundirá ésta a la misma frecuencia del GPS (L1) utilizando el satélite geostacionario INMARSAT III.

### **Red de Comunicaciones Terrestre**

2.7. La red de comunicaciones terrestre representa la red necesaria para las comunicaciones entre las TRS y la TMS, así como la TMS y la estación de enlace satelital. Los enlaces entre la TRS y la TMS, se efectúan a través de circuitos con una capacidad de 19.2 kbps. Entre la TMS y la estación de enlace satelital se requerirán de circuitos con capacidad de 9600 bits/seg.

### **Segmento Aéreo**

2.8. Para los ensayos en vuelo, se utilizarán aeronaves equipadas con una antena GPS con la posibilidad de introducir señales por tres subsistemas, como son: la plataforma de usuario (CUP), la estación de referencia verdadera (CTR) y la plataforma de adquisición de datos de navegación (NAVDAC). Las Administraciones Aeronáuticas de Brasil, Chile y Colombia suministrarán al proyecto aeronaves equipadas con la aviónica necesaria para la realización de los ensayos en vuelo previsto en el proyecto.

2.9. La CUP está compuesta de un receptor GPS/WAAS, de un procesador y dispositivo de almacenamiento. La CTR consta de dos GPS diferenciales, uno en la aeronave y otro en tierra y la NAVDAC está conformada de un procesador y una unidad de almacenamiento.

2.10. A través de este segmento se probarán las señales GPS aumentadas y su efectividad en las diferentes fases de la navegación ( inicialmente ruta y aproximación de no precisión).

## **3. Objetivos principales del Ensayo de Aumentación Regional GNSS**

3.1. Los principales objetivos del ensayo son los siguientes:

- a) Adquisición y almacenamiento de data de la señal GPS a través de las estaciones de referencias y el equipamiento utilizado para los ensayos en vuelo, con el fin de analizar el comportamiento de esta ante la ionosfera, en las Regiones CAR/SAM bajo análisis.
- b) Comprobar prácticamente la precisión del sistema, sobre la base de un modelo de volumen de servicio previamente diseñado, inicialmente para aplicaciones en rutas y aproximaciones de no precisión, sobre todas las regiones CAR/SAM utilizando al respecto:

- Adquisición y almacenamiento de datos a largo plazo, en todas las estaciones de referencia;
  - Aproximaciones no precisión en aeropuertos seleccionados;
  - Maniobras en área terminal en aeropuertos seleccionados, procedimientos de SID y STARS;
  - En rutas sobre áreas terrestres; y
  - En ruta sobre áreas oceánicas.
- c) Realizar un programa de entrenamiento que permita conocer el funcionamiento de los distintos elementos que componen el sistema, así como los procedimientos a utilizar al respecto a fin de poder comprender los nuevos sistemas de navegación basados en satélites.
- d) Fomentar la cooperación internacional y contribuir a la seguridad del sistema global del transporte, compartiendo información, tecnología, asistencia técnica y capacitación entre los países.
- e) Alentar futuros ensayos con otros sistemas de aumentación con base satelital.

#### 4. **Fase actual del Proyecto**

4.1 La situación actual del Proyecto en cada uno de los Estados involucrados es la siguiente:

##### **Argentina**

4.2 La estación TRS se encuentra instalada y operativa desde diciembre de 2001, la comunicación con la Estación Maestra de Chile se completó en marzo del 2002. En este momento se está a la espera de los ensayos en vuelo para la adquisición y almacenamiento de los datos GPS utilizando, para tal fin, la aeronave de inspección en vuelo de Chile, previsto para inicializarse el 13 de mayo de 2002.

##### **Bolivia**

4.3 Debido a que el envío del equipamiento de la estación de referencia a Bolivia se realizó en dos partes y la última parte fue enviada a mediados de abril de 2002, se espera que la TRS esté instalada y en operación a finales de la primera semana de mayo incluyendo el establecimiento de la línea de comunicaciones entre dicha TRS y la TMS de Santiago de Chile. Las pruebas de ensayos en vuelo con la aeronave de inspección de Chile están previstas para inicializarse a partir del 16 de mayo de 2002.

##### **Brasil**

4.4 Las cinco estaciones TRS, así como la estación TMS prevista para Brasil, se encuentran instaladas y operativas desde septiembre de 2001. De la misma forma, se implantaron todos los enlaces de comunicaciones entre las estaciones de referencias y la estación maestra. En enero de 2002 se realizaron ensayos en vuelo con el fin de recolectar data GPS a efectos de analizar el comportamiento de dicha data con la ionosfera. Estos ensayos se efectuaron con la colaboración de personal técnico de la FAA. En marzo del 2002 se dictó un seminario sobre la ionosfera y en éste se presentaron los resultados del ensayo.

4.5 A efecto de completar la plataforma de ensayo regional, falta la implantación de los circuitos de comunicaciones entre la estación maestra de Río de Janeiro y las estaciones de referencia de Colombia y Honduras. Estos circuitos serán implantados a través de la instalación de estaciones VSAT por parte de la administración Aeronáutica Colombiana. Se espera que ésta esté operando a mediados de junio de 2002. De la misma forma, falta la implementación del circuito de comunicaciones entre la estación maestra de Chile y la de Río de Janeiro, la cual se espera que su implantación esté para noviembre de 2002. La conexión se hará a través de la red digital sudamericana REDDIG.

4.6 Asimismo, se espera que para julio del presente año se inicie la operación de la estación terrena satelital, así como la disponibilidad del satélite geostacionario para la difusión de la aumentación de la señal GPS.

### **Chile**

4.7 Las estaciones de referencias de Chile, así como su estación maestra, se encuentran instaladas y operativas desde el año de 1998. Con respecto a la topología de la plataforma de ensayo regional, falta el circuito de comunicaciones entre la estación de referencia de La Paz y la Estación maestra de Chile, así como la conexión de la estación maestra de Santiago con la maestra de Río. La fecha de implantación de dichos circuitos está descrita en la sección de Bolivia y Brasil de esta nota de estudio.

4.6 La aeronave de inspección en vuelo de Chile realizará ensayos en vuelo entre el 13 y 24 de mayo para recolección de datos GPS para tramos en rutas y aproximación de no precisión en Argentina, Bolivia, Chile y Perú.

### **Colombia**

4.7 Se espera que a finales del mes de mayo de 2002 esté instalada y operativa su estación de referencia y para finales de junio esté implantado el circuito de comunicaciones entre la estación de referencia y la estación maestra de Brasil utilizando, a este respecto, la implantación de una estación VSAT perteneciente a la red de comunicaciones satelitales de Colombia. A efecto de poder analizar la data almacenada en los ensayos en vuelo y de las estaciones de referencia, Colombia está procediendo a la instalación de un software de aplicación para el procesamiento y presentación de los resultados de los ensayos. Este software se está instalando gracias a la colaboración de la FAA. Este mismo software está instalado en Río de Janeiro y también se instalará en Perú. Gracias a la colaboración de las administraciones aeronáuticas de Brasil, Colombia y Perú se realizará un análisis de todas la data recolectada desde todas las estaciones de referencias que conforman el proyecto, así como la data obtenida de los ensayos en vuelo con el propósito de determinar la precisión del sistema en los procedimientos de operación contemplados en el proyecto. De la misma forma, Colombia está en proceso de equipar su aeronave de inspección en vuelo con la aviónica necesaria para apoyar los ensayos en vuelo previstos en el proyecto junto con la aeronave de Chile y Brasil.

### **Honduras**

4.8 Para finales de mayo de 2002 está prevista la instalación de su estación de referencia. Dicho retardo, al igual que Bolivia y Colombia, se debe a que el envío del equipamiento que conforma la estación de referencia por parte de la FAA se hizo en dos partes y en diferente fechas; el último envío se realizó a mediados de abril de 2002. La conexión física de la estación de referencia de Honduras y la estación maestra de Brasil se hará a través de la implantación de estaciones VSAT pertenecientes a la red de comunicaciones satelitales de Colombia.

### **Panamá**

4.9 La estación de referencia se encuentra instalada y operativa y está conectada con la estación maestra de Atlantic City de la FAA siendo, de esta forma, parte de la plataforma de ensayo de aumentación satelital de los Estados Unidos (NTSB). La información de la estación de referencia de Panamá también se conectará con la estación maestra de Río, una vez que esté implantado el circuito entre Río de Janeiro y Atlantic City.

### **Perú**

4.10 La estación de referencia de Perú se encuentra instalada y operativa desde diciembre de 2001, de la misma forma se encuentra el circuito de comunicaciones entre la estación de referencia de Lima y la Estación maestra de Santiago.

## **5. Ampliación del alcance de los ensayos de aumentación GNSS en las Regiones CAR/SAM**

5.1 Los ensayos de aumentación GNSS previstos en el Proyecto están orientados principalmente para operaciones en ruta y aproximaciones de no precisión. Como primera fase de implantación, el Proyecto incluye la recolección y análisis de los datos, así como la realización de ensayos en vuelo en Argentina, Bolivia, Chile y Perú, a fin de validar la integridad, precisión, continuidad, disponibilidad y cobertura para las operaciones arriba indicadas.

5.2 Una vez instaladas y operativas las estaciones de referencia de Colombia y COCESNA, se establezcan todos los circuitos de comunicaciones faltantes y se difunda la aumentación a través del satélite geoestacionario, se realizará la fase final del Proyecto, la cual consistirá en la recolección de datos y análisis, así como la realización de ensayos en vuelo sobre toda las regiones CAR/SAM a fin de validar la integridad, precisión, continuidad disponibilidad y cobertura para las operaciones en ruta y de aproximaciones de no precisión. Se prevé que estos ensayos finales empiecen a finales del año 2002 y continuarán hasta el 2004 año el cual terminará dicho ensayo.

5.3 Una vez terminado el ensayo se tendrá un análisis detallado sobre el uso de los sistemas de aumentación basados en satélite para operaciones en ruta y de Aproximaciones de No Precisión (NPA) en las Regiones CAR/SAM.

5.4 Muchos de los Estados participantes en el Proyecto han manifestado su interés para que el Proyecto abarque otras fases operativas no contempladas, tales como la navegación en ruta con separación mínima vertical de 1000 pies, así como aproximaciones que requieren de cierta precisión vertical tales como las de guiado vertical.

5.5 Las operaciones anteriormente mencionadas requieren de cierta precisión vertical no requeridas para la navegación en ruta y NPA. Para realizar ensayos SBAS que requieren de precisión vertical en las Regiones CAR/SAM, la cual incluye la franja del ecuador comprendida entre +/- 20° , se hace necesario el desarrollo de un estudio de un modelo ionosférico sobre toda la Región.

5.6 A través del modelo ionosférico, se podrá verificar el grado de operación aérea posible, así como el establecimiento de las correcciones adecuadas en las señales GPS afectadas por este fenómeno, en estas operaciones. Algunos Estados de las Regiones CAR/SAM han estado investigando la existencia de entidades científicas nacionales encargadas del estudio de la ionosfera y cómo ésta afecta a las señales de radiofrecuencia, con la finalidad de obtener orientaciones que permitan obtener un modelo de la ionosfera que ayude a la planificación de la navegación aérea nacional.

5.7 A efecto de no duplicar esfuerzo y poder trabajar uniformemente, la OACI, en conjunto con los Estados de la Región, están estudiando la posibilidad de inicializar los estudios necesarios sobre los requerimientos necesarios que ayuden a la elaboración de ensayos de operaciones aéreas que requieren de precisión vertical.

## 6. **Acción sugerida**

6.1 Se invita a la Reunión tomar nota de la información contenida en esta nota de estudio.