



Organización de Aviación Civil Internacional
Oficina Regional Sudamericana - Proyecto RLA/03/902
Transición al GNSS/SBAS en las Regiones CAR/SAM –SACCSA – Fase III
Novena Reunión del Comité de Coordinación (RCC/9)
Lima, Perú, 1 al 4 de julio de 2013

Cuestión 4 del
Orden del Día: Programa tentativo de actividades del Proyecto para el año 2013-2014

DEMOSTRACIÓN APROXIMACIÓN AL SECTOR MULTIMODAL

(Presentada por la Secretaría)

RESUMEN	
Esta nota de estudio presenta un resumen de los múltiples beneficios que podrían alcanzar los Estados mediante el uso de la tecnología de SACCSA fuera del sector aeronáutico.	
Objetivos Estratégicos	<i>Esta nota de estudio se relaciona con los Objetivos estratégicos:</i> <i>A. Seguridad operacional</i> <i>C. Protección al medio ambiente y desarrollo sostenible del transporte aéreo</i>

1. Introducción

1.1 En esta Nota de Estudio se presenta un resumen de los beneficios que los Estados miembros de SACCSA podrían alcanzar mediante el uso de la tecnología de SACCSA más allá del sector aeronáutico.

1.2 Esta Nota de Estudio se divide en las siguientes secciones:

- Una primera sección en que se presenta la problemática de las regiones CAR/SAM
- A continuación una sección en que se presenta un resumen de las aproximaciones multimodales
- Finalmente una sección en que se presenta la solución propuesta en el contexto de SACCSA.

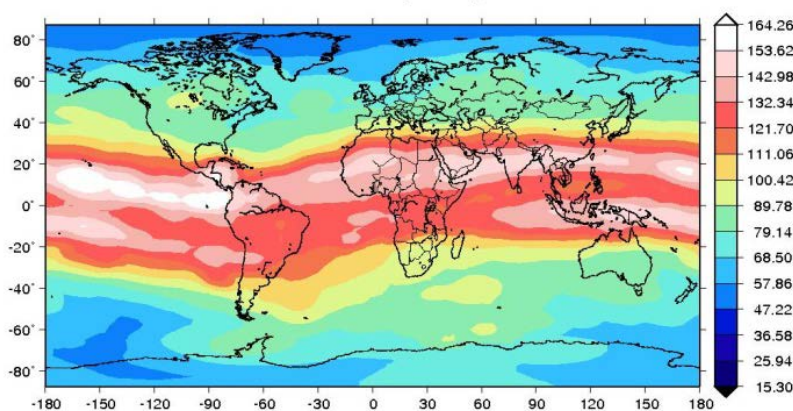
2. Problemática de las Regiones CAR/SAM

2.1 Los sistemas GNSS se ven afectados en mayor o menor medida por la presencia de distintos tipos de perturbaciones, siendo **las ionosféricas** las más complicadas y graves. Actualmente existen diferentes soluciones operacionales, pero sólo son válidas para regiones con latitudes medias, siendo desaconsejado su uso para regiones ecuatoriales. Por otra parte, se han desarrollado

algoritmos/modelos ionosféricos específicos para regiones ecuatoriales adaptándose a las características ionosféricas de las mismas, como es el caso de SACCSA en la región CAR/SAM.

2.2 Los sistemas SBAS son **especialmente vulnerables a los efectos de la ionosfera ecuatorial** ya que han sido inicialmente desarrollados para regiones de latitudes medias. La siguiente figura, obtenida en el marco del proyecto SACCSA, muestra el valor máximo de la ionosfera (en unidades de TEC, TECUs) para el ciclo solar previo (considerando 3 días por mes durante 12 años). Mediante dicha figura se puede entender fácilmente la problemática de la ionosfera a lo largo del mundo. Como regla general y desde un punto de vista cualitativo:

- Las regiones marcadas en rojo son claramente regiones ionosféricas ecuatoriales (respecto al ecuador geomagnético). En estas regiones los sistemas SBAS diseñados y desarrollados para regiones de latitudes medias tendrán importantes limitaciones. La adaptación de los mismos a la ionosfera ecuatorial es vital y de ello puede depender su viabilidad técnica.
- Regiones coloreadas en naranja y amarillo podrían tener problemas dependiendo de su diseño en periodos de alta actividad solar.
- Regiones marcadas en verde y azul se consideran regiones donde no se espera limitaciones en los sistemas GNSS relacionadas con la ionosfera (excepto las tormentas ionosféricas y efectos particulares en zonas polares).

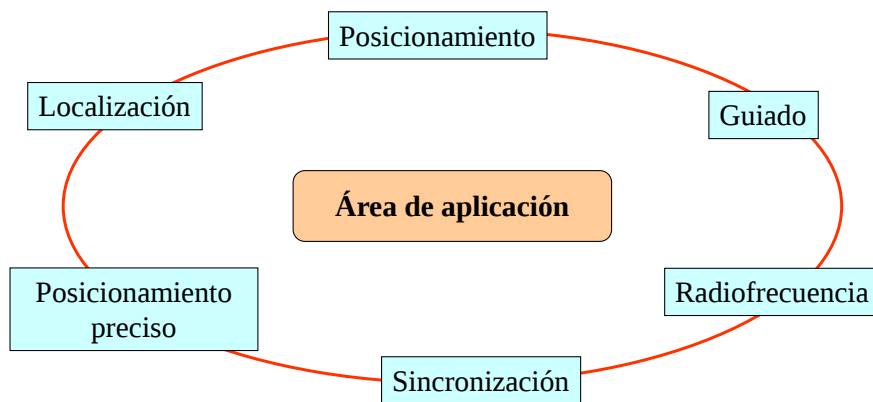


*Valores máximos de la ionosfera (en TECU) para el ciclo solar previo
(análisis realizado con 3 días por mes durante 12 años).*

2.3 Como se puede observar una parte importante de la región CAR/SAM está localizada dentro de la región ecuatorial y por lo tanto los temas ionosféricos en relación a SBAS se deben tratar con especial cautela y rigor. En estas regiones ecuatoriales, como en CAR/SAM, cualquier receptor (GPS-GNSS) va a estar afectado por la ionosfera, sufriendo una degradación significativa en las prestaciones de precisión de hasta 30m en alta actividad solar. Las soluciones de augmentación, como SACCSA, logran reducir este error por debajo del metro proporcionando grandes beneficios a multitud de sectores no aeronáuticos.

3. Aproximaciones multimodales

3.1 Hay muchas áreas de aplicación de los sistemas de aumentación que se pueden resumir en cualquier aplicación relacionada con el posicionamiento, guiado, localización, radiofrecuencia, sincronización, tal y como se recoge en la siguiente figura:



3.2 A continuación presentamos un esquema de las más importantes, presentando ciertos detalles de algunas de ellas a modo de ejemplo.

- **Aplicaciones al transporte:**

- o **Aviación:**

- Operaciones Ruta, área terminal t aproximaciones
 - Instrucción
 - Vigilancia en vuelo y aeropuerto
 - Alerta, búsqueda y salvamento

- o **Marítimo:**

- Navegación de altura, costera y atraque
 - Gestión de cargas (contenedores)
 - Pesca
 - Alerta, búsqueda y salvamento
 - Control de tráfico y flotas
 - Maniobras en puertos y canales estrechos
 - Navegación Fluvial
 - Control de vertidos
 - Cartas electrónicas
 - Localización de peligros (bancos, agujas, etc.)
 - Automatización del guiado y aviso de colisión

- o **Tierra:**

- Sistemas Integrados de Información
 - Sistemas de Gestión de flotas
 - Sistemas de transporte público
 - Aplicaciones ferroviarias, en las que los sistemas de navegación ya se están introduciendo en varias aplicaciones:
 - Gestión y comunicación de emergencias
 - Señalización y control de posición
 - Integridad
 - Información a pasajeros
 - Gestión de trenes
 - Seguimiento de carga
 - Mapas de vía
 - Asignación y localización de vagones
 - Control de trenes A.V.

- **Otras Aplicaciones:**
 - o Agricultura:
 - Agricultura de precisión:
 - Cosechado automático
 - Niveles de producción
 - Control de superficies
 - Fumigación
 - Abonado
 - Agrimensura
 - Catastro
 - o Ganadería:
 - Control de rebaños
 - Trazabilidad del producto
 - o Minería
 - o Aplicaciones petrolíferas:
 - Control y Posición de plataformas
 - Control de Oleoductos
 - Control de flotas de camiones
 - Control de posición de petroleros
 - Guiado de helicópteros
 - Seguimiento de producción
 - Localización de elementos y componentes
 - o Energía:
 - Tendido/ mantenimiento de infraestructuras
 - Sincronización de redes eléctricas
 - Monitorización de estructuras
 - Control de producciones
 - o Sistemas de Información Geográfica
 - o Infraestructuras y Construcción
 - o Obras públicas:
 - Monitorización de estructuras
 - Medición y marcación de puntos
 - Localización y gestión de maquinaria
 - Guiado de maquinaria pesada
 - Posicionamiento y mapa
 - Mantenimiento de carreteras y puentes
 - Topografía
 - o Arquitectura
 - o Sincronización
 - Bases de tiempos
 - Redes bancarias
 - Sistemas de seguridad
 - Redes de comunicaciones
 - o Deportes
 - o Servicios Públicos (policía, bomberos, protección civil, Meteorología, Salud, etc.)
 - o Asuntos sociales / Seguridad:
 - Guiado de ciegos
 - Seguimiento de personas
 - Control de órdenes de alejamiento, presos

- Seguridad de personas / transporte escolar
- Fuerzas de seguridad
- o Rescates y emergencias
 - Trazado de áreas de búsqueda con perros
 - Guiado servicios de emergencia
 - Optimización de recursos de rescate
 - Reducción de tiempos de actuación
 - Localización rápida lugar de emergencia
 - Sistemas de control de emergencias
- o Ciencia:
 - Altura de océanos y olas
 - Seguimientos de fauna
 - Estudios sísmicos y volcanes
 - Estudios atmosféricos
 - Determinación de altitud
 - Movimientos de la corteza terrestre
- o Ocio:
 - Senderismo
 - Golf
 - Entretenimiento
 - Información turística
 - Localización fotografías
 - Juegos

4. Solución propuesta en SACCSA

4.1 Debido al hecho de que los sistemas globales GNSS (GPS, GLONASS) no ofrecen las prestaciones necesarias para muchas de las aplicaciones/sectores señalados anteriormente (además de que su evolución es muy lenta y costosa, y de que no da integridad) se necesita la aumentación para poder cubrir las necesidades de estos sectores. La aumentación permite por tanto:

- Acercar las necesidades de los usuarios a lo que el GNSS permite
- Tener evoluciones más dinámicas y menos costosas
- Adaptarse mejor a las necesidades de los usuarios y a sus evoluciones

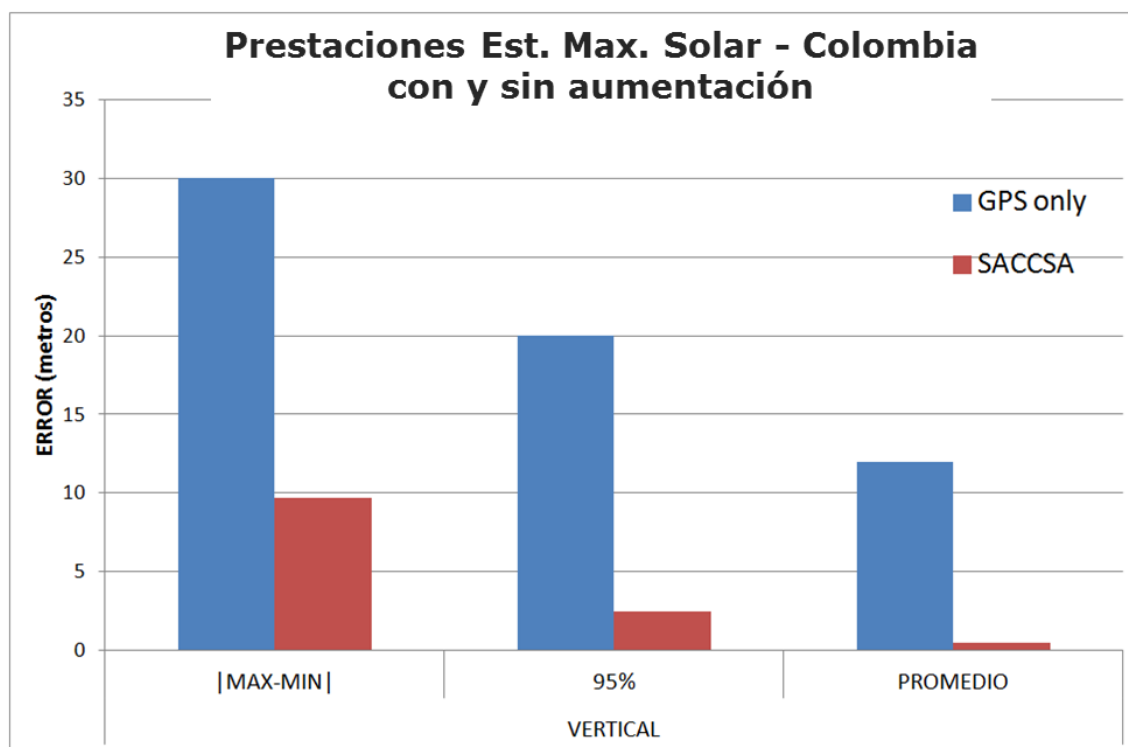
4.2 Las aumentaciones pueden ser:

- Locales o regionales
- Varios niveles de precisión: Métrico, submétrico, centrimétrico
- Adaptada a diferentes tipos de receptores (coste): código y fase, ruido de las medidas, multicostelacion..
- Con distintos tipos de acceso: satelital, internet, radio, etc.

4.3 La implementación de un sistema de aumentación que permite, como señalamos anteriormente, una importante reducción de costes (a nivel del análisis de Costes/Beneficios), mejor de precisión y aumento de la seguridad (gracias a la provisión de integridad) permitirá la proliferación de nuevas aplicaciones y servicios en línea de los señalados en la sección anterior y hasta el límite que marque nuestra propia imaginación, contribuyendo de una manera muy importante al desarrollo de la región.

4.4 La mayoría de los receptores de la actualidad son monofrecuencia (aviación y mass-market). Los receptores que se utilizan en aplicaciones de alta precisión son muy caros y son doble-frecuencia. Tal y como hemos dicho anteriormente las prestaciones de los receptores de monofrecuencia en la región CAR/SAM se ven gravemente degradadas por la actividad solar. Con la solución SACCSA esto se puede mejorar significativamente sin necesidad de utilizar receptores excesivamente caros por lo que proporciona una reducción de costes operacionales para los usuarios y aplicaciones finales significativa.

4.5 A modo de ejemplo, la siguiente figura muestra los prestaciones en cuanto a precisión esperables en máximo solar con y sin sistema SACCSA, en este caso aplicado a una estación en Colombia:



4.6 Son muchos los beneficios a obtener en las aplicaciones multimodales donde su uso supondría una sustancial mejora. Desde el punto de vista técnico y operacional hay dos factores clave sobre los que se sustentan la mayoría de los beneficios en las aplicaciones multimodales de SACCSA:

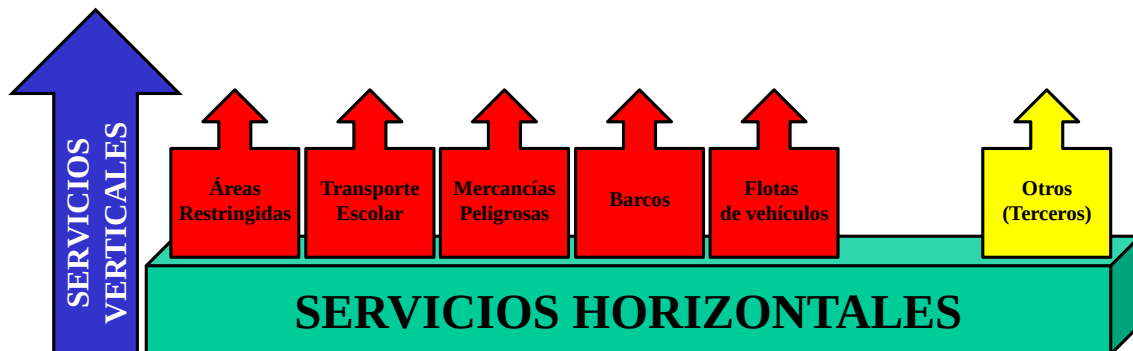
- **Mejora de la precisión:** en regiones ecuatoriales podemos pasar de hasta 30m de error en alta actividad solar hasta una solución métrica o incluso submétrica
- **Confiabilidad/integridad:** además de la mejora de precisión la solución SACCSA puede aportar parámetros de integridad y/o confiabilidad que aportan una garantía de servicio la cual es clave para muchas aplicaciones.

4.7 La mejora de precisión (sin necesidad de invertir en receptores caros, a nivel de aplicación), más la garantía de servicio, implica una reducción de costes y un aumento de la seguridad que permitirá la proliferación de nuevos servicios y aplicaciones, proporcionando un empuje al propio desarrollo de los Estados que adopten la solución SACCSA.

4.8 SACCSA propone una solución básica a utilizar en las aplicaciones anteriormente citadas.

4.9 Hay varios modelos de gestión respecto a la provisión de servicios y aplicaciones que se podrían considerar en SACCSA. Por un lado se identifican servicios horizontales y por otro los servicios verticales.

- **Servicios horizontales**, que proporcionan derecho al acceso y uso de la infraestructura móvil y fija necesaria para
 - o Disponer de Posición/Velocidad de Agentes Móviles en TR:
 - Latencia
 - Frecuencia (tiempo, distancia)
 - Eventos (Avisos/Alarmas)
 - Datos Agente Móvil Auxiliares
 - o Disponer de Posición/Velocidad Pasada de Agentes Móviles
 - Frecuencia (tiempo, distancia)
 - Eventos
 - Datos Agente Móvil Auxiliares
 - o Disponer de Posición en términos geográficos
 - o Disponer de acceso a GIS cartográfico
 - Ámbito
 - Contenidos
 - Escala
- **Servicios verticales**, que se apoyan sobre los servicios horizontales, y son aplicaciones diseñadas específicamente para cada tipo de usuario. Pueden proporcionarse por el propio proveedor de servicios horizontales o por terceros. Son aplicables a usuarios móviles y estáticos. Según el tipo de usuario:
 - o Pueden tener diversos niveles de seguridad y confidencialidad
 - o Pueden ser de tipo abierto o íntegros
 Además:
 - o Pueden ser dados por particulares o estamentos públicos (con independencia de que dichos estamentos lo contraten a un particular)
 - o La provisión de estos servicios es contractual y renovable por periodos establecidos



5. Conclusiones

5.1 El uso de la tecnología SBAS proporciona numerosos beneficios además de para la aviación civil en otros sectores. Estos beneficios en el sector multimodal (no aviación civil) se basan principalmente en dos factores: mejora de la precisión respecto a una solución GPS sólo, y la introducción de la integridad o confiabilidad. Estos beneficios son especialmente atractivos en regiones ecuatoriales, ya que los errores con una solución GPS, sin aumentación, pueden llegar a 30m en máximo solar. La solución SACCSA permitiría tener precisiones en horizontal del entorno del metro y sin necesidad de utilizar receptores profesionales geodésicos (los cuales son caros) por lo que implica una gran reducción de costes de implantación y operación de las aplicaciones multimodales. Así mismo, SACCSA permitiría obtener los beneficios de la integridad (o confiabilidad) sin coste adicional al usuario, por lo que proporcionaría una garantía de servicio y seguridad claves para muchos sectores importantes para los estados CAR/SAM.

6. Acciones sugeridas

6.1 Se invita a los Estados a:

- a) tomar nota de lo indicado en esta NE; e
- b) identificar y analizar las aplicaciones y usos multimodales que se podrían beneficiar del SACCSA en su Estado.
