



Organización de Aviación Civil Internacional

Oficina Regional Sudamericana

**Sexta Reunión de Directores de Navegación Aérea y Seguridad Operacional  
de la Región SAM**

(Lima, Perú, 24 al 26 de junio de 2019)

ANFS/6-NI/04

30/05/19

**Cuestión 1 del**

**Orden del Día:**

**Seguimiento de implantación de los planes nacionales de navegación aérea**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA GBAS**

(Nota presentada por Argentina)

**RESUMEN**

La Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC) de la República Argentina en conjunto con la empresa de tecnología INVAP S.E. han desarrollado un sistema de aproximación y aterrizaje de precisión Ground Based Augmentation System (GBAS). El mismo ha sido implantado en el Aeropuerto Internacional de San Carlos de Bariloche - SAZS. Recibe información de los satélites visibles de la constelación GPS, realiza corrección de la pseudodistancia, monitorea la integridad y genera y transmite mensajes tipo 1, 2 y 4 para dar apoyo al posicionamiento y a las aproximaciones de precisión de Categoría I de acuerdo a lo estipulado en el ANEXO 10 de OACI Telecomunicaciones aeronáuticas Vol. 1.

<i>Objetivos estratégicos:</i>	<p>El tema de referencia tiende a satisfacer los objetivos estratégicos que la OACI estableció para el periodo 2005-2010, en su <i>DECLARACIÓN DE VISIÓN Y MISIÓN REFUNDIDA</i>, adoptado por el Consejo el 17 de diciembre de 2004, a saber: A) Seguridad operacional - Mejorar la seguridad operacional de la aviación civil mundial; B) Seguridad de la aviación - Mejorar la protección de la aviación civil mundial; C) Protección del medio ambiente - Minimizar los efectos perjudiciales de la aviación civil mundial en el medio ambiente; D) Eficiencia - Mejorar la eficiencia de las operaciones de la aviación y E) Continuidad - Mantener la continuidad de las operaciones de la aviación.</p> <p>Así mismo, el tema de marras, se encuadra dentro de los objetivos estratégicos del <i>Plan mundial de navegación aérea (GANP) 2013 – 2028</i>.</p>
<i>Referencias:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Anexo 10, Telecomunicaciones Aeronáuticas, Vol. I, Radioayudas para la navegación.</li><li>- Anexo 14, Aeródromos, Vol. I, Diseño y Operaciones de Aeródromos.</li><li>- ED-114A, MOPS for GBAS to Support Categoría I.</li><li>- Order 6884.1, FAA, Siting Criteria for GBAS.</li></ul>

**1. Antecedentes**

1.1 INVAP (Investigación Aplicada) Sociedad del Estado, es una empresa argentina de alta tecnología dedicada al diseño, integración, y construcción de plantas, equipamientos y dispositivos en áreas de alta complejidad como energía nuclear, tecnología espacial, tecnología industrial y equipamiento médico y científico. Es considerada como una de las mejores instituciones científicas del mundo y la más prestigiosa en América Latina.

1.2 Desde sus orígenes la empresa ha ganado prestigio como diseñador y proveedor de sistemas para reactores nucleares, y provisión de reactores nucleares para investigación y experimentación. Desde fines de la década de 1990 la empresa ha incursionado en el sector aeroespacial, especialmente mediante el diseño, construcción y operación de satélites, como también de radares.

1.3 La incursión de INVAP en el área radares se inició en el año 2004 cuando se crea en Argentina el SINVICA (Sistema Nacional de Vigilancia y Control Aeroespacial) cuyo objetivo es proveer de un sistema de radares que permitan dar cumplimiento a las tareas de la defensa aeroespacial y prestar un eficiente servicio de tránsito aéreo. A partir de ello se perfeccionó un contrato entre el gobierno nacional e INVAP tendiente al diseño, fabricación e implantación de radares secundarios, que en una cantidad de 22 hoy en día ya vigilan el espacio continental argentino, siguió en el año 2007 con el desarrollo y fabricación de radares primarios y continuó con los de uso meteorológico.

1.4 El propietario es la provincia de Río Negro y comparte Directorio con el Estado Nacional a través de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

1.5 INVAP se encuentra calificada bajo las normas ISO 9001:2008 (Gestión de la Calidad) e ISO 14001:2004 (Gestión Ambiental).

1.6 INVAP emplea directamente a más de 1000 personas (de las cuales un 85% son profesionales y técnicos especializados), e indirectamente a más de 700. Es la única empresa en Latinoamérica reconocida por la NASA como apta para realizar sistemas satelitales completos, desde su diseño y construcción hasta su operación excluyendo el lanzamiento.

1.7 Dados estos antecedentes y la respuesta favorable obtenida en su momento, al aceptar INVAP el desafío de diseñar, construir e implantar los primeros radares desarrollados en nuestro país, llevó a la ANAC a tomar la decisión de contratar sus servicios para el desarrollo de un sistema de aumentación de la señal satelital GNSS, basado en tierra – GBAS.

1.8 Cabe destacar que para este desarrollo también se consideró la amplia trayectoria en el campo de la investigación científica de los sistemas GNSS y los fenómenos troposféricos / ionosféricos, de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata, la cual aportó la algoritmia académica de corrección como así también la determinación de los parámetros locales necesarios para mitigar los fenómenos y anomalías propios de nuestra región sudamericana.

1.9 La decisión del Estado argentino de adoptar un sistema de aumentación basado en tierra se tomó en el marco de la determinación de las diferentes autoridades de aviación civil latinoamericanas que, en casi en su totalidad, no aceptaron la propuesta europea de basar el servicio de aumentación en una plataforma satelital (SACCSA - Sistema de Aumentación para el Caribe, Centro y Sudamérica). Ese modelo implicaba altos costos iniciales y operativos, como así también una alta dependencia tecnológica.

1.10 Es por ello, en comparación con otros sistemas de aproximación de precisión, el GBAS ofrece muchos beneficios, es por ello que ha sido adoptado como prioritario dentro de las alternativas válidas, pudiendo enumerar entre las más destacables:

- Reducción de las zonas críticas y sensibles;
- Aproximación en curva;
- Servicio de determinación de la posición;
- Suministro del servicio en varias pistas del mismo aeropuerto con el mismo equipo;
- Reducción de emisiones gaseosas y acústicas;
- Suministro de varios ángulos de planeo de aproximación y umbral desplazado;
- Aproximación frustrada guiada; y
- Uso en aeropuertos adyacentes.

1.11 Resumiendo, se optó por la implantación PBN en cuanto a las aerovías continentales y la opción GBAS para servir a aproximaciones de precisión Cat I, en reemplazo a futuro de los sistemas ILS, en un todo de acuerdo con la estrategia de la OACI, expresada en el *Plan mundial de navegación aérea*.

## 2. Cronología del proyecto GBAS argentino

24/01/2014	Firma Acta de inicio de la primera etapa.	Diseño, fabricación, implantación y homologación de un sistema en el aeropuerto internacional de San Carlos de Bariloche.
	Modelo de evaluación tecnológica de laboratorio	a) Generación y transmisión de señal simulada de posición con corrección solo de precisión. b) Algoritmo de integridad, continuidad y disponibilidad operacional en ambiente de laboratorio. c) Modo recopilación de datos para análisis y estadísticas de confiabilidad.
24/06/2016	Modelo de evaluación tecnológica en emplazamiento	a) desplazamiento del alambrado y camino perimetral en el área de implantación del AP. Bariloche. b) Implantación de cuatro estaciones de referencia. c) Tendido línea de alimentación y control por FO d) Recopilación de datos y determinación de los parámetros del lugar. e) Implantación del centro de procesamiento de señales y transmisión VDB en prueba.
	Proceso de certificación y homologación	Se ha confeccionado un manual que define el procedimiento de certificación a fin demostrar que el sistema GBAS cumple con las normas pertinentes. Este procedimiento facilitará la homologación del producto.
24/06/2017	Primer periodo de pruebas	Iniciales, estáticas. Se resguardarán y analizarán los datos recibidos en la estación de monitoreo local
12/2018	Segundo período de pruebas	Avanzadas, aeronaves. Se resguardarán y analizarán los datos recibidos en el MMR de la aeronave.
2019	Certificaciones y homologación	Calibración de monitores, certificación externa del producto, homologación del producto, certificación operativa.
2020	Firma del acta de la segunda etapa.	Fabricación e implantación de seis sistemas en aeropuertos a definir.

## 3. Características del sistema GBAS argentino

3.1 El mismo consta de cuatro antenas y receptores GPS que componen el sistema de recepción, una caseta con la electrónica central que consta de dos canales de procesamiento y un sistema de transmisión redundado, y una antena VDB. Con el objeto de verificar los valores de pseudo-corrección se instalaron una antena y un receptor en las cercanías del aeropuerto. El sistema tiene como objetivo prestar servicios de aproximación y posicionamiento en Categoría I.



4.4 En forma conjunta, Aerolíneas Argentinas y la Dirección Nacional de Seguridad Operacional de la ANAC analizaron y definieron el plan de Seguridad Operacional para permitir la operación segura de aproximación ILS CAT I con toma de datos y presentación de la información GLS.

4.5 Procedimiento autorizado:

- El PF (Pilot Flying) utilizará el modo de aproximación ILS de acuerdo a cartografía publicada. El PM (Pilot Monitoring) será quien realice las siguientes pruebas SIN acoplar en ningún momento el piloto automático del lado de las pruebas (si el PM es el Comandante no se debe utilizar el AP A, si el PM es el Copiloto no se debe utilizar el AP B).
- Condiciones VMC.
- Componente de viento cruzado menor a 20 nudos.

Se pide:

- Seleccionar el canal en el MMR modo GLS previo al Top of Descent (T/D).
- Tomar los datos a los 6000/5000/4000 pies de baroaltímetro. Realizar las comparaciones de LOC/GS con respecto a la información del ILS.
- Una vez aterrizado, tomar nota de cualquier observación o anomalía que haya sufrido el GLS durante la aproximación

4.6 Planilla de Validación en Vuelo – GLS SAZS: Completar los DATOS previo a iniciar el descenso.

DATOS						
Fecha:						
Aeropuerto:						
Pilot Flying:						
Pilot Monitoring:						
Aeronave:						
Cartografía empleada:						
EWY:						
Canal GLS:						
METAR SAZS:						

	Respuesta					
	Distancia en la que se comienza a recibir señal GLS (Identificador de estación, pista y distancia QNE):					
¿Alguna indicación anormal del GLS o pérdida de señal durante la aproximación?						

	PRUEBA GLS CAT I APPROACH – MARCAR CON UNA X						Observaciones
	6000 pies		5000 pies		4000 pies		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Indicación GLS en el PFD							
Indicación de nomenclador de estación y pista							
Distancia QNE							
Puntaje LOC							
Declaro en el LOC con respecto al ILS							
Puntaje GS							
Declaro en el GS con respecto al ILS							

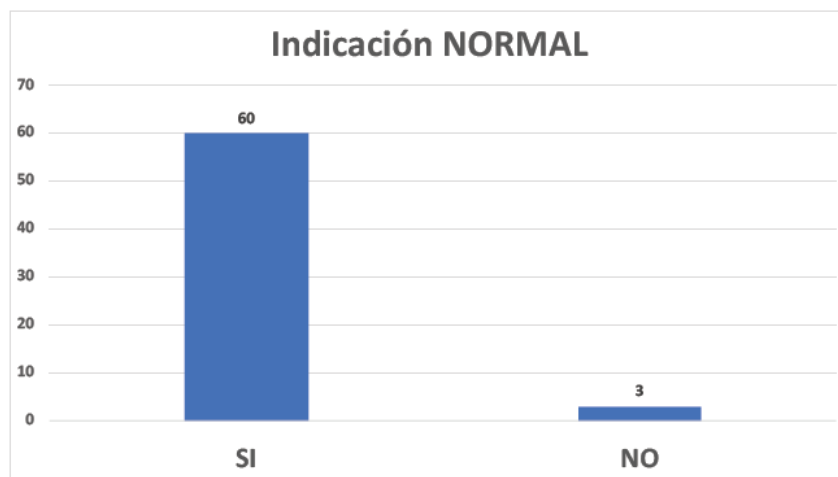
4.7 Así, el 28 de Junio de 2018 se realizó por primera vez en la República Argentina una aproximación de CAT I a la cabecera 29 del aeropuerto de San Carlos de Bariloche recibiendo información GLS proveniente de la estación GBAS ahí instalada. A continuación, se muestran imágenes obtenidas en el PFD (Primary Flight Display).



#### 4.8 Resultados

4.8.1 Se presentan los resultados obtenidos en las 63 aproximaciones.

- Indicación NORMAL durante la aproximación:

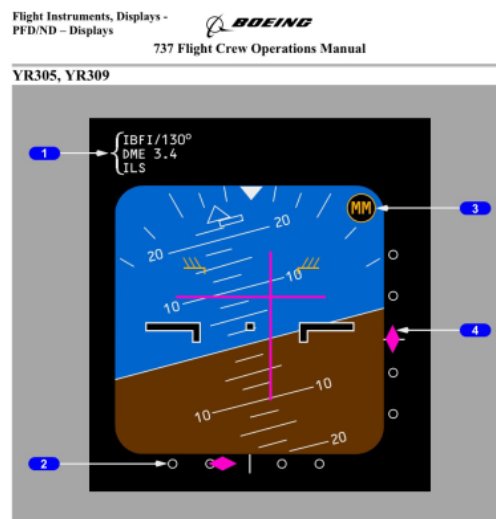


- El 95% de las aproximaciones mostraron indicación normal en los instrumentos del avión.

- Las 3 situaciones donde no se obtuvo una indicación completa o normal fueron:
  - 30 de diciembre de 2018: el sistema se encontraba desconectado.
  - 8 de febrero de 2019: esta fecha hubo corte programado y notificado por INVAP.
  - 9 de febrero de 2019: esta fecha hubo corte programado y notificado por INVAP.
- Cabe destacar que en los 3 casos no se tuvo indicación alguna del GLS.
  - Falta de indicación de NOMENCLADOR de estación (G29A):
- Se reportó que en la pantalla primaria de vuelo (PFD) el nomenclador de pista no figura y en su lugar figura el número de canal en amarillo y tachado. Esto es algo normal, dado que al estar aproximando con dos tipos de estaciones selectadas al mismo tiempo (ILS el piloto que vuela y GLS el piloto que monitorea), el avión advierte esta discrepancia y por consiguiente se tachan y se muestran en amarillo los nomencladores de estación.

4.8.2  
explica esto:

A continuación se adjunta extracto del Flight Crew Operations Manual del avión donde se



**1 Approach Reference**

**YC069, YC730, YN102 - YN110, YR416 - YS518, YV601 - YW976**  
Displays the selected ILS frequency or identifier, approach course, ILS/DME/FMC distance and source annunciation.

**YM241, YM242, YR305, YR309, YT067**  
Displays the selected ILS/ILS frequency or identifier, approach course, ILS/DME/FMC distance and source annunciation.

**YR305 - YS518, YV601 - YW976**  
Displays the selected GLS identifier, channel, selected course, GLS approach distance and source annunciation.

If the tuned ILS frequencies disagree (for longer than one minute of time), the frequency turns amber with an amber horizontal line until set identically.

If the approach courses entered in the MCP disagree (for longer than one minute of time), the course turns amber with an amber horizontal line through it.

#### 4.9 **Conclusión**

4.9.1 Los resultados arrojaron una performance satisfactoria de la estación GBAS a la vez que los datos de distancia, senda de planeo y localizador son confiables en esta primera etapa.

#### 4.10 **Próximos pasos**

4.10.1 En la actualidad, se está trabajando en la calibración de los monitores de fuentes telemétricas que permitan cumplir con los requerimientos de Integridad, disponibilidad y continuidad conjuntamente con el análisis de la severidad de la amenaza ionosférica.

4.10.2 Así mismo, se encuentra en proceso un acuerdo de trabajo con una universidad nacional que audite el cumplimiento de todos los requerimientos del proyecto a los fines de la certificación del producto.

4.10.3 Con respecto a la certificación operativa, se está trabajando en el análisis de seguridad operacional requerido para las siguientes pruebas de evaluación en vuelo.

— FIN —