



ORGANIZACIÓN DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL

OFICINA REGIONAL SUDAMERICANA

**ASISTENCIA PARA LA IMPLANTACION DE UN SISTEMA REGIONAL ATM
CONSIDERANDO EL CONCEPTO OPERACIONAL ATM Y EL SOPORTE DE
TECNOLOGÍA CNS CORRESPONDIENTE-**

GRUPO DE IMPLANTACION SAM - SAMIG

**GUÍA DE CONSIDERACIONES
TÉCNICAS OPERACIONALES
PARA LA IMPLANTACIÓN
DEL ADS-B EN LA REGIÓN
SAM**

Lima, Perú

Versión 1.2

Mayo 2013

INDICE

LISTA DE ACRÓNIMOS	4
DEFINICIONES	6
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	8
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Objetivo de la Guía	9
1.2 Alcance de la Guía	9
2. VISIÓN GENERAL DEL ADS-B	9
2.1 Funcionamiento del ADS-B	9
3. CONSIDERACIONES GENERALES EN LA REGIÓN SAM PARA LA PLANIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN DEL ADS-B	13
3.1 CONSIDERACIONES GENERALES	13
3.2 Ventajas del ADS-B.....	17
3.3 Desventajas del ADS-B.....	18
3.4 Situación actual de la vigilancia en la Región SAM.....	18
3.4.1 Argentina.....	18
3.4.2 Bolivia.....	19
3.4.3 Brasil	19
3.4.4 Chile	20
3.4.5 Colombia.....	20
3.4.6 Ecuador	20
3.4.7 Guyana	21
3.4.8 Paraguay.....	21
3.4.9 Perú	21
3.4.10 Suriname	21
3.4.11 Uruguay.....	21
3.4.12 Venezuela.....	22
3.4.13 Resumen de la situación actual en la Región SAM.....	22
3.4.14 Diagramas de cobertura radar	22
4. CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA ADS-B Y EL TRASLADO DE SU SEÑAL HACIA UN CENTRO DE CONTROL AUTOMATIZADO	23
4.1 Generalidades.....	23
4.2 Equipamiento típico de una estación ADS-B OUT de tierra	24
4.3 Infraestructura requerida	24
4.3.1 Infraestructura en tierra típica:	24
4.3.2 Estructura del diseño de instalación	27
4.4 Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM).....	28
4.5 Pruebas de funcionamiento	29
4.6 Entrenamiento del personal técnico	30

5.	RECOMENDACIONES FUNCIONALES PARA LOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO QUE VAYAN A SER UTILIZADOS CON ADS-B EN LA REGIÓN SAM.....	32
	APÉNDICE 1 - Aplicaciones operacionales del ADS-B.....	33
	APÉNDICE 2 - Introducción del NAC, NIL, SIL.....	35
	APÉNDICE 3 - Propuesta de publicación de norma técnica nacional.....	38
	APÉNDICE 4 - Tablas de clases de transmisores y receptores de ADS-B a bordo de la aeronave y en tierra.....	39
	APÉNDICE 5 - Consideraciones a tener en cuenta los explotadores al operar un transponder ADS-B.....	44
	APÉNDICE 6 - Hoja de ruta de la metodología ASBU para vigilancia.....	45
	APÉNDICE 7 - Diagramas de cobertura radar SAM.....	48
	APÉNDICE 8 - Sistema de vigilancia autónoma de la integridad en el receptor - RAIM.....	59
	APÉNDICE 9 - Asterix categoría 21 ED 1.8.....	62

LISTA DE ACRÓNIMOS

A/A	Aire/Aire
ACAS	Sistema anticollisión de a bordo
ACC	Centro de Control de Área
ACID	Identificación de la aeronave
ADLP	Procesador de enlace de datos de a bordo
ADS-B	Vigilancia dependiente automática — radiodifusión
ADS-C	Vigilancia dependiente automática — contrato
ADS-R	Vigilancia dependiente automática — redifusión
AIP	Publicación de Información Aeronáutica
AIRPROX	Incidentes por proximidad de aeronaves
ANSP	Proveedor de Servicios de Navegación Aérea
ASBU	Aviation System Block Upgrades
ASD	Presentación de Situación Aérea
ASTERIX	Intercambio estructurado de información de vigilancia multipropósito de Eurocontrol
ATC	Control de tránsito aéreo
ATCO	Controlador de tránsito aéreo
ATM	Gestión del tránsito aéreo
ATN	Red de telecomunicaciones aeronáuticas
ATS	Servicio de tránsito aéreo
BW	Ancho de banda
CA	Circular de asesoramiento
CAA	Autoridad de Aviación Civil
CDTI	Presentación de información de tránsito en el puesto de pilotaje
CNS	Comunicaciones, navegación y vigilancia
CPDLC	Comunicaciones por enlace de datos controlador-piloto
DME	Equipo radiotelemétrico
ES	Señal espontánea ampliada
FDP	Procesamiento de Datos de Vuelo
FIR	Región de Información de Vuelo
FMC	Computadora de Gestión de Vuelo
FMS	Sistema de gestión de vuelo
FPL	Plan de Vuelo Presentado
GNSS	Sistema mundial de navegación por satélite
GPI	Indicador de Performance Global
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
GUI	Interfase Gráfica de Usuario
IFR	Reglas de vuelo por instrumentos
IMC	Condiciones meteorológicas de vuelo por instrumentos
INS	Sistema de Navegación Inercial
ISO	Organización Internacional de Normalización
KVM	Keyboard, Video and Mouse
LAN	Red de Area Local
MLAT	Sistema de multilateración
MSAW	Advertencia de altitud mínima de seguridad
MSSR	SSR monoimpulso
MTBF	Tiempo promedio entre fallas
NTP	Network Time Protocol
NAC	Categoría de precisión de navegación

NIC	Categoría de integridad de navegación
NUC	Categoría de incertidumbre de navegación
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
PSR	Radar primario de vigilancia
RAIM	Vigilancia Autónoma de la Integridad en el Receptor
REDAP	Red digital peruana
RF	Radiofrecuencia
RNAV	Navegación de Área
RNP	Performance de navegación requerida
RTCA	Comisión Radiotécnica para la Aeronáutica
SAM	Región sudamericana de la OACI
SARPs	Normas y Métodos Recomendados por OACI
SDP	Procesamiento de datos de vigilancia
SIC	Código de identificación del sistema
SIL	Nivel de integridad de vigilancia
SLG	Sistema local de gestión
SRG	Sistema remoto de gestión
SSR	Radar secundario de vigilancia
T/A	Tierra/Aire
TCAS	Sistema de alerta de tránsito y anticolidión
TGPS	Tarjeta de Sincronización de Propósito General
TIS	Servicio de información de tránsito
TIS-B	Servicio de información de tránsito — radiodifusión
TOA	Hora de llegada
TPPG	Tarjeta de Proceso de Propósito General
TSO	Estándar de Orden Técnico de la FAA de Estados Unidos
TRPG	Tarjeta de Recepción de Propósito General
TIS-B	Servicio de información de tránsito — radiodifusión
UAT	Transceptor de acceso universal
UDP	Protocolo de datagramas de usuario
UPS	Fuente de alimentación ininterrumpida
URPA	Unidad de Recepción y Procesamiento ADS-B
UTC	Tiempo universal coordinado
VDL	Enlace Digital VHF
VHF	Muy alta frecuencia
VFR	Reglas de Vuelo Visual

DEFINICIONES

1. **ADS-B (Vigilancia Dependiente Automática - Radiodifusión):** medio por el cual las aeronaves, los vehículos de aeródromo y otros objetos pueden transmitir y/o recibir, en forma automática, datos como identificación, posición y datos adicionales, según corresponda, en modo de radiodifusión mediante enlace de datos.
2. **ADS-B IN (recepción):** función de a bordo que recibe datos de vigilancia transmitidos por las funciones ADS-B OUT instaladas en otras aeronaves. Además, también podría recibir, desde tierra, datos adicionales de otras aeronaves que no transmiten ADS-B OUT o porque sus ADS-B OUT se transmiten utilizando una tecnología ADS-B diferente.
3. **ADS-B OUT (emisión):** función en una aeronave o vehículo que transmite en radiodifusión periódicamente su vector de estado (posición y velocidad) y otras informaciones obtenidas de los sistemas de a bordo en un formato adecuado para receptores con capacidad ADS-B-IN.
4. **ADS-R (redifusión):** función de una estación de tierra que permite el inter-funcionamiento entre aeronaves equipadas con ADS-B que operan en diferentes enlaces de datos. La estación terrestre ADS-R recibe mensajes ADS-B de un enlace (p. ej., UAT), procesa los mensajes y los radiodifunde por un enlace de datos diferente (p. ej., 1 090 MHz ES). En los Docs 9861 y 9871 figuran detalles sobre TIS-B y ADS-R.
5. **Downlink (enlace descendente):** enlace asociado a señales transmitidas por el canal de frecuencias de respuesta de 1 090 MHz.
6. **Identificación de aeronave:** grupo de letras o de cifras, o combinación de ambas, idéntico al distintivo de llamada de una aeronave para las comunicaciones aeroterrestres o equivalente a dicho distintivo expresado en clave, que se utiliza para identificar las aeronaves en las comunicaciones y entre centros terrestres o de los servicios de tránsito aéreo (*La identificación de aeronave se conoce frecuentemente como identificación de vuelo*).
7. **Modo S_[n]1:** modo mejorado del SSR que permite interrogaciones y respuestas selectivas. Modo S permite el direccionamiento selectivo de las aeronaves mediante el uso de una dirección de aeronave de 24 bits que identifica unívocamente a cada aeronave y tiene un enlace de datos en ambos sentidos entre la estación terrestre y la aeronave para el intercambio de información.
8. **Modo S SS (Short Squitter, Señal espontánea de adquisición):** transmisión periódica espontánea de un transpondedor en Modo S (nominalmente una vez por segundo) con un formato específico para facilitar la adquisición pasiva.
9. **Modo S ES (Extended Squitter - Señales espontáneas ampliadas).** transmisiones periódicas y espontáneas de un formato de señal en Modo S de 112 bits en 1 090 MHz que contiene 56 bits de información adicional (p. ej., se utiliza para ADS-B, TIS-B y ADS-R).
10. **TIS-B:** radiodifusión de datos de vigilancia de aeronaves por estaciones terrestres utilizando un enlace de datos ADS-B.
11. **Tipos de Mensajes ES:**
 - **posición en vuelo** - el mensaje de posición en vuelo proporciona información de vigilancia básica que incluye la posición tridimensional más el tiempo de validez e información sobre el estado de la vigilancia.
 - **velocidad en vuelo** - el mensaje de velocidad en vuelo contiene información sobre velocidad y otros datos sobre el estado de la aeronave.

- **posición en la superficie** - el mensaje de posición en la superficie proporciona el vector completo de estado en la superficie en un mensaje único.
- **identificación de aeronave y categoría de emisor** - las señales espontáneas de identificación y categoría proporciona la categoría del tipo de aeronave, así como la identificación de la aeronave correspondiente a la casilla 7 del plan de vuelo de la OACI.
- **ocasionadas por un suceso** - las señales espontáneas ocasionadas por un suceso constituyen un protocolo de transferencia de mensajes dirigido a la transmisión de información adicional que pueda necesitarse esporádicamente.

12. **Uplink (enlace ascendente):** enlace asociado a las señales transmitidas por el canal de frecuencia de interrogación de 1 030 MHz.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- Documento 4444 Gestión del tránsito aéreo (PANS-ATM)
- Documento 9924, Aeronautical Surveillance Manual
- Documento 9871, Technical Provisions for Mode S and Extended Squitter
- RTCA/DO-249, Development and Implementation Planning Guide for Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) Applications
- RTCA/DO-242, Minimum Aviation System Performance standards for Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)
- RTCA/DO-260B, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B)
- RTCA/DO-260A, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B)
- RTCA/DO260, Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)
- Anexo 10 Aeronautical Telecommunications, Volumen 4 y 3
- Documento de estrategia de vigilancia para la región SAM
- Plan de implantación de navegación aérea basado en el rendimiento para la Región SAM (SAM PBIP)
- Plan Mundial de Navegación Aérea para los sistemas CNS/ATM (Doc 9750), iniciativa “Aviation System Block Upgrades”- ASBU
- Circular de asesoramiento FAA AC No: 20-165 del 2010
- EASA Acceptable Means of compliance - AMC 20-24

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo de la Guía

1.1.1 En base al Concepto Operacional ATM, el Plan Mundial, Plan regional y Plan SAM Basado en la Performance, se tiene previsto iniciar en el mediano plazo la implantación del sistema ADS-B.

1.1.2 Asimismo, siguiendo los lineamientos del Plan Mundial en su GPI 9 “Conciencia situacional”, se consideró como una de las actividades del Proyecto “Mejora a la comprensión situacional ATM” el desarrollo de esta guía, la cual tiene por objetivo servir como una referencia para los Estados de la Región SAM que requieran iniciar la operación de un sistema de vigilancia ADS-B, dándose las consideraciones que se deben tener antes de la decisión de usar el sistema a modo de prueba y posteriormente en modo operacional.

1.2 Alcance de la Guía

1.2.1 La presente guía está dirigida a los proveedores de servicios de navegación aérea, autoridades de aeronáutica civil y operadores de aeronaves, de la región sudamericana de la OACI–“SAM”, que requieran información introductoria sobre conceptos y consideraciones técnicas operacionales, que se deberían tener en cuenta, antes de la planificación e implementación del ADS-B, como sensor de vigilancia ATS o como sistema de monitoreo de tránsito de abordaje, para la mejora de la conciencia situacional de las tripulaciones. Esta guía no reemplaza ni suplementa los estándares internacionales especificados por OACI o por otros desarrolladores de estándares para la industria, sin embargo si proporciona un punto de partida en común para que los estados dentro de la región, que vayan a adquirir un ADS-B o un nuevo centro de control, cuente con las características de performance y técnicas que permitan la interoperabilidad de los sistemas involucrados.

2. VISIÓN GENERAL DEL ADS-B

2.1 FUNCIONAMIENTO DEL ADS-B

2.1.1 De acuerdo al Documento 9924 AN/474 Manual de Vigilancia Aeronáutica, el ADS-B viene a ser la radiodifusión por una aeronave de su posición (latitud y longitud), altitud, velocidad, identificación de aeronave y otras informaciones obtenidas de los sistemas de a bordo. Todos los mensajes de posición ADS-B comprenden una indicación de la calidad de los datos lo que permite a los usuarios determinar si los datos son suficientemente buenos como para apoyar la función prevista.

2.1.2 Los indicadores de calidad de la posición, velocidad y datos conexos de la aeronave se obtienen normalmente del sistema GNSS a bordo de la aeronave. Los sensores inerciales actuales, por sí mismos, no proporcionan los datos de exactitud o integridad requeridos, aunque es probable que sistemas futuros solucionen esta carencia. Por consiguiente, los mensajes de posición ADS-B de un sistema inercial normalmente se transmiten con una declaración de exactitud o integridad desconocida. Algunas nuevas instalaciones de aeronaves utilizan un sistema integrado de GNSS y navegación inercial para proporcionar indicadores de posición, velocidad y calidad de datos para la transmisión ADS-B.

2.1.3 Se prevé que estos sistemas de navegación tendrán mejor performance que un sistema basado solamente en GNSS, dado que los sensores inerciales y de GNSS tienen características complementarias que mitigan las debilidades de cada sistema. Dado que los mensajes ADS-B son radiodifundidos, pueden recibirse y procesarse en cualquier receptor adecuado. Este receptor puede ser una “Estación terrestre ADS-B” que procesará los mensajes ADS-B (señales espontáneas ampliadas o extended squitter) y generará los informes de aeronaves para ser visualizados en una consola de trabajo ATCO.

2.1.4 A continuación se muestra la figura 1 que representa el esquema de funcionamiento del ADS-B.

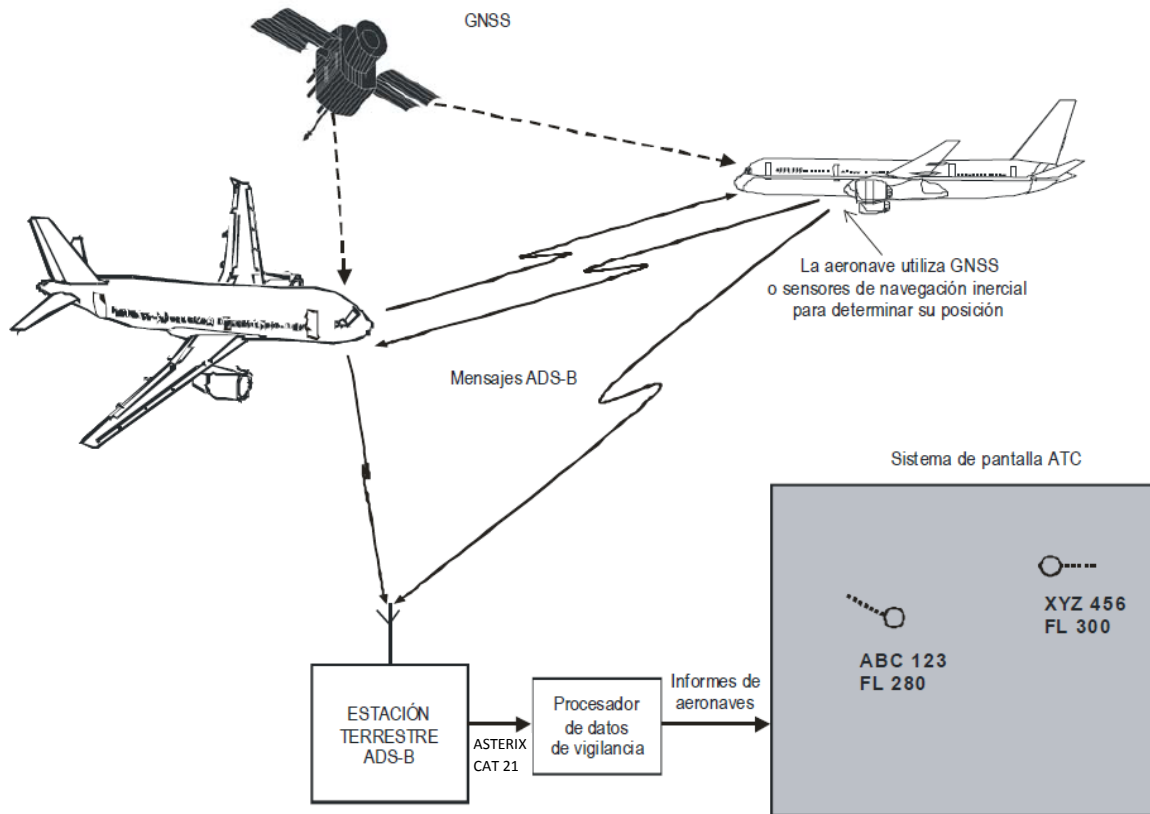


Figura 1: Esquema de ADS-B

2.1.5 Para el transporte de los mensajes se han desarrollado y normalizado tres enlaces de datos ADS-B, que son el Modo S ES o conocido también como 1090 ES (Señales espontáneas ampliadas o Extended Squitter), el UAT y el VDL Modo 4. Para la Región SAM se considera como medio de enlace el modo S ES Conclusión 12/44 del GREPECAS - *Orientación regional CAR/SAM para la introducción del enlace de datos para el ADS-B*. En el manual sobre Disposiciones técnicas sobre servicios en Modo S y señales espontáneas ampliadas (Doc. 9871), figuran más detalles sobre ES en Modo S.

2.1.6 Las señales espontáneas ampliadas en Modo S (1090 ES), contiene un bloque de datos adicionales de 56 bits a diferencia del modo S convencional o short squitter, (ver Figura 2). La información ADS-B se radiodifunde en mensajes separados, cada uno de los cuales contiene un conjunto conexo de información (p. ej., posición y altitud de presión en vuelo, posición en la superficie, velocidad, identificación y tipo de la aeronave, información de emergencia).

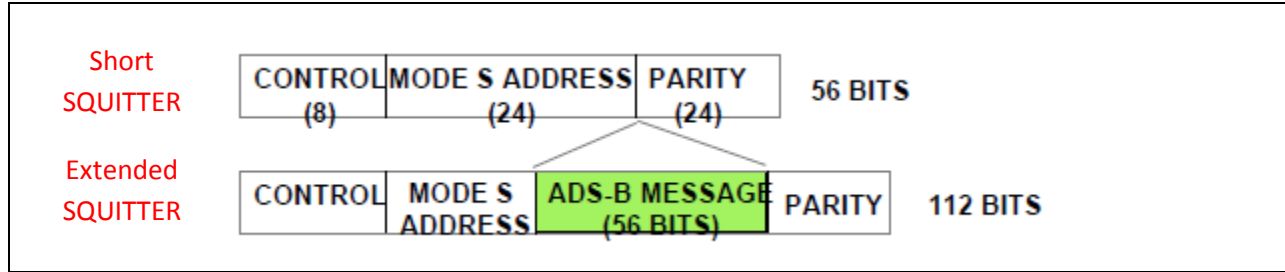


Figura 2. Datagrama del 1 090 ES

2.1.7 El primer datagrama es el denominado Short Squitter (SS) de 56 bits, el cual se transmite una vez por segundo. Este squitter corto se utiliza para vigilancia, donde el campo MODE S ADDRESS de 24 bits enmarca las interrogaciones selectivas a las direcciones de las aeronaves compuestas por 2 subcampos, el primero de 9 bits que identifica al país y el segundo de 15 bits que identifica a la aeronave. Cada transmisión ES contiene la dirección de la aeronave. Esto hace posible asociar inequívocamente los datos en los diversos formatos de señales espontáneas con la aeronave originadora.

2.1.8 El segundo datagrama es el Extended Squitter (1090 ES) de 112 bits el cual adicionalmente a los 56 bits del SS contiene el mensaje ADS-B de 56 bits. Para el ES hay tres estándares: el RTCA/DO-260; el RTCA/DO-260A; y el RTCA/DO-260B. Esos estándares corresponden, respectivamente, a las Versión 0, 1 y 2, constantes del Documento 9871 de la OACI.

2.1.8.1 Las ES proporcionan cinco tipos de reportes:

- a) posición en vuelo;
- b) velocidad en vuelo;
- c) posición en la superficie;
- d) identificación de aeronave y categoría de emisor; y
- e) ocasionadas por un suceso.

2.1.8.2 Cada una de ellas esta descrita en el documento 9924 Apéndice K numeral 5 “Mensajes ADS-B por ES”. En la figura 2A y 2B se muestran ejemplos de mensajes ADS-B.

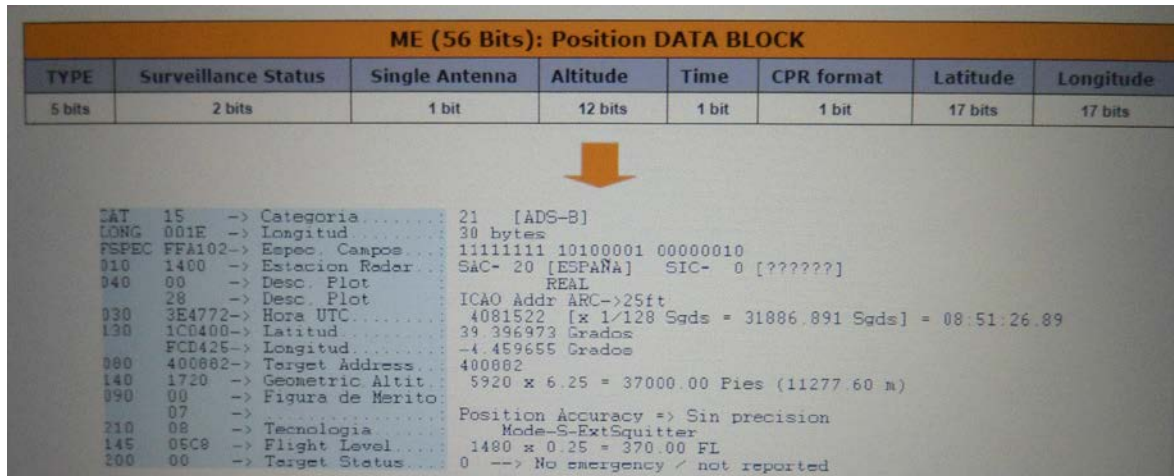



Figura 2A: Mensaje de Posición ADS-B

Identification Message									
TYPE	Transmitter Category	Aircraft Identification (8 characters), formed through the combination of 6 digits							
5 bits	3 bits	6 bits	6 bits	6 bits	6 bits	6 bits	6 bits	6 bits	6 bits



CAT	15	->	Categoria	21	[ADS-B]
LONG	0017	->	Longitud	23	bytes
FSPEC	E98110	->	Espec. Campos	11101001	10000001 00010000
010	1400	->	Estacion Radar	SAC= 20	[ESPAÑA] SIC= 0 [??????]
040	00	->	Desc. Plot	REAL	
28	->	Desc. Plot	ICAO Addr	ARC->25ft	
030	3E3E94	->	Hora UTC	4079252	[x 1/128 Sgds = 31869.156 Sgds] = 08 51 09.16
080	3414CB	->	Target Address	3414CB	
210	08	->	Tecnologia	Mode-S-ExtSquitter	
170	242173	->	Identificador	IBE3521	
D72C60	->	de Aeronave			

Figura 2B: Mensaje de Identificación ADS-B

2.1.9 Las versiones iniciales de los mensajes ES se definen en RTCA DO-260 y se conocen como formatos de versión CERO (0). Las definiciones completas de las estructuras de mensajes y fuentes de datos para los formatos de la versión 0 se especifican en el Doc. 9871, Apéndice A. Los formatos de versión 0 permiten que los códigos de tipo de los mensajes de posición en vuelo y posición en la superficie se asocien con un NUC – “Navigation Uncertainty Category” o categoría de incertidumbre de navegación. Los formatos de mensaje ES de versión CERO 0 y los requisitos conexos son adecuados para las primeras etapas de implantación de las aplicaciones de señales espontáneas ampliadas. La calidad de la vigilancia se notifica en la categoría de incertidumbre de navegación (NUC), que puede ser una indicación de la precisión o bien de la integridad de los datos de navegación utilizados por la ADS-B. Sin embargo, no se señala si el valor NUC indica integridad o precisión.

2.1.10 Las versiones revisadas de los mensajes ES se definen en RTCA DO-260A y RTCA DO-260B que se conocen, respectivamente, como formatos de versión UNO (1) y versión DOS (2). Las definiciones completas de la estructura de datos y fuentes de datos para los formatos de la versión 1 y 2 se especifican en el Doc. 9871, Apéndice B y C, respectivamente. Los formatos de versión 1 y versión 2 con los requisitos conexos corresponden a aplicaciones más avanzadas de la ADS-B (Ver Apéndice 1 a este documento “Aplicación operacional del ADS-B”).

2.1.11 En las versiones 1 y 2 la precisión y la integridad de los datos de navegación se dividen en 3 componentes principales, que son el NAC, NIC y SIL. (Ver Apéndice 2 a este documento “Introducción del NAC, NIL y SIL”)

2.1.12 Cada transmisión de ES contiene un campo de 5 bits que identifica un “CÓDIGO DE TIPO” de mensaje específico de cada mensaje. Los formatos de versión 0 permiten que los CÓDIGOS DE TIPO de los mensajes de posición en vuelo y posición en la superficie se asocien con un NUC. Los formatos de versión 1 permiten que los CÓDIGOS DE TIPO de los mensajes de posición en vuelo y posición en la superficie se asocien con un NIC.

3. **CONSIDERACIONES GENERALES EN LA REGIÓN SAM PARA LA PLANIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN DEL ADS-B**

3.1 **CONSIDERACIONES GENERALES**

3.1.1 Tal como se indica en el Documento 9924 “Manual de Vigilancia Aeronáutica”, la lista siguiente muestra las etapas que se recomiendan para la planificación e implantación de sistemas de vigilancia, en este caso de un sistema ADS-B.

a) *Definir los requisitos operacionales:*

- Seleccionar las aplicaciones que han de apoyarse: esto permitirá determinar la performance necesaria.
- Definir el área de cobertura: la determinación del volumen en el que se apoyará el servicio operacional es muy importante debido a que en él se basará el costo del sistema. En particular, la correcta determinación de los límites inferiores de altitud es muy importante porque tendrán consecuencias considerables en el número de sensores que han de introducirse.
- Definir el tipo de tránsito: por ejemplo, vuelos IFR, vuelos VFR, vuelos locales o internacionales, vuelos civiles o militares.

b) *Definir el entorno local (actual y futuro):*

- Densidades de tránsito actuales y previstas para el futuro, incluyendo la descripción de posibles horas de cresta.
- Estructura de las rutas.
- Tipo de equipo de a bordo actualmente obligatorio para los diferentes tipos de vuelo (obligación de llevar a bordo y proporción real de equipo).
- Tipo de aeronaves: comercial, aviación general, helicópteros, planeadores, aeronaves ultra ligeras, VLJ, militares y sus características dinámicas (velocidad máxima, velocidad de ascenso, velocidad de viraje, etc.).
- Segregación entre los diferentes tipos de tránsito, posible mezcla de tránsito y probabilidad de intrusión de aeronaves no equipadas con medios de vigilancia cooperativa.
- Entorno RF local específico.

c) *Analizar opciones de diseño y determinar las técnicas que pueden utilizarse:*

- Verificar los sensores de vigilancia existentes que pueden volver a utilizarse.
- Verificar los nuevos sensores y técnicas de vigilancia que pueden introducirse a bajo costo.
- Determinar el número de emplazamientos e investigar su disponibilidad. Verificar el equipo de a bordo.
- Determinar el nivel de redundancia requerido y modo de funcionamiento de reserva (fall back).
- Determinar si será necesario llevar nuevo equipo de a bordo.
- Determinar consecuencias sobre los procedimientos operacionales.
- Realizar estudios de costo-beneficio y análisis de viabilidad para las diferentes opciones, si es necesario.

- d) *Realizar un análisis de seguridad operacional del nuevo sistema propuesto:*
 - Para demostrar que el sistema proporcionará la performance necesaria en su modo de funcionamiento nominal.
 - Para demostrar que se han analizado las diferentes fallas.
 - Para demostrar que se determinó que las fallas eran aceptables o que podían mitigarse.
- e) *Implantar:*
 - Si se requiere nuevo equipo de a bordo, preparar el mandato de transporte a bordo;
 - Adquirir e instalar el nuevo sistema.
 - Evaluar la performance del nuevo sistema.
- f) *Establecer el servicio operacional:*
 - Transición del sistema existente al nuevo sistema.
- g) *Brindar el servicio operacional:*
 - Verificar periódicamente la performance del nuevo sistema.
 - Realizar mantenimiento regular y preventivo.

3.1.1.1 Las propuestas a continuación detallan ejemplos prácticos de análisis propuesto para la región considerando a los participantes involucrados.

3.1.2 **Labor conjunta entre la CAA y los ANSP**

3.1.2.1 Los Estados deberían considerar las siguientes actividades previas a la implantación de un servicio de vigilancia con ADS-B:

- a) Definir el objetivo operacional de la implementación.
- b) Definir los objetivos y metas a alcanzar de acuerdo al plan nacional de navegación aérea, hoja de ruta de vigilancia del ASBU y de la estrategia regional de vigilancia para la región SAM, para la elaboración del plan de implantación del ADS-B, con la participación de los operadores de aeronaves y demás usuarios involucrados.
- c) Servicios o zonas o fases de vuelo que estarían bajo influencia de la planificación.
- d) Análisis de aviónica de la flota, del espacio aéreo que se trate, que cuente con capacidad de Modo-S ES y los que no; se debería tener en cuenta al menos los siguientes datos:
 - Cantidad de operaciones o de aeronaves, que realizan los vuelos de aviación general, comercial y militar. Se recomienda analizar la relación entre la cantidad de aeronaves y operaciones que estas realizan, ya que en algunos casos, aeronaves comerciales con capacidad de transmisión en 1090ES, realizan varias operaciones al día, incrementando la factibilidad de la implantación sin mucho costo final para los operadores de aeronaves.
 - Estándar del mensaje que transmiten las aeronaves (DO-260/DO-260A/DO-260B).
- e) Estándar de los mensajes ADS-B a utilizar en el Estado.

- f) Tipo de aplicación que se desee utilizar con el ADS-B según los requerimientos y el concepto operacional (ADS-B-RAD, ADS-B-NRA, ADS-B-APT, ADS-B-ADD, etc.) y las clases de transponder que estas requerirán (ver apéndice 4).
- g) La integración de las ES con el sistema SSR en el centro de control existente (si aplica).
- h) Ventajas, desventajas y limitaciones de la implantación planificada.
- i) Tipo de fusión de datos (multitracker) del SDP actual y futuro que vaya a servir al sistema automatizado ATM.
- j) Capacitación a los ATCOS y tripulaciones, sobre el ADS-B, su uso, ventajas, procedimientos operacionales a ser aplicados, mínimas de separación aplicables, delegación de funciones y límites de responsabilidades, etc. Específicamente para el caso de los ATCOs, se deberá alertar y capacitar para la posibilidad de fallas de correlación de FPLs, por errores de ingreso del ACID, en las interfaces de a bordo.
- k) Análisis de riesgo operacional (en caso de fallas, disminución de calidad de datos de navegación, etc.) y pruebas de performance de los mensajes ADS-B. (doc. 4444, 2.6.1.1; 2.6.1.2)
- l) Pruebas y establecimiento de los procedimientos en casos de:
 - Contingencias, especialmente en caso interrupción del servicio de vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM) de acuerdo al Anexo 11, 2.30 y Doc.4444, 8.8.4 y 8.8.5.
 - validación de mitigación de riesgos.
 - Simulaciones independientes y conjuntas con los pilotos.

3.1.3

Autoridades de aeronáutica civil (Entidades reguladores)

- a) Definir la performance y características técnico/operacional mínimas de los equipos de navegación de a bordo que vayan a alimentar al ADS-B OUT.
- b) Análisis, selección y validación de los parámetros de calidad e integridad en los formatos de los mensajes del ADS-B en el Estado.
 - Los capítulos 1, 2, 3 del DO-260A y 2, 3 y 4 del DO-242A especifican en detalle, las pruebas y consideraciones de performance técnico y operacional a tener en cuenta para estos procesos.
- c) Una vez realizada las pruebas y selección de parámetros, se podrían validarlos de la siguiente manera:
 - La integración de los ES en un centro de control con datos SSR, puede ofrecer una forma directa de obtener los beneficios de ADS-B, manteniendo al mismo tiempo la independencia de la vigilancia SSR. Esto se basa en el uso de interrogaciones activas para validar la vigilancia de ES.

- La técnica puede emplearse en aplicaciones ATC terrestres y de vigilancia ACAS. La vigilancia activa se utiliza para validar la vigilancia notificada por ADS-B y sustituirla si una aeronave pierde su capacidad de navegación.
- Si la verificación de validez al iniciarse el seguimiento resulta positiva, la aeronave puede mantenerse en ADS-B y vigilarse periódicamente para verificar el funcionamiento correcto continuo del sistema de navegación. Si una verificación resulta negativa en un determinado momento, entonces puede mantenerse el seguimiento mediante vigilancia activa.
- Otro método para validar los datos ADS-B consiste en instalar ADS-B con multilateración. Esta opción tiene la ventaja de maximizar el uso de la infraestructura terrestre dado que los receptores de multilateración, tienen la capacidad de recibir y decodificar mensajes ADS-B. Dicha opción tiene la ventaja de ser completamente pasiva.
- Publicación de la respectiva norma técnica que la autoridad estime conveniente, indicando a la comunidad ATM sobre las consideraciones que las tripulaciones y operadores de aeronaves (inclusive tripulaciones técnicas en tierra) deben tener en cuenta para el ingreso de datos en la interface de a bordo. (Ver Apéndice 3 – “Propuesta de publicación de Norma Técnica Nacional”).
- Elaboración de Circulares de Asesoramiento (CA) que establecen los requisitos de aprobación ADS B para aeronaves y operaciones en espacio aéreo correspondiente.

3.1.4

Para los explotadores

- a) Equipamiento con funciones de generación y transmisión de mensajes ADS-B. Adicionalmente para el caso de uso de aplicaciones con CDTI (Cockpit Display Traffic Information), deberían contar con funciones de recepción, armado y procesamiento de mensajes ADS-B (en ambos casos el medio de enlace de datos será el Modo-S ES), y un número apropiado de interfaces dependiendo de las aplicaciones operacionales, aprobados por la autoridad ATS competente (ver Figura 3).
- b) Los transponders de a bordo, deberían cumplir con las capacidades de transmisión/recepción de acuerdo a la clase de transponder (ver Apéndice 4 “Tablas de clases de transmisores y receptores del ADS-B”) que acompaña a la aplicación de ADS-B que vaya a realizar, aprobada por la autoridad ATS competente.
- c) Los equipos relacionados con el ADS-B a bordo pueden ser:
 - Fuentes secundarias para respaldo de datos de navegación e interfaces (por ejemplo, GNSS redundantes, Loran, FMS / RNAV o INS)
 - Procesamientos de aumentación GNSS
 - Interface con aplicaciones que soporten CDTI para la visualización de otras aeronaves
 - Interface para ingreso de datos en la cabina.
- d) Entrenamiento a las tripulaciones sobre los conceptos de ADS-B, interacción de los datos de vuelo en las aplicaciones ATC, uso y procedimientos de las aplicaciones a ser usadas, así como el plan de contingencia.

- e) Listas de verificación para las aplicaciones ADS-B que vayan a utilizar, tomando en cuenta la importancia del ingreso correcto de la identificación del vuelo en la interface de a bordo que se deberían considerar para la elaboración de la normativa técnica correspondiente. En el Apéndice 5 “Consideraciones a tener en cuenta los explotadores al operar un transponder ADS-B”, se amplía la importancia de este requerimiento.

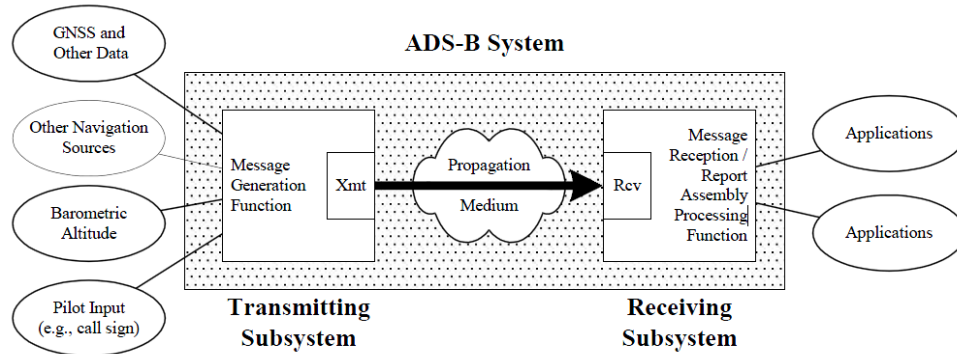


Figura 3: Esquema del ADS-B para Aplicaciones operacionales

3.2 Ventajas del ADS-B

3.2.1 Adicionalmente a las guías de implantación ATM y CNS, locales, gubernamentales, regionales o mundiales, es importante que los responsables de realizar la planificación de implantación del ADS-B, establezcan claramente los objetivos, ventajas, desventajas y consideraciones que este sistema de vigilancia puede traer a toda la comunidad ATM, de acuerdo a la propia realidad que los rodea.

3.2.2 En términos generales a corto, mediano y largo plazo (ver el Apéndice 6, "Hoja de ruta de la metodología ASBU para Vigilancia") en cuanto a seguridad operacional, se logran mejoras considerables, tanto en tierra como a bordo en:

- Incremento de conciencia situacional, en espacios aéreos con vigilancia radar o de multilateración al proporcionar mayor información, entre vuelos IFR, IFR y VFR, entre VFR con función de VFR electrónico en IMC, entre vuelos no controlados, al ATC, etc.;
- sistemas de alertas mejoradas (predicción y resolución) tanto en vuelo, como tierra (entre aeronaves y entre aeronaves y vehículos de operaciones aeroportuarias terrestres), reduciendo incursiones en pista, AIRPROX, alarmas de los safety nets del ATC, alertas a largo plazo para manejo de conflictos, etc. ;
- tramos de vuelos más cortos;
- reducción de carga de trabajo al ATC, permitiendo la delegación de responsabilidades de separación a ciertos vuelos;
- distintas aplicaciones y funciones operacionales con un mismo sistema; y
- incremento de capacidades de espacio aéreo, etc.

3.2.3 En cuanto a beneficios económicos se pueden lograr ahorros para:

- a) los ANSP - con costos de instalación, mantenimiento y adquisición de una antena de ADS-B versus el PSR, o MSSR; menor problema logístico y complejidad de arquitectura si se compara con la multilateración, como por ejemplo para área amplia; posibilita la expansión del servicio de vigilancia ATS en zonas de baja densidad de tránsito donde quizás no justifique la instalación de radar, etc. ; y
- b) los usuarios aéreos - en ahorro de costos de combustibles al posibilitar rutas más directas y óptimas, menor demoras y restricciones (con procedimientos delegando responsabilidades y funciones de seguimiento, secuenciamiento y separación), etc.

3.2.4 Considerando el tema de seguridad operacional, los datos ADS-B se pueden utilizar además para actividad de monitoreo automatizado de RA (Resolution Advisory) provenientes de sistemas anti-colisión (TCAS). Esa funcionalidad podrá representar un beneficio adicional para los Estados que implanten coberturas ADS-B en sus áreas de responsabilidad, principalmente en lo que toca a los programas de gestión de seguridad operacional (SMS), una vez que actualmente esas evaluaciones de los RA es ejecutada, normalmente, por procesos manuales, basados en reportes de peligro enviados al Estado por los operadores.

3.3 **Desventajas del ADS-B**

3.3.1 Estándares de performance y operación de los sistemas ADS-B aun en constante desarrollo, el GPS sigue siendo la fuente principal de posicionamiento sin contar aun, con un “backup” oficial. Se estima utilizar adicionalmente como fuente de posicionamiento a sensores como el DME-DME, INS, etc.

3.3.1.1 La flota que opera en la Región SAM, no tiene aviónica homogénea, por lo que algunos vuelos con capacidad de ES transmiten mensajes en la versión 0 y otros en 1.

3.3.1.2 El costo de adquisición de los equipos necesarios para ADS-B, es aun elevado, especialmente para la aviación general, los cuales en muchos casos, aun no cuentan con el FMC/FMS necesario para el procesamiento de datos. Lo mismo ocurre en el caso de la función ADS-B IN.

3.3.1.3 Por las consideraciones anteriores en la región, durante las fases de implantación es probable que se tengan que establecer espacios aéreos exclusivos.

3.3.1.4 La mayoría de los centros de control no cuentan con capacidad de recepción de datos ASTERIX categoría 21ed. 1.8, ni con procesamientos y fusión de datos conforme con las recomendaciones para la SAM propuestas en este documento.

3.4 **Situación actual de la vigilancia en la Región SAM**

A continuación se presenta un resumen de las intenciones de los Estados de la Región respecto la implantación de ADS-B en cada país, siendo la fuente de información los Planes CNS que presentó cada estado de la Región SAM dentro del marco de la SAMIG.

3.4.1 **Argentina**

3.4.1.1 Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Argentina considera obtener una o dos estaciones receptoras de ADS-B en calidad de préstamo a fin de realizar los primeros ensayos en este terreno.

3.4.1.2 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Argentina tiene previsto la instalación de sistemas radares MSSR en el corto y mediano plazo (se asume los INKAN de su proveedor INVAP) como servicios convencionales. La planificación de los nuevos radares se encuentra en la guía de implantación de sistemas de vigilancia presentada en la Sexta Reunión del Subgrupo CNS ATM (ATM/CNS/SG/6).

3.4.1.3 Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI y concretamente en su planificación respecto al ADS-B, Argentina tiene previsto en el mediano plazo disponer del número suficiente de receptores de ADS-B que aseguren, en conjunción con la instalación de los radares previstos, la no existencia de "agujeros de cubrimiento". La información obtenida de los mismos, así como la de los radares RSMA, transitará por la ATN hasta los ACCs correspondientes.

3.4.2 **Bolivia**

3.4.2.1 Posee un MSSR ubicado en el cerro Kuturipa, dentro el Área Terminal de Cochabamba.

3.4.2.2 Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Bolivia no dispone de estaciones ADS-B y su implantación se encuentra en estudio.

3.4.2.3 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales, Bolivia tiene planificado en el mediano plazo, bajo requerimiento operativo la implantación de un Sistema Integrado de 4 emplazamientos RADAR (MSSR), para lograr al menos una cobertura del 80% del espacio aéreo asignado a la FIR La Paz. Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Bolivia, tiene previsto mantener como medio de vigilancia a la vigilancia.

3.4.2.4 **Cooperativa** precisando que el SSR Modo A/C y el SSR Modo S seguirán siendo sus principales elementos de vigilancia para la aproximación, en ruta y áreas terminales.

3.4.3 **Brasil**

3.4.3.1 Durante los últimos años, el DECEA ha promovido programas de modernización de radares, además de complementar las coberturas con la instalación de nuevas estaciones. El resultado de esas iniciativas es que la red de radares en Brasil es considerablemente nueva y la cobertura de radares secundarios es completa para todo el territorio brasileño (por encima del FL250).

3.4.3.2 Debido a la susodicha infraestructura, el criterio para aplicación de separaciones horizontales mínimas en el Espacio Aéreo Brasileño está en conformidad con las disposiciones de la OACI, siendo variable de acuerdo con la vigilancia ATS disponible, con la estructura y la complejidad del espacio aéreo donde es aplicado.

3.4.3.3 Los planes de implantación de los sistemas de vigilancia se encuentran en la Tabla CNS4A del FASID. La planificación de los nuevos sistemas de vigilancia se encuentra en la guía de implantación de sistemas de vigilancia presentada en la Sexta Reunión del Subgrupo CNS ATM (ATM/CNS/SG/6).

3.4.3.4 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia se identifica que los servicios de vigilancia convencionales contemplan tanto en el corto como mediano plazo, el reemplazo de sensores radar por otros radares. Las acciones previstas se encuentran en el Anexo J de su Plan.

3.4.3.5 Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, el servicio ADS-C en la FIR Atlántico ya está implantado desde 2009.

3.4.3.6 El alta precisión y la tasa de actualización de las informaciones proporcionadas por la ADS-B tienen potencial para incrementar la seguridad operacional al aplicar la separación entre aeronaves en los actuales ambientes cubiertos por radares, así como reducir las grandes separaciones aplicadas a las aeronaves en ambientes no radar, cuya instalación de ese tipo de vigilancia no sea justificable bajo el punto de vista costo/beneficio.

3.4.3.7 En el Corto Plazo (2013) será introducido el ADS-B en las operaciones "off-shore" de la Bacía de Campos. Asimismo será implantado un sistema de Multilateración de Gran Área (WAM) en la TMA- VT hasta 2014.

3.4.3.8 En el Mediano Plazo, la implantación del ADS-B en todo el espacio aéreo continental en Brasil será completada hasta el año de 2018, seguida del proceso de desactivación de las superposiciones de cobertura de los radares secundarios para operaciones en ruta (para eso se requiere que los usuarios estén adecuadamente equipados con ADS-B).

3.4.4 **Chile**

3.4.4.1 Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Chile ha implantado un Sistema ADS-C, en el Centro de Control Oceánico, utilizado en la vigilancia de los vuelos en el área de jurisdicción en el Pacífico Sur.

3.4.4.2 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Chile tiene planes de renovación de equipamiento, potenciando la Zona Sur del país. Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Chile, respecto al ADS-B tiene previsto el estudio de implementar un sistema ADS-B en algunos aeropuertos del país.

3.4.5 **Colombia**

3.4.5.1 Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Colombia no ha implantado sistemas ADS-B.

3.4.5.2 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Colombia tiene previsto la actualización de sus sistemas radares PSR/SSR y la instalación de un nuevo sistema radar MSSR en San Andrés en el corto plazo. Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Colombia, respecto al ADS-B tiene previsto en el mediano plazo ampliar el MLAT para alcanzar WAM tanto como para Área terminal como Ruta.

3.4.6 **Ecuador**

3.4.6.1 Disponen de 3 radares ubicados en Guayaquil, Quito y Galápagos. Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Ecuador no dispone de ningún sistema ADS-B ni ADS-C.

3.4.6.2 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Ecuador tiene previsto la instalación de sistemas radares PSR y MSSR en el corto y mediano plazo así como MLAT. La planificación de los nuevos radares se encuentra en la guía de implantación de sistemas de vigilancia presentada en la Sexta Reunión del Subgrupo CNS ATM

(ATM/CNS/SG/6). Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Ecuador respecto al ADS-B no tiene ningún proyecto de implementación.

3.4.7 **Guyana**

3.4.7.1 Guyana no cuenta con sistemas radar. En su Plan CNS indica que “buscarán la información necesaria para la compartición de datos radar”.

Asimismo Guyana tiene previsto la implantación de un sistema ADS B a corto plazo.

3.4.8 **Paraguay**

3.4.8.1 Se conoce que Paraguay dispone actualmente a nivel nacional de 1 solo radar, de tipo Secundario modo S operando en Asunción.

3.4.8.2 Asimismo, se indica que dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Paraguay en área continental, prevé que el uso de ADS-B aumentará gradualmente en el sistema de navegación aérea

3.4.9 **Perú**

3.4.9.1 En la actualidad el Perú cuenta con 7 sistemas radar modo S a nivel nacional, 01 radar modo S en Lima y 01 sistema radar PSR/MSSR en la ciudad de Lima.

3.4.9.2 En el año 2009, el Perú ha realizado pruebas con una estación ADS-B. A mediano plazo (2011 a 2015) está considerado pruebas con el sistema ADS-B y se implementarán las primeras estaciones ADS-B basada en receptores ES Modo S a nivel nacional. En la actualidad, se encuentra instalado un sistema ADS-B en Pisco (210 Km al sur de Lima) aun no siendo comisionado. Se planea utilizar este sistema inicialmente en calidad de prueba para posteriormente ser integrado al ACC de Lima.

3.4.9.3 A largo plazo (2015 - 2025) los radares actuales SSR Modo S instalados no serán renovados y serán reemplazados al final de su vida útil alrededor de 2020 por sistemas ADS-B ES.

3.4.10 **Suriname**

3.4.10.1 Suriname no cuenta con sistemas de vigilancia aérea. Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Surinam está proyectando que próximamente tendrían PSR y SSR en el aeropuerto internacional Zanderij/J.A.Pengel.

3.4.10.2 Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Surinam no tiene en planes de implantación de este servicio, por ende no tiene previsto la implantación del ADS-B.

3.4.11 **Uruguay**

3.4.11.1 Cuentan actualmente con 2 emplazamientos de radares: Carrasco y Durazno.

3.4.11.2 No está planificado la implantación de ADS-B por ahora, pero si de ADS-C para el sector oceánico en próximo quinquenio. Dentro de los Servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Uruguay no tiene sistemas de ADS-B.

3.4.11.3 Dentro de las mejoras a introducir en los sistemas de vigilancia para servicios convencionales se identifica que Uruguay tiene previsto reemplazar el de Carrasco por un nuevo ASR.

3.4.11.4 Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Uruguay no tiene planificado la implantación de ADS-B por ahora, pero si de ADS-C para el sector oceánico en próximo quinquenio.

3.4.12 **Venezuela**

3.4.12.1 Venezuela dispone de radares, cuyas ubicaciones y características se describen en la tabla del FASID.

3.4.12.2 Dentro de los servicios bajo el concepto CNS/ATM de la OACI, Venezuela, respecto al ADS-B tiene previsto implementarlos después del año 2015.

3.4.13 **Resumen de la situación actual en la Región SAM**

País	No. Radares	Planifica instalar ADS-B (*)	Zona definida
Argentina	12	SI	Cubrir huecos de cobertura radar.
Bolivia	1	NO	N/A
Brasil	75	SI	Bacia de Campos (zona petrolera)
Chile	11	SI	Algunos aeropuertos del país
Colombia	15	SI	Multilateración (MLAT) para alcanzar área ampliada (WAM) con funcionalidad ADS-B en aeropuertos seleccionados.
Ecuador	3	NO	N/A
Guyana	0	NO	N/A
Paraguay	1	SI	N/A
Perú	9	SI	Pisco. Cubrir huecos de cobertura radar.
País	No. Radares	Planifica instalar ADS-B (*)	Zona definida
Suriname	0	NO	N/A
Uruguay	2	NO	N/A
Venezuela	10	Si	Posterior a 2015. Aún no definido.

(*) Información obtenida de los Planes de acción de las mejoras CNS de los Estados e información suministrada por los Estados durante la SAMIG/10. Cuando el Estado no ha especificado que planea implementar ADS-B, se asume que no lo considera aún.

3.4.14 **Diagramas de cobertura radar**

3.4.14.1 En el Apéndice 7 “Diagramas de cobertura radar SAM” se muestra los diagramas de línea de vista estimada de los diversos sistemas radar de la Región SAM, a 25,000 pies.

3.4.14.2 Para el cálculo de estas coberturas se utilizó un software que calcula de manera automática las coberturas teniendo como datos del terreno los datos de la NASA el SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) considerándose una altura de la torre radar de 15 m, y para un nivel de vuelo de 25,000 pies considerando también la curvatura de la tierra. En los casos de Brasil y Colombia, dichos Estados nos alcanzaron sus respectivos diagramas de cobertura.

3.4.14.3 De los diagramas se observa que la zona de menor cobertura de vigilancia radar sería en los países de Bolivia, Paraguay y su zona fronteriza con Argentina, pudiendo ser las zonas en las cuales se podrían iniciar algunas implantaciones a nivel regional.

4. **CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA ADS-B Y EL TRASLADO DE SU SEÑAL HACIA UN CENTRO DE CONTROL AUTOMATIZADO**

4.1 **Generalidades**

4.1.1 Si bien un sistema ADS-B puede ser considerado una tecnología de fácil instalación, requiere contemplar aspectos de facilidades eléctricas, climatización y de seguridad como todo emplazamiento aeronáutico con la diferencia que las exigencias para las mismas son mínimas.

4.1.2 Por ello es importante realizar un estudio de sitio respecto las facilidades que se tienen, previos a la definición del emplazamiento ADS-B.

4.1.2.1 Este estudio debe contener aspectos de:

- a) soporte eléctrico;
- b) infraestructura civil;
- c) condiciones ambientales - ambiente adecuado en aspectos de Temperatura y humedad;
- d) seguridad;
- e) evaluación de las características de la energía eléctrica del lugar;
- f) plataforma de conectividad;
- g) análisis del sitio, zona libre de obstáculos y cono del silencio; y
- h) estudio radio eléctrico en el sitio para evitar posibles interferencias.

4.1.3 De contarse con todo esto (capacidad instalada de integrar el ADS-B Indoor y Outdoor a los emplazamientos) se ahorraría costos del UPS, grupo electrógeno, pararrayos, puesta a tierra, castillo o mástil, sensores del sistema de seguridad y el propio sistema de seguridad, etc. De la misma manera una plataforma de conectividad que contemple las características eléctricas para enlazar la interfaz física del procesador de datos radar del ADS-B, tanto con el GUI del sistema como con el centro de control al cual se pretende integrar, lo cual evitará tener que contratar medios para solo el servicio ADS-B.

4.1.4 La confiabilidad y disponibilidad del sistema está dado por su calidad y su estructura. Por ello es recomendable solicitar sistemas duales y/o redundantes. Estos se suele dar a niveles de canales de procesamiento, red de transmisión de datos, seguridad, etc.

4.1.5 En el caso específico de la experiencia del Perú en cuanto al ADS-B instalado en Pisco ha requerido una serie de adaptaciones. Para ello CORPAC (ANSP de Perú) ha puesto a disposición 2 ambientes para la ubicación de los equipos que conforman el Sistema ADS- B (uno para el sensor y otro para el equipo de prueba).

4.1.6 Estos emplazamientos ya contaban con todas las facilidades mencionadas en el párrafo anterior excepto la del medio de transporte de la señal radar ADS-B y de su gestión de equipo al ACC de Lima que el destino final de la señal. Para ello personal de CORPAC utilizó la plataforma actual REDAP a la que se tuvo que retirar 2 terminales de otros servicios para disponer del ancho de banda suficiente para transportar la señal ADS-B de Pisco a Lima. Trasladamos esta experiencia como pautas de referencia de manera que no descuidemos aspecto alguno en la implementación de un sistema ADS-B.

4.2 Equipamiento típico de una estación ADS-B OUT de tierra

4.2.1 Una estación ADS-B consiste típicamente de los siguientes equipos, materiales y accesorios:

- a) Arreglo de Antenas;
- b) Equipos de Recepción de RF (Radiofrecuencia);
- c) Procesador de Datos de Vigilancia;
- d) Unidad de comunicaciones (enlace);
- e) Unidades de networking (red de comunicaciones de datos);
- f) Unidad de interface para GUI y ACC (en general la dependencia ATS destino);
- g) Sistema de Visualización de Datos de Vigilancia;
- h) Sistema de gestión para el mantenimiento, configuración y administración del ADS-B y los datos procesados;
- i) Test transponder ADS-B;
- j) Unidad GPS para sincronización;
- k) Cableado RF y eléctrico;
- l) Bandejas, ductos, conductos y accesorios;
- m) Pozos de tierra;
- n) Pararrayos;
- o) Sistema de alimentación Ininterrumpida – UPS;
- p) Grupo electrógeno;
- q) Sistema de seguridad, el cual involucra sensores de intrusión, de sobre temperatura, humo, fuego; cámaras para la grabación de video del entorno ambiental indoor y outdoor;
- r) Sistema de climatización (aire acondicionado, control de humedad y filtros de polvo como mínimo); y
- s) Sistema ó materiales para evitar la generación de cargas estáticas o eliminarlas; se suelen usar hoy en día cintas aterradoras descartables en un calzado para entrar en ambientes de electrónica susceptible a daño por carga estática.

4.3 Infraestructura requerida

4.3.1 Infraestructura en tierra típica:

- a) Normalmente se requieren instalar 2 gabinetes (del tipo que se adapte a las características Físicas de los equipos del Fabricante) y un castillo o mástil para la instalación de la antena ADS-B y del sistema de pararrayos.

Indoor:

Gabinete 1: Contiene

- Procesador de Datos ADS-B
- Unidad de comunicaciones
- Unidades de networking

- Unidad de interfase para GUI y ACC (en general la dependencia ATS destino).

Gabinete 2: Contiene

- Unidad de Presentación.
- Unidad de gestión para el mantenimiento, configuración y administración del ADS-B y los datos procesados.

Outdoor:

Mástil o castillo: contiene

- Antena
- Tendido cableado RF
- Pararrayos, en la parte más alta del Castillo o Mástil
- Tendido del pararrayos

- b) El emplazamiento, a una distancia previamente determinada por el proveedor de la instalación de manera que se evite pérdidas por excesos de cableado, deberá disponer de:
- Puesta a tierra del pararrayos con valores de resistencia de no más de 30 ohmios
 - Puesta a tierra del sistema ADS –B con valores de resistencia de no más de 05 ohmios
- c) Se recomiendan bandejas aéreas para la ubicación del tendido de datos que une los equipos Indoor, tanto como para unir Indoor con outdoor. Las bandejas de los tendidos de datos y eléctricos deben ser diferentes a fin de evitar interferencias electromagnéticas que afecten el tendido de datos y por ende el sistema ADS-B.
- d) Consideraciones ambientales: Limpieza. El polvo es extremadamente perjudicial para un correcto funcionamiento de los equipos, por lo tanto, la limpieza habitual y el mantenimiento general de la sala es esencial para evitar problemas, especialmente en los conectores y unidades de disco.
- e) Interferencias y perturbaciones: Existen diferentes fuentes que pueden generar interferencias y/o perturbaciones ante las cuales existen algunos productos que podemos considerar.
- Descargas eléctricas: Alfombras y baja humedad son dos de los principales generadores de estática. Se debe evitar instalar los equipos en ambientes con alfombras o materiales similares, así como controlar el rango de humedad en la habitación. La baja humedad es sinónimo de estática por ello es importante mantener los rangos de humedad del ambiente. En su lugar se debe considerar instalar pisos antiestáticos, adecuados para salas técnicas.
 - Radiaciones electromagnéticas: El tendido de datos y energía eléctrica debe correr por diferentes medios (bandejas) buscando la necesaria separación para evitar radiaciones e interferencias (demás está decir que en la interferencia el tendido afectado es el de datos).
 - Análisis del sitio. La zona a elegir debe estar lo más libre de obstáculos o tener la seguridad que el modelo de terreno no será alterado de manera que afecte la línea de vista del receptor ADS-B con la flota aérea a cubrir. De la misma manera el concepto del Cono del Silencio debe tenerse presente. Considerar un valor previsto como cono de silencio es mejor que no tenerlo ya que en operaciones

reales se tendrá una zona ciega de cobertura. Por ello se puede asumir un valor de entre 30 y 90 grados en gabinete lo cual evitará sorpresas posteriores.

- Interferencias a/de otras estaciones: En el entorno ATC, los sistemas SSR, ADS-B, ACAS y militar de IFF utilizan las mismas frecuencias (1 030 MHz y 1 090 MHz) (véase la Figura 4). Los cambios técnicos u operacionales en uno de los sistemas mencionados tienen consecuencias para el propio sistema, dentro del sistema en cuestión, para los otros sistemas que funcionan en las mismas frecuencias e incluso para sistemas que funcionan en frecuencias vecinas (p. ej., DME). En la siguiente figura se presenta una reseña de los sistemas 1 030/1 090 MHz como parte de la banda de frecuencias aeronáuticas 960 MHz–1 215 MHz. La interferencia puede llevar a una degradación de la performance del sistema, con pérdida de información o con información errónea. Por ello, al momento de seleccionar el sitio donde se instalará las antenas del ADS-B se debe considerar la cercanía física y en frecuencia con los otros sistemas de navegación que se tienen en el Aeropuerto, especialmente con los sistemas DME y radares de vigilancia.

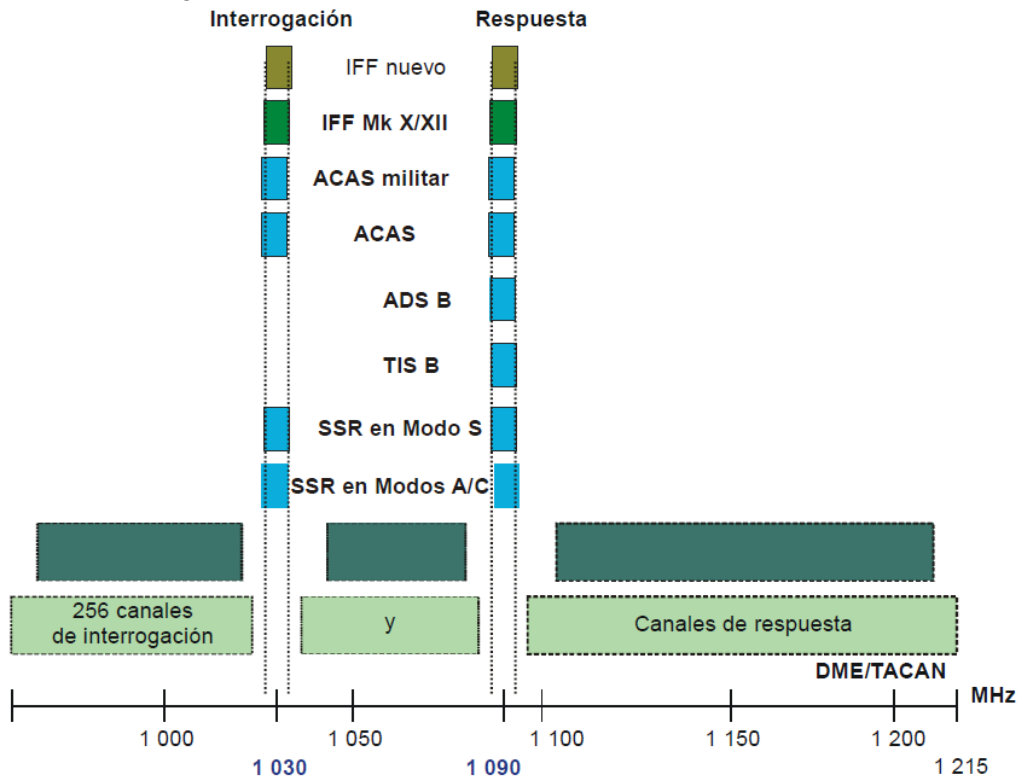


Figura 4. Canales y frecuencias dentro de la banda de frecuencias Aeronáuticas 960 MHz – 1 215 MHz.

- f) **Temperatura:** El funcionamiento del sistema será más confiable si la temperatura se mantiene en un rango estable y ser más conservador de lo que el manual del fabricante menciona, recomendándose mantener entre 20 ° y 25 ° C. Temperaturas de trabajo altas e inestables aumentan la frecuencia de fallos en los circuitos. Sin embargo los sistemas bien pueden trabajar por periodos cortos a temperaturas mayores o menores, se recomienda solicitar a los proveedores de equipos ADS-B los valores de los siguientes parámetros:
- Temperatura de funcionamiento:
 - Temperatura mínima:
 - Temperatura máxima:
 - Las variaciones de temperatura: expresado en T°/ tiempo (° C / hora)
 - Variaciones instantáneas: expresado en T°/ tiempo (° C / minuto).
- g) **Humedad:** Se recomienda que la humedad relativa en las habitaciones seleccionadas para la instalación se mantenga entre 40% y 60% y sin condensación. Niveles bajos de humedad puede producir electricidad estática, mientras que niveles altos de humedad puede causar problemas en el suministro de papel impresoras, así como problemas en cintas magnéticas y discos, por la generación de hongos.

Se recomienda seguir las siguientes especificaciones de humedad:

- Humedad relativa del aire: 40 - 60%, sin condensación.
 - Humedad relativa máxima: 80%.
 - Humedad relativa mínima: 30%.
- h) **Aire acondicionado:** El sistema de aire acondicionado deberá mantener la temperatura y humedad de la habitación dentro de las especificaciones indicadas.

4.3.2

Estructura del diseño de instalación

- a) **Identificación de las salas y sitios**

El orden es importante en toda instalación más aun en sistemas críticos como los vinculados al servicio aeronáutico. Por ello establecer un sistema de identificación es la actividad más relevante en aras de conseguir dicho orden. Esto permitirá facilitar las tareas de mantenimiento y evaluación del comportamiento propios de este tipo de sistemas. Se recomienda numerar todas las posiciones que forman del sistema para su identificación; proporcionando a cada componente de instalación, un identificador, que se utilizará para toda parte del sistema con prefijos diferentes para hacer referencia a ubicación, piso, ambiente, rack, nivel de mismo y la correspondiente numeración. De la misma manera se debe ser irrestricto en las recomendaciones de cableado estructurado. Se debe solicitar al proveedor del sistema que suministre diagramas generales de las conexiones ADS-B, bajo el sistema de identificación establecido, así como también de la conexión del cableado de las LAN ADS-B, las conexiones entre las antenas y el rack, la conexión del GPS, los servidores NTP y relojes remotos.

b) Cableado de identificación

- Se debe confeccionar lista de identificación con información de las conexiones punto a punto de los cables.
- Cada rack debe contener la lista del cableado relacionado al mismo en una lista la cual debe estar ubicada en físico en el rack.
- Asimismo el etiquetado del cableado debe contener toda la información que lo asocie al rack.
- Cada cable se menciona en la lista se identifica mediante un número de referencia, esta referencia nos lleva a una lista de proveedores de cables que contienen todos los detalles relativos a la fabricación de señal / nombres / funciones.
- Cada etiqueta debe indicar el comienzo y el final del cable con precisión, así como donde tiene que estar conectado a dentro del conjunto de cables.

Los tipos de cableado que se suelen instalar son del tipo:

- Cableado Radar entre Antenas y los filtros, entre filtros y los procesadores de datos radar, entre los procesadores y el KVM (keyboard, video y mouse), entre antenas GPS y los procesadores. Para esto se suele usar cables coaxiales como RG-58, RG-214, RG-179. Los calibres de los mismos dependerán de las distancias y detalles técnicos de cada fabricante.
- Para el cableado Indoor que conectará los procesadores con las interfaess de salida de información para presentación de datos radar o gestión, se suele usar como mínimo RJ45 Cat 5E. Mejor aún si se utiliza una categoría superior de cableado estructurado de acuerdo al standard T568B.

c) Capacidad requerida de la Red aeronáutica nacional

El medio de transporte de la señal debe considerar los protocolos y formatos de la data radar que el ADS-B suministra.

Por la propia naturaleza del servicio la data ADS-B debe disponer de un medio IP compatible con el protocolo de nivel de transporte del tipo UDP Multicast. Esto suele complicar el enlace entre el sensor ADS-B y el ACC, debido a que los proveedores de servicios públicos suelen tener sus redes y proporcionar servicios IP con protocolo de capa de transporte TCP.

CORPAC dispone de una red en frame relay la cual se utilizó para enlazar al ADS-B desde Pisco a Lima.

4.4 **Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM)**

4.4.1 Las primeras implementaciones de la ADS-B se espera que utilicen GNSS para la determinación de la posición. En ese sentido, debido a que la disponibilidad de datos GNSS tiene una influencia directa en la provisión de un servicio de vigilancia, los proveedores de Servicios ATS pueden optar por utilizar un servicio de predicción integridad GNSS para ayudar a determinar la disponibilidad futura de los utilizables datos ADS-B.

4.4.2 La integridad alertas de predicción de servicio a los usuarios pérdida potencial futuro o degradación del servicio ADS-B en zonas definidas. Cuando estas alertas se muestra, el sistema se indica a los usuarios que en algún momento en el futuro los ADS-B datos de posición puede ser inadecuada para apoyar la aplicación de la ADS-B de la separación.

4.4.3 Es recomendable que el servicio de predicción se ponga a disposición de cada dependencia ATS que emplee ADS-B para proporcionar un servicio de separación, para asegurarse de que los controladores aéreos son alertados antes de cualquier degradación predicha del servicio GNSS y la reducción asociada de su capacidad para proporcionar ADS-B de separación a los vuelos dentro de la zona afectada. Esto es similar a tener una advertencia anticipada de un corte planificado del sistema radar por mantenimiento.

4.4.4 El ADS-B no debe ser utilizado para proporcionar la separación entre aeronaves durante el período que se espera que la integridad de los informes de posición no sea adecuada.

4.4.5 Si una pérdida imprevista de la integridad ocurre (incluyendo un informe de alerta RAIM de tripulación) entonces:

- a) La separación ADS-B no debe ser aplicada por el ATC a la aeronave hasta que la integridad se haya asegurado, y
- b) El controlador debe verificar con otras aeronaves en las proximidades de la presentación de informes avión la alerta RAIM, para determinar si se han visto afectados y establecer formas alternativas de separación si fuera necesario.

4.4.6 Mayor información sobre el RAIM se puede encontrar en el Apéndice 8 de este documento.

4.5 **Pruebas de funcionamiento**

4.5.1 Luego de la instalación del sistema ADS-B se debe solicitar al fabricante o empresa a cargo suministrar un certificado de instalación del cableado como primer punto.

4.5.2 El sistema de test transponder ADS-B permitirá los ajustes necesarios de los blancos permitiendo que la integridad de la señal sea la óptima. Este sistema es referencial

4.5.3 Respecto las pruebas de operación, se debe iniciar con pruebas de enlace a nivel físico y luego del éxito esperado las que corresponden a transmisión de tráfico multicast UDP desde el emplazamiento del sensor hasta la dependencia ATS de destino: para el caso de Perú se efectuó desde Pisco hasta Lima (nodo Sala REDAP-Lima).

4.5.4 Luego del éxito esperado se efectúan pruebas de compatibilidad de datos recibidos con el aplicativo del proveedor del sistema de administración de tráfico aéreo. Para ello el mismo debe tener la capacidad de procesar datos en el protocolo ASTERIX CAT 21 ed 1.8.

4.5.5 Respecto al ancho de banda del medio de transporte para el caso de Lima se tiene un pico de hasta 18 kbps, pero esto va a depender de la cantidad de aeronaves con aviónica ADS-B que circulen por el espacio aéreo a controlar. Se recomienda que se dispongan de un BW de no menos 64 Kbps en el medio de transporte.

4.5.6 Las pruebas de chequeo en vuelo son una parte integral de las pruebas de las pruebas de sistemas ADS-B basados en tierra. La aeronave a contratar necesita estar apropiadamente equipada de transponders 1090 MHz Extended Squitter (1090ES) y equipos de grabación. Se deben establecer las rutas de vuelo para probar tanto los servicios uplink como downlink dentro del volumen definido del espacio aéreo. Mayor información relacionada al tema de las pruebas de chequeo en vuelo se pueden encontrar en el Apéndice 10 “XXXX”.

4.5.7 La información necesaria para evaluar el sistema ADS-B por medio de pruebas de vuelo debe incluir parámetros de performance incluyendo intervalo de actualización mínimo de información ADS-B, volumen de cobertura sobre el área geográfica donde se pretende dar el servicio ADS-B, precisión de la data radar, datos de identificación, latencia de datos máxima y funciones de validación de datos.

4.5.8 Un aspecto importante que debe probarse es la interoperabilidad del ADS-B en el ambiente de vigilancia actual de cada Estado, de manera de asegurarse que el ADS_B no degrade las operaciones de los sistemas que ya operan en 1090 MHz. Este asunto de interoperabilidad con otros sistemas en frecuencias RF necesita ser considerado dentro de los objetivos de las pruebas de operación.

4.5.9 La metodología de las pruebas de vuelo se pueden encontrar en el documento documento WP ASP12-05-Doc-9924 “ Change Proposal for Guidance Material on Flight Testing of New Surveillance Systems”.

4.5.9 Otro aspecto importante es la compartición del medio de transporte. Si bien es cierto la integración de servicios es lo que se recomienda hoy en día es importante tener en cuenta que los medios deben priorizar los servicios. Es decir si se opta por que el medio que transporte la señal ADS-B sea el mismo que servicios esenciales como comunicaciones orales T/T o T/A se debiera utilizar técnicas de segmentación o asignación de BW de manera de evitar que la información de los datos de vigilancia no interfiera en las de voz ya que producirá micro cortes en la voz (servicio on line que no admite retardos).

4.6 **Entrenamiento del personal técnico**

4.6.1 El personal técnico residente en la sede del sensor como en la administración de la red que transporta la señal ADS-B debe participar desde un inicio en la instalación así como en las pruebas que se efectúen. De la misma manera deben recibir instrucción respecto a la estructura del sistema, características y condiciones de operación, flujo de la señal radar, y todo detalle técnico que permita que el sistema opere en las condiciones nominales previstas.

4.6.2 En la sede de la administración de la red se debe monitorear el ancho de banda utilizado por el tráfico multicast del sistema ADS-B y coordinar los cambios respectivos de canales de procesamiento, de ser el caso, con el técnico residente en caso no se disponga de gestión remota u otro tipo de actividad.

4.6.3 Como recomendación final se establece que el personal a cargo debe tener en todo momento presente que el obviar los rangos y datos especificados por el fabricante del sistema degradará la vida útil del equipo y como consecuencia se perderá fiabilidad.

4.6.4 A continuación se presenta a manera de referencia una arquitectura de un sistema ADS-B (Ver Figura 5) configuración el sistema

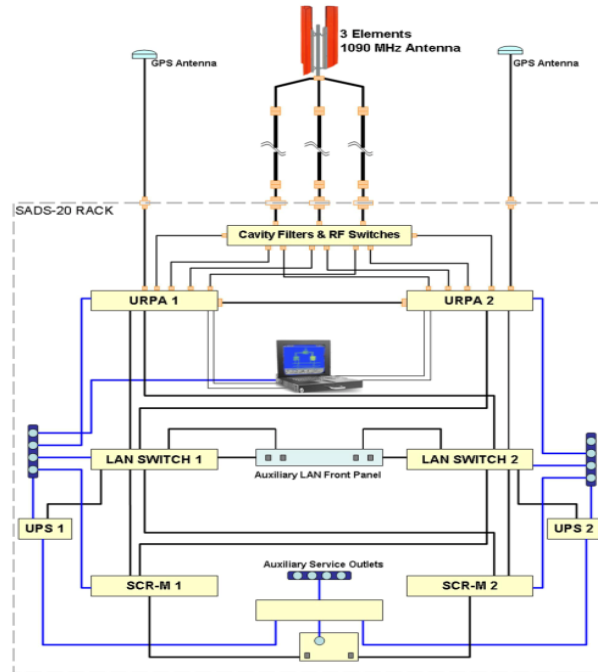


Figura 5: Modelo de rquitectura de ADS B

La arquitectura está constituida por los siguientes elementos:

- Grupo de Antenas:
 - Tres sectores independientes.
- Distribución de señales RF:
 - Grupo de Filtrado y Relés de Radiofrecuencia
- URPA (Unidad de Recepción y Procesamiento ADS-B: Process and receiver ADS-B):
 - 3 Tarjetas Receptores 1090MHz
 - 3 Tarjetas Procesadoras
 - 1 Tarjeta de Sincronización GPS
 - 1 Software card (O.S.: Linux)
- SLG (Sistema Local de Gestión : Local Control and Monitoring)
 - Basados en sistema Unix
 - Sistema con capacidad de ser integrado en el URPA o en cualquier otro equipo.
- Communication system:
 - Two redundant LANs.
 - Routers

5. **RECOMENDACIONES FUNCIONALES PARA LOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE GESTIÓN DE TRÁNSITO AÉREO QUE VAYAN A SER UTILIZADOS CON ADS-B EN LA REGIÓN SAM**

5.1 Para lograr un estándar común de interoperabilidad, en cuanto al uso del ADS-B en la región SAM, adicionalmente a lo estipulado en el capítulo 8.2 del Doc. 4444, los sistemas automatizados de gestión de tránsito aéreo utilizados por los ANSP, deberían contar al menos con las siguientes características técnico/operativas:

- a) En caso de degradación de la información de navegación establecido por la autoridad ATS competente del Estado, el centro de control, debería tener la capacidad de determinar cuando los reportes de precisión e integridad de los valores son suficientes para soportar una aplicación determinada (ejemplo control con vigilancia ATC para separaciones de 5NM), por ende debería contar con capacidad de ingreso de valores límites admisibles, de calidad e integración de la información (NUC, NIC/NAC/SIL) de acuerdo a la versión del mensaje ADS-B. Estos parámetros deberían poder ser configurables por los Estados sin intervención del proveedor.

Nota: referencias Doc. 4444 capítulo 8.1.10 y para mayor detalle de estos conceptos y performance de las ES, ver documento DO-260A capítulo 2, 3 y 4.

- b) Presentación visual de alarma apropiada en el ASD, en caso de deterioro del/los valores mínimos ingresados en el literal a) anterior, que permita a las dependencias ATC diferenciar entre una traza radar, de multilateración y una traza ADS-B (o una combinación de estas), fuera de los límites establecidos para proporcionar la separación del espacio aéreo que se trate (Ref. doc.4444 capítulo 8.2.5).
- c) Con fines de análisis y estudios de los estados, se recomienda que los sistemas automatizados mantengan la generación de “plots” de ADS-B, inclusive fuera de los límites establecidos mencionados en el literal “a” anterior para visualización no operacional (monitoreo técnico). Sin embargo estos plots fuera de límites, no deberían ser tomados en cuenta por multitracker para realizar la fusión con datos de otros sensores.
- d) Presentación de información en el ASD, del tipo de sensor de vigilancia utilizado, ya sea uno solo o de manera combinada entre varios, de manera que se puedan identificar cada una de las combinaciones.
- e) Actuación de la información de los correspondientes parámetros recibidos en los mensajes del ADS-B (ADS-B-ADD), sobre los “safety nets” procesados por el SDP o FDP según corresponda, del sistema de vigilancia. (ver Apéndice 1 “Aplicaciones operacionales del ADS-B”).
- f) Procesamiento de mensajes ASTERIX Categoría 21 edición 1.8 (Apéndice 9 “Asterix Categoría 21 Ed. 1.8”).
- g) Capacidad de procesamiento de mensajes ADS-B “versión 0” y “versión 1” simultánea (anexo 10 de la OACI Volumen 4, numeral 5.2.4).

APÉNDICE 1 - APLICACIONES OPERACIONALES DEL ADS-B

En términos generales para aprovechar la cantidad y tipos de datos que proporciona el ADS-B, se consideran como posibles aplicaciones operacionales a las siguientes:

1. CDTI (Cockpit Display of Traffic Information)
2. Anticolisión de a bordo
 - a. Mejoras a los existentes sistemas anticolisión de a bordo
 - b. ACAS basado en ADS-B
3. Gestión de conflicto y resolución de conflictos de espacio aéreo
 - a. Gestión de conflicto de abordaje y resolución de conflictos de espacio aéreo
 - b. Vigilancia ATS y gestión de conflicto
4. Monitoreo de conformidad ATS
 - a. Aproximaciones sucesivas.
 - b. Procesos de incursión (uso especial del espacio aéreo, espacio aéreo restringido, área de mal tiempo peligrosas para el vuelo, pistas y calles de rodajes, área de iluminación controlada (bajo control del ATS), áreas con limitaciones de peso y envergadura de ala, y otros zonas de control operacional como las áreas sensibles al ruido.
5. Búsqueda y salvamento mejorado
6. Seguimiento entre vuelos mejorado
7. Operaciones y control de luces
8. Necesidades operacionales de vehículos terrestres aeroportuarios así como de rescate y extinción de incendios (ARFF)
9. Mediciones de performance para mantener la altitud/altura.
10. Control de operaciones de aviación General.

Nota: para más detalles sobre estas aplicaciones y requerimientos recomendados ver el apéndice D y E del documento DO-242A

Dentro de la estrategia de vigilancia para la región SAM, se consideró la implantación del Paquete I del ADS-B, el cual consta de un conjunto de aplicaciones de vigilancia basada en tierra, mejora de la conciencia situacional del tránsito y delegación de espaciamiento a bordo.

Las aplicaciones de vigilancia terrestre ADS-B Paquete I buscan mejorar la vigilancia ATC sobre el espacio aéreo en ruta y TMA y sobre la superficie del aeropuerto, y mejorar las herramientas ATC mediante el suministro de datos derivados de la aeronave a través de la ADS-B. Estas aplicaciones son:

- ADS-B-RAD Vigilancia ATC del espacio aéreo TMA y en ruta en áreas que ya están cubiertas por sistemas radar
- ADS-B-NRA Vigilancia ATC de áreas no radar
- ADS-B-APT Vigilancia de la superficie del aeropuerto
- ADS-B-ADD Datos derivados de la aeronave para las herramientas ATC

Las aplicaciones de vigilancia de a bordo ADS-B Paquete I buscan mejorar la vigilancia a bordo (cabina de pilotaje) sobre el espacio aéreo en ruta y TMA, así como sobre la superficie del aeropuerto.

Estas aplicaciones son:

- ATSA-SURF Conciencia situacional mejorada del tránsito en la superficie del aeropuerto
- ATSA-VSA Separación visual mejorada en la aproximación
- ATSA-ITP Procedimiento de estela en el espacio aéreo oceánico
- ATSA-AIRB Conciencia situacional mejorada del tránsito durante operaciones de vuelo

Nota: Los estados que vayan a implementar estas funciones deberían tener en consideración el capítulo 5 del anexo 10 v4, así como el DO-260A, capítulo 2.1.11 y 2.1.12 (Como referencia para rápido acceso, se adjunta a este documento el anexo A, con las tablas de estos 2 capítulos)

Las aplicaciones de espaciamento de a bordo ADS-B Paquete I buscan utilizar las capacidades de vigilancia de a bordo (cabina de pilotaje) para llevar a cabo aplicaciones donde la tripulación de vuelo es capaz de mantener un tiempo o distancia con respecto a las aeronaves designadas. Estas aplicaciones son:

- ASPA-S&M Operaciones mejoradas de establecimiento de secuencias y fusión
- ASPA-C&P Operaciones mejoradas de cruce y pase

APENDICE 2 - INTRODUCCIÓN DEL NAC, NIL, SIL

2.2.1 La precisión y la integridad de la vigilancia se notifican separadamente como categoría de precisión de navegación (NAC), categoría de integridad de navegación (NIC) y nivel de integridad de vigilancia (SIL).

2.2.2 Los formatos ES de versión 1 incluyen además disposiciones para notificación mejorada de información sobre estado. Entre otros parámetros de aeronave, el mensaje de estado operacional contiene el número de versión del equipo transmisor ADS-B, el parámetro SIL y la categoría de exactitud de navegación para la posición (NAC_p).

2.2.3 Los formatos de versión 1 permiten que los códigos de tipo de los mensajes de posición en vuelo y posición en la superficie se asocien con un NIC.

2.2.4 El NIC se notifica de modo que las aplicaciones de vigilancia puedan determinar si la posición geométrica notificada tiene un nivel aceptable de integridad para el uso previsto. El parámetro NIC especifica un radio de contención de integridad (Rc). Al respecto el DO242A describe la íntima relación del valor NIC con el SIL y el Rc.

2.2.5 El parámetro SIL actúa conjuntamente con el parámetro NIC y especifica la probabilidad de que la posición verdadera esté fuera del radio de contención sin que se emitan alertas.

2.2.6 El parámetro NAC_p se notifica de modo que las aplicaciones de vigilancia puedan determinar si la posición geométrica notificada tiene un nivel aceptable de exactitud para el uso previsto.

2.2.7 EL documento DO-242A, define entre otras notas de la tabla 2-3, que

2.2.7.1 EPU – (Estimated Position Uncertainty) corresponde a una precisión de 95% del límite de la posición horizontal. EPU se define como el radio de un círculo, centrado en la posición reportada, de tal manera que la probabilidad de que la posición real este fuera del círculo es 0,05. Cuando es transmitida por el sistema GPS o GNSS, también se le conoce comúnmente como HFOM (Figura de Mérito Horizontal).

2.2.7.2 EL NIC y NAC_p utilizado actualmente con el DO242A reemplazó al NUC_p, en la anterior versión del mismo MASPS.

2.2.7.3 la precisión RNP, incluye otras fuentes de error a parte del mismo sensor, mientras que el error horizontal para NAC_p sólo se refiere a la incertidumbre del error de posición horizontal.

Table 2-3: Navigation Accuracy Categories for Position (NAC_P).

NAC _P	95% Horizontal and Vertical Accuracy Bounds (EPU and VEPU)	Comment	Notes
0	EPU ≥ 18.52 km (10 NM)	Unknown accuracy	
1	EPU < 18.52 km (10 NM)	RNP-10 accuracy	1
2	EPU < 7.408 km (4 NM)	RNP-4 accuracy	1
3	EPU < 3.704 km (2 NM)	RNP-2 accuracy	1
4	EPU < 1852 m (1NM)	RNP-1 accuracy	1
5	EPU < 926 m (0.5 NM)	RNP-0.5 accuracy	1
6	EPU < 555.6 m (0.3 NM)	RNP-0.3 accuracy	1
7	EPU < 185.2 m (0.1 NM)	RNP-0.1 accuracy	1
8	EPU < 92.6 m (0.05 NM)	e.g., GPS (with SA)	1
9	EPU < 30 m and VEPU < 45 m	e.g., GPS (SA off)	2
10	EPU < 10 m <u>and</u> VEPU < 15 m	e.g., WAAS	2
11	EPU < 3 m <u>and</u> VEPU < 4 m	e.g., LAAS	2

2.2.8 La necesidad de contar con la información SIL será más importante aún, cuando el posicionamiento de una aeronave sea determinado por un sistema a bordo que combine GNSS con INS y otras fuentes de navegación tal como el DME-DME, para lo cual las aeronaves deberían transmitir el SIL más elevado que los sensores de posición tengan la capacidad de soportar de manera que se puedan utilizar en aplicaciones más exigentes.

Nota: El DO-242A amplía este punto con la nota sobre el SIL y la siguiente tabla: *“It is assumed that SIL is a static (unchanging) value that depends on the position sensor being used. Thus, for example, if an ADS-B participant reports a NIC code of 0 because four or fewer satellites are available for a GPS fix, there would be no need to change the SIL code until a different navigation source were selected for the positions being reported in the SV report.”*

SIL	Probability of Exceeding the R _C Integrity Containment Radius Without Detection	Comment
0	Unknown	“No Hazard Level” Navigation Source
1	1 × 10 ⁻³ per flight hour or per operation	“Minor Hazard Level” Navigation Source
2	1 × 10 ⁻⁵ per flight hour or per operation	“Major Hazard Level” Navigation Source
3	1 × 10 ⁻⁷ per flight hour or per operation	“Severe Major Hazard Level” Navigation Source

Nota: Es importante que los estados utilicen para referencias finales de implantación, los valores de esta tabla conjuntamente con valores apropiados de NAC y NIC de acuerdo a lo establecido en las MASPS, MOPS y anexo 10.

2.2.9 En el caso de que algún estado prevea la utilización del TIS-B (Traffic Information System - Broadcast) basado en SSR/MSSR para retransmisión de información, el SIL podría cambiar dependiendo de distintas consideraciones como, las características individuales de los sensores utilizados, si los blancos son captados por un sensor o por una combinación de estos, coberturas, el sistema de multitrack utilizados, etc.(ver capítulo 5 del anexo 10 v.4,apendice 1 de este documento y el DO-260A)

2.2.10 Los Estados deberán tener en cuenta que el DO-260A en el capítulo 2.2.3.2.7.2.6 especifica que el NIC notificado en los “reporte de estado” o SV, no es transmitido explícitamente en el mensaje del ADS-B, por ser 1-bit del subcampo (“ME” bit 44, Message bit 76), sino que debe ser determinado con los “CÓDIGOS DE TIPO”. El suplemento NIC podría ser utilizado para distinguir entre 2 valores Rc muy próximos. La Tabla 2-70 del mismo documento mostrada a continuación, muestra la lista de Tipos de códigos NIC.

Table 2-70: Navigation Integrity Category (NIC) Encoding.

NIC Value	Containment Radius (R _C) and Vertical Protection Limit (VPL)	Airborne		Surface	
		Airborne Position TYPE Code	NIC Supplement Code	Surface Position TYPE Code	NIC Supplement Code
0	R _C unknown	0, 18 or 22	0	0, 8	0
1	R _C < 20 NM (37.04 km)	17	0	N/A	N/A
2	R _C < 8 NM (14.816 km)	16	0	N/A	N/A
3	R _C < 4 NM (7.408 km)	16	1	N/A	N/A
4	R _C < 2 NM (3.704 km)	15	0	N/A	N/A
5	R _C < 1 NM (1852 m)	14	0	N/A	N/A
6	R _C < 0.6 NM (1111.2 m)	13	1	N/A	N/A
	R _C < 0.5 NM (926 m)	13	0		
7	R _C < 0.2 NM (370.4 m)	12	0	N/A	N/A
8	R _C < 0.1 NM (185.2 m)	11	0	7	0
9	R _C < 75m and VPL < 112 m	11	1	7	1
10	R _C < 25m and VPL < 37.5 m	10 or 21	0	6	0
11	R _C < 7.5m and VPL < 11 m	9 or 20	0	5	0

Note: “N/A” means “This NIC value is not available in the ADS-B Surface Position Message formats.”

2.2.11 Luego del análisis que los estados deben realizar en cuanto al NIC, NAC, SIL, se espera que publiquen de acuerdo a las aplicaciones ADS-B que consideren, los valores oficiales. A continuación se detalla una tabla simple mostrando un ejemplo de estos valores. No considerar estos valores como reales, en ningún caso.

Application	NAC	NIC	SIL
Servicio ATC con 5NM de separación	6	8	2
Servicio ATC con 3NM de separación	5	7	2
FIS – sin servicio de separación	3	5	1

Nota: En la circular de asesoramiento FAA AC No: 20-165 del 2010 se puede observar un ejemplo de las guías para la aprobación de aeronavegabilidad de equipos ADS-B OUT a bordo. De igual forma se puede tomar como referencia, la documentación de EASA (AMC 20-24) para un entorno NRA.

APÉNDICE 3 - PROPUESTA DE PUBLICACIÓN DE NORMA TÉCNICA NACIONAL

Ejemplo de Norma Técnica sobre uso del ADS-B para tripulaciones y personal técnico:

1. Para Aeronaves con Transponders MODO-S (1090/1090ES)

1.1 Actualmente los sistemas de Vigilancia ATS utilizados en el Estado, tienen 2 formas de poder asociar los FPL automáticamente con las aeronaves identificadas con los sensores MSSR y ADS-B, estos son:

- i. Transponders Modo A
- ii. Transponders Modo S (1090/1090ES)

1.2 Las tripulaciones que utilicen aeronaves que cuenten con transponders modo “A”, deberán seguir activando estos, de acuerdo a la regulación y normatividad vigente.

1.3 Las tripulaciones que utilicen aeronaves que cuenten con transponders modo S/ADS-B OUT 1090/1090ES), deberán tener en cuenta lo siguiente:

1.3.1 Ingresaran correctamente la identificación del vuelo en la interface de ingreso de datos de abordó (CDTI, FMS, etc.), tal como se completó la casilla 7 del FPL. Algunas Interfaces de abordó no permiten el cambio del ID de vuelo luego del despegue, por lo que se recomienda tener especial cuidado en el manejo de este equipo y la información que ingresan en el.

1.3.2 La identificación del vuelo deberá constar del designador de 3 letras correspondiente a la compañía, de acuerdo al Doc.8585 de OACI y el número de vuelo. En ningún caso se deberá utilizar la codificación de IATA. De no contar con el número de vuelo (Ej. Aeronaves particulares, aviación general o aeronaves que vayan a movilizarse solo en tierra), se deberá ingresar el número de registro de la aeronave o si se ha presentado un FPL, la identificación especificada en la casilla 7 del mismo.

1.3.3 Para aeronaves dentro de la cobertura de ADS-B (250 NM a la redonda de SCO VOR), deberán mantener el receptor GNSS encendido en todo momento, de lo contrario se perderá la información del vuelo en los sistemas de vigilancia ATC. De presentarse alguna contingencia que obligue a la tripulación apagar el receptor GNSS, esta deberá alertar inmediatamente a la dependencia ATC correspondiente sobre el hecho.

APENDICE 4 - TABLAS DE CLASES DE TRANSMISORES Y RECEPTORES DE ADS-B A BORDO DE LA AERONAVE Y EN TIERRA

**Table 2-1: ADS-B Aircraft System Classes
(adapted from RTCA DO-242A, Table 3-1)**

Class	Subsystem	Example Applications	Features	Comments
Interactive Aircraft/Vehicle Participant Systems (Class A)				
A0	Minimum Interactive Aircraft/Vehicle	Enhanced Visual Acquisition, conflict detection	Lower transmit power and less sensitive receive than Class A1.	Minimum interactive capability with CDTI.
A1	Basic Interactive Aircraft	A0 Plus Airborne Conflict Management, station keeping	Standard transmit power and more sensitive receiver. Antenna Diversity (Note)	Provides ADS-B based conflict avoidance and interface to current TCAS surveillance algorithms/displays.
A2	Enhanced Interactive Aircraft	A1 Plus merging, conflict management, in-trail climb	Standard transmit power and more sensitive receiver. Interface with avionics source required for aircraft trajectory intent data. Antenna Diversity (Note)	Baseline for separation management employing intent information.
A3	Extended Interactive Aircraft	A2 Plus long range conflict management	More sensitive receiver. Interface with avionics source required for aircraft trajectory intent data. Antenna Diversity (Note)	Extends planning horizon for strategic separation employing intent information.
Broadcast-Only Participant Systems (Class B)				
B0	Aircraft Broadcast Only	Supports enhanced visual acquisition and conflict detection.	Transmit power may be matched to coverage needs. Nav data input required.	Enables aircraft to be seen by Class A and Class C users.
B1	Aircraft Broadcast Only	Supports B0 applications plus airborne conflict management and station keeping.	Transmit power may be matched to coverage needs. Nav data input required. Antenna Diversity (Note)	Enables aircraft to be seen by Class A and Class C users.
B2	Ground Vehicle Broadcast Only	Supports visual acquisition and conflict avoidance on airport surface.	Transmit power matched to surface coverage needs. High accuracy Nav data input required.	Enables vehicle to be seen by Class A and Class C users.
B3	Fixed Obstacle	Supports visual acquisition and conflict avoidance.	Fixed coordinates. No Nav data input required. Collocation with obstacle not required with appropriate broadcast coverage.	Enables Nav hazard to be detected by Class A users.
Ground Receive Systems (Class C)				
C1	ATS En Route and Terminal Area Operations	Supports ATS cooperative surveillance.	Requires ATS certification and interface to ATS sensor fusion system.	En Route coverage out to 200 NM. Terminal coverage out to 60 NM
C2	ATS Parallel Runway and Surface Operation	Supports ATS cooperative surveillance.	Requires ATS certification and interface to ATS sensor fusion system.	Expected approach coverage out to 30 NM, or the point where the aircraft intercepts the final approach course. Surface coverage out to 5 NM
C3	Flight Following Surveillance	Supports private user operations planning and flight following.	Does not require ATS interface. Certification requirements determined by user application.	Coverage determined by application.

Notes:

1. See §3.3.1 for Antenna Diversity.
2. All ADS-B Class A, B0 and B1 systems are also intended to support the Air-to-Ground ATC Surveillance applications.

Table 2-3: ADS-B Class A Transmitter Equipment To Message Coverage

Transmitter Class	Minimum Transmit Power (at Antenna Port)	Example Operation	MASPS Requirement (RTCA DO-242A)	Minimum Message Capability Required (From Table 2-2)
A0 (Minimum)	70 W	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Conflict Avoidance 	SV MS	Airborne Position A/C Identification & Type Airborne Velocity A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
		<ul style="list-style-type: none"> Airport Surface 	SV MS	Surface Position A/C Identification & Type A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
A1 (Basic)	125 W	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Conflict Avoidance Simultaneous Approaches 	SV MS	Airborne Position A/C Identification & Type Airborne Velocity A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
		<ul style="list-style-type: none"> Airport Surface 	SV MS	Surface Position A/C Identification & Type A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
A2 (Enhanced)	125 W	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Conflict Avoidance Separation Assurance and Sequencing Flight Path Deconfliction Planning Simultaneous Approaches 	SV MS TS TC+0	Airborne Position A/C Identification & Type Airborne Velocity A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status Target State and Status Reserved for TC Message
		<ul style="list-style-type: none"> Airport Surface 	SV MS	Surface Position A/C Identification & Type A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
A3 (Extended)	125 W	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Conflict Avoidance Separation Assurance and Sequencing Flight Path Deconfliction Planning Simultaneous Approaches 	SV MS TS TC+n	Airborne Position A/C Identification & Type Airborne Velocity A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status Target State and Status Reserved for TC Message
		<ul style="list-style-type: none"> Airport Surface 	SV MS	Surface Position A/C Identification & Type A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status

Table 2-4: ADS-B Class B Transmitter Equipment To Message Coverage

Transmitter Class	Minimum Transmit Power (at Antenna Port)	Example Operation	MASPS Requirement (RTCA DO-242A)	Minimum Message Capability Required (From Table 2-2)
B0 (Aircraft)	70 W ¹	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Conflict Avoidance 	SV MS	Airborne Position A/C Identification & Type Airborne Velocity A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
		<ul style="list-style-type: none"> Airport Surface 		Surface Position A/C ID and Type A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
B1 (Aircraft)	125 W ¹	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Conflict Avoidance 	SV MS	Airborne Position A/C Identification & Type Airborne Velocity A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
		<ul style="list-style-type: none"> Airport Surface 		Surface Position A/C Identification and Type A/C Operational Status Extended Squitter A/C Status
B2 (Ground Vehicle)	70 W ¹	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Conflict Avoidance Airport Surface 	SV MS	Surface Position A/C Identification & Type A/C Operational Status
B3 (Fixed Obstacle)	70 W ¹	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Conflict Avoidance Airport Surface 	SV MS	Airborne Position A/C Identification & Type A/C Operational Status

¹ – May be increased based upon application specific needs.

Notes: (Table 2-3 and Table 2-4):

1. SV = State Vector, MS = Mode Status, TS = Target State, TC = Trajectory Change
2. SV elements are specified in [Table 2-81](#).
3. MS elements are specified in [Table 2-88](#).

Table 2-5: ADS-B Class A Receiver Equipment To Report Coverage

Receiver Class	Minimum Trigger Threshold Level (MTL)	Reception Technique	Example Operation	MASPS Requirement [RTCA DO-242A Table 3-3(a)]	Minimum Report Required
A0 (Basic VFR)	-72 dBm	Standard	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Airport Surface 	SV MS	ADS-B State Vector Report (§2.2.8.1) AND ADS-B Mode Status Report (§2.2.8.2)
A1 (Basic IFR)	-79 dBm	Enhanced (§2.2.4.4)	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Conflict Avoidance Simultaneous Approaches Airport Surface 	SV MS ARV	ADS-B State Vector Report (§2.2.8.1) AND ADS-B Mode Status Report (§2.2.8.2) AND ADS-B Air Referenced Velocity Report (ARV) (§2.2.8.3.2)
A2 (Enhanced IFR)	-79 dBm	Enhanced (§2.2.4.4)	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Conflict Avoidance Separation Assurance and Sequencing Simultaneous Approaches Airport Surface 	SV MS TS ARV TC+0	ADS-B State Vector Report (§2.2.8.1) AND ADS-B Mode Status Report (§2.2.8.2) AND ADS-B Target State Report (§2.2.8.3.1) AND ADS-B ARV Report (§2.2.8.3.2) AND Reserved for ADS-B Trajectory Change Reports
A3 (Extended Capability)	-84 dBm	Enhanced (§2.2.4.4)	<ul style="list-style-type: none"> Aid to Visual Acquisition Conflict Avoidance Separation Assurance and Sequencing Flight Path Deconfliction Planning Simultaneous Approaches Airport Surface 	SV MS TS ARV TC+n	ADS-B State Vector Report (§2.2.8.1) AND ADS-B Mode Status Report (§2.2.8.2) AND ADS-B Target State Report (§2.2.8.3.1) AND ADS-B ARV Report (§2.2.8.3.2) AND Reserved for ADS-B Trajectory Change Reports

Table 2-6: ADS-B Class C Receiver Equipment To Report Coverage

Receiver Class	Minimum Trigger Threshold Level (MTL)	Operation	MASPS Requirement [RTCA DO-242A Table 3-3(b)]	Minimum Report Required
C1 (ATS En Route and Terminal)	Not Specified in these MOPS	<ul style="list-style-type: none"> • Aid to Visual Acquisition • Conflict Avoidance • Separation Assurance and Sequencing • Flight Path Deconfliction Planning 	SV MS TS ARV TC+n	ADS-B State Vector Report (§2.2.8.1) AND ADS-B Mode Status Report (§2.2.8.2) AND ADS-B Target State Report (§2.2.8.3) AND ADS-B ARV Report (§2.2.8.3.2) AND Reserved for ADS-B Trajectory Change Report(s)
C2 (Approach and Surface)	Not Specified in these MOPS	<ul style="list-style-type: none"> • Aid to Visual Acquisition • Conflict Avoidance • Separation Assurance and Sequencing • Simultaneous Approaches • Airport Surface 	SV MS TS ARV TC+n	ADS-B State Vector Report (§2.2.8.1) AND ADS-B Mode Status Report (§2.2.8.2) AND ADS-B Target State Report (§2.2.8.3.1) AND ADS-B ARV Report (§2.2.8.3.2) AND Reserved for ADS-B Trajectory Change Report(s)
C3 (Flight Following)	Not Specified in these MOPS	<ul style="list-style-type: none"> • Aid to Visual Acquisition • Separation Assurance and Sequencing • Airport Surface 	SV MS	ADS-B State Vector Report (§2.2.8.1) AND ADS-B Mode Status Report (§2.2.8.2)

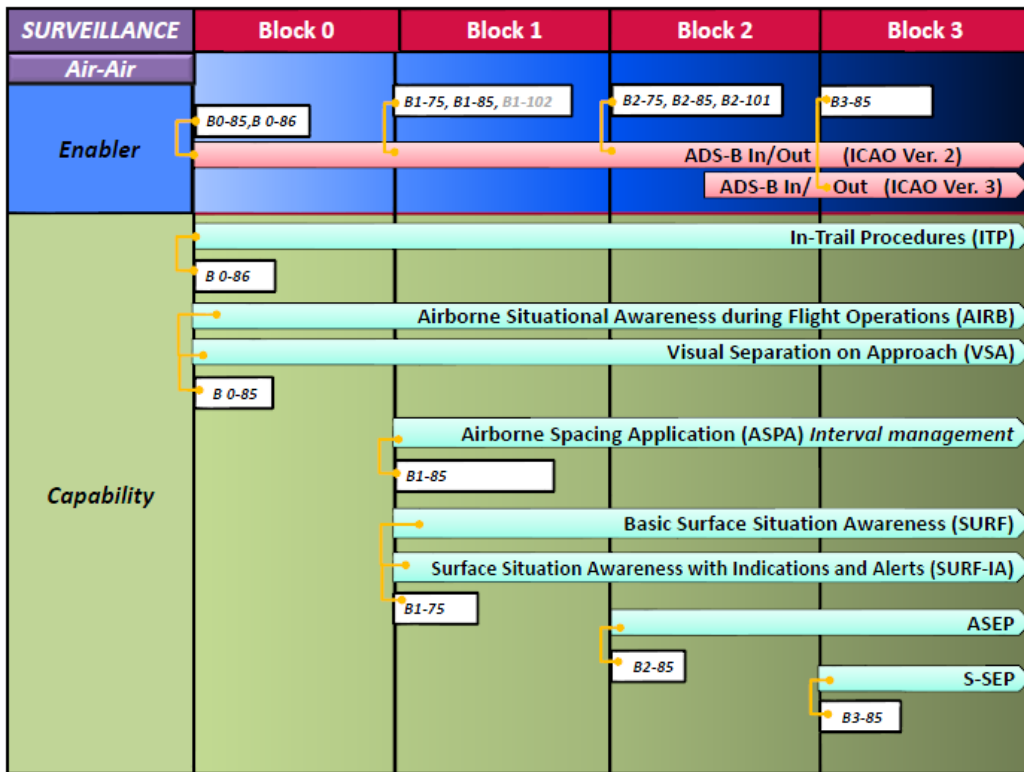
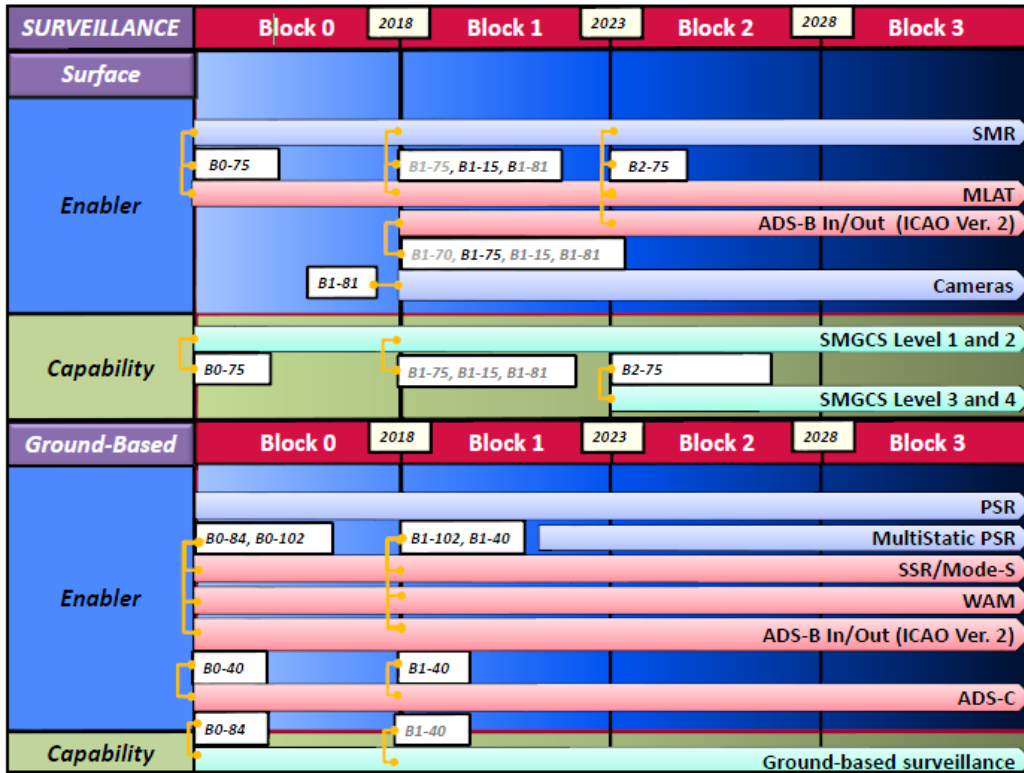
Note: (Table 2-5 and Table 2-6):

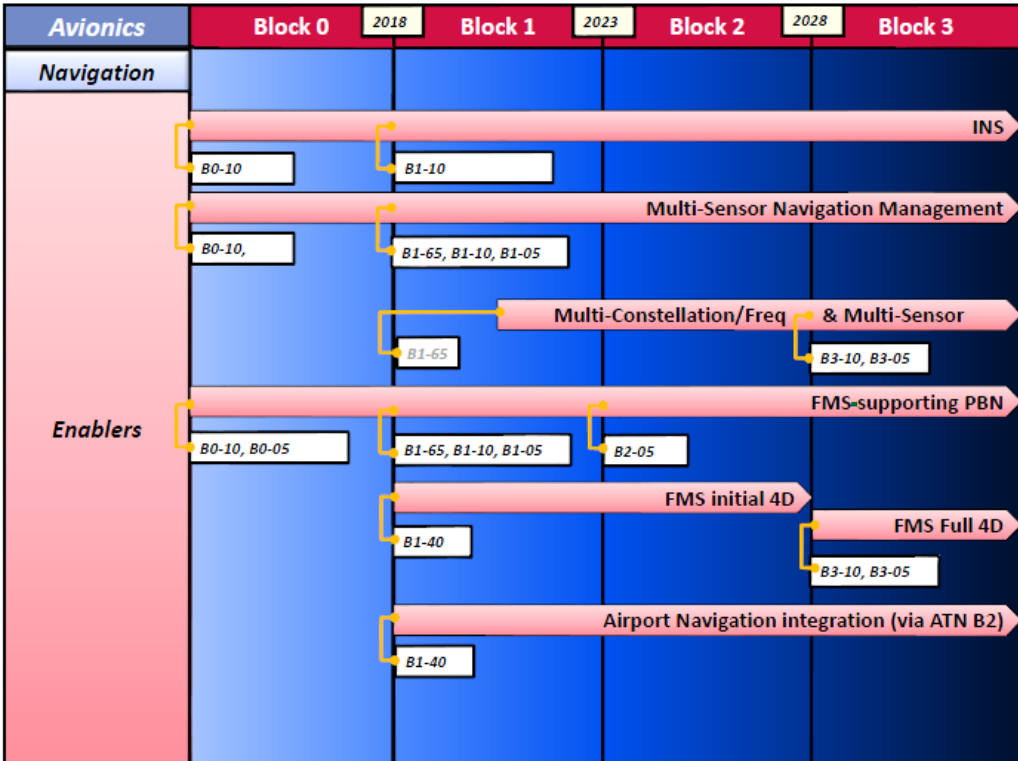
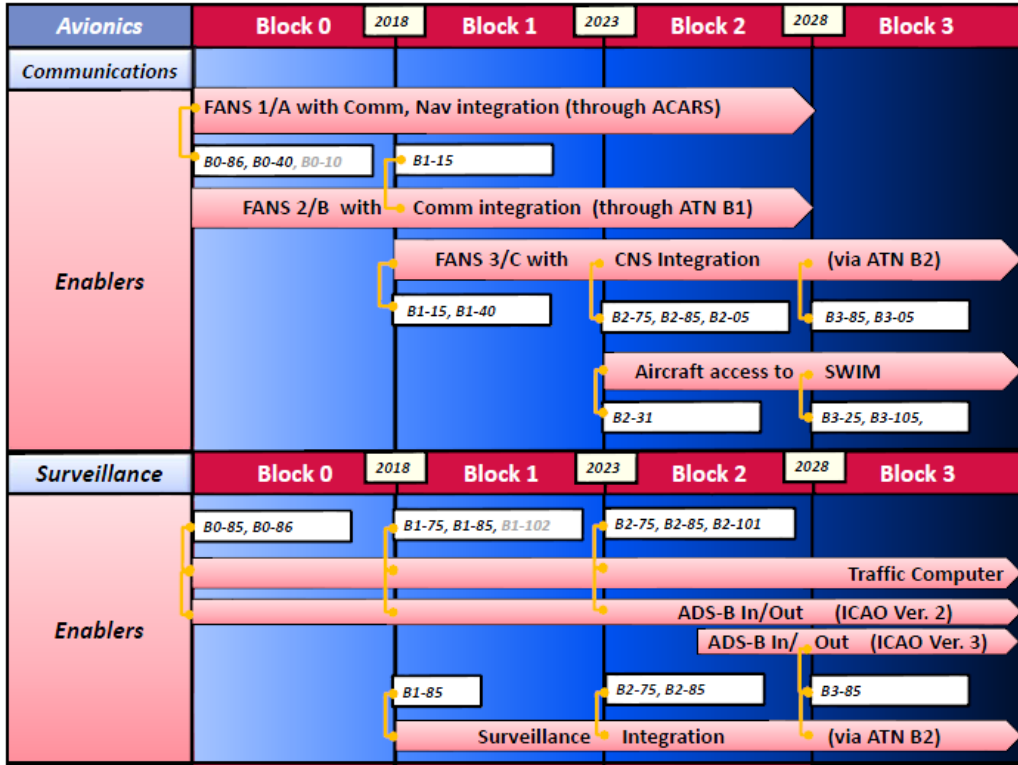
SV = State Vector, MS = Mode Status, OC = On-Condition TS = Target State, ARV = Air Referenced Velocity, TC = Trajectory Change

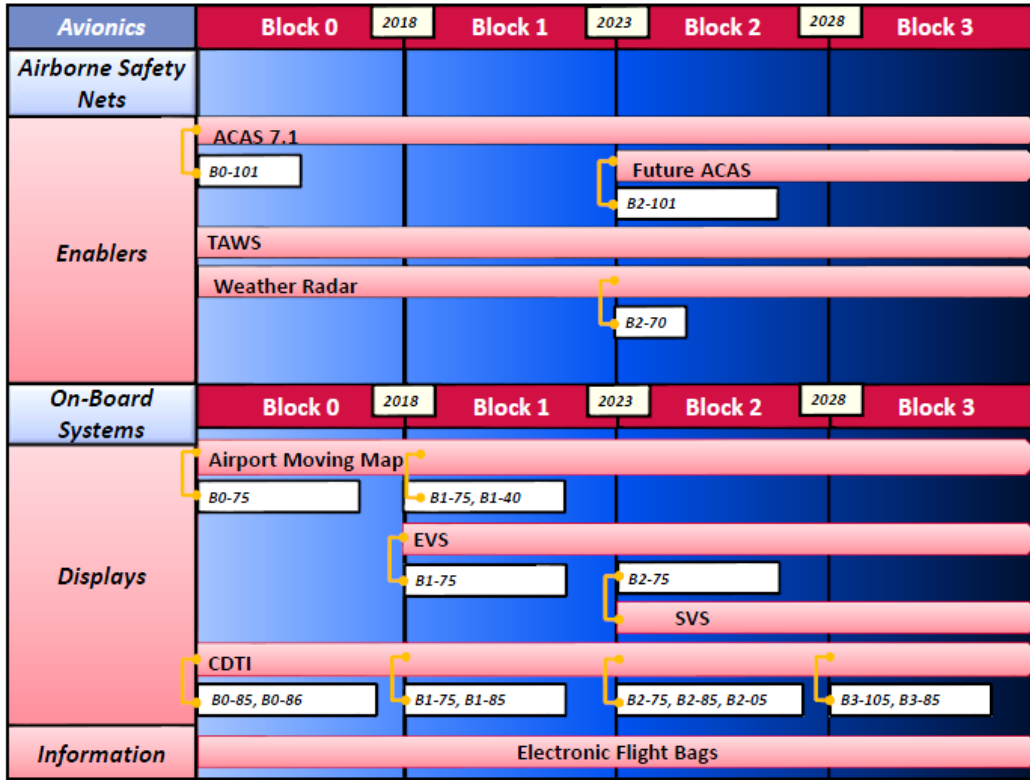
APENDICE 5 - CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA LOS EXPLOTADORES AL OPERAR UN TRANSPONDER ADS-B

- Usualmente las tripulaciones al inicio de estas implantaciones, incurren en frecuentes errores de ingreso de la identificación de vuelo/aeronave o ACID (Aircraft ID) en la interface de a bordo. Tanto las funciones ELS como ES (1090 ES) del transpondedor Modo S, emite la información de identificación de vuelo ingresada a bordo. Esta identificación debería ser igual a la que figura en la casilla 7 del plan de vuelo de la OACI. Este mismo dato transmitido, se denomina “identificación del blanco” o “tid” (Target Identification) con el número de referencia del dato I021/170 del protocolo ASTERIX categoría 21, en los formatos de mensajes procesados por el centro de control.
- Para las aeronaves explotadas en forma privada, la ACID del vuelo debería reflejar la marca de matrícula de la aeronave (Ej., OB123G). Para este caso se debería considerar la opción de codificación física de la identificación del vuelo (en el mismo transponder, EJ. Durante el momento de instalación inicial), con el correspondiente número de matrícula, para evitar la necesidad de contar con una interfaz de entrada en el puesto de pilotaje y asegurar la integridad de la información. La codificación de la identificación del vuelo debería verificarse durante la instalación y ensayo iniciales.
- Cuando la ACID del vuelo cambia (Ej., operaciones de línea aérea) se necesitará una interfaz de entrada de ACID del vuelo en el puesto de pilotaje. En este caso, la identificación del vuelo debería ser, el designador de línea aérea de tres letras de la OACI, seguido del número de vuelo. La interfaz de entrada debería evaluarse para verificar la codificación adecuada de la ACID del vuelo durante la instalación y ensayo iniciales.
- Se ha observado que algunos modelos de aeronaves, tienen instalado un sistema de bloqueo de ACID en la interface de abordaje, para evitar el cambio de identificación en vuelo.
- Esta configuración en algunos casos conocida como WOW (Weight On Wheels), la cual deberá ser tomada en cuenta por los operadores y ANSPs, para alertar a las tripulaciones sobre la operación de las interfaces de abordaje y así reducir los problemas que originan al sistema ATC. El desarrollo de manuales de operaciones claros al respecto y listas de verificación, es recomendada, especialmente durante las fases de implementación.
- Algunos de los problemas que pueden ocasionar vuelos con ACID incorrectos son, no permitir la correlación automática de los planes de vuelos con las trazas de ADS-B, la correlación con un FPL incorrecto, incremento de la carga de trabajo del controlador y por ende la reducción de la capacidad ATC, demoras imprevistas, saturación de frecuencia, no procesamiento de alarmas de predicción o MTCD, etc.
- Se espera que durante las primeras fases de implantación del ADS-B, las tripulaciones experimenten un incremento de carga de trabajo al asegurarse de ingresar el dato correcto ya que durante distintos momentos utilizan diferentes identificaciones (Ej. ICAO-IATA)

APENDICE 6 - “HOJA DE RUTA” DE LA METODOLOGÍA ASBU PARA VIGILANCIA

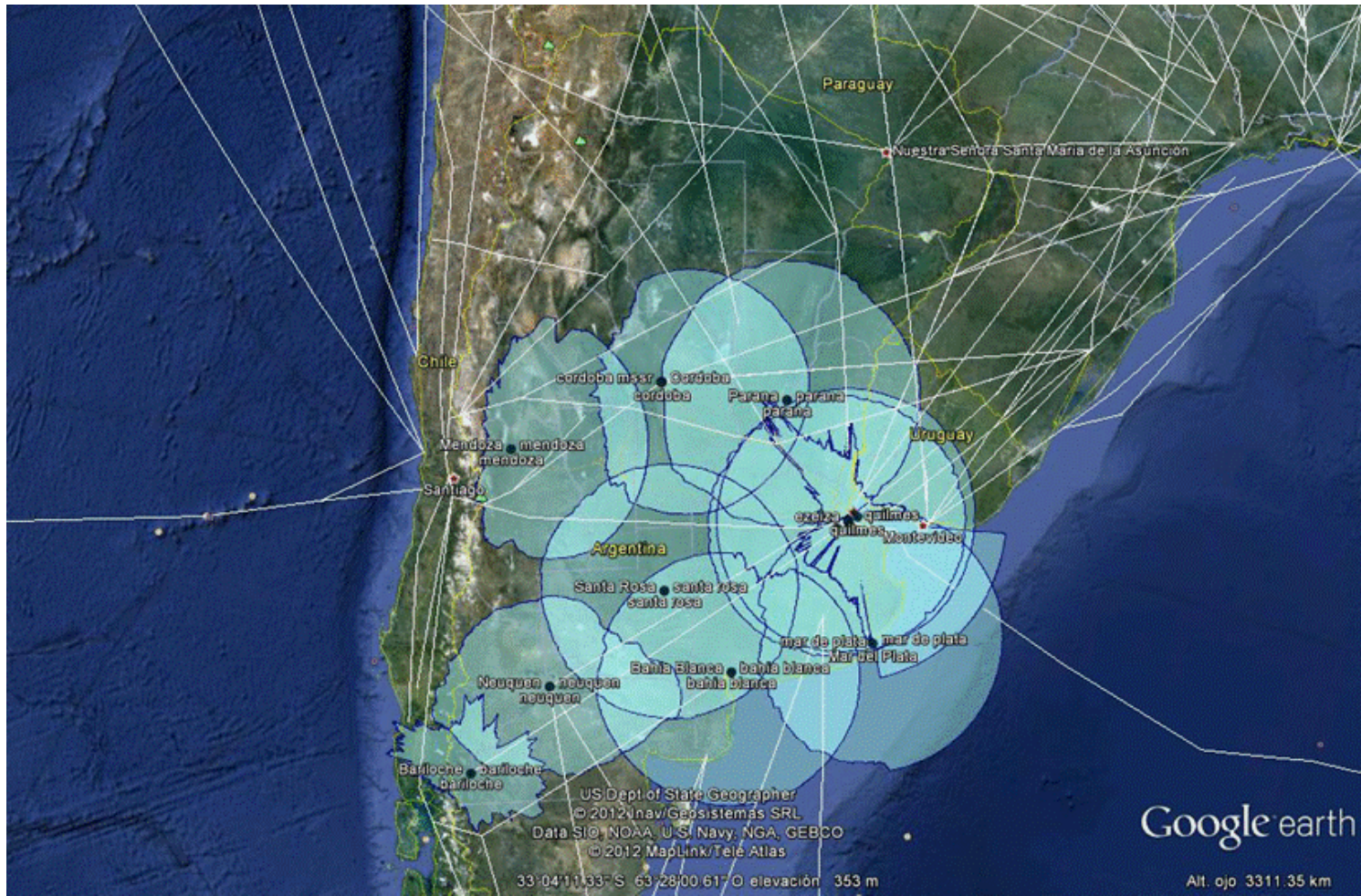






APÉNDICE 7 - DIAGRAMAS DE COBERTURA RADAR SAM

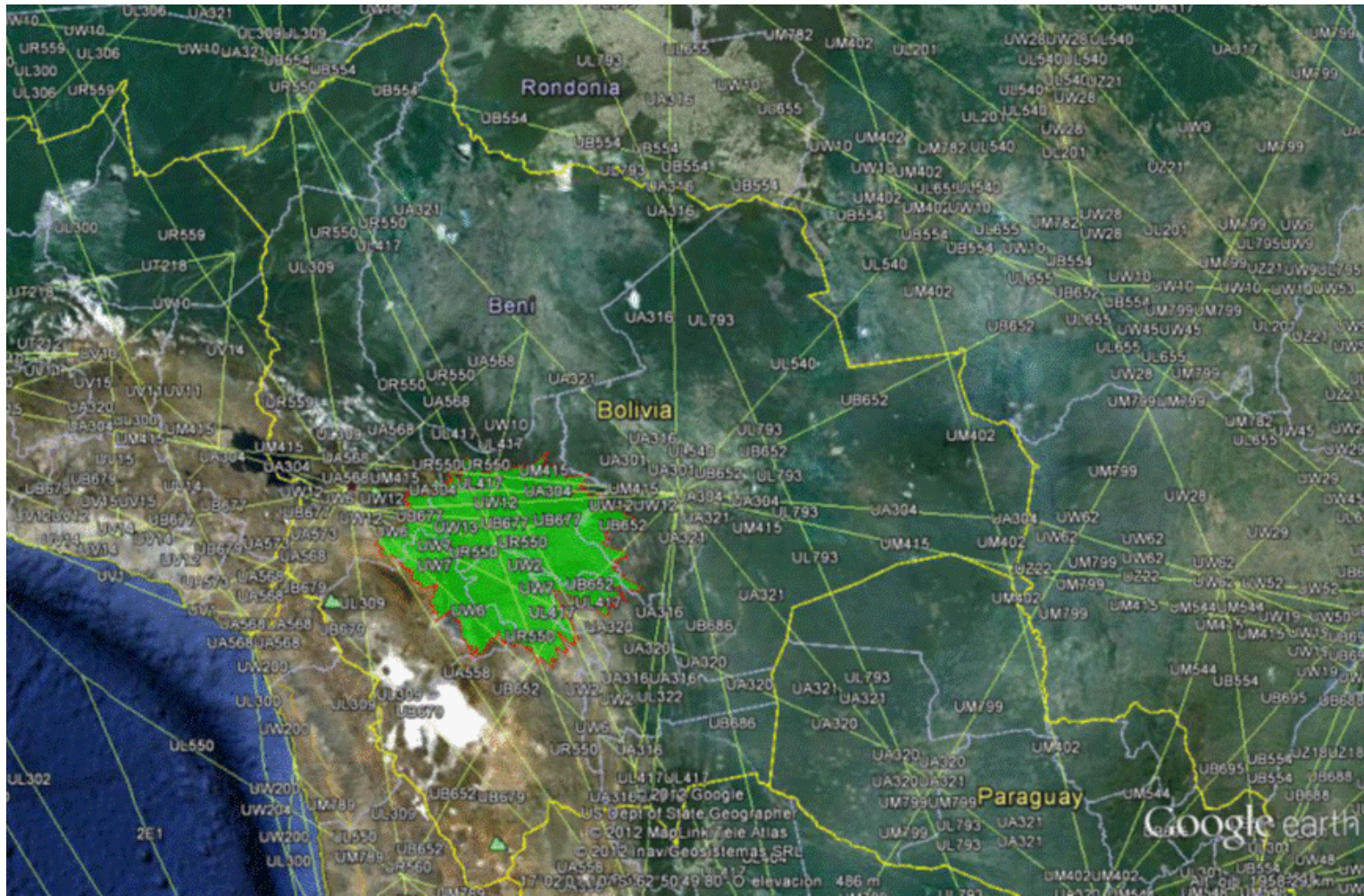
ARGENTINA (FL250)



BRASIL (FL200)



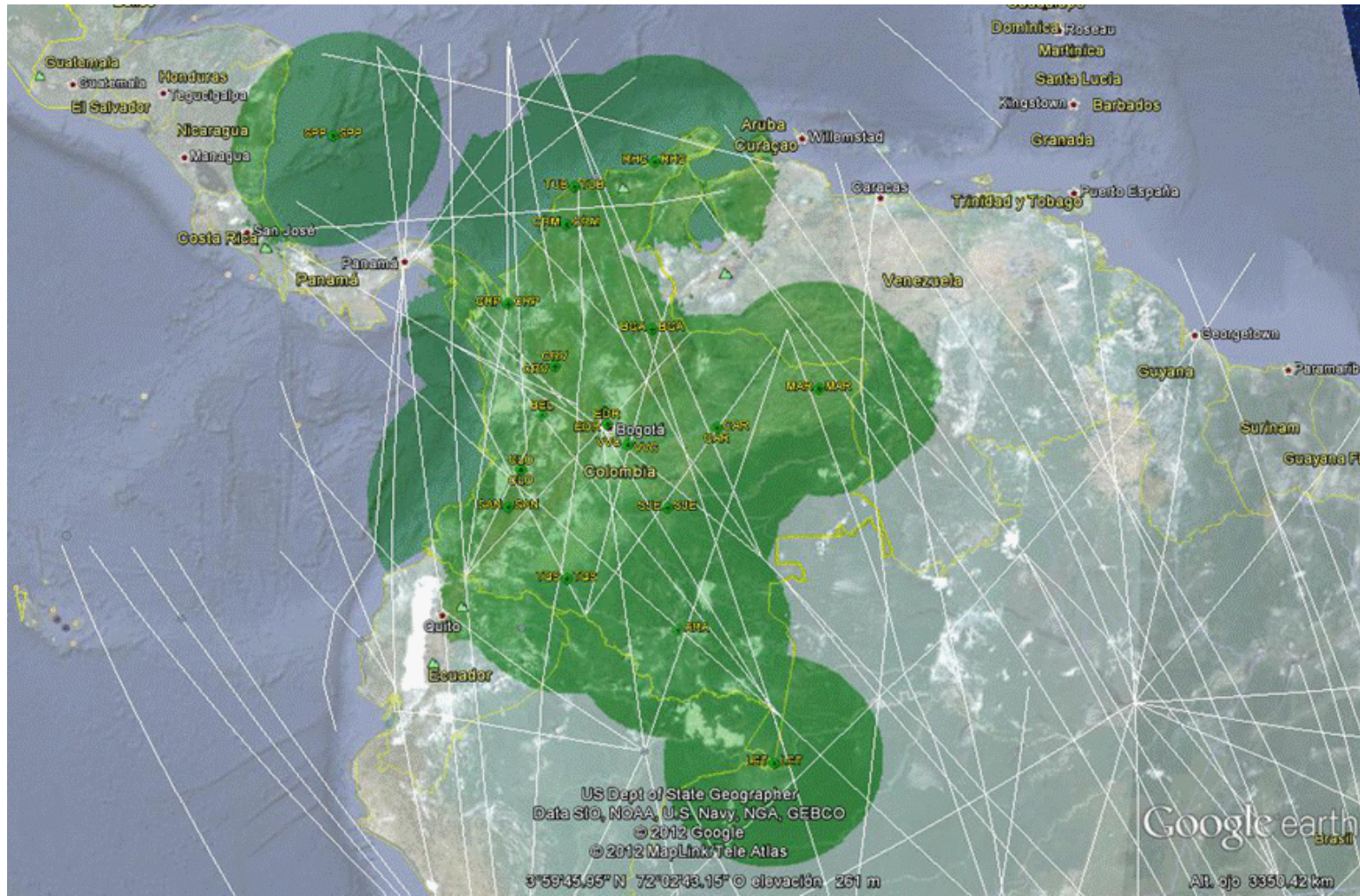
BOLIVIA (FL250)



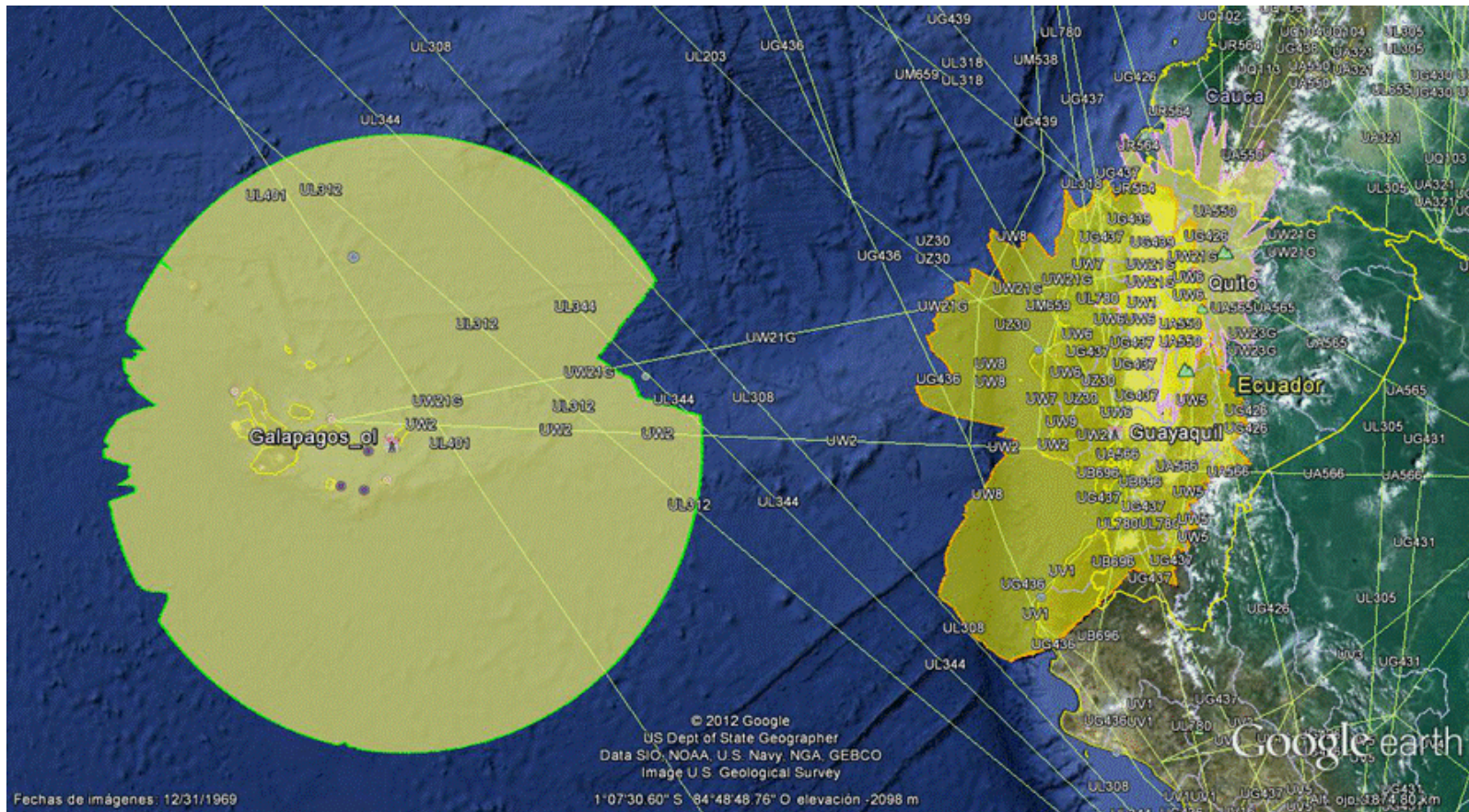
CHILE (FL250)



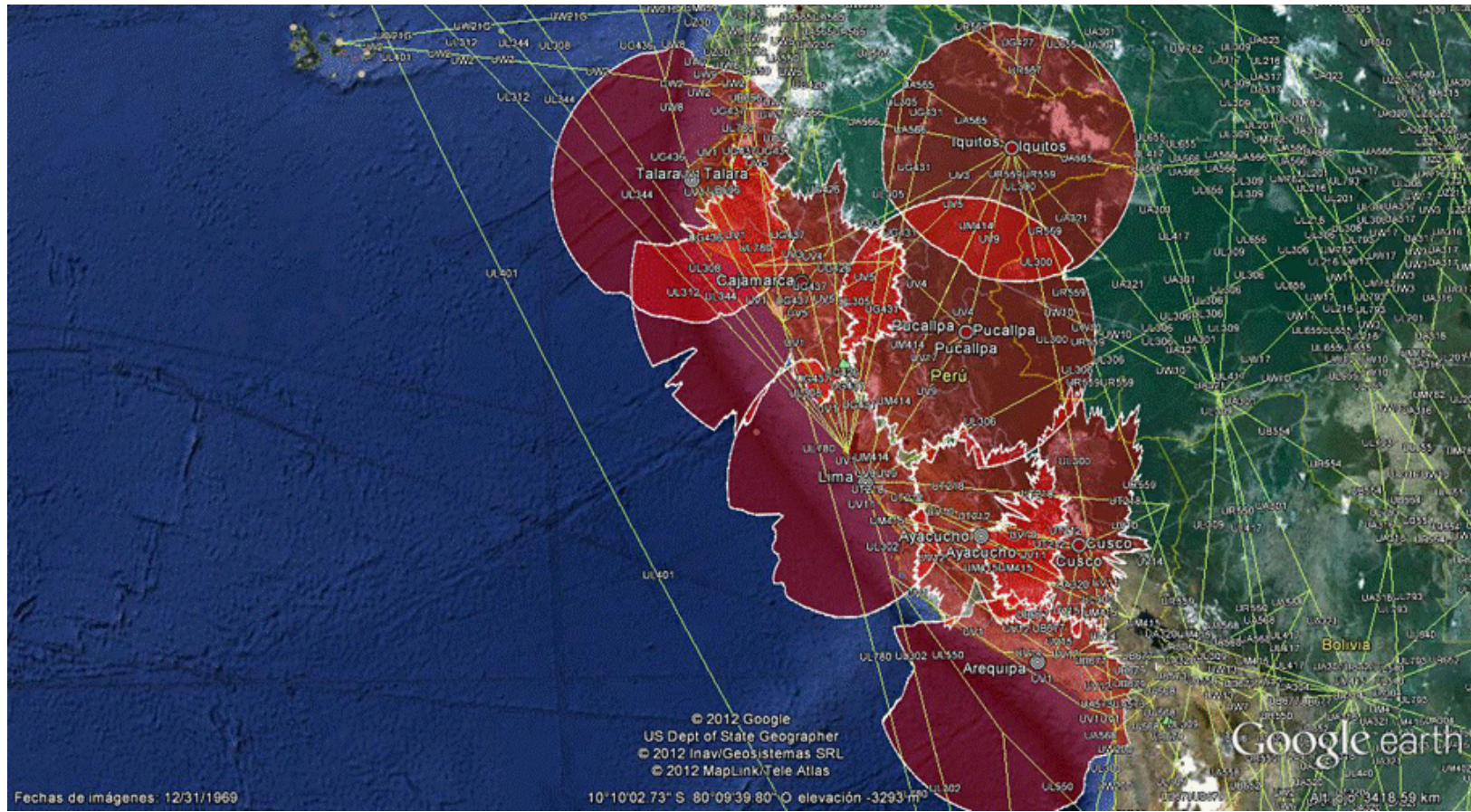
COLOMBIA (FL250)



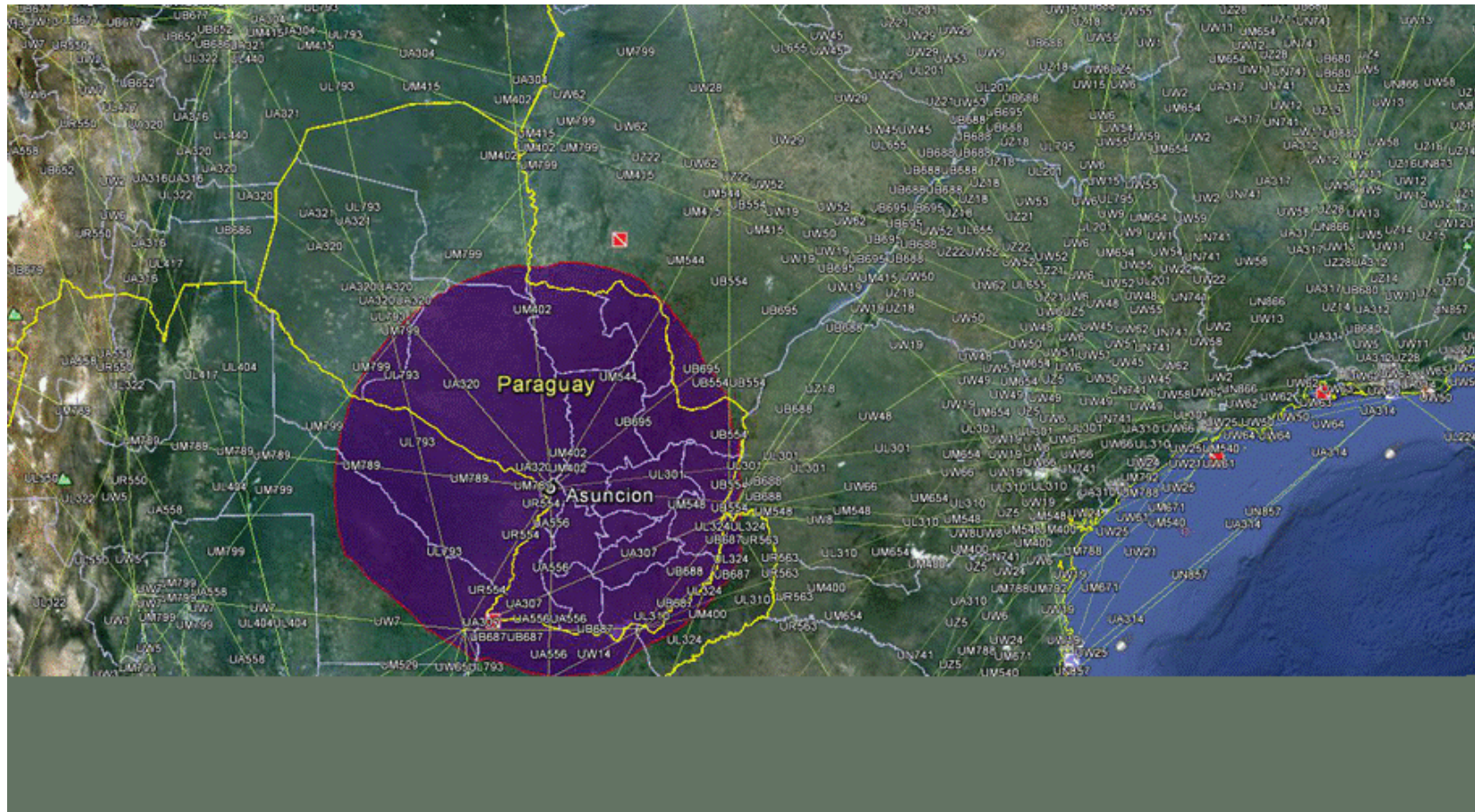
ECUADOR (FL250)



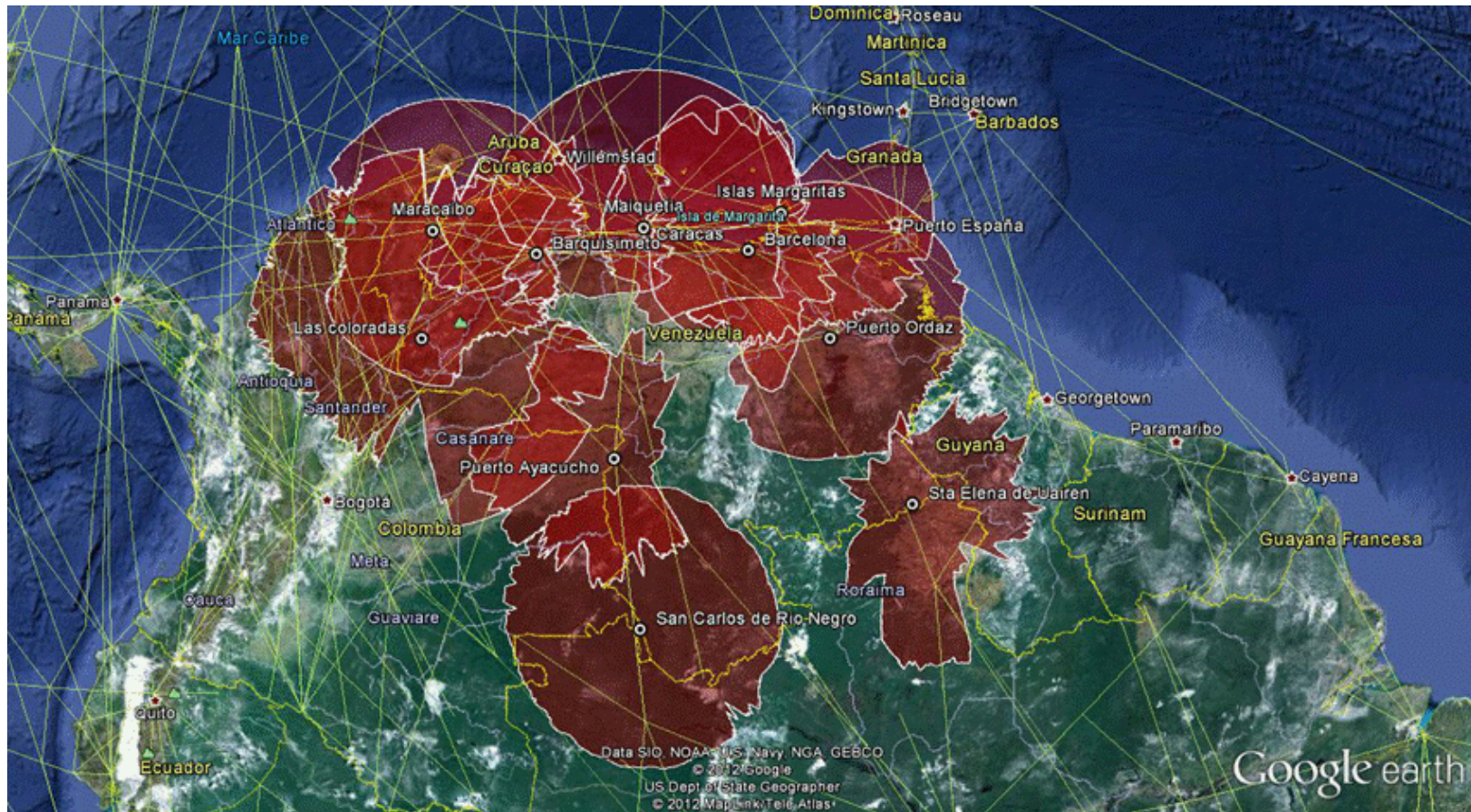
PERU (FL250)



PARAGUAY (FL250)



VENEZUELA (FL250)



REGION SAM TOTAL



APÉNDICE 8 - SISTEMA DE VIGILANCIA AUTÓNOMA DE LA INTEGRIDAD EN EL RECEPTOR- RAIM

Definiciones y consideraciones técnicas

El RAIM es una tecnología desarrollada para evaluar la integridad del sistema de posicionamiento global (GPS) en un sistema de receptor GPS. Es de especial importancia en aplicaciones críticas de seguridad de GPS, como en la aviación o la navegación marina.

De acuerdo al documento 9849 AN/457 “Manual GNSS” la técnica ABAS (AIRCRAFT-BASED AUGMENTATION SYSTEM = Sistema de aumentación basada en la aeronave) mas común es la llamada RAIM (RECEIVER AUTONOMOUS INTEGRITY MONITORING = Receptor de vigilancia autónoma de la integridad).

Para operaciones de navegación aérea basadas en el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) se solicita en el Anexo 10, Vol. I, Tabla 3.7.2.4.1 - Requisitos de actuación de la señal en el espacio, para operaciones en ruta, aproximaciones de no precisión (NPA), aproximaciones con guía vertical (APV) y área terminal apoyadas por un sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS), que las aeronaves que se encuentran equipadas con receptores GPS deben disponer de RAIM certificados que cumplen con el monitoreo de los parámetros de precisión, integridad y continuidad especificado.

Toda aeronave antes de iniciar su vuelo debería verificar si el RAIM está disponible a lo largo de toda su ruta y la dependencia ATS correspondiente también debería conocer la disponibilidad del RAIM en su área de responsabilidad. La verificación de la operación del RAIM se hace a través de una aplicación de software llamada predicción de la disponibilidad RAIM, el cual indica la condición de operación de la constelación GPS a través de mensajes llamados NANU (Notice Advisory to Navstar User).

Los Estados deben tener presentes que los algoritmos RAIM requieren un mínimo de cinco satélites visibles con el fin de realizar la detección de fallo (FD = Fault Detection) y detectar la presencia de un error de posición inaceptablemente grande para un determinado modo de vuelo. Para la detección de fallo y exclusión (FDE = Fault Detection and Exclusion) se utiliza un mínimo de seis satélites no sólo para detectar un satélite defectuoso, sino también para excluirlo de la solución de navegación para que la función de navegación pueda continuar sin interrupción.

Asimismo se debe conocer las limitaciones y condiciones de operación que redundarán en los valores de disponibilidad de RAIM. El sistema RAIM requiere redundantes mediciones de distancia de satélite para detectar señales defectuosas y alertar al piloto lo cual significa que la guía de navegación con integridad proporcionada por RAIM no puede ser disponible el 100 % del tiempo.

Para los receptores que no pueden tomar ventaja de la interrupción del SA (Selective Availability = disponibilidad selectiva), la disponibilidad promedio RAIM es del 99,99 % para operaciones en ruta y 99,7 % para las operaciones de aproximación de no precisión con una constelación de 24 satélites GPS. El rango de disponibilidad FDE va desde 99,8 % para operaciones en ruta a 89,5 % en el caso de operaciones de aproximación de no precisión. Para los receptores que pueden tomar ventaja de la interrupción del SA (por ejemplo, Receptores SBAS), la disponibilidad de RAIM se eleva a 100% para operaciones en ruta y 99,998 % para operaciones de aproximación de no precisión. El rango de disponibilidad FDE va desde 99,92 % para operaciones en ruta a 99,1 % para las operaciones de aproximación de no precisión.

La disponibilidad de RAIM y FDE será ligeramente inferior para las operaciones de latitud media y ligeramente superior para las regiones ecuatoriales y de alta latitud, debido a la naturaleza de las órbitas. El uso de satélites de múltiples constelaciones GNSS o el uso de satélites SBAS como fuentes adicionales de distanciamiento pueden mejorar la disponibilidad de RAIM y FDE.

Predicción RAIM

El GNSS difiere de los sistemas de navegación tradicional debido a que los satélites y áreas de cobertura degradada están en constante cambio.

En ese sentido si el satélite falla o es puesto fuera de servicio por mantenimiento, no queda inmediatamente claro que áreas del espacio aéreo serán afectadas, de ser el caso. La ubicación y duración de estos cortes se puede predecir con la ayuda del análisis del computador y reportadas a los pilotos durante el proceso de planificación de pre-vuelo. Este proceso de predicción es, sin embargo, no totalmente representativa de todas las implementaciones RAIM en los diferentes modelos de receptores. Los instrumentos de predicción son generalmente conservadores y por lo tanto predicen una menor disponibilidad que la que realmente se encuentran en vuelo para proporcionar protección para los modelos de receptores de nivel mas bajo.

Debido que RAIM funciona de manera autónoma, es decir sin la ayuda de señales externas, requiere mediciones de pseudodistancia redundantes. Para obtener una solución de posición 3D, al menos cuatro mediciones son necesarias. Para detectar un fallo, por lo menos 5 mediciones son necesarias, y para aislar y excluir un fallo (FDE), por lo menos seis mediciones son necesarias, sin embargo a menudo se necesitan más mediciones en función de la geometría de los satélites. Normalmente hay entre siete y 12 satélites a la vista.

La estadística de prueba empleada es una función de la medición de pseudodistancia residual (la diferencia entre la medida esperada y la medida observada) y la cantidad de redundancia. La estadística de prueba se compara con un valor umbral, que se determina sobre la base de los requisitos para la probabilidad de falsa alarma (PFA) y el ruido de medida esperada. En los sistemas de aviación, la Plataforma de Acción se fija en 1/15000.

El límite de integridad horizontal (HIL) o límite de protección horizontal (HPL) es una figura que representa el radio de un círculo centrado en la solución de posición GPS y se garantiza que contienen la verdadera posición del receptor dentro de las especificaciones del esquema RAIM (es decir, que cumple con el Pfa y Pmd). El HPL se calcula como una función del umbral de RAIM y la geometría de los satélites en el momento de las mediciones. El HPL se compara con el límite de alarma horizontal (HAL) para determinar si está disponible RAIM.

Acciones regionales respecto implantación de RAIM

En la Región SAM, se ha venido analizando la necesidad de contar con un sistema de predicción de la disponibilidad RAIM, principalmente en los grupos de Implantación SAM (SAMIG). En este contexto, la Oficina Regional de Lima de la OACI circuló una carta consultando a los Estados de la región SAM su disposición para contar con un sistema RAIM regional, habiendo contestado la mayoría de estados su conformidad.

El proceso de desarrollo de un programa de predicción de disponibilidad RAIM para la Región SAM, en el séptimo taller/reunión del grupo de implantación SAM (SAM/IG/7) se presentó una solución técnico-financiera.

El programa de predicción de la disponibilidad RAIM para la Región SAM es un programa que se colocaría en unos servidores en configuración dual y su acceso por parte de los usuarios sería vía WEB, en una dirección a determinar. La aplicación estaría disponible las 24 horas durante los siete días de la semana (24/7) y su disponibilidad estaría del orden de un 99.5%.

Para la implantación de la predicción de la disponibilidad RAIM, se han considerado dos modalidades, una en la cual el programa se instalaría y gestionaría en la sede del fabricante y otro, donde el programa, así como el hardware necesario, se instalaría en una localidad de la Región bajo la supervisión del fabricante o proveedor de servicio. En ambas modalidades, el usuario accedería a la información vía internet a una página WEB donde residiría el programa de predicción de la disponibilidad RAIM.

La implantación de un programa de predicción RAIM regional permitiría que todos los Estados de la Región tengan un único programa en el cual todos los operadores podrán consultar para asegurar los procedimientos PBN en ruta, terminal y aproximación.

APENDICE 9 - ASTERIX CATEGORIA 21 ED 1.8

Table 1 - Data Items of Category 021

Data Item Reference Number	Description	Resolution
I021/008	Aircraft Operational Status	N.A.
I021/010	Data Source Identification	N.A.
I021/015	Service Identification	N.A.
I021/016	Service Management	N.A.
I021/020	Emitter Category	N.A.
I021/040	Target Report Descriptor	N.A.
I021/070	Mode 3/A Code	N.A.
I021/071	Time of Applicability for Position	1/128 s
I021/072	Time of Applicability for Velocity	1/128 s
I021/073	Time of Message Reception for Position	1/128 s
I021/074	Time of Message Reception for Position – High Precision	2 ⁻³⁰ s
I021/075	Time of Message Reception for Velocity	1/128 s
I021/076	Time of Message Reception for Velocity – High Precision	2 ⁻³⁰ s
I021/077	Time of Report Transmission	1/128 s
I021/080	Target Address	N.A.
I021/090	Quality Indicators	N.A.
I021/110	Trajectory Intent	N.A.
I021/130	Position in WGS-84 co-ordinates	180/2 ²³ °
I021/131	Position in WGS-84 co-ordinates, high resolution	180/2 ³⁰ °
I021/132	Message Amplitude	1 dBm
I021/140	Geometric Height	6.25 ft
I021/145	Flight Level	¼ FL
I021/146	Intermediate State Selected Altitude	25 ft
I021/148	Final State Selected Altitude	25 ft
I021/150	Air Speed	N.A.
I021/151	True Air Speed	N.A.
I021/152	Magnetic Heading	360/2 ¹⁶ °
I021/155	Barometric Vertical Rate	6.25 ft / min
I021/157	Geometric Vertical Rate	6.25 ft / min
I021/160	Ground Vector	N.A.
I021/161	Track Number	N.A.
I021/165	Track Angle Rate	1/32 7s
I021/170	Target Identification	N.A.
I021/200	Target Status	N.A.
I021/210	MOPS Version	N.A.
I021/220	Met Information	N.A.
I021/230	Roll Angle	0.01 deg
I021/250	Mode S MB Data	N.A.
I021/260	ACAS Resolution Advisory Report	N.A.
I021/271	Surface Capabilities and Characteristics	N.A.
I021/295	Data Ages	N.A.
I021/400	Receiver ID	N.A.