

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 1 de 84</b>

## CI 5000-082-005 - Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT

### CONTENIDO

Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT .....	1
CONTENIDO.....	1
1. PROPOSITO.....	3
2. APLICABILIDAD .....	3
3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS .....	4
3.1. DEFINICIONES.....	4
3.2. ABREVIATURAS.....	9
4. ANTECEDENTES:.....	12
5. REGULACIONES RELACIONADAS:.....	12
6. OTRAS REFERENCIAS .....	12
7. MATERIA: .....	13
7.1. Descripción.....	13
7.1.1. ADS-B OUT, ADS-B IN y TIS-B .....	14
7.1.2. Enlaces ADS-B.....	14
7.2. Proceso de Aprobación de la Instalación del Sistema ADS-B.....	14
7.2.1. Consideraciones de instalación del ADS-B OUT .....	14
7.2.2. Manual de Vuelo de la Aeronave (AFM o RFM).....	14
7.2.3. Requisitos de aeronavegabilidad continuada.....	16
7.3. Guía de Instalación del ADS-B OUT.....	18
7.3.1. Guía general de instalación.....	18

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 2 de 84</b>

7.3.2.	Equipo ADS-B. ....	23
7.3.3.	Fuente de posición. ....	27
7.3.4.	Fuente de altitud barométrica. ....	33
7.3.5.	Fuente de Rumbo (heading) ....	34
7.3.6.	Fuente de TCAS. ....	35
7.3.7.	Interfaz del piloto. ....	36
7.3.8.	Interface de la antena ADS-B. ....	39
7.3.9.	Fuente de velocidad vertical. ....	42
7.3.10.	Consideraciones Aire-Tierra. ....	44
7.3.11.	Requisitos del espacio aéreo extranjero. ....	46
7.4.	Prueba y Evaluación ....	47
7.4.1.	Prueba de tierra. ....	47
APÉNDICE A. DESCRIPCIONES DEL ELEMENTO DE MENSAJE .....		54
APÉNDICE B. IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE FUENTES DE POSICION ADS-B .....		64
8.	VIGENCIA:.....	84
9.	CONTACTO PARA MAYOR INFORMACIÓN:.....	84

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 3 de 84</b>

## 1. PROPOSITO

Esta CI aborda las consideraciones generales establecidas por la UAEAC para dar cumplimiento al numeral 91.847 de los RAC, en referencia a la instalación y operación de los sistemas de Vigilancia Dependiente Automática - Transmisión (ADS-B) OUT.

Un solicitante o explotador puede utilizar métodos alternos de cumplimiento, siempre que dichos métodos sean aceptables para la Unidad Administrativa de la Aeronáutica Civil (UAEAC). La utilización del verbo “debe” en futuro, se aplica a un solicitante o explotador que elige cumplir los criterios establecidos en esta CI.

Esta CI se constituye como un procedimiento informativo de carácter técnico y/o administrativo generado por la Secretaria de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil; pero no el único aceptable para la UAEAC. En ningún momento este procedimiento exige al solicitante de cumplir con las demás disposiciones vigentes y los requisitos de la Regulación Nacional, solicitados por otras dependencias de la UAEAC.

## 2. APLICABILIDAD

Esta CI está dirigida a los proveedores de servicio y personal aeronáutico en general involucrados con temas instalación y operación de los sistemas ADS-B Out Extended Squitter que opera en la frecuencia 1090 MHz. Se aclara que el ADS-B UAT que opera en la frecuencia 978 MHz solo se emplea en cierto espacio aéreo de los Estados Unidos y no es aplicable en ningún otro estado. La infraestructura de estaciones en tierra en Colombia está armonizada con el estándar RTCA/DO.260B, y es compatible con los equipos de abordaje con TSO-C166b.

De acuerdo con el numeral 91.847 de los RAC, todas las aeronaves con certificado de aeronavegabilidad estándar que operen en el espacio aéreo de Colombia deberán tener instalado y operativo el ADS-B OUT TSO-C166b a partir del 1 de enero de 2020. Se permitirá a aeronaves experimentales, ultralivianos y ALS, instalar un equipo ADS-B no aprobado pero que opere en la frecuencia de 1090 MHz.

La instalación requerirá la generación de Suplementos al Manual de Vuelo de la aeronave (AFM) o POH y la modificación de algunos manuales como el MPM, MEL, Programa de Entrenamiento. Sin embargo, no afectará las Especificaciones de Operación debido a que es un sistema de vigilancia similar al actual transponder.

La fuente de información de posición será un GNSS que cumpla con los requisitos de alguno de los siguientes estándares técnicos: TSO-C129, TSO C-145, TSO-C146

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 4 de 84</b>

oTSO-C196. En caso de que la aeronave ya cuente con una o varias fuentes de información de posición GNSS, para la selección del equipo apropiado ADS-B OUT se debe evaluar previamente su compatibilidad con estas fuentes.

Los Talleres Aeronáuticos de Reparaciones (futuros OMA), Talleres Aeronáuticos de Reparaciones Extranjeros (TARE), Explotadores Aéreos, que pretendan realizar la instalación y pruebas de ADS-B, deberán tener la categoría de Radio y Navegación Clase III y demostrar que tienen las instalaciones, herramientas apropiadas y personal licenciado.

### 3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A menos que sea definido de otra forma en esta Circular Informativa, todas las definiciones y abreviaturas de este documento tienen igual significado que aquellas usadas en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) y pueden ser consultados en los mismos. Adicionalmente se han incluido algunas definiciones y abreviaturas listadas a continuación, que son aplicables únicamente al contenido de este documento:

#### 3.1. DEFINICIONES.

**Aerovía.** Área de control o parte de ella dispuesta en forma de corredor.

**Área de control.** Espacio aéreo controlado que se extiende hacia arriba desde un límite especificado sobre el terreno.

**Categoría de precisión de navegación para posición (NAC<sub>P</sub>).** Se usa para indicar, con un 95% de certeza, la precisión de la posición horizontal reportada de la aeronave. La siguiente tabla proporciona una lista de posibles valores de NAC<sub>P</sub>. Un NAC<sub>P</sub> de 6 o mayor es requerido en Colombia. En Estados Unidos de acuerdo a § 91.227 un NAC<sub>P</sub> igual o mayor que 8 es requerido.

**Tabla de Codificación del NAC<sub>P</sub>**

Valor	Límite de precisión horizontal (incertidumbre de posición estimada)
0	EPU $\geq$ 18.52 km (10.0 nm)
1	EPU $<$ 18.52 km (10.0 nm)
2	EPU $<$ 7.408 km (4.0 nm)
3	EPU $<$ 3.704 km (2.0 nm)
4	EPU $<$ 1.852 m (1.0 nm)

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 5 de 84</b>

5	EPU < 926 m (0.5 nm)
6	EPU < 555.6 m (0.3 nm)
7	EPU < 185.2 m (0.1 nm)
8	EPU < 92.6 m (0.05 nm)
9	EPU < 30 m
10	EPU < 10 m
11	EPU < 3 m

**Categoría de precisión de navegación para velocidad (NAC<sub>v</sub>).** Se usa para indicar, con una certeza del 95%, la precisión de la velocidad horizontal reportada de la aeronave. La siguiente tabla proporciona una lista de posibles valores de NAC<sub>v</sub>., en Colombia es requerido un NAC<sub>v</sub> de 1 o mayor.

**Tabla de Codificación del NAC<sub>v</sub>**

Valor	Límite de precisión de velocidad (incertidumbre de velocidad estimada)
0	≥ 10 m/s o desconocido
1	< 10 m/s
2	< 3 m/s
3	< 1 m/s
4	< 0.3 m/s

**Categoría de Integridad de Navegación (NIC).** Parámetro que especifica un radio de contención de integridad. La siguiente tabla proporciona una lista de posibles valores de NIC. En Colombia es requerida una NIC de 6 o superior (0.5 nm). En Estados Unidos de acuerdo a § 91.227 un NIC igual o mayor que 7 es requerido.

**Tabla de Codificación del NIC**

Valor	Radio de contención
0	desconocido
1	RC < 37.04 km (20.0 nm)
2	RC < 14.816 km (8.0 nm)
3	RC < 7.408 km (4.0 nm)
4	RC < 3.704 km (2.0 nm)
5	RC < 1.852 km (1.0 nm)
6	RC < 1.111 km (0.6 nm)
6	RC < 926 m (0.5 nm)
6	RC < 555.6m (0.3 nm)

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 6 de 84</b>

7	RC < 370.4 m (0.2 nm)
8	RC < 185.2 m (0.1 nm)
9	RC < 75 m
10	RC < 25 m
11	RC < 7.5 m

**Código de Integridad de Altitud Barométrica ( $NIC_{BARO}$ ).** Indica si la altitud barométrica es suministrada por un simple codificador Gillham u otra fuente más robusta de altitud. Debido a la posibilidad de un error no detectado en la codificación Gillham, muchas de estas instalaciones disponen de un chequeo cruzado con una segunda fuente de altitud.  $NIC_{BARO}$  describe la condición de este chequeo cruzado.

**Figura Horizontal de Mérito (HFOM).** El radio de un círculo en el plano horizontal, con su centro en la posición verdadera, que describe la región cierta de la posición horizontal indicada con al menos el 95% de probabilidad bajo condiciones libres de fallas en el momento de aplicación.

**Fuente de Posición.** Es el equipo de aviónica de a bordo que proporciona la información de latitud, longitud, altitud geométrica, velocidad, posición, velocidad y el valor de integridad de posición. Adicionalmente, la fuente de posición puede proporcionar los parámetros de velocidad vertical.

**Latencia total.** El tiempo total entre cuando la posición es medida por la fuente de posición (GNSS TOM para sistemas GNSS) y cuando la posición se transmite desde la aeronave (tiempo de transmisión ADS-B).

**Latencia no compensada.** Cualquier tiempo en el sistema ADS-B que no se compensa mediante extrapolación. El tiempo no compensado se puede representar como la diferencia entre el tiempo de aplicabilidad de la transmisión de la posición y el tiempo real de transmisión.

**Monitoreo de la integridad autónoma del receptor (RAIM).** Cualquier algoritmo que verifique la integridad de la información de posición utilizando mediciones de GPS, o mediciones GPS con ayuda barométrica, se considera un algoritmo RAIM. Un algoritmo que utiliza información adicional (como un sistema multisensor con sistema de referencia inercial) para verificar la integridad de la información de posición puede ser aceptable como un equivalente de RAIM. En esta CI, el término RAIM es sinónimo de sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS) y se utiliza para referirse a algoritmos RAIM y equivalentes a RAIM.

**Nivel de protección horizontal de detección de fallas ( $HPL_{FD}$ ).** Es una región horizontal donde se cumplen los requisitos de alerta no indicada y alerta falsa para el conjunto de satélites elegido cuando se utiliza la detección de fallas autónoma. Es

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 7 de 84</b>

una función de la geometría del satélite y del usuario y las características de error esperadas; no se ve afectado por las mediciones reales. Su valor es predecible con suposiciones razonables con respecto a las características de error esperadas.

**Nivel de protección horizontal libre de fallas (HPL<sub>FF</sub>).** Fault-free horizontal protection level. Refiérase al RTCA/DO-229D, apéndice R.

**Nivel de integridad de fuente (SIL).** Probabilidad de que la posición horizontal reportada exceda el radio de contención definido por el NIC sin alertar, asumiendo que la aviónica no tiene fallas. La siguiente tabla proporciona una lista de posibles valores de SIL. Un SIL de 3 es requerido en Colombia.

**Tabla de Codificación del SIL**

Valor	Probabilidad
0	> 1x10 <sup>-3</sup> o desconocido
1	≤ 1x10 <sup>-3</sup>
2	≤ 1x10 <sup>-5</sup>
3	≤ 1x10 <sup>-7</sup>

**Panel de control de modo (MCP).** Contiene controles que permiten a la tripulación interactuar con el sistema de piloto automático. El MCP se puede utilizar para indicar al piloto automático que realice tareas tales como; mantener una altitud específica, cambiar altitudes a una velocidad específica, mantener un rumbo específico, girar a un nuevo rumbo y/o seguir las instrucciones de un FMC. El MCP no es el piloto automático, simplemente controla el modo en que este opera.

**Piloto al mando.** Piloto designado por el explotador, o por el propietario en el caso de la aviación general, para estar al mando y encargarse de la realización segura de un vuelo.

**Rumbo (de la aeronave).** La dirección en que apunta el eje longitudinal de una aeronave, expresada generalmente en grados respecto al norte (geográfico, magnético, de la brújula o de la cuadrícula).

**Seguridad de Diseño del Sistema (SDA).** Condición de falla que la cadena de transmisión de posición está diseñada para soportar. La siguiente tabla proporciona una lista de posibles valores SDA. En Colombia se requiere una SDA de 2 o mayor.

Valor	Probabilidad de falla no detectada que causa la transmisión de información falsa o engañosa
0	> 1x10 <sup>-3</sup> o desconocido
1	≤ 1x10 <sup>-3</sup>

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 8 de 84</b>

2	$\leq 1 \times 10^{-5}$
3	$\leq 1 \times 10^{-7}$

**Servicio de información de tráfico - Transmisión (TIS-B).** Es un servicio de difusión terrestre provisto desde una red de sistema terrestre ADS-B a través del enlace 1090ES que proporciona posición, velocidad y otra información sobre el tráfico detectado por un radar de vigilancia secundario, pero no transmite una posición ADS-B.

**Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS):** Sistema por el cual la información obtenida a partir de otros elementos del GNSS se añade y/o integra a la información disponible a bordo de la aeronave. La forma más común de ABAS es el monitoreo autónomo de la integridad en el receptor (RAIM).

**Sistema de aumento basado en satélites (SBAS).** Sistema de aumentación de cobertura amplia en el que el usuario recibe información de corrección de un transmisor ubicado en un satélite geostacionario. En los Estados Unidos, esto se conoce como Sistema de aumentación de área amplia (WAAS).

**Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)** Término genérico utilizado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) para definir cualquier sistema global de determinación de la posición, velocidad y hora, que incluye una o más constelaciones principales de satélites, tales como el sistema Americano GPS, el sistema Ruso GLONASS, el sistema Europeo GALILEO y el sistema Chino COMPASS. A la fecha, solo están activos el GPS y el GLONASS.

**Sistema mundial de determinación de la posición (GPS):** Es el Sistema GNSS de los Estados Unidos. Utiliza mediciones precisas de la distancia para determinar la posición, velocidad y hora en cualquier parte del mundo.

**Tiempo de medida GNSS (TOM).** Es el momento en que la última señal GNSS usada para determinar la posición llega a la antena GNSS de la aeronave.

**Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM):** Una técnica utilizada en el receptor/procesador GPS para determinar la integridad de sus señales de navegación, utilizando únicamente las señales del GPS o las señales del GPS mejoradas con datos de altitud barométrica. Esta determinación se logra mediante una verificación de consistencia entre mediciones redundantes de seudo distancia. Se requiere, por lo menos, un satélite disponible adicional con respecto a la cantidad de satélites necesarios para la solución de navegación.

**Vigilancia Dependiente Automática – Transmisión (ADS-B) OUT.** Sistema de Vigilancia que permite a las aeronaves transmitir de manera automática datos de

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 9 de 84</b>

identificación, posición, velocidad, rumbo, entre otros a los centros de control y aeronaves con capacidad ADS-B IN dentro del rango de cobertura.

### 3.2. ABREVIATURAS.

**ABAS:** Airborne Based Augmentation System  
**ACR:** ADS-B Aircraft Operation Compliance Report  
**ADIRS:** Air Data And Inertial Reference System  
**ADS-B:** Automatic Dependent Surveillance - Broadcast  
**AFM:** Airplane Flight Manual  
**AIP:** Aeronautical Information Publication  
**AIRAC:** Aeronautical Information Regulation And Control  
**ANSP:** Air Navigation Service Provider  
**APCH:** Approach  
**APV:** Approach Procedures with Vertical Guidance  
**ARP:** Aerospace Recommended Practice  
**ATC:** Air Traffic Control  
**CI:** Circular Informativa  
**DME:** Distance Measuring Equipment  
**DOP:** Dilution of Precision  
**DTK:** Desired Track  
**EASA:** Agencia Europea de Seguridad Aérea  
**E-LSA:** Experimental Light Sport Aircraft  
**EMC:** Electro Magnetic Compatibility  
**EMI:** Electromagnetic Interference  
**EPU:** Estimated Position Uncertainty  
**ETA:** Estimated Time of Arrival  
**FAA:** Federal Aviation Administration  
**FAF:** Final Approach Fix  
**FCU:** Flight Control Unit  
**FDE:** Fault Detection and Exclusion  
**FHA:** Functional Hazard Assessment  
**FMC:** Flight Management Computer  
**FMS:** Flight Management System  
**FTE:** Flight Technical Error

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 10 de 84</b>

**GBAS:** Ground Based Augmentation System  
**GNSS** Sistema Global de Navegación por satélite  
**GPS** Global Position System  
**GVA:** Geometric Vertical Accuracy  
**HAE:** Height Above Ellipsoid  
**HAG:** Height Above Geoid  
**HFOM:** Horizontal Figure of Merit  
**HIL:** Horizontal Integrity Level  
**HPL:** Horizontal Protection Level  
**HUL:** Horizontal Uncertainty Level  
**ICA:** Instructions for Continued Airworthiness  
**IFR** Instrument Flight Rules  
**INS:** Inertial Navigation System  
**IRS:** Inertial Reference System  
**IRU:** Inertial Reference Unit  
**IMC** Instrument Meteorological Conditions  
**IAF:** Initial Approach Fix  
**IAS:** Indicated Air Speed  
**IRU:** Inertial Reference Unit  
**LAR:** Latinoamerican Aeronautical Regulations  
**LNAV:** Lateral Navigation  
**LOA:** Letter of Authorization (Acceptance).  
**LP:** Localizer Performance  
**LPV:** Localizer Performance with Vertical Guidance.  
**MAPt:** Missed Approach Point  
**MCP:** Mode Control Panel  
**MOPS:** Minimum Operational Performance Standards  
**MSL:** Mean Sea Level  
**NAVAIDS:** Navigation Aids  
**NPA:** Non-Precision Approach  
**NSE:** Navigation System Error  
**NOTAM:** Notice to Airmen  
**NAC<sub>P</sub>:** Navigational Accuracy Category for Position  
**NAC<sub>v</sub>:** Navigational Accuracy Category for Velocity

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 11 de 84</b>

**NAS:** National Aerospace System  
**NIC:** Navigational Integrity Category  
**NIC<sub>BARO</sub>:** Barometric Altitude Integrity Code  
**OEM:** Original Equipment Manufacturer  
**OpSpecs:** Operations Specifications  
**PANS-OPS:** Procedures for air navigation services – aircraft operations.  
**PBN:** Performance Based Navigation  
**PF:** Pilot Flying  
**PFD:** Primary Flight Display  
**POA:** Position Offset Applied  
**POH:** Pilots Operating Handbook  
**PM:** Pilot Monitoring  
**PNF:** Pilot Not Flying  
**RAC** Reglamentos Aeronáuticos de Colombia  
**RAIM:** Receiver Autonomous Integrity Monitoring  
**Rc:** Radius of containment  
**RFM:** Rotorcraft Flight Manual  
**RVSM:** Reduced Vertical Separation Minimum  
**SBAS:** Satellite Based Augmentation System  
**SDA:** System Design Assurance  
**SIL:** Source Integrity Level  
**SIL<sub>SUPP</sub>:** SIL Supplement  
**SIS:** Signal-in-Space  
**SSR:** Secondary Surveillance Radar  
**TAS:** True Air Speed  
**TOM:** Time of Measurement  
**TSO:** Technical Standard Order  
**V<sub>APP</sub>:** Target approach airspeed  
**V<sub>FE</sub>:** Maximum flap extended speed  
**V<sub>H</sub>:** Maximum speed in level flight at maximum continuous power  
**V<sub>MO</sub>** Maximum operating limit speed  
**V<sub>NE</sub>** Never-exceed speed  
**V<sub>s</sub>** Stalling speed  
**V<sub>Y</sub>** Speed for best rate of climb

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 12 de 84</b>

**V<sub>2</sub>** Takeoff safety speed

**VFOM:** Vertical Figure of Merit

**VFR** Visual Flight Rules

**VMC** Visual Meteorological Conditions

**WAAS:** Wide Area Augmentation System

#### 4. ANTECEDENTES:

Esta CI solo aborda las consideraciones generales establecidas por la UAEAC para dar cumplimiento al numeral 91.847 de los RAC, en referencia a la instalación y operación de los sistemas ADS-B OUT. Para Colombia el equipo ADS-B OUT debe cumplir con la Orden Técnica Estándar (TSO) C166b.

ADS-B es una tecnología de vigilancia de última generación que incorpora equipos a bordo de las aeronaves y sistemas en tierra que proporcionan control de tráfico aéreo (ATC) con una imagen más precisa de la posición tridimensional de la aeronave en los entornos de ruta, terminal, aproximación y superficie. La aeronave transmite su identificación, posición, altitud, velocidad y otra información. Los sistemas en tierra son estaciones terrestres ADS-B, que reciben estas transmisiones y las dirigen a sistemas de automatización ATC para su presentación en la pantalla de un controlador. Además, las aeronaves equipadas con la capacidad ADS-B IN pueden recibir estas transmisiones y mostrar la información al piloto para mejorar la percepción de la situación de otro tráfico.

#### 5. REGULACIONES RELACIONADAS:

Reglamentos Aeronáuticos de Colombia RAC 91.847

#### 6. OTRAS REFERENCIAS

- FAA AC 20-165B - Airworthiness Approval of Automatic Dependent Surveillance Broadcast OUT Systems
- 14 CFR Part 91 §91.225- Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Out equipment and use.
- 14 CFR Part 91 §91.227- Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Out equipment performance requirements.

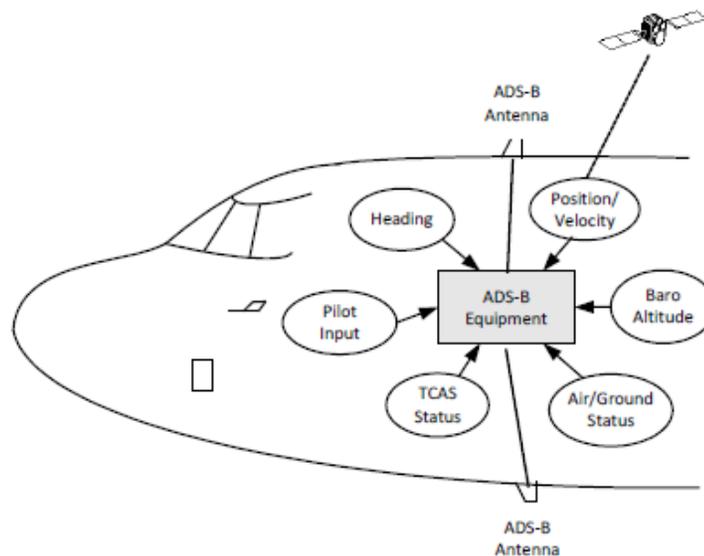
 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia</b> 5000-082	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 13 de 84</b>

- Guía OACI de consideraciones técnicas operacionales para la implantación del ADS-B en la Región SAM Versión 1.2.
- EUROCAE ED 129 technical specification for a 1090 Mhz Extended Squitter ADS-B Ground System
- RTCA 229D - Minimum Operational Performance Standards for Global Positioning System/Wide Area Augmentation System Airborne Equipment.
- RTCA 260 - Minimum Operational Performance Standards for 1090 MHz Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Services – Broadcast (TIS-B)

## 7. MATERIA:

### 7.1. Descripción

ADS-B es automático porque no se requiere una interrogación externa. Es dependiente porque depende de las fuentes de posición a bordo y de los sistemas de transmisión de difusión para proporcionar información de vigilancia al ATC y a otros usuarios. La Figura 1 a continuación proporciona una visión general funcional de un sistema ADS-B de la aeronave.



**Figura 1. Descripción funcional del sistema ADS-B OUT**

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 14 de 84</b>

### **7.1.1. ADS-B OUT, ADS-B IN y TIS-B**

ADS-B OUT se refiere a la transmisión de la información propia de la aeronave. ADS-B IN se refiere a la capacidad de una aeronave de recibir información ADS-B, como mensajes ADS-B de otras aeronaves o mensajes transmitidos de servicios de información de tráfico (TIS-B).

### **7.1.2. Enlaces ADS-B.**

En Colombia solo se acepta el enlace 1090 squitter extendido (1090ES). Este equipo opera en 1090 MHz y debe cumplir con los requisitos especificados en el TSO-C166b.

## **7.2. Proceso de Aprobación de la Instalación del Sistema ADS-B**

El proceso para la aprobación de la instalación del sistema deberá efectuarse de acuerdo con las directrices establecidas por la Secretaria de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil en el Memorando No. 5106.109 - 2018042335 de Septiembre 21 de 2018.

### **7.2.1. Consideraciones de instalación del ADS-B OUT**

Se hace referencia a las actualizaciones del manual de vuelo y las actualizaciones de las instrucciones para la aeronavegabilidad continuada (ICA). El sistema ADS-B OUT se describe en la figura 1. Incluye el equipo ADS-B, una fuente de posición, una fuente de altitud barométrica, una fuente de estado aire-tierra, una fuente si la aeronave está equipada con TCAS II, una fuente opcional de rumbo y todas las antenas y pantallas asociadas.

### **7.2.2. Manual de Vuelo de la Aeronave (AFM o RFM)**

Debe incluir las limitaciones operativas del ADS-B OUT, los procedimientos operacionales normales y una descripción del sistema en el Manual de Vuelo del Avión (AFM) o Manual de Vuelo del Helicóptero (RFM), o suplementos a estos manuales (AFMS o RFMS). El manual de vuelo también debe indicar que la instalación cumple con los requisitos del RAC 91.847 o equivalente. Esto se puede obtener agregando la siguiente declaración a la sección Procedimientos

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 15 de 84</b>

normales del manual de vuelo: “El sistema ADS-B OUT instalado se verificó el cumplimiento con los requisitos del numeral 91.847 de los RAC”.

#### 7.2.2.1. Limitaciones Operacionales

El manual de vuelo debe describir cualquier limitación operacional necesaria para una operación segura debido al diseño, la instalación o las características de operación.

#### 7.2.2.2. Procedimientos Operacionales

Describe los procedimientos normales y no normales para el sistema en el manual de vuelo.

- Describe cualquier acción que deba realizar el piloto.
- Describe cómo ingresar el código de Modo 3 / A, la identificación de vuelo, operar la función IDENT y activar o desactivar el estado de emergencia. Si el sistema ADS-B y el transponder no tienen un solo punto de entrada para el código Modo 3 / A, IDENT y estado de emergencia, los procedimientos del manual de vuelo deben garantizar que no se transmita información conflictiva del sistema ADS-B y el transponder.
- Describe cualquier información del ADS-B OUT y proporciona instrucciones al piloto sobre cómo responder a cualquier condición de error.
- Describe cómo se puede deshabilitar el sistema ADS-B OUT, si existe la posibilidad de desactivarlo. Además, describe los medios a través de los cuales el piloto puede detectar que el sistema ha sido desactivado. El manual de vuelo debe abordar los efectos de apagar el sistema ADS-B OUT, incluyendo los efectos sobre el transponder y el TCAS II si deshabilitar el sistema ADS-B OUT también desactiva el transponder o el TCAS II.
- Incluir orientación en el manual de vuelo sobre cuándo habilitar el sistema ADS-B OUT. El sistema ADS-B OUT debe estar habilitado (encendido) durante todas las fases de la operación de vuelo, incluidas las operaciones de movimiento en la superficie del aeropuerto. Las aplicaciones de superficie ADS-B IN y la vigilancia de superficie ATC utilizarán transmisiones ADS-B OUT; por lo tanto, es importante que los sistemas ADS-B OUT de la aeronave continúen transmitiendo en la superficie del aeropuerto. Si la función ADS-B OUT está integrada en un transponder en Modo S, el manual de vuelo, las listas de verificación y

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 16 de 84</b>

los manuales de procedimientos del operador se deben actualizar de acuerdo con la guía de operaciones ADS-B OUT.

Nota: Históricamente, los transponder han sido activados por la tripulación de vuelo al ingresar a la pista para el despegue y apagados o al modo de espera al salir de la pista después del aterrizaje. Cuando ADS-B está integrado en un transponder en Modo S, la guía existente para el funcionamiento del transponder debe actualizarse para garantizar que el sistema ADS-B esté funcionando durante las operaciones de movimiento en la superficie del aeropuerto.

#### 7.2.2.3. Descripción del Sistema

Describe el sistema ADS-B OUT y la interfaz con otros sistemas en el avión en el manual de vuelo. Si se conectan múltiples fuentes de posición al transmisor ADS-B, describa el mecanismo de selección de fuente y las indicaciones relacionadas.

### 7.2.3. Requisitos de aeronavegabilidad continuada

#### 7.2.3.1. Equipo ADS-B OUT.

Siga las instrucciones del fabricante del equipo ADS-B para la inspección periódica y el mantenimiento del sistema ADS-B. Se deben proporcionar las instrucciones de aeronavegabilidad continuada – ICA para mantener operativo el equipo ADS-B.

#### 7.2.3.2. Funcionalidad ADS-B en un transponder.

Los transponder que incorporan la funcionalidad ADS-B (como con 1090ES) deben continuar cumpliendo con los requisitos operacionales del RAC 91 y con las pruebas e inspecciones del sistema transponder indicadas en el apéndice 4 del RAC 43.

#### 7.2.3.3. Sistemas altimétricos y equipo de reporte de altitud.

El equipo de reporte de altitud conectado al sistema ADS-B debe cumplir con todos los requisitos aplicables del RAC 91 y de prueba e inspección del RAC 43. Si el sistema altimétrico cumple con los estándares de separación vertical mínima reducida (RVSM), se deben cumplir los requisitos y tolerancias establecidos en el programa de mantenimiento RVSM aprobado. La instalación de ADS-B no modifica estos requisitos.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 17 de 84</b>

#### 7.2.3.4. Mantenimiento y cambios de diseño en los componentes de interfaz.

El sistema ADS-B interactúa con múltiples componentes externos, como fuentes de posición y fuentes altimétricas. El instalador debe listar todos los componentes de interfaz en el ICA. Es importante que cualquier mantenimiento futuro o cambios de diseño en estos componentes de interfaz se lleven a cabo de tal manera que no se afecte el rendimiento satisfactorio y continuo del sistema ADS-B.

➤ **Mantenimiento del sistema ADS-B.**

La instalación del sistema ADS-B debe incluir ICA que cumpla con los requisitos típicos para la instalación de un sistema, lo que incluye cómo realizar una verificación funcional completa del sistema.

➤ **Componentes del sistema de origen ADS-B.**

Aunque el instalador puede no tener acceso al sistema fuente específico del ICA para incorporar cambios en esos documentos específicos, el instalador debe hacer un análisis de los sistemas fuente para determinar qué acciones de mantenimiento en esos sistemas fuente requerirían una prueba funcional del sistema ADS-B para verificar que está funcionando correctamente. En particular, aquellos sistemas que proporcionan una entrada dedicada al sistema ADS-B que no pueden verificarse por otros medios deben probarse como parte del sistema ADS-B como un todo. Una vez que el instalador identifica esas acciones, debe proporcionarlas en lenguaje claro para que el operador lo incluya en su ICA. Si el instalador determina que la remoción y reemplazo del receptor GPS requiere una verificación funcional completa del sistema ADS-B porque la entrada de GPS al ADS-B no se puede verificar por otros medios, sus instrucciones para el operador deben indicar esto. Por ejemplo:

Modifique las instrucciones ICA en su manual de mantenimiento GPS para incluir la siguiente declaración: "Remoción y reemplazo del receptor GPS también requiere una verificación funcional completa del sistema ADS-B por MM XX-XX-XX, Pag. xxx. Haga una entrada en el libro de vuelo para la realización de esta prueba "...

➤ **Cambios de diseño en los componentes de interfaz.**

Asegurar la aeronavegabilidad continuada del sistema ADS-B después de actualizaciones de los componentes de interfaz podría ser problemático si el instalador del sistema ADS-B no es consciente de los

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 18 de 84</b>

cambios de diseño en los componentes de interfaz o si el instalador del componente de interfaz actualizado no es consciente de un posible impacto al sistema ADS-B. Para evitar este problema, el instalador del sistema ADS-B debe actualizar el ICA para cada sistema de interfaz con un proceso que garantice la aeronavegabilidad continuada del sistema ADS-B después de los cambios de diseño en el componente de interfaz.

### **7.3. Guía de Instalación del ADS-B OUT**

#### **7.3.1. Guía general de instalación**

##### **7.3.1.1. Calificación ambiental.**

Asegúrese que la calificación ambiental del equipo instalado sea apropiada para la aeronave de acuerdo con el documento de la RTCA DO-160 versiones D, E, F, y G, "Condiciones ambientales y procedimientos de prueba para equipos abordo".

##### **7.3.1.2. Evaluación de Seguridad del Sistema.**

El parámetro Seguridad de Diseño del Sistema (SDA) del ADS-B indica la probabilidad de un mal funcionamiento del sistema ADS-B que causa que se transmita información falsa o equivocada de posición. El SDA puede preestablecerse en la instalación para sistemas que no usan múltiples fuentes de posición con diferentes niveles de seguridad de diseño; de otra manera, el sistema debe ser capaz de ajustar el parámetro SDA de transmisión para que coincida con la posición fuente que se emplea en el momento de la transmisión.

##### **7.3.1.2.1. Arquitectura compatible.**

El Equipo ADS-B que cumple con los requisitos mínimos de rendimiento del TSO-C166b y está directamente conectado a una fuente de posición que cumple con los requisitos mínimos de rendimiento de cualquier revisión de los siguientes TSO pueden establecer el SDA = 2 sin más análisis:

- TSO-C129
- TSO-C145
- TSO-C146
- TSO-C196

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 19 de 84</b>

Para instalaciones en aeronaves con arquitecturas de sistemas más complejas, se requiere una evaluación de la seguridad del sistema, como se describe a continuación, para establecer la SDA. Las instalaciones de sistemas ADS-B no certificados deben establecer SDA = 0 con la siguiente excepción: aeronaves experimentales, ultralivianos y ALS, pueden instalar un equipo no aprobado y establecer el SDA de acuerdo con el manual de instalación del fabricante del equipo, siempre que el equipo opere en la frecuencia 1090 MHz y tenga declaración de cumplimiento del fabricante del equipo de los requisitos establecidos en FAR § 91.227 o RAC 91.847.

#### 7.3.1.2.2. Realización de la evaluación de seguridad del sistema.

Sistemas ADS-B que utilizan fuentes de posición no enumeradas en la sección 7.3.1.2.1 o sistemas con dispositivos intermediarios como concentradores de datos deben realizar una evaluación de seguridad del sistema y establecer la SDA de acuerdo con los resultados de la evaluación. Sistemas integrados a través de una arquitectura de buses de datos altamente integrada deben completar la evaluación de seguridad del sistema. La evaluación de seguridad del sistema debe demostrar que el sistema instalado cumple todos los requisitos del TSO-C166b para establecer el SDA = 2 o 3. Esto puede lograrse utilizando los métodos, por ejemplo, como se describe en

- FAA AC 25.1309-1 (), Diseño del sistema y análisis;
- AC 23.1309-1 (), Análisis de seguridad del sistema y evaluación para aeronaves FAR (RAC) 23.
- SAE International Aerospace Recommended Practice (ARP) 4761,
- Proceso en Sistemas y Equipos Civiles Aerotransportados; o
- SAE ARP 4754A.

Si el sistema contiene diferentes niveles de seguridad de diseño para hardware y software, se debe usar el peor caso. Por ejemplo, si el nivel de seguridad del hardware es C, y el nivel de seguridad del software es B, la SDA indicaría que el sistema ha sido calificado acorde con una condición de falla Mayor. Si el sistema ADS-B es integrado con un GPS no certificado, la SDA se debe establecer en "0".

Nota: Aunque los efectos directos a su aeronave de una falla del ADS-B pueden ser menores, la información ADS-B OUT será utilizada por otros aviones equipados con ADS-B IN y por el ATC. Por lo tanto, las

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 20 de 84</b>

disposiciones de la AC 23.1309-1 () que permiten la reducción de las probabilidades de falla y el nivel de seguridad de diseño para los aviones de menos de 6,000 libras no se aplican en este caso al sistema ADS-B OUT.

#### 7.3.1.2.3 Seguridad del diseño del equipo existente.

La instalación en la aeronave puede hacer uso de algunos equipos certificados para su uso con un sistema de transpondedor existente. No hay intención para esta evaluación de seguridad para promover el reemplazo de la altimetría existente, controles de vuelo, instrumentos de rumbo o antenas. Por el contrario, la instalación de la fuente de posición debe cumplir con la guía de esta CI, incluyendo consideraciones de aseguramiento del diseño.

#### 7.3.1.3. Latencia de posición.

Latencia es la diferencia entre el momento en que se toma una medición para determinar la posición geométrica de la aeronave y el momento en que el equipo ADS-B de la aeronave transmite esa medida de posición. Limitar la latencia en los sistemas ADS-B minimiza los errores en la posición reportada. Los equipos ADS-B que cumplen con el TSO-C166b compensan la latencia al extrapolar la posición en función de la información de velocidad. Los aplicantes deben demostrar el cumplimiento de los requisitos de latencia de la sección 7.3.1.3.1 Esto se puede hacer estableciendo una arquitectura compatible como la que se lista en la sección 7.3.1.3.2. o realizando un análisis como el detallado en sección 7.3.1.3.3. Los términos de latencia se definen adicionalmente en el Apéndice C de la circular de asesoramiento de la FAA AC 20-165B.

Nota 1: Para demostrar el cumplimiento con FAR § 91.227 o RAC 91.847, debe calcular la latencia desde el tiempo de medición (TOM) de la fuente de posición. No calcule la latencia desde el tiempo de aplicación de la fuente de posición, como se define en el documento RTCA (DO)-260B, Estándares de rendimiento mínimos de operación para el ADS-B 1090 MHz ES y TIS-B.

#### 7.3.1.3.1. Requisitos de latencia de posición.

Hay dos requisitos de latencia de posición asociados con ADS-B OUT:

1. Latencia total. La latencia total se define como la diferencia entre el momento en que se mide la posición y el momento en que la posición

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 21 de 84</b>

es transmitida desde la aeronave. Para cumplir con el RAC 91.847 la latencia total debe ser menor o igual a 2.0 segundos.

2. Latencia no compensada. Latencia no compensada es la diferencia entre el momento de aplicabilidad de la posición transmitida y el momento real en que la posición es transmitida desde el sistema ADS-B. Para cumplir con el RAC 91.847 la latencia no compensada debe ser menor o igual a 0.6 segundos. La aeronave debe compensar cualquier latencia mayor de 0,6 segundos, pero no debe sobrecompensar (es decir, corregir la posición del avión) en más de 0.2 segundos.

Nota: El Comité Especial RTCA 186, que desarrolló los MOPS para el sistema ADS-B OUT recomienda que este sistema transmita la información de posición con una latencia no compensada igual o menor de 0.4 segundos. Esta recomendación es para apoyar futuras aplicaciones ADS-B IN. Los requisitos de latencia del FAR-91.227, o RAC 91.847 soportan los servicios de separación ATC y las aplicaciones básicas iniciales de ADS-B IN. Sin embargo, se recomienda minimizar la latencia no compensada tanto como sea posible en su instalación. Las recomendaciones para minimizar la latencia están incluidas en el Apéndice C de la circular de asesoramiento de la FAA AC 20-165B.

#### 7.3.1.3.2. Arquitectura Compatible

Los sistemas ADS-B que cumplen con TSO-C166b, conectados directamente una fuente de posición que cumple los requisitos de cualquier revisión de TSO-C145, TSO-C146, o TSO-C196 satisfacen los requisitos de latencia total y de latencia no compensada. Los sistemas con una arquitectura compatible no necesitan realizar un análisis de latencia de posición y velocidad.

#### 7.3.1.3.3. Análisis de latencia de posición.

Si está instalando un sistema ADS-B que no cumple con los requisitos arquitectura descrita en la sección 7.3.1.3.2 debe realizar un análisis de latencia para demostrar que el sistema ADS-B cumple con los requisitos de latencia total y de latencia no compensada. Para los sistemas integrados a través de una arquitectura de bus de datos altamente integrada se debe realizar el análisis de latencia. El Apéndice C de la circular de asesoramiento de la FAA AC 20-165B proporciona un método aceptable para realizar el análisis de latencia.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 22 de 84</b>

#### 7.3.1.4. Latencia de Integridad métrica.

Existe un margen para las fuentes de posición del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) para retrasar la actualización del radio de contención de integridad mientras intenta detectar y excluir los satélites averiados. FAR § 91.227 y RAC 91.847 permite hasta 12 segundos para que el sistema ADS-B transmita un cambio en la Categoría de Integridad de Navegación (NIC). Estos 12 segundos son permitidos para cualquier fuente de posición, no solo para las fuentes GNSS. Los 12 segundos incluyen tanto el tiempo para que la fuente de posición detecte la falla como el tiempo para que el Sistema ADS-B transmita la indicación de falla. El requisito para indicar un cambio de NIC se aplica al tiempo entre el momento en que se transmite por primera vez una posición errónea y el momento en que la NIC actualizada se transmite indicando la falla. El tiempo total para actualizar la NIC está basado en el efecto acumulativo de (1) tiempo de detección y exclusión de la falla de la fuente de posición, y (2) el peor caso de la diferencia de transmisión asíncrona entre el momento en que la posición errónea se transmite y el momento en que se transmite la NIC que indica la falla.

##### 7.3.1.4.1. Arquitectura compatible.

El equipo ADS-B que cumple con los requisitos mínimos de rendimiento del TSO-C166b que está conectado directamente a una fuente de posición que cumple con los requisitos mínimos de rendimiento de cualquier revisión de TSO-C129, TSO-C145, TSO-C146 o TSO-C196 normalmente cumplirá con los requisitos de latencia de integridad. Para estos sistemas solo necesita demostrar, mediante análisis, que un fallo de satélite GNSS no aislado detectado por la fuente de posición se pasa correctamente al equipo ADS-B y que el equipo ADS-B indica una posición inválida transmitiendo la integridad de posición y las medidas de precisión iguales a cero.

Nota: El sensor ARINC 743A-5, GNSS, permite flexibilidad en cómo se transfiere la información durante el fallo de un satélite; Por consiguiente, es necesario asegurar que una falla de satélite no aislada resulte en la indicación del ADS-B de una posición inválida.

##### 7.3.1.4.2. Análisis de latencia de la medida de integridad.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 23 de 84</b>

Si está instalando un sistema ADS-B sin una arquitectura compatible, como el descrito anteriormente, debe realizar un análisis de latencia para demostrar que el sistema ADS-B cumple con los requisitos de latencia de la medida de integridad. El análisis de latencia debe incluir el tiempo máximo para que una fuente de posición indique un error de integridad, cualquier retraso adicional de un dispositivo intermediario, como un concentrador de datos, y el retraso incorporado por el equipo ADS-B.

#### 7.3.1.5. Seguridad de diseño del sistema (SDA) y latencia del nivel de integridad de la fuente (SIL).

El FAR § 91.227 y RAC 91.847 requieren la transmisión de cambios del SDA o SIL dentro de 10 segundos. Los cambios en el SDA o SIL típicamente ocurrirán cuando se pierden todas las fuentes de posición, o cuando una fuente de posición secundaria está integrada en un sistema ADS-B y esa fuente secundaria tiene una SDA o SIL diferente a la fuente de posición primaria. Si integra múltiples fuentes de posición con diferentes SDA o SIL, debe demostrar durante las pruebas en tierra que un cambio en la fuente de posición da como resultado una SDA y SIL actualizados dentro de los 10 segundos. Si integra un transmisor ADS-B con un GPS no certificado, el SDA y SIL deben configurarse en "0".

#### 7.3.1.6. Ingreso de los elementos del mensaje.

El FAR § 91.227 y RAC 91.847 enumeran los parámetros que se deben ingresar (es decir, no un valor nulo) para la operación en el espacio aéreo controlado con ADS-B. Todos los parámetros transmitidos por el sistema ADS-B deben cumplir con los estándares del TSO-C166b y no puede contener información falsa o información confusa.

### 7.3.2. Equipo ADS-B.

#### 7.3.2.1. Elegibilidad del equipo.

El equipo ADS-B debe cumplir con los requisitos de rendimiento especificados en el TSO-C166b. La instalación debe cumplir con los requisitos de RAC 91.847 y no habrá excepciones para aeronaves con certificado de aeronavegabilidad estándar.

#### 7.3.2.2. Guía de instalación.

##### 7.3.2.2.1. Clasificaciones mixtas de transmisión / recepción.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 24 de 84</b>

El TSO-C166b permite configuración de equipos Clase A de transmisión solamente con equipos Clase A de solo recepción. No hay restricciones para instalar una cierta clase de equipo de recepción con una clase diferente de equipo transmisor. Por ejemplo, una unidad de transmisión solamente Clase A3 puede ser usada en la misma aeronave con una unidad de recepción solamente clase A1.

#### 7.3.2.2.2. Transmisores independientes 1090ES.

El documento RTCA DO-260B, sección 2.2.2.2, solo permite transmisores autónomos 1090ES clase A0 y B0 (no integrados con un transponder). Esta CI no cubre la aprobación de instalación para transmisores 1090ES clase A0 o B0 porque no cumplen con el RAC 91.847.

#### 7.3.2.2.3. Múltiples Sistemas ADS-B OUT.

Si la aeronave tiene la capacidad de operar un sistema 1090ES con un transponder modo S, los sistemas deben tener un único punto de entrada para el código de emergencia, IDENT y el código de Modo 3 / A. Ningún sistema puede usar la función de anonimato (dirección aleatoria). Si se instalan dos sistemas ADS-B OUT 1090ES, la instalación debe impedir el funcionamiento simultáneo de ambos sistemas. Además, los sistemas duales deben ser del mismo nivel de versión.

#### 7.3.2.3. Configuración de parámetros asociados.

Esta sección proporciona una guía adicional para configurar los parámetros clave ADS-B OUT. Las definiciones para cada uno de los siguientes parámetros asociados se incluyen en el Apéndice A de esta CI.

##### 7.3.2.3.1. Dirección OACI de 24 bits

Se debe configurar la dirección OACI de 24 bits durante la instalación de acuerdo con las instrucciones del fabricante del equipo ADS-B. Para las aeronaves civiles la dirección OACI de 24 bits se establece actualmente en función de la matrícula de la aeronave. Para solicitar el código correspondiente se debe hacer la solicitud en la Oficina de Registro de la UAEAC.

Nota 1: La dirección OACI de 24 bits también es utilizada por el transponder en Modo S. Para la adición de ADS-B (1090ES) en una instalación de transponder en Modo S existente, verifique que la dirección OACI de 24 bits de la OACI corresponde con la matrícula de la aeronave.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 25 de 84</b>

Nota 2: La dirección OACI de 24 bits deberá actualizarse si cambia la matrícula de la aeronave.

Nota 3: las instrucciones de instalación pueden requerir ingresar la dirección de 24 bits como un número Octal, Decimal o Hexadecimal (es decir,  $50604331_{\text{Octal}} = 10684633_{\text{Decimal}} = A308D9_{\text{Hex}}$ ). Asegúrese de usar el número de base correcto cuando configura el sistema ADS-B.

### 7.3.2.3.2. Largo y ancho de la aeronave.

Este parámetro debe configurarse durante la instalación. No configure el parámetro de longitud y ancho a un valor de "0", ya que el código de longitud y ancho es requerido por RAC 91.847. El código de longitud y ancho elegido debe ser el valor más pequeño que abarca toda la aeronave y cualquier objeto fijo. Para aviones de ala fija, esta puede ser la nariz u otro objeto fijo hacia adelante de la nariz, como un sensor Pitot. Para helicópteros, este puede ser el punto más hacia adelante, hacia atrás y lateral donde las palas del rotor barren o algún otro fijo objeto como una bomba de reabastecimiento de combustible. Ver (ver figura 2).

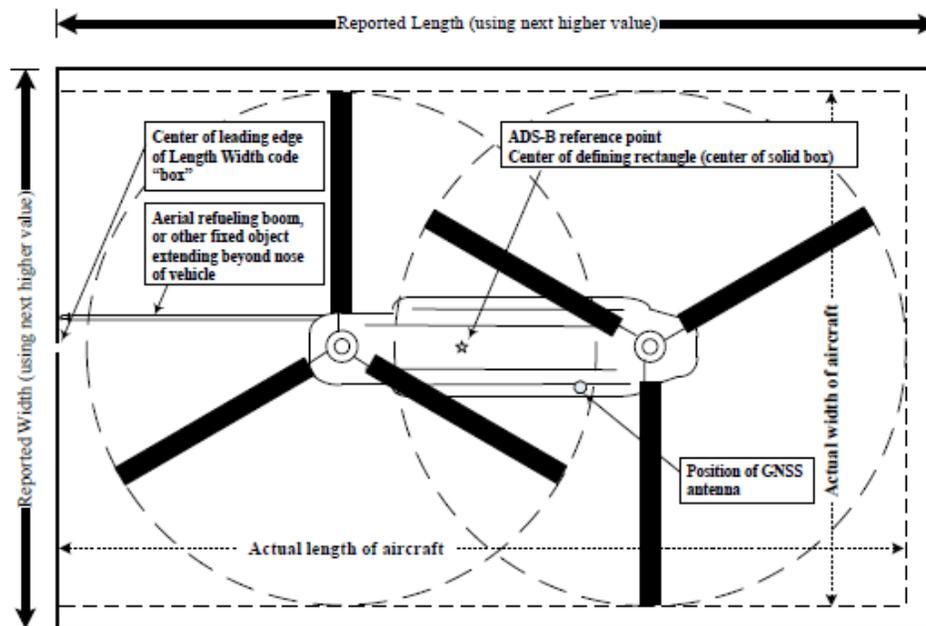


Figura 2. Ejemplo de determinación de la longitud y ancho de la aeronave.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 26 de 84</b>

#### 7.3.2.3.3. Capacidad ADS-B IN.

Este parámetro debe configurarse para indicar si la aeronave tiene un Sistema ADS-B IN instalado, y puede procesar mensajes ADS-B para brindar soporte en al menos una aplicación ADS-B IN. Para facilitar la instalación, el parámetro no tiene que indicar el estado operacional del sistema ADS-B IN.

#### 7.3.2.3.4. Categoría del emisor.

Establezca la categoría del emisor según las instrucciones del fabricante. La Tabla 1 a continuación proporciona una guía para establecer la categoría de emisor que es apropiada para el tipo de aeronave en la que se está instalando.

<b>Emitter Category</b>	<b>Description</b>
No Emitter Category	Do not use this emitter category. If no emitter category fits your installation, seek guidance from the FAA as appropriate.
Light Airplane < 15,500 lbs	Any airplane with a maximum takeoff weight less than 15,500 pounds. This includes very light aircraft (light-sport aircraft) that do not meet the requirements of 14 CFR 103.1.
Small Airplane $\geq$ 15,500 to < 75,000 lbs	Any airplane with a maximum takeoff weight greater than or equal to 15,500 pounds but less than 75,000 pounds.
Large Airplane $\geq$ 75,000 to < 300,000 lbs	Any airplane with a maximum takeoff weight greater than or equal to 75,000 pounds but less than 300,000 pounds that does not qualify for the high vortex category.
Large Airplane with High Vortex	Any airplane with a maximum takeoff weight greater than or equal to 75,000 pounds but less than 300,000 pounds that has been determined to generate a high wake vortex. Currently, the Boeing 757 is the only example.
Heavy $\geq$ 300,000 lbs	Any airplane with a maximum takeoff weight equal to or above 300,000 pounds.
High Performance > 5 G and > 400 TAS	Any airplane, regardless of weight, that can maneuver in excess of 5 G's and maintain true airspeed above 400 knots.
Rotorcraft	Any rotorcraft, regardless of weight.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 27 de 84</b>

Glider / Sailplane	Any glider or sailplane, regardless of weight.
Lighter Than Air	Any lighter-than-air (airship or balloon), regardless of weight.
Parachute / Sky Diver	For use by parachute / sky divers.
Ultralight Vehicle	A vehicle that meets the requirements of 14 CFR 103.1. Light sport aircraft should not use the ultralight emitter category unless they meet 14 CFR 103.1.
UAV	Any unmanned aerial vehicle or system regardless of weight.
Space/Trans-atmospheric Vehicle	For use by space/trans-atmospheric vehicles.
No ADS-B Emitter Category Information	Do not use this emitter category. Refer to category 0 above.
Surface Vehicle—Emergency Vehicle	For use by surface emergency vehicles.
Surface Vehicle—Service Vehicle	For use by surface vehicles.
Point Obstacle (Includes Tethered Balloons)	For use by point obstacles to include tethered Balloons.
Cluster Obstacle	For use by cluster obstacles.
Line Obstacle	For use by line obstacles.

**Table 1. Emitter Category**

### 7.3.3. Fuente de posición.

#### 7.3.3.1. Elegibilidad del equipo.

El literal (g) del numeral 91.847 de los RAC establece las posibles fuentes de información de posición. Se deben usar los equipos de navegación existentes y los estándares de aeronavegabilidad; sin embargo, deben contar con alguna aumentación para cumplir los requisitos asociados con el ADS-B. Una autorización de TSO por sí sola no es suficiente para garantizar la compatibilidad ADS-B. La fuente de posición también debe cumplir con los requisitos de rendimiento descritos en el Apéndice B de esta CI. El cumplimiento de los requisitos del Apéndice B puede documentarse en los manuales de instalación del fabricante de la fuente de posición.

Nota: No todas las fuentes de posición GNSS proporcionarán la misma disponibilidad. Consulte el Apéndice B para obtener más información sobre

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 28 de 84</b>

la disponibilidad de GNSS. La FAA recomienda fuentes de posición con TSO-C145 o TSO-C146, sin embargo, las fuentes de posición con TSO-C129 o TSO-C-196 también son satisfactorios de acuerdo con RAC 91.847.

#### 7.3.3.2. Guía de instalación.

##### 7.3.3.2.1. Guía de instalación.

La fuente de posición debe instalarse de acuerdo con la orientación aplicable. Las nuevas fuentes de posición GNSS se deben instalar de acuerdo con la Circular de Asesoramiento de la FAA AC 20-138 ().

##### 7.3.3.2.2. Fuente de posición e interfaz de equipo ADS-B.

A menos que el fabricante del equipo ADS-B haya analizado la interface entre la fuente de posición y el equipo ADS-B que está instalando, y específicamente una fuente de posición listada en el manual de instalación del equipo ADS-B, se debe proporcionar un análisis de la interface entre la fuente de posición y el equipo ADS-B que demuestre que la información tomada de la fuente de posición de la posición, la velocidad, la precisión de posición, la integridad de posición y la precisión de velocidad tomada de la fuente de posición es propiamente interpretada por el equipo ADS-B. Cuando se hacen modificaciones a una fuente de posición, el instalador debe determinar y probar aquellas partes del sistema ADS-B que se ven afectadas por la modificación y asegurarse de que el sistema ADS-B no se vea afectado negativamente.

Nota: Este análisis requerirá datos de diseño de ingeniería del fabricante del equipo ADS-B y / o del fabricante de la fuente de posición.

##### 7.3.3.2.3. Fuente de posición secundaria.

No es necesario disponer de una fuente de posición secundaria. Sin embargo, si conecta una fuente de posición secundaria al sistema ADS-B, debe cumplir con los requisitos del Apéndice B de esta CI.

##### 7.3.3.2.4. Selección de fuente de posición.

Si varias fuentes de posición (como MMR / GPS, IRS / INS / ADIRU o GPS1 y GPS2) son conectadas al equipo ADS-B, la fuente puede ser seleccionada manualmente por el piloto, o automáticamente por el sistema de navegación de la aeronave o por el equipo ADS-B. No se recomienda la selección automática de la fuente de posición ADS-B basada únicamente en la fuente de navegación en uso, ya que los

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 29 de 84</b>

requisitos operativos a veces prescriben una fuente de navegación que puede no proporcionar el mejor rendimiento ADS-B. Si el equipo ADS-B realiza la selección de la fuente de posición, debe hacerlo de acuerdo con TSO-C166b. Si se conectan múltiples fuentes al sistema ADS-B, debe haber un medio para que la tripulación de vuelo pueda determinar fácilmente cual fuente está seleccionada. Describir cómo se realiza esta selección en el AFM es un medio aceptable de cumplimiento.

Nota: El TSO-C166b requiere que el equipo ADS-B use una única fuente de posición para la latitud, longitud, velocidad horizontal, medidas de precisión e indicadores de integridad.

#### 7.3.3.2.5. Fuente de posición.

La fuente de posición ADS-B no necesita ser la misma fuente de posición utilizada para la navegación. Es aceptable que una fuente de posición GNSS esté integrada en el equipo ADS-B y proporcione información de posición al sistema ADS-B sin proporcionar ninguna información de navegación a otros sistemas a bordo. Como se describe en el Apéndice B de esta CI, una fuente de posición integrada GNSS aún debe cumplir los requisitos de TSO-C129(), TSO-C145(), TSO-C146() o TSO-C196().

#### 7.3.3.3. Configuración de parámetros asociados.

Esta sección proporciona una guía adicional para configurar los parámetros clave del ADS-B OUT. Las definiciones para cada uno de los siguientes parámetros asociados se incluyen en el Apéndice A.

##### 7.3.3.3.1. Latitud y longitud

El equipo ADS-B debe establecer la latitud y la longitud en función de la información de posición en tiempo real proporcionada por la fuente de posición.

##### 7.3.3.3.2. Velocidad horizontal.

El equipo ADS-B debe establecer la velocidad horizontal en función de la información de velocidad en tiempo real proporcionada por la fuente de posición. El equipo ADS-B debe transmitir una velocidad norte / sur y una velocidad este / oeste mientras está en el aire, y una combinación de velocidad terrestre (ground speed) y trayectoria terrestre (ground track) o rumbo mientras está en la superficie. Asegúrese de que la fuente de posición proporcione velocidad horizontal en ambos formatos o

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 30 de 84</b>

asegúrese de que el equipo ADS-B pueda convertir correctamente de un formato a otro. Se recomienda transmitir el rumbo en lugar de la trayectoria terrestre mientras está en la superficie. Consulte la sección 7.3.5.3 de esta CI para obtener información adicional sobre la interface de rumbo.

#### 7.3.3.3.3. Nivel de integridad de la fuente (SIL).

SIL es típicamente un valor estático (invariable) y puede establecerse en el momento de la instalación si se integra un único tipo de fuente de posición con el sistema ADS-B. SIL se basa únicamente en la probabilidad de la fuente de posición de exceder el valor de integridad reportado y se debe establecer en función de los datos de diseño del fabricante del equipo fuente de posición. Las instalaciones que obtienen SIL de fuentes de posición GNSS que cumplen con cualquier revisión de TSO-C129, TSO-C145, TSO-C146 o TSO-C196 y la salida de nivel de protección horizontal (HPL) o nivel de integridad horizontal (HIL) deben configurar el  $SIL = 3$  porque HPL y HIL se basan en una probabilidad de  $1 \times 10^{-7}$  por hora. No determine NIC o SIL con la información del Nivel de Incertidumbre Horizontal (HUL). Si se integra con un GPS no certificado, el SIL debe configurarse a "0".

#### 7.3.3.3.4. Suplemento de nivel de integridad de la fuente (SIL<sub>SUPP</sub>).

SIL<sub>SUPP</sub> se basa en si la probabilidad de la fuente de posición de exceder el valor de integridad reportado se calcula en una base por hora o por muestra y se debe establecer en función de los datos de diseño del fabricante del equipo fuente de posición. Los sistemas ADS-B interconectados con una fuente de posición GNSS que cumpla con cualquier revisión de TSO-C129, TSO-C145, TSO-C146 o TSO-C196 pueden programar SIL<sub>SUPP</sub> en "CERO", ya que las fuentes de posición GNSS usan una base por hora para integridad.

#### 7.3.3.3.5. Categoría de Integridad de Navegación (NIC).

El equipo ADS-B debe establecer la NIC en función de la medida de integridad en tiempo real proporcionada por la fuente de posición. Al interconectar las fuentes de posición GNSS, la NIC debe basarse en el HPL o HIL. Sin embargo, aunque los valores de HPL significativamente menores a 0.1 millas náuticas (nm) pueden emitirse a partir de fuentes de GNSS de frecuencia única, es posible que el HPL no logre el nivel de

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 31 de 84</b>

protección reportado ya que hay contribuciones de error que ya no se consideran insignificantes. Se deben revisar los datos de diseño de la fuente de posición para determinar si se tienen en cuenta todas las fuentes de error, o si la fuente de posición limita la salida de HPL, cuando se calcula un HPL basado en el RAIM sin aumentación. Esto se aplica a todas las fuentes de posición TSO-C129 () y TSO-C196 (), y a las fuentes de posición TSO-C145 () y TSO-C146 () cuando se opera en modos no aumentados donde el HPL se basa en RAIM. Esto puede aplicarse a algunas fuentes de posición incluso cuando se opera en modo aumentado. Si la fuente de posición no tiene en cuenta todos los errores o realiza la limitación de HPL adecuada, debe asegurarse de que la interface de la fuente de posición con el equipo ADS-B que limita la NIC  $\leq 8$ . Consulte el Apéndice B de esta CI para obtener información adicional sobre las consideraciones de HPL.

#### 7.3.3.3.6. Categoría de precisión de navegación para la posición ( $NAC_P$ ).

El equipo ADS-B debe establecer el  $NAC_P$  en función de la medida de precisión del 95 por ciento en tiempo real proporcionada por la fuente de posición. Al interconectar las fuentes GNSS, el  $NAC_P$  debe basarse en una Figura de Mérito Horizontal (HFOM) calificada.

#### 7.3.3.3.7. Categoría de precisión de navegación para velocidad ( $NAC_V$ ).

Configure el  $NAC_V$  según los datos de diseño proporcionados por el fabricante de la fuente de posición. El  $NAC_V$  puede actualizarse dinámicamente desde la fuente de posición o establecerse estáticamente en función de la calificación de la fuente de posición.

a) Un  $NAC_V = 1$  ( $<10$  m / s) puede establecerse permanentemente durante la instalación del equipo GNSS pasando las pruebas identificadas en el Apéndice B de esta CI, o puede establecerse dinámicamente a partir de la salida de precisión de velocidad de una posición fuente calificada de acuerdo con la orientación en el Apéndice B.

b) Un  $NAC_V = 2$  ( $<3$  m / s) debe establecerse dinámicamente a partir de la salida de precisión de velocidad de una fuente de posición calificada de acuerdo con la guía del Apéndice B. No preajuste permanentemente un  $NAC_V = 2$  en la instalación, incluso si la fuente de posición ha superado las pruebas identificadas en el Apéndice B.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 32 de 84</b>

c) Un  $NAC_v = 3$  o  $NAC_v = 4$  no se debe establecer en función de la precisión de la velocidad del GNSS a menos que pueda demostrar a la FAA que la precisión de la velocidad realmente cumple con el requisito.

#### 7.3.3.3.8. Altitud geométrica.

Asegúrese de que la altitud geométrica proporcionada por la fuente de posición se basa en Altura-Sobre-Elipsoide (HAE) en lugar de Altura-Sobre-Geoide (HAG). No interconecte una fuente de posición que proporcione HAG o altitud media del nivel del mar (MSL) al equipo ADS-B a menos que el equipo ADS-B tenga la capacidad de determinar la diferencia entre una entrada HAG y HAE, y el equipo ADS-B ha demostrado durante la aprobación del diseño que puede convertir correctamente HAG a HAE utilizando el mismo modelo que el puesto fuente. También sería aceptable demostrar que el error debido a la conversión de HAG a HAE no hace que se exceda el GVA.

#### 7.3.3.3.9. Precisión vertical geométrica (GVA).

Establezca el GVA según los datos de diseño proporcionados por el fabricante de la fuente de posición. Las fuentes de posición GNSS pueden proporcionar la precisión de altitud geométrica a través de la Figura vertical de mérito (VFOM). Si la fuente de posición no genera una métrica de precisión vertical calificada, el parámetro GVA debe establecerse en "0".

#### 7.3.3.3.10. Ángulo de trayectoria en tierra (Ground Track Angle).

Para las instalaciones que no tienen información de rumbo disponible, la trayectoria en tierra desde la fuente de posición debe transmitirse mientras está en la superficie. Muchas fuentes de posición proporcionarán información precisa de la trayectoria en tierra, pero la trayectoria en tierra solo puede ser precisa por encima de ciertas velocidades de avance. Si la trayectoria en tierra de la posición de posición es inexacta por debajo de cierta velocidad de avance y la fuente de posición no inhibe la salida de la trayectoria en tierra a estas velocidades más lentas, el instalador debe asegurarse de que el equipo ADS-B tenga la capacidad de invalidar la trayectoria en tierra cuando el GNSS la velocidad de tierra cae por debajo de 7 nudos. Las lecturas erróneas de la trayectoria en tierra podrían ser engañosas para las operaciones de superficie ATC y las aplicaciones ADS-B IN. Si la fuente de posición misma inhibe la salida de

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 33 de 84</b>

la trayectoria en tierra a velocidades más lentas donde la trayectoria en tierra sería inexacta, el instalador puede interconectar la pista de tierra de la fuente de posición con el equipo ADS-B sin ninguna restricción.

### **7.3.4. Fuente de altitud barométrica.**

#### **7.3.4.1. Elegibilidad del equipo.**

7.3.4.1.1. Use la altitud barométrica desde un altímetro barométrico que cumpla con los requisitos del numeral 91.847 de los RAC. Los siguientes tres párrafos son cada uno un medio aceptable de cumplimiento.

- TSO-C10 (cualquier revisión), altímetro de presión. tipo sensitivo.
- TSO-C106 (cualquier revisión), computadora de datos de aire.
- Asegúrese de que el equipo fue probado y calibrado para transmitir datos de altitud correspondientes dentro de los 125 pies (en una base de probabilidad del 95 %) del dato de altímetro indicado o calibrado normalmente utilizado para mantener la altitud de vuelo, con ese altímetro referenciado a 29.92 pulgadas de mercurio para altitudes desde el nivel del mar hasta la altitud máxima de operación de la aeronave.

7.3.4.1.2. Si corresponde, utilice un digitalizador que cumpla con los requisitos mínimos de rendimiento de cualquier revisión de TSO-C88, equipo automático generador de códigos de reporte de altitud de presión.

#### **7.3.4.2. Guía de instalación.**

7.3.4.2.1. La altitud barométrica utilizada para la transmisión ADS-B debe ser de la misma fuente de altitud que la altitud barométrica utilizada para la respuesta en Modo C del transpondedor ATC, si se instala un transpondedor de codificación de altitud en la aeronave.

7.3.4.2.2. El numeral 91.847 de los RAC no modifica ninguna regulación existente con respecto a la precisión o resolución de la altitud barométrica. Por ejemplo, si una operación como el RVSM requiere una resolución de altitud de 25 pies, esa resolución y precisión deben reflejarse en el mensaje ADS-B.

7.3.4.2.3. Si se utiliza una fuente de altitud secundaria cuando se selecciona un transpondedor secundario o se selecciona una fuente de altitud secundaria para un único transpondedor, la fuente de altitud para

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 34 de 84</b>

ADS-B también debe cambiarse para que la fuente de altitud permanezca igual para el transpondedor y sistema ADS-B.

#### 7.3.4.3. Configuración de los parámetros asociados.

Esta sección proporciona una guía adicional para configurar los parámetros clave ADS-B OUT. Las definiciones para cada uno de los siguientes parámetros asociados se incluyen en el Apéndice A:

##### 7.3.4.3.1. Altitud barométrica.

El equipo ADS-B debe actualizar la altitud barométrica en función de la altitud barométrica en tiempo real proporcionada por la fuente de altitud barométrica.

##### 7.3.4.3.2. Código de integridad de altitud barométrica (NIC<sub>BARO</sub>).

Se debe verificar el tipo de fuente de altitud instalada en la aeronave e interconectar el sistema de altitud según las instrucciones del fabricante del equipo ADS-B. Para aeronaves con una fuente de altitud aprobada no-Gillham, NIC<sub>BARO</sub> debe preajustarse en la instalación en "UNO". Para aeronaves con una fuente de altitud Gillham sin una verificación cruzada automática, NIC<sub>BARO</sub> se debe preajustar en la instalación en "CERO". Para aeronaves que realizan una verificación cruzada dinámica de una fuente de altitud Gillham con una segunda fuente de altitud, el NIC<sub>BARO</sub> se debe establecer en función del resultado de esta verificación cruzada. Se recomienda que las instalaciones ADS-B utilicen codificadores de altitud que no-Gillham para reducir la probabilidad de errores de altitud.

#### 7.3.5. Fuente de Rumbo (heading)

##### 7.3.5.1. Elegibilidad del equipo.

Para instalaciones que integren el rumbo en la superficie del aeropuerto, la fuente de rumbo debe cumplir con los requisitos mínimos de rendimiento de cualquier revisión de TSO-C5, Instrumento de dirección, no magnético (estabilizado giroscópicamente) o cualquier revisión de TSO-C6, Instrumento de dirección, magnético (Estabilizado giroscópicamente). El equipo debe tener la instalación apropiada y aprobación de aeronavegabilidad.

##### 7.3.5.2. Guía de instalación.

7.3.5.2.1. El rumbo no necesita provenir de la misma fuente que la posición y la velocidad.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 35 de 84</b>

7.3.5.2.2. No se requiere el interfaz de rumbo, pero se recomienda altamente si la aeronave tiene una fuente de rumbo aprobada.

7.3.5.3. Configuración de los parámetros asociados.

Cuando la aeronave está en la superficie, se requiere que el sistema ADS-B transmita ya sea rumbo o la trayectoria terrestre (Ground Track); sin embargo, se recomienda transmitir el rumbo si una fuente de información del rumbo está disponible y es válida. Se prefiere el rumbo verdadero, pero el rumbo magnético es aceptable. Asegúrese de que el tipo de rumbo (verdadero o magnético) interconectado con el equipo ADS-B coincida con el tipo de encabezado transmitido desde el equipo ADS-B.

### 7.3.6. Fuente de TCAS.

7.3.6.1. Elegibilidad del equipo.

Los sistemas TCAS II deben cumplir con cualquier revisión del TSO-C119a, y deben instalarse de acuerdo con la Circular de Asesoramiento de la FAA AC 20-131A, Aprobación de aeronavegabilidad de sistemas TCAS II y Transponders Modo S, o cualquier revisión de AC 20-151, Aprobación de Aeronavegabilidad de Sistemas TCAS II Versiones 7.0 y 7.1 y Transponders asociados Modo S, según corresponda. No hay interface ADS-B disponible o requerida para los sistemas TCAS I.

Nota: Muchas aeronaves estarán equipadas con un transponder modo S con funcionalidad ADS-B y un TCAS II. El transponder modo S se considera un componente del sistema TCAS II y también un componente del sistema ADS-B.

7.3.6.2. Guía de instalación.

7.3.6.2.1. Interface del TCAS II.

El TCAS II no es una parte requerida del sistema ADS-B; sin embargo, si un TCAS II está instalado en la aeronave, el equipo debe estar integrado para que los parámetros "TCAS instalado y operativo" y "estado de tráfico TCAS" indiquen el estado en tiempo real del TCAS II.

7.3.6.2.2. Vigilancia Híbrida del TCAS II.

Si se instala un sistema ADS-B IN en una aeronave equipada con un TCAS II con vigilancia híbrida conforme al documento RTCA / DO-300(), "MOPS para el sistema TCAS II con vigilancia híbrida", el TCAS II utilizará datos de posición ADS-B IN para reducir las tasas de interrogación de intrusos de amenaza baja. La información transmitida por los sistemas

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 36 de 84</b>

ADS-B OUT instalados de acuerdo con las recomendaciones de esta CI es adecuada para ser utilizada por el TCAS II con vigilancia híbrida. Consulte AC 20-151 () para obtener más información sobre la vigilancia híbrida.

#### 7.3.6.2.3. Mensajes TCAS.

La transmisión ADS-B de los mensajes "TCAS operacional" o "TCAS Resolution Advisory (RA) activo" no aumenta el nivel de riesgo del equipo ADS-B definido en TSO-C166b.

#### 7.3.6.3. Configuración de parámetros asociados.

Esta sección proporciona una guía adicional para configurar los parámetros clave del ADS-B OUT. Las definiciones para cada uno de los siguientes parámetros asociados se incluyen en la sección 3.1 y apéndice A de esta CI.

##### 7.3.6.3.1. TCAS instalado y operativo.

Este parámetro debe interactuar con el sistema TCAS II si este sistema está instalado en la aeronave. Este parámetro debe preajustarse a "CERO" si un TCAS II no está instalado en la aeronave o si está instalado un TCAS I. Normalmente, este parámetro ya se proporcionará al transponder Modo S del TCAS II. Los sistemas TCAS II que cumplen con TSO-C119 () indican que están operativos y pueden emitir un RA cuando transmiten Información de respuesta (RI) = 3 o 4 al transponder.

##### 7.3.6.3.2. Estado de tráfico TCAS.

Este parámetro debe interconectarse con el sistema TCAS II si está instalado un sistema TCAS II en la aeronave. El parámetro de estado de tráfico TCAS puede pre ajustarse a "CERO" de acuerdo con las instrucciones del fabricante del equipo ADS-B si no está instalado un TCAS II.

#### 7.3.7. Interfaz del piloto.

##### 7.3.7.1. Elegibilidad del equipo.

No hay requisitos de equipamiento únicos.

##### 7.3.7.2. Guía de instalación

###### 7.3.7.2.1. Estado del sistema.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 37 de 84</b>

La instalación debe disponer de un método para indicar el estado operacional del sistema a la tripulación de vuelo, y debe ser consistente con la filosofía general del diseño de la cabina de vuelo. El sistema debe indicar las entradas de la tripulación de vuelo, como el código del Modo 3 / A, los códigos de emergencia, la identificación y el código de llamada. Si se utiliza un transponder existente para ingresar códigos de Modo 3 / A, códigos de emergencia y la identificación en el sistema ADS-B, la interface de control del transponder actual es suficiente. Los siguientes dos anuncios de falla se deben incluir en la certificación de aeronavegabilidad inicial (es decir, STC o TC) para el equipo ADS-B OUT y deben ser consistentes con la filosofía general de diseño de la cabina de vuelo para los equipos de vigilancia. Estas condiciones de falla son solo de advertencia y no constituyen una condición de precaución o peligro.

1) Falla del dispositivo ADS-B.

Si el equipo ADS-B no puede transmitir mensajes ADS-B, el sistema debe proporcionar una anunciación apropiada a la tripulación de vuelo.

2) Falla de función ADS-B.

El sistema ADS-B depende de una fuente de posición para proporcionar los datos para completar los mensajes e informes ADS-B. Si la fuente de posición o su interface con el equipo ADS-B falla, el sistema ADS-B no podrá transmitir los datos ADS-B requeridos. En este caso, el equipo ADS-B no ha fallado, pero no puede realizar su función debido a una falla al recibir los datos de la fuente de posición. El sistema ADS-B debe distinguir entre una fuente de posición o falla de la interface y una falla del equipo ADS-B. El instalador debe proporcionar la documentación, en el manual de vuelo correspondiente, o el suplemento del manual de vuelo, que explica cómo diferenciar entre la anunciación de una falla del equipo y una falla de la función si las anunciaciones de falla no son independientes. La falla de la función ADS-B no debe causar una falla del sistema TCAS II.

Nota: Ciertas aplicaciones ADS-B IN avanzadas pueden requerir el conocimiento de la tripulación de vuelo del estado operacional ADS-B OUT de la propia aeronave.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 38 de 84</b>

#### 7.3.7.2.2. Desactivación del ADS-B.

El numeral 91.847 de los RAC requiere que todas las aeronaves equipadas con ADS-B OUT operen con el equipo encendido todo el tiempo. No hay requisitos para deshabilitar las transmisiones ADS-B a petición del ATC. Cuando la funcionalidad ADS-B se encuentra en el transponder en Modo S, es aceptable desactivar las transmisiones ADS-B desactivando el transponder (es decir, "Standby" o "Off"). Si se utiliza esta arquitectura, especifique el impacto en el manual de vuelo o en la guía del piloto (por ejemplo, pérdida de funcionalidad del ADS-B, transponder y TCAS). Ubique los controles de activación / desactivación de ADS-B para evitar una activación inadvertida.

#### 7.3.7.3. Configuración de parámetros asociados.

Esta sección proporciona una guía adicional para configurar los parámetros clave ADS-B OUT. Las definiciones para cada uno de los siguientes parámetros asociados se incluyen en la sección 3.1 y el apéndice A de esta CI.

##### 7.3.7.3.1. Código de llamada / ID de vuelo.

La matrícula de la aeronave asignada se debe configurar como el código de llamada / identificación de vuelo durante la instalación. Los procedimientos para seleccionar dinámicamente un código de llamada deben incluirse en el manual de vuelo o en la guía del piloto si el equipo ADS-B proporciona un medio para ingresar un código de llamada. Si es seleccionable por el piloto, el código de llamada / identificación del vuelo debería ser claro la tripulación de vuelo. Cuando el sistema de la aeronave está encendido, el código de llamada / identificación del vuelo se debe completar. En el encendido inicial, es aceptable que el código de llamada / identificación de vuelo revierta a un código de llamada previamente establecido antes de apagarlo, o al número de matrícula de la aeronave. Nota: El código de llamada / identificación de vuelo preestablecido deberá actualizarse si se cambia la matrícula de la aeronave.

##### 7.3.7.3.2. Estado de emergencia.

La instalación debe proporcionar un medio para que el piloto ingrese el estado de emergencia de la aeronave. Aunque el TSO-C166b identifica múltiples códigos de emergencia, solo los códigos para emergencias generales, falla de comunicaciones e interferencia ilícita deben estar disponibles para su difusión. Es aceptable basar el estado de emergencia

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 39 de 84</b>

de ADS-B en la entrada del código de estado de emergencia en el transponder (es decir, los códigos de Modo 3 / A 7500, 7600 y 7700). Consulte la sección 7.3.7.3.5 de esta CI para obtener información sobre el punto de entrada único del estado de emergencia.

#### 7.3.7.3.3. IDENT (Identificación)

La instalación debe proporcionar un medio para que el piloto ingrese la Identificación. Consulte la sección 7.3.7.3.5 de esta CI para obtener información sobre el punto de entrada único de Identificación.

#### 7.3.7.3.4. Modo 3 / A Código.

La instalación debe proporcionar un medio para que el piloto ingrese el código de Modo 3 / A. Consulte la sección 7.3.7.3.5 de esta CI para obtener información sobre el único punto de entrada del código de Modo 3 / A.

#### 7.3.7.3.2. Punto de entrada único.

Las aeronaves equipadas con un transponder separado y un sistema ADS-B deben proporcionar al piloto un único punto de entrada a ambos sistemas para el código Modo 3 / A, IDENT y estado de emergencia. Si el equipo ADS-B establece el estado de emergencia, el IDENT o el código de Modo 3 / A en función de la entrada de estos parámetros en un transponder por separado, el STC / TC debe identificar las interfaces apropiadas del transponder. La experiencia en el programa CAPSTONE de Alaska de la FAA demostró que la mitigación de los operadores para prevenir introducir diferentes códigos en el transponder y en el sistema ADS-B no fueron efectivos y dieron lugar a numerosas alertas falsas y engañosas de proximidad para el ATC. Además, existen problemas de carga de trabajo y de seguridad al requerir que el piloto ingrese el código Modo 3 / A, IDENT y los códigos de emergencia varias veces.

### 7.3.8. Interface de la antena ADS-B.

#### 7.3.8.1. Ubicación de la antena y número requerido.

La antena ADS-B de la aeronave es una parte importante del sistema general ADS-B OUT porque los sistemas de antena son grandes contribuyentes al rendimiento del enlace del sistema. La ubicación y la cantidad de antenas requeridas para el sistema ADS-B OUT en vuelo es una función de la clase de equipo del enlace de transmisión seleccionado.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 40 de 84</b>

Se permiten instalaciones con antena única en la parte inferior (TSO-C166b A1S y B1S). Para el enlace 1090ES, se requiere una potencia de transmisión mínima de 125 vatios en la salida de la antena.

#### 7.3.8.2. Elegibilidad del equipo.

Las antenas ADS-B deben cumplir los requisitos definidos en el manual de instalación del fabricante del equipo ADS-B.

#### 7.3.8.3. Guía de instalación.

##### 7.3.8.3.1. Usar una antena existente.

Cuando se usa un sistema de antena existente, si la instalación no modifica las antenas existentes, el cableado o las especificaciones de salida, no es necesario volver a evaluar la instalación de la antena.

##### 7.3.8.3.2. Instalación de una nueva antena compartida de transponder / ADS-B.

Siga la guía de instalación de la antena del transponder en la Circular de Asesoramiento de la FAA AC 20-151c.

##### 7.3.8.3.3. Antena individual.

Los sistemas de una sola antena deben usar una antena montada en la parte inferior.

#### 7.3.8.4. Configuración de los parámetros asociados.

Esta sección proporciona una guía adicional para configurar los parámetros clave ADS-B OUT. Las definiciones para cada uno de los siguientes parámetros asociados se incluyen en la sección 3.1 de esta CI.

##### 7.3.8.4.1. Desplazamiento (offset) de antena GNSS y desplazamiento de posición aplicado (POA).

Aunque no es un requisito del numeral 91.847 de los RAC, se recomienda altamente a los fabricantes de equipos ADS-B que brinden instrucciones a los instaladores para establecer este parámetro y que los instaladores configuren el offset durante la instalación. La información de offset de la antena GNSS será muy valiosa para la vigilancia ATC de superficie y futuras aplicaciones ADS-B IN de conciencia situacional de superficie y alerta de colisión de superficie.

##### 7.3.8.4.2. Si el equipo ADS-B se interconecta con múltiples fuentes de posición GNSS que utilizan antenas GNSS en diferentes ubicaciones

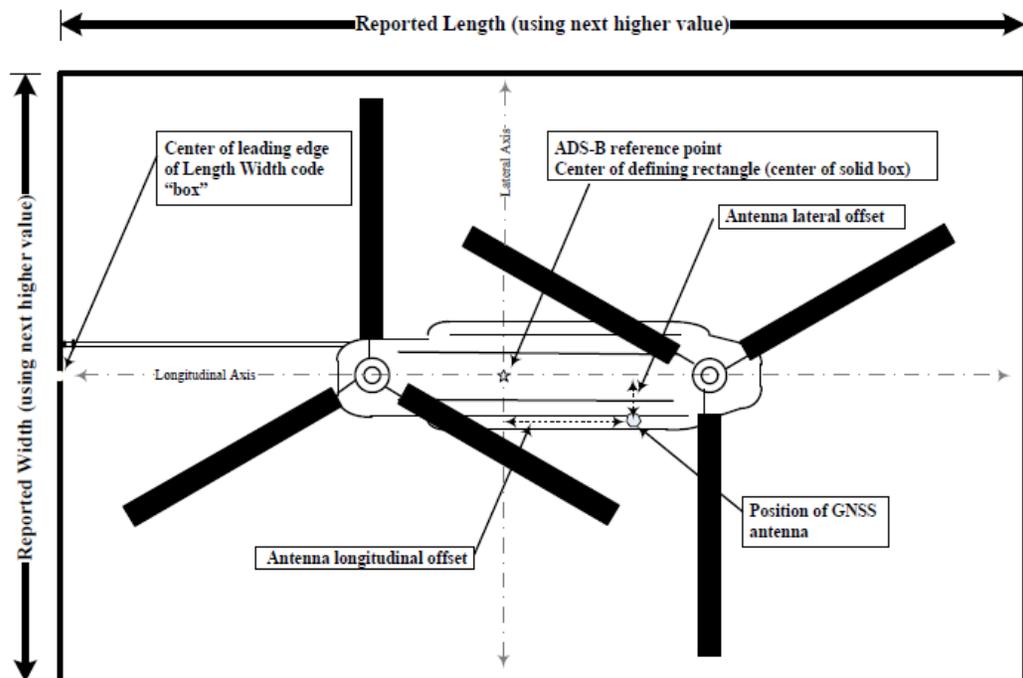
 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 41 de 84</b>

de la aeronave, la instalación debe tener disposiciones para garantizar que se transmita el offset de antena GNSS apropiada cuando el equipo ADS-B cambie de una fuente de posición a otra.

7.3.8.4.3. La configuración del POA de la antena GNSS indica si la posición de transmisión de la aeronave está referenciada ya sea a) el punto de referencia de posición ADS-B de la aeronave, o b) la distancia lateral desde la línea central y la distancia longitudinal desde la parte más delantera de la aeronave, (referencia Apéndice B 4.1).

Nota: La posición transmitida debe ajustarse al punto de referencia descrito en el párrafo 7.3.8.4.4 o deben proporcionarse los offsets de antena GNSS. No es obligatorio hacer ambas cosas.

7.3.8.4.4. El punto de referencia de posición ADS-B es el centro del rectángulo utilizado para describir la longitud y el ancho de la aeronave en el código de longitud y anchura. Consulte la sección 7.3.2.3.2 y la figura 2 de esta CI. Para una descripción más detallada de POA, refiérase al documento de la RTCA / DO-338, MASPS para Sistemas y Aplicaciones de Vigilancia de Tráfico ADS-B (ATSSA), sección 3.2.4.1.



**Figure 3. Position Offset**

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 42 de 84</b>

#### 7.3.8.4.5. Bit de antena individual.

Para aeronaves que usan una sola antena, este parámetro debe establecerse en uno, "Verdadero".

#### 7.3.8.5. Supresión mutua.

Siga las instrucciones del fabricante del equipo ADS-B para interconectar el equipo ADS-B OUT con el bus de supresión mutua.

### 7.3.9. Fuente de velocidad vertical.

Se recomienda que el sistema ADS-B genere el campo de velocidad vertical cuando esté disponible. La velocidad vertical puede provenir de un computador de datos de aire barométrico, una fuente GNSS o un sistema que filtra las velocidades verticales barométrica y geométrica. La velocidad vertical típicamente proviene de una fuente de posición o un computador de datos de aire. Esta sección aborda este parámetro, y lo amplía en las secciones 7.3.3 y 7.3.4 de esta CI.

#### 7.3.9.1. Elegibilidad del equipo.

A diferencia de la precisión de posición, la precisión de velocidad vertical no se transmite en los mensajes ADS-B. Por esta razón, es importante que las fuentes de velocidad vertical integradas en el sistema ADS-B cumplan con los requisitos mínimos de rendimiento en la instalación. Use la siguiente guía:

##### 7.3.9.1.1. Fuente de velocidad vertical híbrida.

La velocidad vertical puede tomarse de un sistema híbrido que filtra la velocidad vertical barométrica con una velocidad vertical de unidad de referencia inercial (IRU) y la velocidad vertical GNSS, siempre que el sistema híbrido se haya probado y aprobado para proporcionar una velocidad vertical con una precisión que sea al menos igual a las fuentes de velocidad vertical barométrica (según TSO-C106). La velocidad vertical híbrida podría provenir de un sistema de gestión de vuelo (FMS), un sistema de datos de aire y de referencia inercial (ADIRS) o IRU. El equipo ADS-B debe transmitir soluciones híbridas de velocidad vertical como velocidades verticales barométricas.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 43 de 84</b>

#### 7.3.9.1.2. Fuente de velocidad vertical combinada.

La velocidad vertical puede tomarse de un sistema combinado que filtra la velocidad vertical IRU y la velocidad vertical barométrica, siempre que el sistema combinado haya sido probado y aprobado para proporcionar una velocidad vertical con una precisión que sea al menos igual a las fuentes de velocidad vertical barométrica (según TSO-C106). La velocidad vertical combinada podría provenir de un FMS, ADIRS o IRU. El equipo ADS-B debe transmitir soluciones combinadas de velocidad vertical como velocidades verticales barométricas.

#### 7.3.9.1.3. Fuente de frecuencia vertical barométrica.

La velocidad vertical barométrica puede tomarse de un computador de datos de aire que cumpla con los requisitos mínimos de rendimiento de cualquier revisión de TSO-C106 o un instrumento de velocidad vertical que cumpla con los requisitos mínimos de rendimiento de cualquier revisión del TSO-C8, Instrumentos de velocidad vertical (Tasa de ascenso). Se recomienda usar un computador de datos de aire compatible con cualquier revisión de TSO-C106 si interconecta la velocidad vertical barométrica con el equipo ADS-B OUT.

#### 7.3.9.1.4. Fuente de velocidad vertical GNSS.

La velocidad vertical geométrica puede tomarse de un GNSS que cumpla con cualquier revisión de TSO-C129, TSO-C145, TSO-C146 o TSO-C196 si la fuente de posición ha sido calificada para proporcionar velocidad vertical de acuerdo con el Apéndice B de esta CI. No interface la velocidad vertical GNSS si el equipo no ha sido calificado de acuerdo con el Apéndice B.

#### 7.3.9.1.5. Fuente de velocidad vertical inercial.

La velocidad vertical de un sensor inercial que no se combine con altitud barométrica no se debe transmitir desde el sistema ADS-B.

#### 7.3.9.1.6. Fuente de altitud barométrica.

Los sistemas ADS-B no deben derivar una velocidad de altitud barométrica mediante el muestreo de mediciones de altitud barométrica. Esto podría llevar a una información errónea de velocidad vertical. Si la velocidad vertical barométrica no está disponible, use la velocidad vertical geométrica.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 44 de 84</b>

### 7.3.9.2. Guía de instalación.

El campo de velocidad vertical se puede ingresar con una velocidad vertical barométrica o una velocidad vertical geométrica. No es necesario interconectar múltiples fuentes de velocidad vertical. Se recomienda que utilice el siguiente esquema de prioridad al seleccionar o interconectar múltiples fuentes de velocidad verticales:

1. Velocidad vertical híbrida o velocidad vertical combinada.
2. Velocidad vertical barométrica.
3. Velocidad vertical GNSS.

### 7.3.9.3. Configuración de parámetros asociados.

Esta sección proporciona una guía adicional para configurar los parámetros clave de ADS-B OUT:

#### 7.3.9.3.1. Velocidad vertical.

Interconecte la velocidad vertical de una o más fuentes listadas en la sección 7.3.9.1 anterior. Asegúrese de que la fuente proporcione una velocidad vertical en pies por minuto, o asegúrese de que el equipo ADS-B pueda reconocer la razón de velocidad vertical y convertirla en pies por minuto.

#### 7.3.9.3.2. Fuente de velocidad vertical.

El bit de origen para la velocidad vertical debe codificarse como barométrico cuando se usa la tasa barométrica de un computador de datos de aire, o cuando se usa una velocidad vertical combinada o híbrida. El bit de origen para la velocidad vertical solo debe codificarse como geométrico cuando se utiliza la velocidad vertical de una fuente GNSS.

## 7.3.10. Consideraciones Aire-Tierra.

### 7.3.10.1. Código de longitud y ancho.

El código de longitud y ancho es requerido por RAC 91.847, y solo se transmite en el mensaje de posición de superficie. Por lo tanto, para cumplir con la regla, la aeronave debe determinar automáticamente su estado aire-tierra y transmitir el mensaje de posición de superficie, que incluye el código de longitud y ancho, cuando está en tierra.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 45 de 84</b>

### 7.3.10.2. Estado aire-tierra.

Para aeronaves con tren de aterrizaje retráctil, la determinación del estado aire-tierra generalmente se proporciona a través del switch de peso-sobruedas (WOW) del tren de aterrizaje. Para las aeronaves que tienen tren de aterrizaje fijo, el sistema ADS-B aún debe ser capaz de determinar el estado aire-tierra de la aeronave. Las instalaciones que proporcionan un medio para determinar automáticamente el estado aire-tierra en función de las entradas de otros sensores de la aeronave pueden ser aceptables si se puede demostrar que detectan con precisión el estado. Por ejemplo, el estado aire-tierra puede derivarse del interruptor WOW y la velocidad del GPS; o de la velocidad GPS, una base de datos de aeropuertos y altitud geométrica; o velocidad del GPS y velocidad del aire. Estos algoritmos deben ser probados y validados durante la aprobación de la instalación.

**Nota 1:** Se recomienda que cualquier determinación automática de aire-tierra sea más robusta que una simple comparación de la velocidad de tierra con un simple valor de umbral. La experiencia de campo ha demostrado que este método puede conducir a un falso estado aire-tierra.

**Nota 2:** La selección manual del estado aire-tierra no es aceptable.

**Nota 3:** Los helicópteros pueden requerir una lógica única para proporcionar un estado aire-tierra preciso. Un método confiable para determinar el estado aire-tierra debería considerar requisitos de entrenamiento. Para el helicóptero un taxi estacionario se considera como en el aire.

### 7.3.10.3. Inhibición del transponder Modo S.

El TSO-C112d y TSO-C112e, ATCRBS / Mode Select (Modo S) equipo a bordo, requiere que los transponders modo S inhiban la respuesta al Modo A/C/S para todas las llamadas y Modo S cuando la aeronave se encuentra en la superficie. Los transponders Modo S con funcionalidad ADS-B ahora deberán permanecer "ON" durante las operaciones en superficie; por esta razón, es imperativo que asegure que la interface del transponder con el estado aire-tierra esté instalada correctamente y que el transponder no responda en la superficie a todas las llamadas del modo A/C/S ni Modo S.

**Nota:** Al implementar la versión X del equipo de detección de superficies del aeropuerto (ASDE-X) en varios aeropuertos, se han encontrado instalaciones de transponders que han sido cableadas incorrectamente y por lo tanto responden inadecuadamente a interrogaciones ATC y TCAS mientras se encuentran en la superficie del aeropuerto.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 46 de 84</b>

### **7.3.11. Requisitos del espacio aéreo extranjero.**

#### **7.3.11.1. Parámetros opcionales.**

Si se planifican operaciones en un país que requiere parámetros no obligatorios en Colombia, como el rumbo seleccionado y la altitud seleccionada, siga las instrucciones de instalación del fabricante del equipo ADS-B para interconectar esos parámetros.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 47 de 84</b>

## 7.4. Prueba y Evaluación

### 7.4.1. Prueba de tierra.

#### 7.4.1.1. Pruebas de Interface de Sistemas.

Verifique que el equipo ADS-B instalado cumpla con su función prevista y transmita la información apropiada de cada uno de los sistemas interconectados (incluida la fuente de posición, la fuente de altitud barométrica, la fuente de rumbo, el TCAS II, interface de piloto, etc). Coordine con el ATC local antes de transmitir en el aire para evitar ser una fuente de interferencia al ATC o a los aviones equipados con ADS-B IN en el área. Por ejemplo, la transmisión de reportes de posición en el aire con altitudes simuladas mientras la aeronave está en la superficie producirá objetivos falsos para los sistemas de vigilancia ATC o a las aeronaves equipadas con ADS-B IN.

#### 7.4.1.2. Latencia del sistema.

La latencia se determina mediante análisis y no mediante pruebas. Consulte la sección 7.3.1.3 y el Apéndice C de la AC 20-165B de la FAA.

#### 7.4.1.3. Cumplimiento de la regla.

Asegúrese de que el sistema ADS-B cumpla con los requisitos del numeral 91.847 de los RAC.

##### 7.4.1.3.1. Desempeño de precisión e integridad.

Asegúrese de que el sistema instalado cumpla con la precisión y el rendimiento de integridad indicados en las condiciones de operación esperadas. Se recomienda realizar predicción de RAIM durante el tiempo aplicable de la prueba para asegurarse de que el sistema ADS-B cumpla con el rendimiento previsto. En ausencia de predicción de RAIM, se debe demostrar que cumple con todos los requisitos que se enumeran en la Tabla 2.

**Tabla 2. Requisitos de Precisión e Integridad**

$NIC \geq 6$	$R_c < 926 \text{ m (0.5 nm)}$
$NAC_P \geq 6$	$EPU < 92.6 \text{ m (0.3 nm)}$
$NAC_V \geq 1$	$< 10 \text{ m/s}$
$SIL \geq 3$	$\leq 1 \times 10^{-7} \text{ per-hour or per sample}$
$SDA \geq 2$	$\leq 1 \times 10^{-5} \text{ per-hour}$

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 48 de 84</b>

#### 7.4.1.3.2. Parámetros

De acuerdo con el numeral 91.847 de los RAC literal f), asegúrese que los siguientes parámetros están bien configurados y son transmitidos:

- 1) La longitud y el ancho de la aeronave;
- 2) Indicación de la latitud y la longitud de la aeronave;
- 3) Indicación de la altitud de presión barométrica de la aeronave;
- 4) Una indicación de la velocidad de la aeronave.
- 5) Una indicación de si tiene instalado ACAS o ACAS II y funcionando en un modo que puede generar alertas de aviso de resolución;
- 6) Si tiene un ACAS II instalado y operativo y hay una indicación de aviso de resolución (RA)
- 7) Una indicación de modo 3/A del transponder en el código especificado por el ATC;
- 8) Indicación de la señal de llamada de la aeronave que se presenta en el plan de vuelo, o la matrícula de la aeronave.
- 9) Una indicación de si la tripulación de vuelo ha identificado una emergencia, falla de comunicaciones de radio o interferencia ilícita;
- 10) Una identificación de "IDENT" de la aeronave para el ATC;
- 11) Una identificación del Código OACI de 24 bits asignado a la aeronave
- 12) Una indicación de la Categoría del emisor de la aeronave
- 13) Una indicación de si un ADS-B con capacidad in está instalado
- 14) Una indicación de altitud geométrica de la aeronave
- 15) Una indicación de la categoría de precisión de navegación para la posición (NAC<sub>P</sub>);
- 16) Una indicación de la categoría de precisión de navegación para la velocidad (NAC<sub>V</sub>)
- 17) Una indicación de categoría de integridad de navegación (NIC);
- 18) Una indicación del Aseguramiento de Diseño del sistema (SDA); y
- 19) Una indicación del nivel de integridad de la fuente (SIL).

#### 7.4.1.3.3. Precisión de Posición

Ubique la aeronave en un lugar con coordenadas conocidas y valide la posición transmitida por el sistema ADS-B. Asegúrese de que la posición

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 49 de 84</b>

transmitida esté dentro del límite de precisión  $NAC_P$  asignado. Por ejemplo, si el ADS-B de la aeronave reporta un  $NAC_P = 6$ , la posición ADS-B debe estar dentro de los 555.6 metros (0.3 nm), si reporta  $NAC_P = 8$ , la posición ADS-B debe estar dentro de los 92.6 metros (0.05 nm). Consulte la sección 3.1 de esta CI para obtener una lista completa de los valores de  $NAC_P$ . Si la precisión de la posición transmitida es menor o igual a la resolución del equipo de prueba, es aceptable usar más o menos un Bit menos significativo como criterio de pass / fail.

#### 7.4.1.3.4. Precisión de altitud barométrica.

Valide que la altitud barométrica transmitida por el sistema ADS-B tenga una precisión de  $\pm 125$  pies. Si la aeronave tiene un transponder instalado, también se debe validar que la altitud barométrica ADS-B coincide con la altitud barométrica del transponder.

#### 7.4.1.4. Prueba de Interfaz Electromagnética (EMI) / Compatibilidad Electromagnética (EMC).

Proporcionar un plan de prueba EMI / EMC que demuestre cumplimiento RAC 23.1431 (a) y (b), 25.1353 (a) y (b), 25.1431 (a) y (c), 27.1301, 27.1309, 29.1353 (a) y (b), y 29.1431 (a) y (b) según corresponda. Realice pruebas EMI / EMC para asegurarse de que el equipo ADS-B no sea una fuente de interferencia para otros sistemas instalados en el avión. Además, asegúrese de que el equipo ya instalado en la aeronave no interfiera con el sistema ADS-B. Si el STC o TC solo involucra un cambio de software de un transponder Modo S instalado, y la actualización del software no afectará la respuesta del sistema a EMI, no es necesario realizar la prueba de EMI nuevamente.

#### 7.4.1.5. Interface hombre-máquina.

Evalúe la interface de la tripulación de vuelo con el sistema ADS-B OUT, incluida la interface entre el sistema humano y el comportamiento del sistema. El sistema ADS-B OUT debe ser compatible con las características generales del diseño de la cabina (como el acceso a los controles, la legibilidad de la luz solar, la iluminación nocturna, etc.) y el entorno del avión (como las vibraciones).

##### 7.4.1.5.1. Pantalla de información.

Evalúe el sistema ADS-B OUT para asegurarse de que la información que se muestra sea fácil y claramente discernible, y tenga suficiente

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 50 de 84</b>

iluminación, tamaño y contraste visual para que los pilotos la vean e la interpreten. Se debe asegurar de que los pilotos tengan una vista clara, sin obstrucciones y sin distorsión de los elementos de información mostrados. Adicionalmente, cuando haya múltiples fuentes del mismo tipo de información, los elementos de información deben ser distintos para permitir que los pilotos determinen la fuente de los elementos de información si es necesario,

#### 7.4.1.5.2. Controles y etiquetado.

Evalúe los controles para la interfaz piloto para asegurarse de que estén claramente marcados en cuanto a su función prevista, proporcione un funcionamiento conveniente y evite la confusión y la operación inadvertida del sistema ADS-B y de los demás sistemas con los que interactúan. Evalúe los acrónimos, las etiquetas y las anunciaciones para garantizar que se utilicen de manera uniforme en la cabina de vuelo y no causen confusión ni errores. Si un control realiza más de una función, evalúe las etiquetas para asegurarse de que las etiquetas incluyan todas las funciones previstas, a menos que la función del control sea obvia. Durante la evaluación, considere teclas de selección de línea, pantallas táctiles o dispositivos controlados por cursor (como trackballs) ya que pueden ser susceptibles a selección de modo involuntario como resultado de su ubicación en la cabina de vuelo (por ejemplo, proximidad a un descansapiés o área de almacenamiento temporal).

#### 7.4.1.5.3. Anunciaciones y Alertas.

Evalúe todos los avisos y alertas de ADS-B para asegurarse de que sean claros y no ambiguos, y brinde atención y relevancia acordes con el tipo de alerta. El cumplimiento con la circular de asesoramiento de la FAA AC 25.1322-1 o AC 27.1322 según aplique debe considerarse cuando se evalúan avisos y alertas ADS-B. Los colores amarillo / ámbar y rojo deben restringirse a precauciones y advertencias, respectivamente. Evalúe los anuncios y las indicaciones para asegurarse de que son operacionalmente relevantes y limitados para minimizar los efectos adversos sobre la carga de trabajo de la tripulación de vuelo. Cuando se proporciona una anunciación para el estado o modo de un sistema, se recomienda que la anunciación indique el estado real del sistema, y no solo la posición de un interruptor.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 51 de 84</b>

#### 7.4.1.5.4. Errores de la interface del piloto.

Las instalaciones que no proporcionan un único punto de ingreso para el ADS-B y el transponder del código Mode 3 / A, IDENT y estado de emergencia deben realizar una evaluación de los controles de la interface del piloto para determinar que están diseñados para minimizar los errores de ingreso de información y permite a la tripulación de vuelo detectar y corregir los errores que puedan ocurrir. El diseño de la interface del sistema también debe evaluarse para asegurar que el ingreso dual del código de Modo 3 / A, IDENT y el estado de emergencia no introducen una carga de trabajo adicional significativa y que los controles son aceptables para el ingreso de datos, precisión y tasas de error, particularmente en caso de una aeronave en emergencia. Las evaluaciones deben considerar las tasas de error detectadas y no detectadas por el piloto, la carga de trabajo del piloto y los tiempos de entrenamiento. Consulte la sección 7.3.7.3.5 de esta CI para obtener información adicional sobre el transponder y el único punto de entrada del sistema ADS-B.

#### 7.4.1.5.5. Iluminación.

Evalúe todas las condiciones previsible relativas a la iluminación, incluidos los modos de falla como la iluminación y la falla del sistema de alimentación eléctrica, y las operaciones diurnas y nocturnas.

#### 7.4.1.6. Prueba de regresión del transponder.

Como mínimo, utilice los procedimientos descritos en la circular de asesoramiento de la FAA AC 43-6D para validar que el transponder está funcionando normalmente después de la instalación de ADS-B. Utilice los procedimientos descritos en AC 20-151C para sistemas ADS-B que incluyen la instalación de un transponder en Modo S nuevo o modificado. Si se instala una nueva capacidad de estado aire-tierra para el sistema ADS-B y esta funcionalidad también está interconectada con el transponder, se debe asegurar de que las respuestas a las interrogaciones Modo A / C y ATCRBS / Modo S estén inhibidas en tierra.

#### 7.4.1.7. Dirección o código de 24 bits de la OACI.

Todo explotador de aeronave debe solicitar la dirección de 24 bits en la Oficina de Registro de la UEAEAC y configurar el ADS-B con el código asignado. Este código es único por matrícula de aeronave, si ya se tenía

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 52 de 84</b>

instalado un transponder Modo S y configurado con el código apropiado, el ADS-B se debe configurar con el mismo código.

#### 7.4.1.8. Auto-prueba.

Evalúe las características de self- test del ADS-B (si se proporcionan) y los anuncios de modo de falla para garantizar que el piloto pueda determinar si el sistema está funcionando correctamente.

#### 7.4.1.9. Error de la fuente de posición.

Se debe demostrar que una falla o pérdida de la fuente de posición resulta en una indicación para la tripulación de una falla de la función ADS-B. Si una fuente de posición secundaria está interconectada con el equipo ADS-B, asegúrese de que cumpla con todas las instrucciones en esta CI. Si el cambio de la fuente de posición primaria a la fuente de posición secundaria requiere un cambio en SIL o SDA, asegúrese de que estos cambios se realicen en 10 segundos.

#### 7.4.1.10. Estado aire-tierra.

Verifique que las entradas aire-tierra (o algoritmos) funcionen correctamente y que el sistema ADS-B transmite los mensajes de abordaje o de superficie apropiados en función del estado aire-tierra. Esto se puede lograr con entradas simuladas a los sensores apropiados o logrados en conjunto en un vuelo de prueba. Para los helicópteros se puede considerar un taxi estacionario como en el aire.

#### 7.4.1.11. Potencia de transmisión.

Una prueba de potencia de transmisión debe realizarse si se ha instalado una antena nueva, si se ha reubicado una antena existente, si se ha instalado un duplexor en un sistema de antena existente o si las especificaciones de salida del transpondedor han cambiado. Realice la siguiente prueba para validar la potencia de transmisión:

Nota: La actualización de un transpondedor TSO-C112 () Modo S previamente instalado y aprobado para incluir la funcionalidad ADS-B no requiere pruebas de potencia de transmisión a menos que se haya instalado una antena nueva, la ubicación de la antena haya cambiado o las especificaciones de salida del transpondedor cambiado

##### 7.4.1.11.1. Transmisor 1090ES.

Verifique que la potencia máxima de pulso en el extremo de la antena de la línea de transmisión cumpla con los niveles mínimos y máximos de

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 53 de 84</b>

potencia resumidos en la Tabla 3, considerando la ganancia de la antena del equipo de prueba y la pérdida de trayectoria. Repita la medición en cada cuadrante del patrón de antena (hacia adelante, hacia atrás, izquierda, derecha).

<b>Clase del transmisor</b>	<b>Minimum Power</b>	<b>Maximum Power</b>
A1	21.0 dBW	27.0 dBW
A1S	21.0 dBW	27.0 dBW
B1	21.0 dBW	27.0 dBW
B1S	21.0 dBW	27.0 dBW
A2	21.0 dBW	27.0 dBW
A3	23.0 dBW	27.0 dBW

**Tabla 3. Potencia mínima y máxima transmitida de ADS-B aprobado con TSO-C166b**

#### 7.4.1.12. TCAS.

Si la aeronave tiene instalado un sistema TCAS II, asegúrese de que el sistema ADS-B transmita los mensajes apropiados cuando el TCAS II esté encendido y operando en un modo que pueda proporcionar RA. No se requiere ninguna prueba de regresión del sistema TCAS II más allá de la prueba de interface en tierra cubierta en esta sección.

#### 7.4.1.13. Inhibición de todas las llamadas del transponder.

Cuando un transponder Modo S tiene la funcionalidad ADS-B se debe realizar una prueba que demuestre que las respuestas a todas las interrogaciones Modo A / C / S se inhiben en tierra. Se debe demostrar también que las respuestas a interrogaciones discretas no se inhiben.

#### 7.4.1.14. Código Modo 3 / A y Código de emergencia.

Se debe demostrar que se transmite el código correcto del Modo 3 / A e IDENT. No transmita los códigos de emergencia 7500, 7600 o 7700 durante las pruebas en tierra o en vuelo. Si se desean probar los códigos de emergencia, comuníquese con la instalación ATC local y coordine las pruebas para evitar una respuesta de emergencia indebida.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 54 de 84</b>

## APÉNDICE A. DESCRIPCIONES DEL ELEMENTO DE MENSAJE

### A.1 Propósito.

Este apéndice proporciona una descripción de los elementos de mensaje que pueden estar contenidos en un mensaje ADS-B OUT.

### A.2 Elementos del mensaje.

#### A.2.1 Capacidad ADS-B IN.

Dos mensajes indican el estado ADS-B IN de la aeronave. El mensaje 1090 ADS-B IN indica si la aeronave tiene la capacidad de recibir mensajes 1090ES ADS-B. Una indicación de la capacidad ADS-B IN es importante porque en caso de contar con servicios TIS-B y ADS-R se proporcionan específicamente para la posición de una aeronave en relación con otras aeronaves. El proveedor de servicios solo puede proporcionar TIS-B y ADS-R completos a las aeronaves que indiquen que tienen capacidad ADS-B IN. La capacidad ADS-B IN debe transmitirse de acuerdo con RAC 91.847.

#### A.2.2 Velocidad del aire.

Opcionalmente, se puede transmitir velocidad de aire verdadera (TAS) o indicada (IAS). La fuente de velocidad aérea debe estar aprobada para dar salida a los datos de la velocidad del aire. Una computadora de datos aéreos que cumpla con los requisitos mínimos de rendimiento de TSO-C106 es una fuente aceptable. No integre una fuente de velocidad aerodinámica con el ADS-B que no ha sido aprobado para la pantalla de la cabina.

#### A.2.3 Altitud de presión barométrica.

Este parámetro indica la altitud de presión barométrica de la aeronave referida a la presión estándar a nivel del mar de 29.92 pulgadas de mercurio o 1013.2 hectopascales. La altitud de presión barométrica se debe transmitir de acuerdo con RAC 91.847

#### A.2.4 Distintivo de llamada / ID de vuelo.

El término "código de llamada de aeronave" (aircraft call sign) es el distintivo de llamada radiotelefónica asignado a una aeronave para fines de comunicaciones de

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 55 de 84</b>

voz. (Este término a veces se usa indistintamente con "identificación de vuelo" o "flight ID"). Para las aeronaves de aviación general, el distintivo de llamada de la aeronave es normalmente el número de matrícula; para líneas aéreas y aviones de cercanías, el distintivo de llamada generalmente está compuesto por la identificación de la compañía y el número de vuelo (y por lo tanto no está vinculado a un fuselaje particular) y, para los militares, generalmente consta de números y palabras clave con especial significado para la operación. El distintivo de llamada o el número de matrícula de la aeronave deben transmitirse de acuerdo con RAC 91.847.

#### A.2.5 Estado de emergencia.

Este parámetro alerta al ATC que la aeronave está experimentando condiciones de emergencia e indica el tipo de emergencia. Los códigos de emergencia aplicables se encuentran en el volumen 4 del Anexo 10 de la OACI. Esta información alerta al ATC sobre el peligro potencial para la aeronave para que pueda tomar las medidas adecuadas. El estado de emergencia debe transmitirse de acuerdo con RAC 91.847.

#### A.2.6 Categoría del emisor.

La categoría del emisor proporciona una indicación del tamaño de la aeronave y las capacidades de rendimiento. Las categorías del emisor se definen en el TSO-C166b. La categoría de emisor está diseñada principalmente para proporcionar información sobre la turbulencia de estela que produce una aeronave. La categoría de emisor debe transmitirse de acuerdo con RAC 91.847.

#### A.2.7 Altitud geométrica.

La altitud geométrica es una medida de la altitud proporcionada por un servicio de posición basado en satélites y no se ve afectada por la presión atmosférica. La altitud geométrica solo está disponible con una fuente de posición GNSS. La altitud geométrica para fines ADS-B es la altura por encima del elipsoide del Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS-84) (Height Above Ellipsoid - HAE). La altitud geométrica debe transmitirse de acuerdo con RAC 91.847.

#### A.2.8 Precisión geométrica vertical (GVA).

El GVA indica la precisión del 95 por ciento de la posición vertical reportada (altitud geométrica) dentro de una tolerancia asociada.

#### A.2.9 Desplazamiento de antena GNSS y desplazamiento de posición aplicado (POA).

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 56 de 84</b>

A.2.9.1 El desplazamiento de la antena GNSS indica la distancia longitudinal entre la parte más delantera de la aeronave y la antena del GNSS, y la distancia lateral entre la línea central longitudinal de la aeronave y la antena del GNSS. Para más detalle, consulte las secciones 7.3.8.4.1 a 7.3.8.4.3 y la Figura 3 de esta CI.

A.2.9.2 El ajuste del POA de la desviación de la antena del GNSS indica que la posición transmitida está referenciada al punto de referencia de la posición ADS-B de la aeronave con respecto a la ubicación real de la antena GNSS.

#### A.2.10 Velocidad de tierra (Ground Speed)

Este parámetro también se deriva del sensor de posición y proporciona al ATC la velocidad del avión sobre el terreno. Este parámetro se reporta en el mensaje de posición de superficie.

#### A.2.11 Ángulo de trayectoria de tierra.

El ángulo de la trayectoria de tierra es la dirección del vector de velocidad horizontal sobre el terreno. Se requiere que la trayectoria o el rumbo se transmitan mientras la aeronave está en superficie para transmitir información de velocidad completa.

#### A.2.12 Rumbo.

El rumbo indica la dirección en la que apunta la nariz de la aeronave. No hay una métrica de precisión de rumbo. Se requiere que el rumbo o la trayectoria en tierra se transmitan mientras la aeronave está en tierra para transmitir información de velocidad completa.

#### A.2.13 Velocidad horizontal.

La velocidad horizontal proporciona la tasa con la que una aeronave cambia su posición horizontal con una dirección claramente definida. La velocidad horizontal se proporciona con los componentes de velocidad norte / sur y este / oeste mientras está en el aire. La velocidad horizontal es proporcionada por una combinación de la velocidad de tierra y el rumbo o la trayectoria de tierra mientras está en la superficie. El TSO-C166b requiere que la velocidad norte / sur, la velocidad este / oeste, la velocidad de tierra y la trayectoria de tierra procedan de la misma fuente que la posición. La información de rumbo puede provenir de una fuente separada. Se requiere que la velocidad horizontal sea transmitida de acuerdo con RAC 91.847.

#### A.2.14 Dirección de 24 bits de la OACI.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 57 de 84</b>

La dirección de 24 bits de la OACI es una dirección única asignada a una aeronave durante el proceso de registro. Las direcciones de 24 bits de la OACI son bloques definidos de direcciones asignadas para países o estados participantes en todo el mundo. En Colombia los explotadores de aeronaves civiles y militares deben solicitar esta dirección en la Oficina de Registro de la UAEAC. Se puede encontrar información adicional sobre la dirección de 24 bits en el Anexo 10 de la OACI, Parte I, Volumen III, apéndice del Capítulo 9. La dirección de 24 bits de la OACI debe ser transmitida de acuerdo con RAC 91.847.

#### A.2.15 Capacidad IFR.

Este parámetro era un requisito del TSO-C166a, pero se eliminó con la emisión del TSO-C166b.

#### A.2.16 IDENT.

IDENT es una bandera establecida manualmente por el piloto a petición del ATC en los mensajes ATCRBS, Modo S y ADS-B. El piloto habilita manualmente el estado IDENT, que resalta la aeronave en la pantalla del controlador. IDENT debe ser transmitido de acuerdo con RAC 91.847

#### A.2.17 Latitud y longitud.

Estos parámetros se derivan de la fuente de posición y proporcionan una posición geométrica. La referencia de todos los elementos de posición geométrica transmitidos por el ADS-B es el elipsoide WGS-84. La latitud y la longitud deben transmitirse de acuerdo con RAC 91.847.

#### A.2.18 Longitud y ancho de la aeronave.

Este parámetro proporciona al ATC y a otras aeronaves una referencia rápida de las dimensiones de la aeronave mientras están en la superficie. La longitud y el ancho de la aeronave deben ser transmitidos de acuerdo con RAC 91.847.

#### A.2.19 Código de Modo 3 / A.

Actualmente, la automatización ATC se basa en el código de Modo 3 / A para identificar las aeronaves bajo vigilancia radar y correlacionar el objetivo con un plan de vuelo. El código de modo 3 / A es un número de cuatro dígitos que va de 0000 a 7777. Los radares de vigilancia secundarios (SSR) y ADS-B proporcionarán simultáneamente vigilancia, por lo que el código de Modo 3 / A se incluye en el mensaje ADS-B OUT y requiere ser transmitido de acuerdo con RAC 91.847.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 58 de 84</b>

**Nota:** Los sistemas ADS-B no transmitirán el código Modo 3 / A si el código Modo 3 / A está configurado a 1000.

#### A.2.20 Categoría de precisión de navegación para posición (NAC<sub>P</sub>).

El NAC<sub>P</sub> especifica la precisión de la información de posición horizontal de la aeronave (latitud y longitud) transmitida desde la aviónica de la aeronave. El equipo ADS-B obtiene un valor NAC<sub>P</sub> de la salida de precisión de la fuente de posición, como la HFOM del GNSS. El NAC<sub>P</sub> especifica con un 95 por ciento de probabilidad de que la información reportada sea correcta dentro de una asignación asociada. Se debe transmitir un valor mínimo de NAC<sub>P</sub> de "6" EPU < 0.3 nm para operar en el espacio aéreo colombiano. La Tabla A-1 proporciona los valores de NAC<sub>P</sub> aplicables.

**Tabla A-1 Valores del NAC<sub>P</sub>**

NAC <sub>P</sub>	Límite de precisión horizontal
0	EPU ≥ 18.52 km (10.0 nm)
1	EPU < 18.52 km (10.0 nm)
2	EPU < 7.408 km (4.0 nm)
3	EPU < 3.704 km (2.0 nm)
4	EPU < 1.852 m (1.0 nm)
5	EPU < 926 m (0.5 nm)
6	EPU < 555.6 m (0.3 nm)
7	EPU < 185.2 m (0.1 nm)
8	EPU < 92.6 m (0.05 nm)
9	EPU < 30 m
10	EPU < 10 m
11	EPU < 3 m

#### A.2.21 Categoría de precisión de navegación para velocidad (NAC<sub>V</sub>).

El NAC<sub>V</sub> es una estimación de la precisión de la salida de velocidad geométrica horizontal. La codificación de "CERO", que indica que la precisión es desconocida o igual o inferior a 10 metros por segundo (m/s), tiene poco valor para las aplicaciones ADS-B. No hay una métrica de precisión de velocidad vertical. Un NAC<sub>V</sub> de más de o igual a "1" es requerido de acuerdo con RAC 91.847. La Tabla A-2 proporciona los valores de NAC<sub>V</sub> aplicables.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 59 de 84</b>

**Tabla A-2 NAC<sub>v</sub>**

<b>Valor</b>	<b>Límite de precisión de velocidad (incertidumbre de velocidad estimada)</b>
0	≥ 10 m/s o desconocido
1	< 10 m/s
2	< 3 m/s
3	< 1 m/s
4	< 0.3 m/s

#### A.2.22 Categoría de Integridad de Navegación (NIC).

El parámetro NIC especifica un radio de contención de integridad de posición. La NIC se reporta para que las aplicaciones de vigilancia, como ATC u otras aeronaves, puedan determinar si la posición geométrica informada tiene un nivel aceptable de integridad para el uso previsto. El parámetro NIC está estrechamente asociado con el SIL. Mientras que NIC especifica el radio de contención de integridad, SIL especifica la probabilidad de que la posición real se encuentre fuera de ese radio de contención sin indicación. Los sistemas ADS-B deben derivar la NIC de la salida de integridad de una fuente de posición aprobada, como la HPL del GNSS. Se debe transmitir un valor mínimo de NIC de "7" para operar en el espacio aéreo definido en FAR 91.225 y RAC 91.847. La Tabla A-3 proporciona los valores de NIC aplicables.

**Tabla A-3 Valores de NIC**

<b>Valor</b>	<b>Radio de contención</b>
0	desconocido
1	RC < 37.04 km (20.0 nm)
2	RC < 14.816 km (8.0 nm)
3	RC < 7.408 km (4.0 nm)
4	RC < 3.704 km (2.0 nm)
5	RC < 1.852 km (1.0 nm)
6	RC < 1.111 km (0.6 nm)
6	RC < 926 m (0.5 nm)
6	RC < 555.6m (0.3 nm)
7	RC < 370.4 m (0.2 nm)
8	RC < 185.2 m (0.1 nm)
9	RC < 75 m

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 60 de 84</b>

10	RC < 25 m
11	RC < 7.5 m

#### A.2.23 NIC<sub>BARO</sub>.

NIC<sub>BARO</sub> indica si la altitud de presión es proporcionada por un solo codificador Gillham u otra fuente de altitud más robusta. Debido a la posibilidad de un error no detectado en una codificación Gillham, muchas instalaciones Gillham se chequean con una segunda fuente de altitud. NIC<sub>BARO</sub> anota el estado de esta verificación cruzada.

#### A.2.24 Posición.

Estos parámetros se derivan de la fuente de posición y proporcionan una posición geométrica. Referencia todos los elementos de posición geométrica transmitidos desde la unidad ADS-B al elipsoide WGS-84. La latitud y la longitud deben transmitirse de acuerdo con RAC 91.847.

#### A.2.25 Recepción de servicios ATC.

Este parámetro se ajusta en el sistema ADS-B de una aeronave para indicar que el código del Modo A no está configurado en "1200". Este parámetro existía en los equipos TSO-C166a, pero se eliminó del equipo TSO-C166b.

#### A.2.26 Bit de antena individual.

Este parámetro indica si el equipo ADS-B está transmitiendo a través de una sola antena.

#### A.2.27 Nivel de integridad de fuente (SIL).

El campo SIL define la probabilidad de que la posición horizontal reportada exceda el radio de contención definido por el NIC, sin alertar, asumiendo que no hay fallas de aviónica. Aunque el SIL asume que no hay fallas no anunciadas en el sistema de aviónica, el SIL debe considerar los efectos de una señal en el espacio (SIS) con falla, si la SIS es usada por la fuente de posición. Se debe transmitir un valor SIL de "3" para operar en el espacio aéreo colombiano. La Tabla A-4 describe los valores SIL.

**Nota 1:** La probabilidad de que un fallo de aviónica provoque que la posición horizontal informada exceda el radio de contención definido por el NIC, sin alerta, está cubierta por el parámetro SDA.

**Nota 2:** La probabilidad de SIL se puede definir ya sea por muestra o por hora como se define en el suplemento SIL (SIL<sub>SUPP</sub>).

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 61 de 84</b>

**Tabla A-4. Valores de SIL, probabilidad de exceder el radio de contención de NIC**

Valor SIL	Probability of exceeding the NIC containment radius
0	$> 1 \times 10^{-3}$ Per-hour or Sample or Unknown
1	$\leq 1 \times 10^{-3}$ Per-hour or Sample
2	$\leq 1 \times 10^{-5}$ Per-hour or Sample
3	$\leq 1 \times 10^{-7}$ Per-hour or Sample

A.2.28 Suplemento de nivel de integridad de fuente ( $SIL_{SUPP}$ ).

El  $SIL_{SUPP}$  define si la probabilidad de SIL reportada se basa en una probabilidad por hora o una probabilidad por muestra como se define en la Tabla A-5.

**Tabla A-5. Suplemento de nivel de integridad de fuente**

SIL Supplement	Basis for SIL Probability
0	Probability of exceeding NIC containment radius is based on per-hour.
1	Probability of exceeding NIC containment radius is based on per-sample.

A.2.29 Garantía de diseño del sistema (SDA).

El parámetro SDA define la condición de falla que el sistema ADS-B está diseñado para soportar, tal como se define en la Tabla A-6. La condición de falla admitida indicará la probabilidad de que un mal funcionamiento del sistema ADS-B cause la transmisión de información de posición falsa o engañosa o métricas de calidad de la posición. Esto debería incluir la probabilidad de exceder el radio de contención sin anunciación. Debido a que el instalador del equipo ADS-B OUT no sabe cómo se usarán los datos transmitidos, el instalador no puede completar una Evaluación funcional de peligros (FHA) que evalúa el uso de los datos transmitidos. El SDA proporciona un sustituto para tal FHA identificando el impacto potencial de un reporte de posición erróneo causado por un mal funcionamiento del equipo. Las definiciones y probabilidades asociadas con el efecto de falla soportado se definen en las circulares de asesoramiento de la FAA AC 25.1309-1, AC 23.1309-1 y AC 29-2. El SDA incluye la fuente de posición, el equipo ADS-B y cualquier dispositivo

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 62 de 84</b>

intermediario que procese los datos de posición. Se requiere una SDA de 2 o 3 de acuerdo con RAC 91.847, como se define en la Tabla A-6.

**Table A-6. System Design Assurance - SDA**

Valor SDA	Supported Failure Condition Note 2	Probability of Failure Causing Transmission of False or Misleading Information Note 3,4	Software & Hardware Design Assurance Level Note 1,3
0	Unknown/ No safety effect	> 1x10 <sup>-3</sup> Per-hour or Unknown	N/A
1	Minor	≤ 1x10 <sup>-3</sup> Per-hour	D
2	Major	≤ 1x10 <sup>-5</sup> Per-hour	C
3	Hazardous	≤ 1x10 <sup>-7</sup> Per-hour	B

**Nota 1:** Aseguramiento del diseño (SDA) de software de acuerdo con los documentos RTCA / DO-178C y RTCA / DO-254.

**Nota 2:** Clasificación admitida de falla definida en las circulares AC 25.1309-1, AC 23.1309-1 y AC 29-2.

**Nota 3:** Debido a que la posición de difusión puede ser utilizada por cualquier aeronave ADS-B IN o ATC, las disposiciones en AC 23.1309-1 que permiten reducir las probabilidades de falla y el nivel de garantía de diseño para aeronaves de menos de 6,000 libras no se aplican al sistema ADS-B OUT.

**Nota 4:** Incluye la probabilidad de transmitir latitud o longitud falsa o engañosa, longitud o precisión de posición asociada e indicadores de integridad.

#### A.2.30 TCAS instalado y operativo.

Este parámetro indica si la aeronave está equipada con un TCAS II y si el TCAS II está encendido y operando en un modo que puede generar alertas de resolución (RA). El parámetro TCAS instalado y operativo debe transmitirse de acuerdo con RAC 91.847.

#### A.2.31 Estado de tráfico de TCAS.

Este parámetro indica si un avión equipado con TCAS II está actualmente generando un aviso de resolución de TCAS. Se requiere que el parámetro de estado de tráfico TCAS sea transmitido de acuerdo con RAC 91.847, si la aeronave está equipada con TCAS II.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 63 de 84</b>

#### A.2.32 Capacidad de informe de cambio de trayectoria.

Esta información se establece permanentemente en "cero" en los equipos TSO-C166b. No se requiere una interface de instalación. Los informes de cambio de trayectoria están reservados para uso futuro.

#### A.2.33 Velocidad vertical.

La velocidad vertical es la tasa barométrica o geométrica a la que la aeronave está subiendo o bajando, medida en pies por minuto. La velocidad vertical se genera normalmente mediante una computadora de datos de aire o una fuente de posición GNSS, o un equipo que combina velocidad vertical barométrica con velocidad vertical inercial y / o velocidad vertical GNSS.

#### A.2.34 Número de versión.

El nivel de Estándar de rendimiento Operacional Mínimo (MOPS) aplicable de TSO se comunica a través del número de versión, que se fija en el momento en que se fabrica el equipo ADS-B. La versión 2 se aplica al equipo ADS-B que cumple con los documentos MOPS RTCA / DO-260B con la corrección 1. El RAC 91.847 requiere equipo ADS-B con salida de versión 2 o superior.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 64 de 84</b>

## **APÉNDICE B. IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE FUENTES DE POSICION ADS-B**

### **B.1 Propósito.**

Este apéndice define los requisitos mínimos para las fuentes de posición interconectadas a los sistemas ADS-B. El apéndice también define los métodos de calificación de fuente de posición apropiados cuando los TSO GNSS existentes no contienen requisitos específicos o procedimientos de prueba. El fabricante de la fuente de posición debe proporcionar datos de diseño cuando corresponda, preferiblemente en el manual de instalación del equipo GNSS, de modo que el instalador pueda conectar correctamente la fuente de posición al sistema ADS-B. Los proveedores de la fuente de posición deben asegurarse de que los datos suministrados estén incorporados en el diseño del artículo, y los cambios en las características documentadas provocan un cambio en el número de parte.

### **B.2 Organización.**

Este apéndice incluye una guía general que se aplica a todas las fuentes de posición, así como a la orientación específica de GNSS. El apéndice también proporciona requisitos de alto nivel para fuentes de posición GNSS / IRU estrechamente acopladas y fuentes de posición no GNSS. A menos que se especifique lo contrario, todas las referencias en esta CI a los TSO-C129, TSO-C145, TSO-C146 y TSO-C196 se refieren a cualquier revisión del respectivo TSO.

### **B.3 Orientación general para todas las fuentes de posición.**

#### **B.3.1 Posición.**

La fuente de posición debe proporcionar una salida de latitud y longitud. Los requisitos y procedimientos de prueba en TSO-C129 / 145/146/196 son suficientes y los equipos GNSS con autorización de orden técnica estándar (TSOA) para los TSO antes mencionados no requieren calificación adicional para la transmisión de la posición.

#### **B.3.2 Velocidad horizontal.**

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 65 de 84</b>

La fuente de posición debe indicar velocidades norte / sur y este / oeste. Se recomienda que la fuente de posición también muestre la velocidad en una velocidad de tierra (ground speed) y formato de ángulo de trayectoria (track angle).

### B.3.3 Precisión de posición (vertical).

La fuente de posición debe generar una métrica de precisión de posición vertical. La métrica de precisión de posición vertical debe haber sido calificada durante la TSOA del sistema o la aprobación del diseño. Esta salida debe describir la precisión de la posición vertical con un 95% de probabilidad en condiciones sin fallas.

### B.3.4 Precisión de posición (horizontal).

La fuente de posición debe tener una salida de precisión de posición horizontal, y la salida debe haberse calificado durante la TSOA del sistema o la aprobación del diseño. Esta salida debe describir el radio de un círculo en el plano horizontal, con su centro en la posición verdadera que describe la región asegurada para contener la posición horizontal indicada con al menos el 95 por ciento de probabilidad en condiciones libres de fallas.

### B.3.5 Integridad de posición (horizontal).

La fuente de posición debe tener una salida de integridad de posición horizontal calificada durante el TSOA del sistema o la aprobación de diseño. Esta salida de integridad debe describir el radio de un círculo en el plano horizontal, con su centro en la posición verdadera que describe la región asegurada para contener la posición horizontal indicada con al menos 99.99999 por ciento de probabilidad bajo condiciones de aviónica sin fallas. Las fuentes de posición que se degradan desde una probabilidad del 99.99999 por ciento hasta una probabilidad del 99.999 por ciento (como un sistema inercial / GNSS fuertemente acoplado después de la pérdida de GNSS) aún pueden instalarse; sin embargo, no cumplirán con RAC 91.847 después de la degradación. En este caso, la fuente de posición debe tener una forma de indicar el cambio al equipo ADS-B. Además, si el cambio de probabilidad se debe a un cambio en la fuente de posición, la nueva fuente de posición debe cumplir con todos los requisitos de este apéndice.

#### B.3.5.1 Modo.

Si la interpretación de la salida de integridad de la fuente de posición puede cambiar debido a un cambio en el modo fuente de posición, la fuente de posición debe tener una forma de comunicar ese cambio de modo al equipo ADS-B. Además, el fabricante de la fuente de posición debe proporcionar una

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 66 de 84</b>

descripción de los modos y una descripción de cómo la fuente de posición emite la indicación de modo.

#### B.3.5.2 Límite de validez.

Si no se puede confiar en el valor de integridad de la salida más allá de un cierto límite, se debe indicar esta limitación en la documentación de diseño.

#### B.3.5.3 Fallo de integridad.

La fuente de posición debe ser capaz de identificar, y emitir, una indicación de una falla de integridad. Esta indicación debe ocurrir dentro de los 8 segundos posteriores a la salida de una posición errónea. El fabricante de la fuente de posición debe proporcionar información sobre cómo se genera esta falla de integridad.

#### B.3.6 Integridad de posición (Probabilidad).

El fabricante de la fuente de posición debe proporcionar información que describa la base de la probabilidad de exceder el radio de contención de integridad horizontal. Esta base debe indicar la probabilidad de exceder el radio de contención de la integridad, así como la duración del muestreo (por hora o por muestra).

#### B.3.7 Detección de error SIS (Signal in Space).

La fuente de posición debe proporcionar un medio para detectar un error SIS cuando el sistema usa un SIS. La probabilidad de detección omitida de un SIS defectuoso debe ser inferior a  $1 \times 10^{-3}$ . El equipo GNSS proporciona la detección de error SIS apropiada.

#### B.3.8 Precisión de velocidad.

La fuente de posición debe tener una salida de precisión de velocidad que se calificó junto con el TSOA del sistema o la aprobación de diseño. En lugar de una salida dinámica, el fabricante de la fuente de posición puede demostrar una precisión de velocidad de caso más desfavorable que se puede suponer en base a las pruebas. En la última revisión de AC 20-138, apéndice 4, se incluye una prueba para las fuentes de posición GNSS. El fabricante de la fuente de posición puede proponer un método de prueba para fuentes no GNSS o una prueba alternativa para fuentes GNSS durante la TSOA o aprobación de diseño.

#### B.3.9 Garantía de diseño.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 67 de 84</b>

La fuente de posición debe soportar un efecto de falla mayor. Esto incluye software que cumple con el documento RTCA/DO-178C, Nivel C y hardware electrónico de abordaje (AEH) que cumple con el documento RTCA/DO-254, Nivel C. Para hardware electrónico de abordaje que se determina que es simple, se aplica la sección 1.6 del RTCA/DO-254. Dado que la posición de difusión puede ser utilizada por cualquier aeronave ADS-B IN o por ATC, las disposiciones de AC 23.1309-1 que permiten reducir las probabilidades de falla y el nivel de garantía de diseño para aeronaves de menos de 6.000 libras no se aplican al sistema ADS-B OUT. La probabilidad general de que un mal funcionamiento de la fuente de posición cause que el error de la posición exceda el radio de integridad de la salida debe ser inferior a  $1 \times 10^{-5}$  por hora.

#### B.3.10 Altitud geométrica.

La fuente de posición debe tener una salida de altitud geométrica. La altitud geométrica debe estar referenciada al elipsoide WGS-84.

#### B.3.11 Tasa de actualización.

La fuente de posición debe generar una nueva posición al menos una vez por segundo. Las tasas de actualización de posición más rápidas reducen la latencia de la posición transmitida y son incentivadas.

#### B.3.12 Latencia de la fuente de posición.

El fabricante de la fuente de posición debe proporcionar información de latencia de la fuente de posición. Específicamente, el fabricante debe proporcionar la cantidad de latencia total de la fuente de posición y la latencia no compensada. Debido a que los requisitos de latencia se basan en todo el sistema ADS-B OUT, y no solo en la fuente de posición, los objetivos de latencia de la fuente de posición son solo lineamientos. La latencia no compensada de la fuente de posición debe ser inferior a 200 ms, la latencia compensada debe ser inferior a 500 ms, y la latencia total debe ser inferior a 700 ms.

**Nota 1:** Los requisitos de latencia del sistema se describen en la sección 7.3.1.3 y el Apéndice C de la AC 20-165B de la FAA.

**Nota 2:** esta sección aborda la latencia de posición solamente.

#### B.3.13 Tiempo de aplicación de la posición, velocidad y precisión.

Para cada posición emitida por la fuente, también deben emitirse una métrica de velocidad, métrica de precisión de posición horizontal y precisión de velocidad horizontal. Todas las medidas y métricas deben tener el mismo tiempo de

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 68 de 84</b>

aplicabilidad. También se debe generar una métrica de integridad de posición horizontal, pero su tiempo de aplicabilidad se puede retrasar con respecto a la posición. Consulte los TSO-C145, TSO-C146 o TSO-C196 para obtener información adicional sobre el tiempo de integridad para la alerta.

#### B.3.14 Marca de tiempo.

Las fuentes de posición deben generar una marca de tiempo que identifique el tiempo de aplicabilidad de la posición del Tiempo Universal Coordinado (UTC). La marca de tiempo puede ser utilizada por el equipo ADS-B para reducir la latencia no compensada.

#### B.3.15 Disponibilidad.

El RAC 91.847 no define un requisito de disponibilidad; sin embargo, es un factor operacional significativo cuando se selecciona la fuente de posición (consulte la Tabla B-2, Disponibilidad de GNSS estimada (Constelación mínima de umbral).

### **B.4 Fuentes de posición GNSS.**

El cumplimiento con los TSO aplicables para las fuentes de posición GNSS no garantiza que la unidad sea adecuada como fuente de posición ADS-B. La información en esta sección describe un medio aceptable para demostrar el cumplimiento de los requisitos ADS-B no abordados por los TSO GNSS cuando se utilizan fuentes de posición GNSS para ADS-B.

#### B.4.1 Posición.

Las fuentes de posición GNSS deben proporcionar una salida de latitud y longitud. Los requisitos y procedimientos de prueba en TSO-C129/145/146/196 son suficientes y los equipos GNSS con TSOA para los TSO antes mencionados no requieren calificación adicional para el resultado de posición. Algunas salidas de posición GNSS están referenciadas al centro de navegación de la aeronave. Los fabricantes deben documentar bajo qué condiciones la posición se emite de esta manera. Los instaladores deben configurar la instalación de ADS-B para tener en cuenta cualquier desplazamiento de posición desde el punto de referencia de vigilancia o la posición de la antena GNSS, según corresponda.

**Nota:** La intención es indicar la posición, velocidad e HFOM de manera consistente para el tiempo de aplicación (consulte RTCA / DO-229D, secciones 2.1.2.6 y 2.1.2.6.2).

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 69 de 84</b>

#### B.4.1.1 - TSO-C129.

Los requisitos delineados para la precisión 2D en la sección (a) (3) (xvi) del TSO-C129 no garantizan el cumplimiento total de la unidad GNSS. Los medios adicionales de cumplimiento para este TSO requieren que los fabricantes del GNSS comprueben que la latitud / longitud se emite y se referencia al sistema de coordenadas WGS-84.

#### B.4.1.2 - TSO-C129a.

Los requisitos descritos para la precisión 2D en la sección (a) (3) (xvi) de TSO-C129a no garantizan el cumplimiento total de la unidad GNSS. Los medios adicionales de cumplimiento para este TSO requieren que los fabricantes de GNSS comprueben que la latitud / longitud se emite y se referencia al sistema de coordenadas WGS-84.

#### B.4.1.3 - TSO-C145 / 146 Rev a Clase 1.

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229C, sección 2.1.2.6.

#### B.4.1.4 TSO-C145 / 146 Rev a Clase 2/3.

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229C, secciones 2.1.4.8 y 2.1.5.8.

#### B.4.1.5 TSO-C145 / 146 Rev b / c / d Clase 1.

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229D, sección 2.1.2.6.

#### B.4.1.6 TSO-C145 / 146 Rev b / c / d Clase 2/3.

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229D, secciones 2.1.4.8 y 2.1.5.8.

#### B.4.1.7 TSO-C196 / 196a.

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-316, sección 2.1.2.6.

#### B.4.2 Latencia de la fuente de posición.

Los fabricantes de fuentes de posición GNSS deben proporcionar información de latencia de la fuente de posición.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 70 de 84</b>

#### B.4.2.1 TSO-C129.

Los medios de cumplimiento para este TSO requieren que los fabricantes de GNSS documenten la latencia de la fuente de posición desde el momento de la medición (TOM) hasta el tiempo de salida de la posición. Si esta latencia excede los 0.9 segundos, es posible que no se cumpla con la latencia de transmisión ADS-B de 2 segundos a nivel de la aeronave.

#### B.4.2.2 TSO-C129a.

Los medios de cumplimiento para este TSO requieren que los fabricantes de GNSS documenten la latencia de la fuente de posición desde TOM hasta la salida del tiempo de posición. Si esta latencia excede los 0.9 segundos, es posible que no se cumpla con la latencia de transmisión ADS-B de 2 segundos a nivel de la aeronave.

#### B.4.2.3 TSO-C145 / 146 Rev a Clase 1.

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229C, sección 2.1.2.6.2.

#### B.4.2.4 TSO-C145 / 146 Rev a Clase 2/3.

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229C, secciones 2.1.2.6.2 y 2.1.5.8.2.

#### B.4.2.5 TSO-C145 / 146 Rev b / c / d Clase 1.

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229D, sección 2.1.2.6.2.

#### B.4.2.6 TSO-C145 / 146 Rev b / c / d Clase 2/3.

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229D, secciones 2.1.2.6.2 y 2.1.5.8.2.

#### B.4.2.7 TSO-C196 / 196a.

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-316, sección 2.1.2.6.2.

### B.4.3 Disponibilidad.

B.4.3.1 El análisis ha mostrado la siguiente disponibilidad estimada para receptores GPS TSO utilizando un ángulo de enmascaramiento de antena de 2 grados (consulte la Tabla B-2), asumiendo el umbral mínimo de constelación de satélites GPS. El umbral mínimo de la constelación

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 71 de 84</b>

es la probabilidad de espacios con satélites saludables. Para la Tabla B-1, la FAA utiliza el foro interagencia modificado sobre requisitos operacionales (IFOR), probabilidades de la constelación que proporciona una estimación conservadora de la disponibilidad pronosticada de GNSS. Las probabilidades IFOR modificadas no están garantizadas por la Fuerza Aérea de los EE. UU., Pero están destinadas a ser consistentes con el Estándar de Desempeño del Servicio de Posicionamiento Estándar del GPS, revisión 4, de septiembre de 2008. Las probabilidades modificadas del estado de constelación del umbral de IFOR se basan en esta norma de rendimiento (a 0.99999 por ciento de probabilidad de 20 satélites saludables o pares de satélites en configuración de ranura expandida) se muestran en la Tabla B-1.

**Tabla B-1. Umbral Modificado IFOR de Probabilidades de Estado de la Constelación**

<b>Number of Healthy Satellites</b>	<b>Probability That Exactly a Given Number of Satellites Are Healthy</b>	<b>Probability That at Least a Given Number of Satellites Are Healthy</b>
24	0.72%	0.72%
23	0.17%	0.89%
22	0.064%	0.954%
21	0.026%	0.98%
20	0.01999%	0.99999%
19	0.000005%	0.999995%
18	0.000005%	1.0000%

B.4.3.2. La FAA planea integrar la disponibilidad de sistemas de vigilancia de respaldo con ADS-B, incluidos SSR y multilateración de área amplia, para mitigar el impacto de la pérdida del rendimiento GNSS debido a las limitaciones actuales de los receptores GNSS del operador y el estado de la constelación. La vigilancia de respaldo no estará disponible en todo el espacio aéreo, y los operadores deben seleccionar una fuente de posicionamiento ADS-B que proporcione la disponibilidad necesaria para su ruta de vuelo. La FAA planea implementar un sistema de determinación de disponibilidad de servicio de GPS Preflight para ayudar a los operadores a determinar la disponibilidad de vigilancia para ADS-B antes del vuelo. Esta herramienta considerará el equipamiento GNSS del operador y la constelación GPS que se prevé estará

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 72 de 84</b>

disponible en el momento de vuelo planeado. La herramienta también considerará el estado de la capacidad de vigilancia de respaldo existente junto con el desempeño de posicionamiento requerido para el estándar de separación que ATC está autorizado a aplicar a lo largo de la ruta de vuelo definida por el operador.

**Table B-2. Estimated GNSS Availabilities (Minimum Threshold Constellation)**

<b>Positioning Service (Receiver Standard)</b>	<b>Predicted Availability (ADS-B Compliance)</b>
GPS (TSO-C129) (SA On)	≥ 89.0%
GPS (TSO-C196) (SA Off)	≥ 99.0%
GPS/SBAS (TSO-C145/TSO-C146)	≥ 99.9%

#### B.4.4 Integridad de posición horizontal.

Las fuentes de posición GNSS deben tener una salida de integridad de posición horizontal (como HIL o HPL) durante la TSOA del sistema o la aprobación del diseño para determinar la NIC.

##### **B.4.4.1 TSO-C129**

Los requisitos descritos para los equipos Clase A, B y C proporcionan integridad horizontal a través de algoritmos RAIM bajo RTCA / DO-208 cambio 1, MOPS para equipos abordado de navegación suplementarios que utilizan el sistema de posicionamiento global (GPS), sección 2.2.1.13. Sin embargo, no hay ningún requisito para calcular o generar HPL. Para cumplir adecuadamente con los requisitos de ADS-B, los medios adicionales de cumplimiento para este TSO requieren que los fabricantes de GNSS proporcionen datos de comprobación que demuestren que el equipo genera un HPL de  $1 \times 10^{-7}$  / h basado en el algoritmo RAIM al menos una vez por segundo que cumple con el tiempo de 10 segundos para alertar. Esta CI recomienda un tiempo de 8 segundos para alertar. El valor del nivel de protección es aceptable como HPL si el equipo realiza la prueba en RTCA / DO-208 cambio 1, sección 2.5.2.5 usando este valor de nivel de protección para comparar con el límite de alarma. El equipo que utiliza el método RAIM residual de mínimos cuadrados recomendado en RTCA / DO-208 cambio 1, apéndice F proporciona un HPL aceptable.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 73 de 84</b>

#### B.4.4.2 TSO-C129a

Los requisitos descritos para los equipos de clase A, B y C proporcionan integridad horizontal a través de algoritmos RAIM bajo RTCA / DO-208 cambio 1, sección 2.2.1.13. Sin embargo, no hay ningún requisito para calcular o generar HPL. Para cumplir adecuadamente con los requisitos de ADS-B, los medios adicionales de cumplimiento para este TSO requieren que los fabricantes de GNSS proporcionen datos de comprobación que demuestren que el HPL del equipo es  $1 \times 10^{-7}/h$  basado en el algoritmo RAIM al menos una vez por segundo que cumple con el tiempo de 10 segundos para alertar. Esta CI recomienda un tiempo de 8 segundos para alertar. El valor del nivel de protección es aceptable como HPL si el equipo realiza la prueba en RTCA / DO-208 cambio 1, sección 2.5.2.5 usando este valor de nivel de protección para comparar con el límite de alarma. El equipo que utiliza el método RAIM residual de mínimos cuadrados recomendado en RTCA / DO-208 cambio 1, apéndice F proporciona un HPL aceptable.

#### B.4.4.3 TSO-C145/146 Rev. a Clase 1

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229C, secciones 2.1.2.6, 2.1.2.2.2 y 2.1.3.2.2. Se puede encontrar un resumen de estos últimos requisitos en RTCA / DO-229C, sección 2.1.1.13.1.

#### B.4.4.4 TSO-C145/146 Rev. a Clase 2/3

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229C, secciones 2.1.2.6, 2.1.2.2.2, 2.1.3.2.2, 2.1.4.2.2 y 2.1.5.2.2. Se puede encontrar un resumen de estos últimos requisitos en RTCA / DO-229C, sección 2.1.1.13.1.

#### B.4.4.5 TSO-C145/146 Rev. b/c/d Clase 1

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229D, secciones 2.1.2.6, 2.1.2.2.2 y 2.1.3.2.2. Los requisitos relativos se puede encontrar en RTCA / DO-229D, secciones 2.1.1.4 y 2.1.4.9.

#### B.4.4.6 TSO-C145/146 Rev. b/c/d Clase 2/3

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 74 de 84</b>

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229D, secciones 2.1.2.6, 2.1.2.2.2, 2.1.3.2.2, 2.1.4.2.2 y 2.1.5.2.2. Se pueden encontrar requisitos relacionados en RTCA / DO-229D, secciones 2.1.1.4 y 2.1.4.9.

#### B.4.4.7 TSO-C196/196a

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-316, secciones 2.1.2.6, 2.1.2.2.2 y 2.1.3.2.

#### B.4.5 Integridad de posición (Probabilidad).

Los fabricantes de fuentes de posición GNSS deben proporcionar información que describa la base de la probabilidad de exceder el radio de contención de integridad horizontal.

##### B.4.5.1 TSO-C129

Los medios de cumplimiento para TSO-C129 se definen en RTCA / DO-208 cambio 1, sección 2.2.1.13.1, en referencia a la tabla 2-1.

##### B.4.5.2 TSO-C129a

Los medios de cumplimiento para TSO-C129a se definen en RTCA / DO-208 cambio 1, sección 2.2.1.13.1, en referencia a la tabla 2-1.

##### B.4.5.3 TSO-C145/146 Rev. a Clase 1

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229C, sección 2.1.2.2.2.1 para la integridad basada en el sistema SBAS. Este requisito hace referencia al apéndice J, sección J.2.1, que define la integridad de la posición. (La probabilidad de integridad es solo para HPL<sub>SBAS</sub>). Para una guía adicional sobre un método de escalado aceptable, los fabricantes de GNSS pueden consultar RTCA / DO-229C, apéndice U, sección 4. Los requisitos de FDE se pueden encontrar en la sección 2.1.2.2.2.2.

##### B.4.5.4 TSO-C145/146 Rev. a Clase 2/3

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229C, sección 2.1.2.2.2.1 para la integridad basada en SBAS. Este requisito hace referencia al apéndice J, sección J.2.1, que define la integridad de la posición. (La probabilidad de integridad es solo para

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 75 de 84</b>

HPL<sub>SBAS</sub>). Para una guía adicional sobre un método de escalado aceptable, los fabricantes de GNSS pueden consultar RTCA / DO-229C, apéndice U, sección 4. Los requisitos de FDE se pueden encontrar en la sección 2.1.2.2.2.2.2.

#### B.4.5.5 TSO-C145/146 Rev. b/c/d Clase 1

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229D, sección 2.1.2.2.2.1 para la integridad basada en SBAS. Este requisito hace referencia al apéndice J, sección J.3.1, que define la integridad de la posición. (La probabilidad de integridad es solo para HPL<sub>SBAS</sub>). Para una guía adicional sobre un método de escalado aceptable, los fabricantes de GNSS pueden consultar el apéndice U de RTCA / DO-229D, sección 4. Los requisitos de FDE se pueden encontrar en la sección 2.1.2.2.2.2.2.

#### B.4.5.6 TSO-C145/146 Rev. b/c/d Clase 2/3

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-229D, sección 2.1.2.2.2.1 para la integridad basada en SBAS. El Apéndice J, sección J.3.1 proporciona una definición de fondo para la integridad de la posición. (La probabilidad de integridad es solo para HPL<sub>SBAS</sub>). Para una guía adicional sobre un método de escalado aceptable, los fabricantes de GNSS pueden consultar RTCA / DO-229D, apéndice U, sección 4. Los requisitos de FDE se pueden encontrar en la sección 2.1.2.2.2.2.2.

#### B.4.5.7 TSO-C196/196a

Los medios de cumplimiento para este TSO se definen en RTCA / DO-316, sección 2.1.2.2.2.2. Para obtener orientación adicional sobre un método de escala aceptable, los fabricantes de GNSS pueden consultar RTCA / DO-316, apéndice U, sección 4.

### B.4.6 Alertas de fallas de integridad.

Los fabricantes de fuentes de posición GNSS deben proporcionar datos de diseño sobre el tiempo máximo que la fuente de posición puede tomar para indicar un error de integridad. Si la indicación de falla es específica del modo, se deben incluir datos en todos los modos. Se recomienda que se proporcione la indicación de un error de integridad en 8 segundos en todos los modos. Todas las revisiones de los equipos

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 76 de 84</b>

TSO-C145, TSO-C146 y TSO-C196 GNSS cumplen este requisito. Ninguna revisión del equipo TSO-C129 GNSS cumple con este requisito sin cumplir con las demás calificaciones que se detallan a continuación. Los receptores que cumplen con la Característica ARINC 743A-5, Sensor GNSS, con fecha de mayo de 2009, representan la condición en la que se detectó una falla de satélite pero el receptor no pudo excluir el satélite con fallas configurando el bit 11 de la etiqueta 130. Este bit debe interpretarse como establece la posición inválida independientemente del HIL o HPL indicado.

#### B.4.7 Límites de integridad de posición.

Este requisito anteriormente se llamaba Límite de Validez de Integridad. Los cálculos de HPL basados en RAIM de frecuencia única se han diseñado para admitir aplicaciones de navegación y proporcionar un error de límite apropiado de hasta aproximadamente 0,1 nm. Aunque los valores de HPL significativamente menores a 0.1 nm pueden emitirse a partir de fuentes de GNSS de frecuencia única, si el valor de HPL se calculó usando RAIM, es posible que no logre el nivel de protección informado ya que hay contribuciones de error que ya no son insignificantes y deberían ser tomado en consideración. Tales fuentes de error incluyen específicamente la correlación de errores ionosféricos a través de satélites, errores de compensación de retardos troposféricos, multitrayecto y errores de ruido del receptor. Este problema no es exclusivo de las fuentes de posición GPS no ampliadas, ya que todas las revisiones de las fuentes de posición TSO-C145 y TSO-C146 GNSS también calculan la integridad basada en RAIM cuando no se utiliza la integridad del Sistema de aumento basado en satélites (SBAS). Incluso cuando se utiliza el aumento SBAS, no se requiere el cálculo de la integridad para tener en cuenta estas fuentes de error, excepto cuando se utiliza en los modos de aproximación LNAV / VNAV o LPV / LP.

#### B.4.8 Precisión de posición horizontal.

Las fuentes de posición GNSS deben proporcionar una salida HFOM que se demostró durante la aprobación de diseño de la fuente de posición o durante una aprobación de instalación. Se requiere certificación GNSS bajo TSO-C145b/c, TSO-C146b/c/d, o todas las revisiones de TSO-C196 para proporcionar la salida HFOM. TSO-C129, TSO-C145a y TSO-C146a no contienen un requisito de salida de exactitud de posición horizontal; sin embargo, todos los equipos deben proporcionar una salida HFOM para que se considere una fuente de posición compatible con ADS-B.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 77 de 84</b>

**Nota:** La intención es la posición de salida, la velocidad y HFOM de una manera consistente para el tiempo de aplicabilidad (consulte RTCA / DO-229D, secciones 2.1.2.6 y 2.1.2.6.2).

#### B.4.9 Altitud geométrica.

Todas las fuentes de posición GNSS deben generar una altitud geométrica. La altitud geométrica para fines ADS-B es la altura sobre el elipsoide WGS-84 (es decir, no es MSL). Recomendamos que la fuente de posición GNSS muestre la altitud geométrica como Height-Above-Ellipsoid (HAE). Algunas fuentes de posición GNSS proporcionan Height-Above-Geoid (HAG) en lugar de HAE. El fabricante de la fuente de posición debe proporcionar datos sobre si la fuente de posición emite HAE o HAG.

#### B.4.10 Frecuencia de actualización

La fuente de posición debe generar una nueva posición como mínimo una vez por segundo. Las tasas de actualización de posición más rápidas reducen la latencia de la posición transmitida y son recomendadas.

#### B.4.11 Velocidad horizontal.

La fuente de posición debe generar velocidades norte / sur y este / oeste. Se recomienda que la fuente de posición también muestre la velocidad en una velocidad de avance y formato de ángulo de seguimiento.

**Nota:** La intención es mostrar las medidas de posición, velocidad y calidad de forma consistente para el tiempo de aplicabilidad (consulte RTCA / DO-229D, secciones 2.1.2.6 y 2.1.2.6.2).

#### B.4.12 Velocidad con respecto a tierra (Ground Speed)

Se recomienda que la fuente de posición genere ground speed. Los fabricantes de GNSS que optan por emitir la ground speed pueden mostrar conformidad tal como se describe en el respectivo TSO.

#### B.4.13 Tiempo de aplicabilidad.

El equipo GNSS debe emitir un tiempo de aplicabilidad.

**Nota:** La intención es la posición, velocidad e HFOM de salida con un tiempo de aplicabilidad consistente (consulte RTCA / DO-229D, secciones 2.1.2.6 y 2.1.2.6.2).

#### B.4.14 Exactitud de velocidad.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 78 de 84</b>

The GNSS position source manufacturer must provide design data to assist the installer in setting the NAC<sub>v</sub>. Scaling the reported GNSS position accuracy (HFOM and VFOM) is not an acceptable means to determine NAC<sub>v</sub>.

#### B.4.15 Precisión de posición vertical.

El GNSS debería mostrar precisión de posición vertical. La precisión vertical debe especificar un límite de probabilidad del 95 por ciento en la posición vertical informada. Ninguna revisión de TSO-C129 o TSO-C196 tiene requisitos de precisión o integridad verticales, y TSO-C145 / 146 solo tiene requisitos de precisión vertical para ciertos modos de aproximación. Ninguno de los TSO GNSS tiene la obligación de emitir continuamente los datos de precisión de posición vertical. Si se genera una precisión de posición vertical, debe haberse calificado durante la aprobación del diseño de la fuente de posición.

#### B.4.16 Salida de modo.

Si la interpretación de la salida de integridad de la fuente de posición puede cambiar debido a un cambio en el modo fuente de posición, la fuente de posición debe tener una forma de comunicar ese cambio de modo al equipo ADS-B. Además, el fabricante de la fuente de posición debe proporcionar una descripción de los modos y una descripción de cómo la fuente de posición emite la indicación de modo.

#### B.4.17 Integridad del modo de aproximación.

Se requiere que el equipo SBAS certificado bajo cualquier revisión de TSO-C145 o TSO-C146 tenga varios modos de operación dependiendo de la disponibilidad de la aumentación. Por ejemplo, cuando se opera en un modo aumentado para orientación de aproximación LPV, la fuente de posición puede determinar HPL basándose en un error lateral versus un error horizontal y un tiempo de exposición en función de la duración del enfoque frente a la hora de vuelo (consulte RTCA / DO -229D, apéndice J). Si la fuente de posición emite el HPL en caso de error lateral y tiempo de exposición al acercamiento, es posible que el transmisor ADS-B tenga que inflar el HPL en un 3 por ciento en los modos de aproximación para garantizar que la integridad esté debidamente limitada. El equipo GBAS debe cumplir con los requisitos GNSS o SBAS para la salida de los datos de posición. Este es un problema de integración entre el GPS y el transmisor ADS-B. El fabricante de la fuente de posición debe proporcionar información al integrador del sistema para determinar si la salida de integridad debe escalarse (es decir, aplicando un factor de inflación).

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 79 de 84</b>

Aunque no abordamos la interfaz de una fuente de posición corregida diferencialmente GBAS en esta CI, tendrá consideraciones similares en los modos de aproximación como SBAS.

#### B.4.18 Validez del ángulo de seguimiento.

Las fuentes de posición GNSS pueden proporcionar un ángulo de seguimiento; sin embargo, el ángulo de seguimiento GNSS puede volverse inválido por debajo de cierta velocidad. De manera óptima, la fuente de posición debe invalidar o eliminar el ángulo de seguimiento cuando ya no sea válido. Si la fuente de posición no invalida el ángulo de seguimiento o elimina el ángulo de seguimiento cuando es potencialmente inválido, el fabricante de la fuente de posición debe proporcionar información sobre las limitaciones de velocidad para el ángulo de seguimiento GNSS.

**Nota:** Los niveles de interferencia utilizados para demostrar el cumplimiento de la precisión de velocidad también se pueden usar para la validez del ángulo de seguimiento.

#### B.4.19 Marca de tiempo.

Las fuentes de posición GNSS deben generar una marca de tiempo UTC que identifique el tiempo de aplicabilidad con la salida de posición sucesiva. En los sensores modernos se computa y emite posición múltiples veces por segundo, esta marca de tiempo típicamente está asociada con solo una de las salidas de posición por segundo. La marca de tiempo puede ser utilizada por el equipo ADS-B para reducir la latencia no compensada. Para 1090ES, la salida de la marca de tiempo no es necesaria para que las instalaciones cumplan con las normas. Algunos GPS sincronizan el borde anterior de la marca de tiempo con el segundo UTC. Otros GPS permiten que el pulso de la marca de tiempo sea asíncrono al segundo UTC y luego registran la hora del borde delantero en los datos digitales junto con la solución de posición.

#### B.4.20 Detección de error SIS.

La fuente de posición debe proporcionar un medio para detectar un error SIS cuando el sistema usa un SIS. La probabilidad de detección omitida de un SIS defectuoso

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 80 de 84</b>

debe ser inferior a  $1 \times 10^{-3}$ . El equipo GNSS proporciona la detección de error SIS apropiada.

## **B.5 Fuentes de posición de GNSS / IRS firmemente acopladas.**

Esta sección proporciona una orientación de alto nivel sobre los problemas que deberán abordarse para calificar un Sistema Satelital de Navegación Global / Sistema de Referencia Inercial (GNSS / IRS) firmemente acoplado para su uso en un sistema ADS-B. Debe proponer a la FAA el método para aprobar un GNSS / IRS estrechamente acoplado para su uso en un sistema ADS-B.

### **B.5.1 Salidas GNSS / IRS firmemente acopladas.**

Las salidas de GNSS / IRS firmemente acopladas deben cumplir los requisitos, incluida la validación, de RTCA / DO-229 (), apéndice R o RTCA / DO-316, apéndice R.

### **B.5.2 Exactitud de velocidad horizontal.**

El sistema ADS-B debe abordar la precisión de la velocidad horizontal.

### **B.5.3 Rendimiento GNSS.**

El sensor GNSS debe cumplir con los requisitos mínimos de rendimiento para cualquier revisión de TSO-C129, TSO-C145, TSO-C146 o TSO-C196. Además, el sensor GNSS debe cumplir con todos los requisitos GNSS aplicables de este apéndice, según corresponda.

### **B.5.4 Instalación GNSS.**

Instale los sensores GNSS de acuerdo con AC 20-138 () de la FAA.

### **B.5.5 Radio de contención de NIC.**

§ 91.227 requiere un SIL = 3, lo que significa que la probabilidad de exceder el radio de contención de NIC debe ser menor a  $1 \times 10^{-7}$  por hora o por muestra. El sistema GNSS / IRS, estrechamente acoplado, debe transmitir la métrica de calidad de integridad por hora. Después de la pérdida de GNSS o GNSS RAIM, el sistema híbrido debe informar el radio de contención de la integridad de  $1 \times 10^{-7}$  probabilidad por muestra y no por hora. Hacerlo permitiría que el sistema GNSS / IRS transmita a una probabilidad de  $1 \times 10^{-7}$  por un período de tiempo más largo.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 81 de 84</b>

B.5.5.1 RTCA / DO-229D, apéndice R, sección 2.1 requiere que los sistemas de acoplamiento firmes cumplan con dos límites de integridad. El límite de integridad para el caso de falla de satélite es  $1 \times 10^{-7}$ . El límite de integridad para el caso sin fallas (caso normal raro) es  $1 \times 10^{-5}$ . RTCA / DO-229D, apéndice R, sección 2.1.1 reconoce que en sistemas firmemente integrados, la navegación inercial puede causar que el límite normal raro sea dominante sobre el límite de las condiciones de falla en tiempos de mala cobertura satelital. Si la salida de HPL de la fuente de posición fuertemente acoplada cambia de la detección de fallas  $1 \times 10^{-7}$  a la base libre de fallas  $1 \times 10^{-5}$ , la fuente de posición necesita indicar este cambio al equipo ADS-B. Recomendamos que la fuente de posición use una base de integridad  $1 \times 10^{-7}$  en todos los modos.

B.5.5.2 Si la salida de probabilidad de contención de integridad de la fuente de posición de GNSS / IRS firmemente acoplada cambia la base de hora por muestra, luego de una pérdida de GNSS o una pérdida de RAIM GNSS, la fuente de posición debe indicar este cambio al Equipo ADS-B (es decir, SIL<sub>SUPP</sub>).

B.5.5.3 Si el GNSS / IRS acoplado firmemente escala la integridad inercial de  $1 \times 10^{-5}$  a  $1 \times 10^{-7}$ , la escala debe haberse demostrado durante la aprobación del diseño de la fuente de posición. Si la base inercial es por muestra y se escala a por hora, esta escala debe haberse demostrado durante la aprobación del diseño de la fuente de posición.

#### B.5.6 Desempeño de integridad GNSS en el Manual de vuelo.

Si una fuente de posición GNSS / IRS firmemente acoplada está destinada a ser utilizada como una fuente de posición ADS-B después de la pérdida de GNSS, se debe incluir el rendimiento de navegación inercial en el manual de vuelo. Específicamente aborda lo siguiente:

B.5.6.1 Si la navegación inercial cumple con los requisitos de § 91.227, como  $NAC_P = 8$ ,  $NIC = 7$ ,  $SIL = 3$  y  $SDA = 2$ .

B.5.6.2 Tiempo estimado después de una pérdida de GNSS para la cual se espera que la navegación inercial cumpla con los requisitos de § 91.227. El estimado debe asumir que el sistema cumplió con los requisitos mínimos de § 91.227 justo antes de la pérdida de GNSS o GNSS RAIM. Esta estimación será útil para los operadores en el desarrollo de un medio

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 82 de 84</b>

para garantizar que el sistema pueda cumplir con los requisitos de § 91.227 durante las degradaciones GNSS previstas.

## B.6 Fuentes de posición no GNSS.

La FAA no conoce ninguna fuente de posición no perteneciente al GNSS actualmente disponible que pueda cumplir con los requisitos de rendimiento de § 91.227. Sin embargo, es posible que desee integrar una capacidad de respaldo ADS-B OUT en caso de pérdida del GNSS. Tal respaldo no es requerido. No se espera ninguna ventaja operacional ATC para los sistemas de respaldo que son no GNSS a menos que esa capacidad de respaldo cumpla con los requisitos de rendimiento de § 91.227. Esta sección proporciona una guía de alto nivel sobre los problemas que deberán abordarse para calificar una fuente de posición no GNSS para su uso en un sistema ADS-B sin tener en cuenta los requisitos del § 91.227. Si elige integrar esta capacidad, use la guía a continuación y proponga a la FAA el método para aprobar una fuente de posición que no sea GNSS para su uso en un sistema ADS-B.

### B.6.1 Equipo medidor de distancia (DME/DME).

- B.6.1.1 El sistema de navegación de área (RNAV) DME / DME debe cumplir con los requisitos mínimos de rendimiento del TSO-C66c, equipo medidor de distancia (DME) que funciona dentro del rango de frecuencia de radio de 960-1215 MHz.
- B.6.1.2 No existen estándares de la industria para el uso de un sistema DME / DME para determinar la integridad de la posición o la precisión de la velocidad. Se debe proponer un método para derivar estos parámetros.
- B.6.1.3 El sistema DME / DME solo debe usar las instalaciones DME listadas en el AIP y publicados en las cartas de navegación.
- B.6.1.4 El sistema DME / DME solo debe usar instalaciones DME operacionales. El sistema debe excluir las instalaciones no operacionales al verificar la identificación. Las mitigaciones operacionales, como la exclusión manual de las estaciones DME o cualquier acción que requiera una acción piloto o la supervisión del sistema DME / DME, no son permisibles para las fuentes de posición calificadas ADS-B.
- B.6.1.5 Verificaciones de razonabilidad.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 83 de 84</b>

El sistema DME / DME debe incorporar verificación de razonabilidad. Consulte la AC 90-100A de la FAA para obtener información adicional sobre las verificaciones de razonabilidad.

### B.6.2 VOR/DME.

Las fuentes de posición ADS-B pueden no utilizar VOR. No interactúe con ninguna solución de posición que utilice información de VOR ya que no se puede asumir el rendimiento del VOR en toda la región en la que se recibe la señal.

### B.6.3 Sistema de navegación inercial / unidad de referencia inercial (INS / IRU) acoplado ligeramente con DME o GNSS.

- B.6.3.1 El equipo GNSS o el equipo DME debe cumplir los requisitos de este apéndice.
- B.6.3.2 El equipo INS / IRU acoplado libremente debe cumplir con 14 CFR parte 121, apéndice G.
- B.6.3.3 La fuente de posición INS / IRU ligeramente acoplada debe proporcionar todas las salidas de fuente de posición requeridas enumeradas en este apéndice. Califique las salidas durante la aprobación de la instalación del sistema ADS-B; consulte la sección B.3 de este apéndice. La precisión de la velocidad puede calificarse y establecerse estáticamente. Actualice la precisión de la posición y métricas de integridad de posición de forma dinámica.
- B.6.3.4 El numeral 91.847 de los RAC requiere un SIL = 3, lo que significa que la probabilidad de exceder el radio de contención de NIC debe ser menor a  $1 \times 10^{-7}$  por hora o por muestra. Se prefiere un GNSS / IRS que continúe proporcionando el radio de contención de integridad basado en una probabilidad  $1 \times 10^{-7}$  después de la pérdida de GNSS o GNSS RAIM. Los posibles errores causados por la actualización del GNSS antes de la pérdida del GNSS deben seguir estando acotados.
- B.6.3.4.1 Si la salida de probabilidad de contención de integridad de una fuente de posición GNSS / IRS ligeramente acoplada cambia de  $1 \times 10^{-7}$  a  $1 \times 10^{-5}$  después de una pérdida de GNSS o una pérdida de RAIM GNSS, la fuente de posición debe transmitir este cambio al Equipo ADS-B. El tiempo total del sistema para transmitir un cambio en SIL debe ser de 10 segundos o menos.

 UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL AERONÁUTICA CIVIL DE COLOMBIA	<b>CIRCULAR INFORMATIVA 005</b>		
	<b>Título: Generalidades para la aprobación de Aeronavegabilidad del Sistema ADS-B OUT</b>		
<b>Principio de Procedencia 5000-082</b>	<b>Versión: 01</b>	<b>Fecha: 24/10/2018</b>	<b>Pág: 84 de 84</b>

B.6.3.4.2 Si la salida de probabilidad de contención de integridad de una fuente de posición GNSS / IRS ligeramente acoplada cambia de por hora a por muestra después de una pérdida de GNSS o una pérdida de RAIM GNSS, la fuente de posición debe transmitir este cambio a la Equipo ADS-B.

### B.7 Futuras Fuentes de posición

Se espera que las fuentes de posición futuras, como el GPS de doble frecuencia y las fuentes GPS / Galileo, sean fuentes de posición aceptables para ADS-B y cumplan con los requisitos de rendimiento de FAR 91.227 y el numeral 91.847 de los RAC. Las revisiones futuras de esta CI abordarán la nueva tecnología de fuente de posición cuando esté disponible.

### 8. VIGENCIA:

La presente CI se encuentra en revisión Original y entra en vigencia a partir del 24 de Octubre de 2018.

### 9. CONTACTO PARA MAYOR INFORMACIÓN:

Para cualquier consulta técnica adicional con respecto a esta Circular Informativa, dirigirse a la Secretaria de Seguridad Operacional y de la Aviación Civil al correo [juan.hernandez@aerocivil.gov.co](mailto:juan.hernandez@aerocivil.gov.co)

  
**LUIS ALBERTO VALENCIA VALENCIA**  
 SECRETARIO DE SEGURIDAD AÉREA

Proyectó: Juan Oswaldo Hernández – Inspector de Seguridad Aérea 

Revisó: Luis Alberto Ramos – Coordinador Grupo Inspección de Aeronavegabilidad 

Jairo Sora – Coordinador Grupo de Certificación de Productos Aeronáuticos 

Clave: GDIR-3.0-12-23  
 Versión: 01  
 Fecha: 01/09/2014  
 Página: 84 de 84