



**Organización de Aviación Civil Internacional**

Oficina Regional Sudamericana

**Decimotava Reunión de Autoridades de Aviación**

**Civil de la Región Sudamericana (RAAC/18)**

(Sao Paulo, Brasil, 24 al 26 de febrero de 2025)

RAAC/18-NE/46

06/02/25

**Cuestión 8A del  
Orden del Día:**

Otros asuntos

## **ESTRATEGIA DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN AERONÁUTICA ADS-B**

Nota presentada por Colombia, “*El País de la Belleza*”

### **RESUMEN**

La tecnología ADS-B ha transformado la gestión del tránsito aéreo al ofrecer alta precisión, disponibilidad de datos en tiempo real y una mayor eficiencia en la administración del espacio aéreo. Sin embargo, su diseño basado en protocolos no cifrados lo hace vulnerable a ataques cibernéticos, electrónicos y riegos frente a la privacidad de la información y protección de datos, lo que puede degradar la calidad de la información usada para el ATC y generar amenazas en el uso y la privacidad de la información reportada por las aeronaves que usan esta tecnología.

Para mitigar estos riesgos, se deben generar estrategias integrales que combinen el uso de múltiples datos de vigilancia tanto de sistemas colaborativos como no colaborativos, correlacionando información y generando una medida de confianza en los datos, aumentando la resiliencia y robustez tecnológica. Adicional la incorporación de prácticas avanzadas de ciberseguridad y el desarrollo de técnicas de detección de anomalías basadas en big data e inteligencia artificial, que permitan evaluar y garantizar la confianza de la información transmitida y el desarrollo de leyes y/o regulaciones nacionales que definan claramente el límite entre el uso público/privado de los datos transmitidos por estos sistemas y el nivel de afectación en la privacidad de usuarios de aeronaves privadas o de Estado.

El desarrollo de esta estrategia, integral permitirá aumentar la calidad y la confianza de la información aeronáutica provista por esta tecnología, identificar patrones inusuales y discrepancias de altitud o posición, e incluso mensajes falsos garantizando información de calidad para el servicio de ATC, y al mismo tiempo garantizar la protección de datos personales y privados de acuerdo con la legislación de cada país.

Este último aspecto, es de especial importancia ya que genera un nuevo reto para los Estados, la comunidad aeronáutica, y algunas empresas privadas, que tendrán que definir los límites y efectos que puede causar el uso indebido de datos aeronáuticos (ADS-B) en la privacidad de la información frente a la legislación de cada país.

<b>Referencias:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anexo 17 de OACI: Seguridad de la aviación AVSEC.</li> <li>- Documento OACI: Estrategia de Ciberseguridad de la Aviación.</li> <li>- Documento OACI: Orientación sobre la política de Ciberseguridad.</li> <li>- Documento OACI: Plan de acción de Ciberseguridad</li> <li>- Ali, B. S., Ochieng, W. Y., Schuster, W., Majumdar, A., &amp; Chiew, T. K. (2015). A safety assessment framework for the Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) system. <i>Safety Science</i>, 78, 91–100. <a href="https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2015.04.011">https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2015.04.011</a></li> <li>- Jeon, D., Eun, Y., &amp; Kim, H. (2015). Estimation fusion with radar and ADS-B for air traffic surveillance. <i>International Journal of Control, Automation and Systems</i>, 13(2), 336–345. <a href="https://doi.org/10.1007/s12555-014-0060-1">https://doi.org/10.1007/s12555-014-0060-1</a></li> <li>- Jamming and Spoofing Protection for ADS-B Mode S Receiver Through Array Signal Processing. <i>Lecture Notes in Electrical Engineering</i>, 555, 184–204. <a href="https://doi.org/10.1007/978-981-13-7086-1_13">https://doi.org/10.1007/978-981-13-7086-1_13</a></li> <li>- Smith, A., Cassell, R., Breen, T., Hulstrom, R., &amp; Evers, C. (2006). Methods to provide system-wide ADS-B back-up, validation and security. <i>AIAA/IEEE Digital Avionics Systems Conference - Proceedings</i>. <a href="https://doi.org/10.1109/DASC.2006.313681">https://doi.org/10.1109/DASC.2006.313681</a></li> </ul>	
<b>Objetivos Estratégicos de la OACI:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguridad de la aviación.</li> <li>- Cada vuelo es seguro (Safety and Security)</li> <li>- La aviación proporciona movilidad fluida, accesible y confiable para todos</li> <li>- Ningún País se queda atrás.</li> </ul>

## 1. Introducción

1.1 El sistema de Vigilancia Dependiente Automática por Radiodifusión (ADS-B) ha revolucionado la gestión del tráfico aéreo, ofreciendo mayor precisión, eficiencia y disponibilidad de datos en tiempo real. Esta tecnología permite una mejor gestión del espacio aéreo, optimizando rutas, mejorando la predicción de congestiones y facilitando la toma de decisiones en tiempo real. Sin embargo, el ADS-B también presenta vulnerabilidades de seguridad que deben ser abordadas para garantizar la integridad de la información y la seguridad operacional.

1.2 El diseño del ADS-B, basado en protocolos de transmisión no cifrados, lo hace susceptible a ataques cibernéticos y electrónicos. La posibilidad de inyectar mensajes falsos, suplantar identidades o interferir con las señales plantea un riesgo para la seguridad de las aeronaves. Además, la privacidad de los datos transmitidos por el ADS-B es un aspecto crítico que requiere atención, especialmente en lo que respecta a la protección de datos personales, la seguridad nacional y el efecto que pueda tener la publicación y explotación privada de datos aeronáuticos sobre la privacidad de las personas, en el caso de vuelos privados y la seguridad de vuelos de estado, en este sentido es necesarios regular los niveles de acceso y de autorización para la explotación privada de datos aeronáuticos como los generado por el ADS-B. Todo esto, evidencia la necesidad de desarrollar una estrategia para asegurar la seguridad de la información aeronáutica ADS-B. Este desafío reside en encontrar el equilibrio entre la necesidad de utilizar la información aeronáutica para mejorar la seguridad y la eficiencia de las operaciones, y la obligación de proteger los datos personales y privados de acuerdo con la legislación de cada país y la explotación comercial de privados de estos datos.

1.3 Para mitigar estos riesgos, es necesario implementar una estrategia integral de seguridad que abarque diferentes aspectos, desde el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica hasta el

desarrollo de herramientas de análisis de datos y la implementación de marcos legales y regulatorios sólidos. La cooperación internacional y el intercambio de información entre los Estados son cruciales para abordar los desafíos de seguridad que plantea el ADS-B y garantizar la seguridad y eficiencia del espacio aéreo global.

## 2. **Discusión**

2.1 La tecnología ADS-B ha revolucionado la gestión del tráfico aéreo al proporcionar datos más precisos y en mayor cantidad, lo que permite una mayor flexibilidad en el espacio aéreo y optimiza procesos como la facturación y la gestión de rutas. La tecnología cuenta con parámetros de calidad que son evaluados por los sistemas ATM y que contribuyen a la toma de decisiones. Sus beneficios incluyen la optimización del espacio aéreo, la mejora de la seguridad, especialmente en áreas con control limitado, la integración con tecnologías como big data e inteligencia artificial, y la transmisión de datos de alta calidad para la toma de decisiones en los sistemas ATM. En resumen, ADS-B no solo mejora la eficiencia y la seguridad, sino que también impulsa la modernización del espacio aéreo.

2.2 La tecnología ADS-B, depende de la transmisión de los datos propios de la aeronave y de otras tecnologías como los sistemas de posicionamiento global. Además, transmite la información mediante protocolos abiertos (no cifrados), lo que la hace vulnerable a: Primero, ciberataques (ataques a datos e información digital); segundo, perturbaciones electrónicas (susceptibilidad a interferencias electromagnéticas en la capa de radio), que podrían comprometer la integridad de la información generada y por ende la seguridad operativa y por último uso no autorizado de la información aeronáutica transmitida.

2.3 En el primer aspecto se refiere a riesgos en el ciberespacio, podrían existir ataques de inyección de datos, suplantación de identidad, manipulación de los datos y denegación del servicio. En el segundo, bloqueos de las señales, ruido electromagnético, suplantación de fuentes de posicionamiento, y jamming. El tercer aspecto, podría suponer riesgos para la privacidad de las personas, uso o publicación no autorizada de datos privados. Todo esto, esto podría suponer situaciones de riesgo para aeronaves, sistemas ATC, credibilidad de las aerolíneas y efectos sobre la privacidad de los usuarios del sistema.

2.4 Para mitigar riesgos relacionados con los primeros dos aspectos, Colombia ha venido trabajando en el fortalecimiento de sus sistemas de vigilancia. El país ha implementado una estrategia integral que combina diferentes capas de protección de la información tanto a nivel de la infraestructura tecnológica (hardware), desarrollo y análisis de sistemas de información que integren tecnologías de big data e inteligencia artificial para mejorar la confianza en la información (Software).

2.5 Frente a la infraestructura tecnológica física(hardware), Colombia ha iniciado con la integración de sistemas de vigilancia multisensor, a través de una estrategia de triple capa, que integra sensores primarios, secundarios y ADS-B, planeada con base en los puntos de mayor densidad de vuelos, que permite realizar procesos de correlación multisensor, a través de los sistemas ATM; además del fortalecimiento de la seguridad física en las comunicaciones y las redes ATN a través cortafuegos y sistemas de monitoreo inteligente. Este tipo de enfoques garantizan la redundancia, confiabilidad y disponibilidad y continuidad de la información para la prestación de servicios de tránsito aéreo.

2.6 Con respecto a la segunda capa (software), se está trabajando en el desarrollo de sistemas informáticos que aprovechen esta disponibilidad de múltiples fuentes de información, para a través de sistemas de Big data e Inteligencia artificial desarrollar funcionalidades para los sistemas ATM, que permitan la caracterización de los tránsitos y la determinación automática de anomalías en la información; garantizando una nueva medida de confianza en los datos, basada en la predicción de patrones inusuales y discrepancias de altitud o posición entre sensores, de acuerdo a las tolerancias permisibles de precisión de

cada equipo y los tiempos de arribo de los datos, detectando incluso mensajes falsos, aumentando la sinergia de la información y la confianza para su uso por parte de los servicios de ATC.

2.7 Con respecto al tercer aspecto, se plantea a nivel de los Estados una discusión, sobre la limitación del uso de la información aeronáutica generada por el ADS-B desde una perspectiva regulatoria o legislativa de acuerdo a cada país, que permita discernir frente a la privacidad de los datos aeronáuticos y el derecho a ser explotados por privados y los efectos que esta explotación pueda causar sobre la privacidad y seguridad de las aeronaves, en el caso de vuelos privados o de aviación de estado y la subsecuente protección legal de acuerdo a esta definición y alcance del derecho a la privacidad, en cada país (regulatoria).

2.8 Esto motivado, en la creciente explotación de datos aeronáuticos, como los proporcionados por ADS-B a través de plataformas comerciales lo que plantea serias preocupaciones sobre los efectos de estas prácticas sobre la privacidad y seguridad de usuarios de aeronaves privadas y de Estado. La falta de cifrado y la naturaleza de radiodifusión de ADS-B; hacen que la información de vuelo, incluyendo posición e identificación única de la aeronave, sea accesible al público, lo que puede comprometer la seguridad de las operaciones y la privacidad de los pasajeros. Es crucial que la comunidad aeronáutica, los Estados y las empresas privadas trabajen en conjunto para establecer normas y mecanismos que regulen el acceso y uso de esta información, con el fin de proteger la privacidad y la seguridad de la aviación, sin comprometer los beneficios que ofrece la tecnología ADS-B.

2.9 Frente a este aspecto (legal/regulatorio), se propone una discusión entre los Estados, los explotadores y empresas privadas que publican los datos, con el fin de tomar medidas para desde las legislaciones nacionales y a través de la autoridad de aviación civil, garantizar la protección de datos personales y privados que puedan ser afectados por la publicación no autorizada de datos aeronáuticos, de acuerdo con las leyes de cada país.

2.10 Es fundamental abordar el impacto en la seguridad y privacidad de los pasajeros que podría resultar de la divulgación y el uso comercial no autorizados de información aeronáutica en plataformas web. Solo a través de un diálogo constructivo con las empresas que gestionan dichos datos y una regulación efectiva del uso de información aeronáutica, se podrá mitigar la explotación en línea de estos datos. De esta forma, se garantiza el derecho a la privacidad y seguridad tanto de los vuelos como de sus ocupantes, especialmente en el ámbito de la aviación privada y de estado.

2.11 La estrategia integral de seguridad de la información para sistemas ADS-B que propone Colombia, busca fortalecer la seguridad operacional de la aviación mediante la protección contra amenazas cibernéticas y el ruido electrónico, al mismo tiempo que establece límites para el uso de datos públicos aeronáuticos en aplicaciones privadas, con el fin de proteger la privacidad de los usuarios y la seguridad nacional de cada país. La integración de sensores de vigilancia, herramientas analíticas y un marco legal sólido permitirá una respuesta más efectiva ante eventos imprevistos, garantizando la continuidad de los servicios de control de tránsito aéreo. Este enfoque holístico busca proteger la información a nivel físico, cibernético y legal, abordando las amenazas multidimensionales que enfrenta la aviación moderna.

2.12 En conclusión, si bien ADS-B es una herramienta esencial para la gestión del tráfico aéreo, también presenta vulnerabilidades que exigen la atención de los Estados. Es crucial una estrategia integral que combine mejoras tecnológicas, análisis de datos y marcos legales para proteger la información y la privacidad. Además, se deben desarrollar mecanismos que regulen el uso de la información ADS-B, especialmente la divulgación comercial de datos de aeronaves privadas o de Estado, para proteger la privacidad de los usuarios y prevenir posibles riesgos a la seguridad de los Estados.

3. **Acción sugerida**

3.1 Se invita a la Reunión a:

- a) Como primer aspecto, recomendar a la OACI que se analice el uso de tecnologías de bit data e inteligencia artificial como mecanismo predictivo de supervisión automática de la calidad de la información ADS-B y el establecimiento de un valor de confianza derivado del uso y medición de la precisión de la información ADS-B frente a la correlación de otros sistemas.
- b) Frente al Segundo aspecto, recomendar a la OACI que se analice y recomiende el uso de sistemas multisensor que garantice la redundancia de tecnologías de vigilancia, como parte de la robustez de la infraestructura tecnológica, requerida para los servicios ATC.
- c) Por último, recomendar a la OACI y a los Estados que avancen en conjunto en regulaciones nacionales, estableciendo normas y mecanismos que regulen el acceso, publicación y uso de la información aeronáutica ADS-B, por parte de privados, con el fin de proteger la privacidad y la seguridad de la aviación, sin comprometer los beneficios que ofrece la tecnología ADS-B.

- FIN -