



OACI

Organización de Aviación Civil Internacional
Oficina para Norteamérica, Centroamérica y Caribe

NOTA DE INFORMACIÓN

NACC/WG/8 — NI/04
28/08/23

Octava Reunión del Grupo de Trabajo de Norteamérica, Centroamérica y Caribe (NACC/WG/8)
Ciudad de México, México, 29 de agosto al 1 de septiembre 2023

**Cuestión 3 del
Orden del Día:**

Seguimiento del Plan de Acción 2022-2023 del NACC/WG

3.1 Presentación por parte de los Grupos de Tarea (TF) del análisis de implementación a los elementos de mejoras por bloques del sistema de aviación (ASBU)

IMPLEMENTACIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS BÁSICOS (BBB) - GESTIÓN DEL TRÁNSITO AÉREO

(Presentada por el Relator AO/TF)

RESUMEN EJECUTIVO

El análisis de los Elementos constitutivos básicos (BBB) de la OACI para la Gestión del tránsito aéreo (ATM) consiste en desglosar las funciones de ATM en componentes esenciales. Estos componentes, o elementos constitutivos, incluyen la organización del espacio aéreo, los servicios de tránsito aéreo, comunicación, navegación y vigilancia. El análisis evalúa cómo estos elementos interactúan y se apoyan mutuamente para garantizar un transporte aéreo seguro y eficiente. También tiene en cuenta los aspectos tecnológicos, operativos y normativos de cada componente para mejorar el rendimiento global del sistema ATM.

<i>Objetivos Estratégicos:</i>	<ul style="list-style-type: none">• Seguridad Operacional• Capacidad y eficiencia de la navegación aérea• Desarrollo económico del transporte aéreo• Protección del medio ambiente
<i>Referencias:</i>	<ul style="list-style-type: none">• N/A

1. Introducción

1.1 Antecedentes e importancia de ATM

1.1.1 La gestión del tránsito aéreo (ATM) desempeña un papel fundamental a la hora de facilitar un transporte aéreo seguro, eficiente y ordenado. A medida que la aviación ha ido evolucionando a lo largo de las décadas, la necesidad de sistemas sofisticados para gestionar el creciente volumen de tránsito aéreo se ha vuelto primordial. A continuación, se describen los antecedentes y la importancia de ATM:

1. **Contexto histórico:** Los inicios de ATM se remontan a los primeros tiempos de la aviación, cuando se introdujeron sistemas básicos de control del tránsito aéreo para garantizar la separación de las aeronaves y evitar colisiones. Con el rápido crecimiento de la aviación comercial tras la Segunda Guerra Mundial, la complejidad de la gestión del tránsito aéreo aumentó, lo que llevó al desarrollo de conceptos de ATM más avanzados e integrados.
2. **Crecimiento del transporte aéreo:** La industria de la aviación ha experimentado un crecimiento exponencial, con un número cada vez mayor de vuelos surcando los cielos diariamente. Este crecimiento ha introducido retos relacionados con la congestión del espacio aéreo, la eficiencia, el impacto medioambiental y la seguridad operacional.
3. **Seguridad operacional y seguridad de la aviación:** Garantizar la seguridad operacional de los pasajeros, la tripulación y las aeronaves sigue siendo la principal prioridad de la aviación. Los sistemas ATM están diseñados para evitar colisiones en el aire, colisiones en tierra y otros peligros potenciales. Una ATM eficaz aumenta la previsibilidad y fiabilidad de las operaciones de vuelo, reduciendo el riesgo de accidentes.
4. **Uso eficiente del espacio aéreo:** ATM optimiza la utilización del espacio aéreo limitado mediante la gestión de trayectorias de vuelo, rutas y altitudes. Mediante tecnologías precisas de navegación, comunicación y vigilancia, la ATM contribuye a reducir los retrasos en los vuelos, el consumo de combustible y las emisiones de gases de efecto invernadero.
5. **Impacto económico:** La industria de la aviación contribuye significativamente a la economía mundial, ya que mantiene puestos de trabajo y fomenta el comercio y el turismo. Unos sistemas ATM eficientes contribuyen a ahorrar costes a las aerolíneas, lo que puede traducirse en tarifas competitivas y una mejor conectividad para los pasajeros.
6. **Consideraciones medioambientales:** A medida que aumenta la preocupación por la sostenibilidad medioambiental, la ATM desempeña un papel en la minimización de la huella de carbono de la aviación. Al optimizar las rutas y reducir el consumo innecesario de combustible, la ATM contribuye a los esfuerzos del sector por mitigar su impacto en el medio ambiente.
7. **Avances tecnológicos:** La evolución de la tecnología ha revolucionado la gestión del tránsito aéreo. Desde la vigilancia por radar hasta la navegación por satélite y los sistemas de comunicación digital, las innovaciones han mejorado la precisión, fiabilidad y capacidad de los servicios ATM.
8. **Armonización mundial:** Dado el carácter internacional de la aviación, es crucial armonizar los procedimientos y normas de ATM. Organizaciones como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) trabajan para establecer directrices mundiales que garanticen la interoperabilidad y la coherencia de las prácticas de ATM en todo el mundo.

1.1.2 En conclusión, ATM es un componente crítico de la aviación moderna, que proporciona el marco y las herramientas necesarias para gestionar las complejidades del tránsito aéreo. Su importancia radica en su papel a la hora de garantizar la seguridad operacional, permitir operaciones eficientes, apoyar el crecimiento económico y abordar los problemas medioambientales en un panorama mundial de la aviación en rápida evolución.

2 Objetivo del documento

2.1 Proporcionar información sobre los BBB en ATM.

a) Marco conceptual de los elementos constitutivos de ATM

2.2 Definición de los módulos ATM

2.3 ATM BBB son las siglas de "Air Traffic Management" y "Basic Building Blocks" (Elementos Constitutivos Básicos para la Gestión del Tránsito Aéreo). Se trata de componentes fundamentales que conforman las funciones y elementos esenciales de un sistema de gestión del tránsito aéreo (ATM). El marco ATM BBB ayuda a comprender y analizar los elementos básicos que contribuyen a la gestión segura, ordenada y eficaz del tránsito aéreo en un espacio aéreo o región específicos. Estos elementos constitutivos incluyen la organización del espacio aéreo, los servicios de tránsito aéreo, la comunicación, la navegación y la vigilancia, y sus interdependencias son cruciales para la eficacia de las operaciones de ATM.

b) Interrelación e interdependencia de los elementos constitutivos

2.4 Estos elementos constitutivos están interrelacionados y son interdependientes, trabajando juntos para hacer posible una gestión eficaz y segura del tránsito aéreo. Constituyen la base sobre la que se construyen tecnologías y conceptos operativos más avanzados, que contribuyen a la eficacia y fiabilidad generales del sistema ATM.

2.5 Importancia de comprender los elementos constitutivos

c) Elementos constitutivos clave de ATM

2.6 Organización del espacio aéreo:

- Define la estructura y clasificación del espacio aéreo para garantizar una separación segura y un flujo eficaz del tránsito aéreo.
- Consiste en designar distintas clases de espacio aéreo en función de factores como la altitud, la ubicación y el uso previsto.

2.7 Servicios de Tránsito Aéreo (ATS):

- Abarca diversos servicios prestados a las aeronaves por el control del tránsito aéreo, incluyendo la autorización para el despegue, el encaminamiento, la separación y el aterrizaje.
- Las unidades ATS gestionan el tránsito en diferentes fases del vuelo, desde la salida hasta las operaciones en ruta, la aproximación y el aterrizaje.

2.8 Comunicación:

- Consiste en el intercambio de información entre controladores aéreos y pilotos.
- Una comunicación eficaz garantiza que los pilotos reciban instrucciones claras, autorizaciones y actualizaciones de ATC, mejorando el conocimiento de la situación y la seguridad operacional.

2.9 Navegación:

- Se refiere a la determinación de la posición, rumbo y altitud de la aeronave utilizando ayudas y sistemas de navegación.
- Una navegación precisa es crucial para un encaminamiento exacto, una separación segura y el cumplimiento de las trayectorias de vuelo designadas.

2.10 Vigilancia:

- Consiste en seguir y controlar el movimiento de las aeronaves mediante sistemas de vigilancia como el radar, el ADS-B, Automatic Dependent Surveillance-Broadcast, (Vigilancia dependiente automática - radiodifusión) y la multilateración.
- Los datos de vigilancia proporcionan a los controladores información en tiempo real para gestionar el tránsito y garantizar una separación segura entre las aeronaves.

d) Avances e innovaciones tecnológicas

2.11 Los avances e innovaciones tecnológicos han transformado significativamente el campo de la gestión del tránsito aéreo (ATM), mejorando la seguridad operacional, la eficiencia y la eficacia operativa general. Algunos de los principales avances tecnológicos e innovaciones en ATM son:

1. Navegación por satélite:

- Los Sistemas Mundiales de Navegación por Satélite (GNSS), como el GPS, proporcionan información de navegación precisa y fiable a pilotos y controladores, permitiendo procedimientos precisos de enrutamiento y aproximación.

2. Vigilancia Dependiente Automática-Transmisión (ADS-B):

- El ADS-B permite a las aeronaves transmitir su posición, velocidad y otros datos a estaciones terrestres y aeronaves cercanas, lo que aumenta la precisión de la vigilancia y reduce la necesidad de infraestructuras de radar.

3. Comunicación por enlace de datos:

- Los sistemas de comunicación digital permiten un intercambio de información más eficaz y fiable entre los controladores aéreos y los pilotos, reduciendo la congestión de las comunicaciones de voz.

4. Toma de decisiones en colaboración (CDM):

- El CDM implica el intercambio de datos en tiempo real y la toma de decisiones en colaboración entre las partes interesadas de la aviación, optimizando las operaciones de vuelo y reduciendo los retrasos.

5. Navegación basada en la performance (PBN):

- La PBN utiliza funciones de navegación avanzadas para definir trayectorias de vuelo precisas, reduciendo la congestión del espacio aéreo y permitiendo rutas más directas y con menor consumo de combustible.

6. Automatización y herramientas de ayuda a la toma de decisiones:

- La automatización ayuda a los controladores a gestionar escenarios de tránsito complejos y reduce el riesgo de error humano.
- Las herramientas de apoyo a la toma de decisiones proporcionan información y recomendaciones en tiempo real, ayudando a los controladores a tomar decisiones con conocimiento de causa.

7. Torres remotas y digitales:

- La tecnología de torre remota permite a los controladores aéreos gestionar varios aeropuertos desde una ubicación centralizada, lo que aumenta la eficacia y la rentabilidad.

8. Integración de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS):

- Las innovaciones en la tecnología de los UAS están llevando a la integración de los drones en el espacio aéreo controlado, lo que exige nuevos procedimientos y normativas para una coexistencia segura.

9. Investigación colaborativa sobre ATM:

- Las iniciativas de investigación se centran en el desarrollo de nuevos conceptos y tecnologías mediante la colaboración entre la industria, el mundo académico y las autoridades aeronáuticas.

10. Ciberseguridad y protección de datos:

- Con el aumento de la digitalización, garantizar la seguridad de los datos y los sistemas de comunicación es crucial para salvaguardar la integridad de las operaciones ATM.

2.12 Estos avances e innovaciones tecnológicas siguen configurando el futuro de la gestión del tránsito aéreo, permitiendo un uso más eficiente del espacio aéreo, mayores medidas de seguridad operacional, un menor impacto ambiental y una mejora general de la experiencia de los viajes aéreos tanto para los pasajeros como para los profesionales de la aviación.

e) Retos operativos y normativos

2.13 Los retos operativos y normativos de la gestión del tránsito aéreo (ATM) surgen de la naturaleza dinámica de la aviación, los avances tecnológicos y la necesidad de garantizar la seguridad operacional, la eficiencia y la interoperabilidad. Algunos de estos retos son:

Retos operativos:

1. Congestión del espacio aéreo: El creciente volumen de tránsito aéreo puede provocar congestión, rutas de vuelo más largas y retrasos, lo que requiere estrategias eficientes de gestión del tránsito.
2. Condiciones meteorológicas y catástrofes naturales: Las condiciones meteorológicas adversas y las catástrofes naturales pueden interrumpir las operaciones, afectando a los horarios de vuelo y exigiendo una rápida adaptación.
3. Tecnologías emergentes: La integración de las nuevas tecnologías y la automatización requiere formación, cambios en los procedimientos operativos y garantizar la compatibilidad con los sistemas existentes.
4. Sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS): La integración de drones en el espacio aéreo controlado plantea retos en términos de separación, comunicación y desarrollo de normativas que garanticen una coexistencia segura.
5. Factores humanos: Garantizar una formación adecuada, gestionar la fatiga y hacer frente a los errores humanos son retos constantes para mantener un alto nivel de seguridad operacional.
6. Gestión de la capacidad: Equilibrar la capacidad con la demanda manteniendo la seguridad requiere una gestión eficaz de los flujos, especialmente en las regiones con mucho tránsito.

2.14

Retos normativos:

1. Armonización mundial: Coordinar las normativas y los procedimientos a escala internacional para garantizar la fluidez de las operaciones transfronterizas sigue siendo un reto.
2. Privacidad y protección de datos: Equilibrar la recopilación de datos con fines operativos con la preocupación por la privacidad de las personas plantea retos normativos.
3. Ciberseguridad: Proteger los sistemas y datos críticos ATM frente a las ciberamenazas requiere marcos normativos sólidos y una supervisión continua.
4. Normativa sobre UAS: Desarrollar normativas que permitan la integración segura de los sistemas de aeronaves no tripuladas al tiempo que se abordan las preocupaciones relacionadas con la seguridad operacional, la privacidad y la protección.
5. Preocupaciones medioambientales: Elaborar normativas que aborden el impacto de la aviación en el medio ambiente, como la reducción de emisiones y la mitigación del ruido.
6. Gestión del espacio aéreo: Diseño de normativas flexibles para adaptarse a las necesidades cambiantes del espacio aéreo debidas a los avances tecnológicos y a los cambios en la demanda.

7. Colaboración y comunicación: Garantizar una colaboración y comunicación efectivas entre las distintas partes interesadas del sector de la aviación y los organismos reguladores puede resultar complejo.
8. Para hacer frente a estos retos es necesaria la colaboración entre las autoridades aeronáuticas, las partes interesadas del sector y los organismos reguladores. Requiere un planteamiento proactivo para desarrollar soluciones innovadoras, adaptarse a los cambios tecnológicos y garantizar que la seguridad operacional y la eficiencia sigan siendo las máximas prioridades en las operaciones ATM.

f) Perspectivas de futuro

2.15 Las perspectivas para el futuro con respecto a la gestión del tránsito aéreo (ATM) se caracterizan por los continuos avances tecnológicos, la evolución de los conceptos operativos y la necesidad de una aviación sostenible y eficiente. Estas son algunas de las principales tendencias y novedades que configuran el futuro de la gestión del tránsito aéreo:

1. Digitalización y automatización:
 - La continua integración de las tecnologías digitales y la automatización mejorará la eficacia, la precisión y la seguridad operacional de las operaciones ATM
 - La automatización agilizará las tareas rutinarias, permitiendo a los controladores aéreos centrarse en la toma de decisiones complejas.
2. Operaciones basadas en el rendimiento:
 - La navegación basada en el rendimiento (PBN) y otros conceptos basados en el rendimiento conducirán a trayectorias de vuelo más directas, menor consumo de combustible y tiempos de viaje más cortos.
3. Integración de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS):
 - La integración de los drones en el espacio aéreo controlado exigirá el desarrollo de normativas, procedimientos y tecnologías que garanticen una coexistencia segura con las aeronaves tripuladas.
4. Torres remotas y virtuales:
 - La tecnología de torre remota permitirá el control centralizado de múltiples aeropuertos, optimizando recursos y reduciendo costos.
5. Toma de decisiones basada en datos:
 - El análisis avanzado de datos y los modelos predictivos permitirán tomar decisiones proactivas, mejorando la gestión del flujo de tránsito y reduciendo los retrasos.

6. Aviación sostenible:

- La gestión del tránsito aéreo contribuirá a reducir el impacto ambiental de la aviación optimizando las trayectorias de vuelo, minimizando el consumo de combustible y apoyando los esfuerzos para reducir las emisiones.

7. Toma de decisiones en colaboración (CDM):

- Una mayor colaboración entre las partes interesadas permitirá mejorar la gestión del espacio aéreo, reducir la congestión y hacer más eficientes las operaciones de vuelo.

8. Inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático:

- La IA ayudará a analizar datos complejos, predecir patrones de tránsito y optimizar las estrategias de gestión del tránsito.

9. Control remoto del tránsito aéreo:

- Las torres remotas de control del tránsito aéreo permitirán una gestión más flexible y rentable del tránsito aéreo, especialmente en zonas remotas o con poco tránsito.

10. Vigilancia basada en el espacio: - La vigilancia avanzada basada en satélites aumentará la cobertura global y mejorará la precisión de la vigilancia en zonas con cobertura de radar limitada.

11. Comunicación de próxima generación: - Los sistemas de comunicación avanzados permitirán un intercambio de datos sin fisuras entre las aeronaves y los controladores, lo que posibilitará la toma de decisiones en tiempo real.

2.16 A medida que el sector de la aviación siga creciendo y evolucionando, la gestión del tránsito aéreo desempeñará un papel fundamental para garantizar un transporte aéreo seguro, eficiente y sostenible. El futuro de la gestión del tránsito aéreo estará marcado por una mayor conectividad, una mejor utilización de los datos y la integración de tecnologías innovadoras para hacer frente a los retos y oportunidades de un panorama aeronáutico en rápida evolución.

3 Conclusión

3.1 En conclusión, la Gestión del Tránsito Aéreo (ATM) está en la vanguardia de la evolución de la aviación, garantizando el movimiento seguro, eficiente y ordenado de las aeronaves a través de los cielos. La intrincada interacción de los componentes fundamentales, conocidos como los elementos constitutivos básicos (BBB) de la ATM, constituye la base sobre la que yace todo el sistema. Desde la organización del espacio aéreo y los servicios de tránsito aéreo hasta las comunicaciones, la navegación y la vigilancia, cada elemento contribuye con su función única, tejida intrincadamente en un tapiz de operaciones impecables.

3.2 Los avances tecnológicos y las innovaciones han reconfigurado el panorama de ATM, dando paso a una era de mayor precisión, automatización y toma de decisiones basada en los datos. La navegación por satélite, la integración de aeronaves no tripuladas, la tecnología de torre remota y el poder

de la inteligencia artificial están redefiniendo los límites de lo que se puede conseguir en la gestión del tránsito aéreo. Estos avances no sólo refuerzan la eficiencia y la seguridad operacional, sino que también responden al imperativo de la sostenibilidad, con la reducción de emisiones y la minimización del impacto medioambiental.

3.3 Sin embargo, el futuro se presenta lleno de retos y oportunidades. La armonización reglamentaria, la vigilancia de la ciberseguridad, la coexistencia de aeronaves tripuladas y no tripuladas y la gestión ética de los datos presentan intrincados obstáculos que superar. La colaboración entre las partes interesadas del sector, los organismos reguladores y los pioneros tecnológicos será esencial para navegar por este dinámico panorama.

3.4 En el cielo del mañana brilla la promesa de ATM. Tiene el potencial de revolucionar aún más el transporte aéreo, conectando el mundo de forma impecable, potenciando el crecimiento económico y garantizando la seguridad operacional y el bienestar de los pasajeros y las tripulaciones. A medida que la innovación nos impulsa hacia adelante, una cosa sigue siendo cierta: el papel esencial de la gestión del tránsito aéreo en el fomento de un ecosistema de aviación global que sea seguro, eficiente y esté preparado para aceptar los retos y las maravillas que nos esperan.