

## LA AUTOMATIZACIÓN DE LA METEOROLOGÍA AERONÁUTICA EN LA GESTIÓN DEL TRÁNSITO AEREO Y AEROPORTUARIO

Malvé, Pablo A.; Nadal Mora, Vicente; Pezzotti, Santiago; Di Bernardi, C. Alejandro

Grupo Transporte Aéreo – UIDET “GTA-GIAI”, Departamento de Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata. Calle 116 e/ 47 y 48, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina.  
Correo electrónico: pablomalve27@gmail.com

**Palabras Claves:** Meteorología - tránsito aéreo – aeropuertos – automatización – innovación.

### Introducción

La industria aeronáutica venía experimentando un crecimiento exponencial en muchos aspectos conllevando innovaciones tecnológicas, y en el desarrollo y gestión de las infraestructuras aeroportuarias ante el incremento notable del tráfico aéreo. Sin embargo, a fines del año 2019, este escenario por demás venturoso sufrió uno de los impactos más importantes en su historia llegando a la frontera de una crisis sin precedentes.

El advenimiento del COVID 19 y su posterior transformación en pandemia impactó y sigue impactando negativamente en todo el mundo y la industria aeronáutica no escapa a esta dura realidad más allá de que se vislumbra una recuperación en forma lenta y muy lejos de las proyecciones pensadas en el 2020.

Si tomamos al año 2019 como una bisagra, podemos ver que con anterioridad había una necesidad de readaptar los procedimientos y la tecnología en el ámbito aeronáutico reforzado por la estimación del incremento notable que iba a tener el tráfico aéreo en los próximos años.

Con posterioridad al 2019, se evidencia que la reorganización de la industria estará sujeta a modelos de reingenierías y procesos sistémicos adaptables y flexibles para hacer frente a esta “nueva realidad” en ciernes que nos obliga a re pensar el sistema aéreo en su conjunto. Entonces, aquello que se había pensado como la evolución misma y natural del desarrollo sostenido que se venía experimentando, seguramente sufrirá algunas modificaciones adaptándose a las nuevas necesidades post COVID 19 o post pandemia.

Este trabajo presenta una perspectiva de los cambios requeridos en meteorología aeronáutica para hacer frente a este nuevo contexto de la industria, de la gestión del tráfico aéreo y en particular de la gestión aeroportuaria.

Indudablemente, la mejora del acceso a la información de meteorología aeronáutica, accesos a nuevas tecnologías y capacidades de las herramientas de predicción van a exigir tener un papel relevante en la toma de decisiones operativas por parte de los actores implicados.

### Desarrollo y discusión

De aquella evolución señalada precedentemente, citaremos solo algunos de los nuevos conceptos que se desarrollaron con la intención de optimizar la gestión del tránsito aéreo:

- (1) Aumento de la capacidad del aeropuerto con llegadas basadas en tiempo TBS (Time Based Separation).

La separación basada en TBS nos permite modificar las separaciones entre aviones que se adaptan a las condiciones meteorológicas reinantes, con la particularidad de mantener constante un intervalo temporal, lográndose con ello la optimización de las capacidades operativas del aeropuerto.

Para ello, el personal que cumple funciones como de controladores de aproximación utiliza un software que le permite tener información en tiempo real de las condiciones meteorológicas, con especial atención la variable de velocidad del viento.

(2) Utilización de la información emitida por los aviones y vehículos en tierra mediante el sistema ADS-B (Automatic Dependent Surveillance - Broadcast).

Este sistema, en Europa, ha permitido llegar a triplicar la capacidad y aumentar la seguridad en un factor de 10 utilizando la información emitida por los aviones y vehículos en tierra mediante ADS-B, contando, además, con la activación de avisos cuando los datos meteorológicos dan información de tiempo adverso. La información se proporciona sistemáticamente a los controladores en situaciones de baja visibilidad, demostrándose sustanciales mejorías en los tiempos operativos de la gestión de los movimientos en tierra en esas condiciones meteorológicas.

(3) Servicios de torres de control a distancia para aeropuertos pequeños

Esto supone una importante reducción de costos operativos para este tipo de aeropuertos, lo cual se traduce en una solución factible.

Para brindar el servicio de torres de control a distancia para aeropuertos pequeños se requiere de un sistema de sensores y cámaras de videos que permitan al personal de controladores realizar su actividad operativa en forma remota, monitorizando en cada momento la situación del o los aeropuertos que se estén controlando bajo esta modalidad.

### Nuevos desafíos y análisis de las nuevas capacidades de los servicios de información meteorológica aeronáutica

Si tomamos estos tres casos que materializan una nueva mirada más eficiente para gestionar este tráfico aéreo, evidentemente nos obliga a pensar que los servicios meteorológicos aeronáuticos deberán generar nuevas capacidades para el suministro de la información meteorológica aeronáutica para los proveedores de servicios ANS (Servicios de Navegación Aérea), concesionarios aeroportuarios, líneas aéreas y servicios complementarios.

Estas nuevas capacidades estarán relacionadas con nuevos productos de información meteorológica, no sólo para los servicios de navegación aérea, sino también para el personal operativo de las empresas aéreas comerciales, de plataformas, aeroportuarios y concesionarios de los aeropuertos.

Así del mismo modo, surgirán nuevas capacidades con el advenimiento de, no sólo nuevas tecnologías, sino también de nuevos requerimientos y servicios.

Tal es el caso de los RPAS (Remotely Piloted Aircraft Systems), donde su evolución transformada en UAM (Urban Air Mobility) o los AAM (Advanced Air Mobility) está generando nuevos usos aeronáuticos, los cuales van a exigir servicios de información meteorológica aeronáutica específicos.

Estos desafíos nos llevan a pensar que los servicios de información meteorológica aeronáutica deberán gestionarse a través de un nuevo concepto sistémico en el cual, no sólo

la información meteorológica esté disponible, sino también definir qué tipo de información se debe considerar prioritaria para asegurar nuestras operaciones en función de los fenómenos meteorológicos severos que nos están afectando.

Por otra parte, se deberán rediseñar los tipos y formatos de mensajes meteorológicos, que garanticen mejorar la planificación y la gestión operativa aeroportuaria y aeronáutica.

En ese sentido, en Europa se está desarrollando una aplicación para obtener de manera integrada toda la información meteorológica proporcionada por los servicios meteorológicos de los países, como parte de la información aeronáutica que se suministra.

Esta aplicación es el cubo meteorológico de cuatro dimensiones (4DWxCube).

Básicamente, esta aplicación, es una base de datos virtual de información meteorológica proporcionada por los diferentes servicios meteorológicos, la cual se encuentra disponible en todo momento. Esto permite que toda la información se encuentre integrada en el proceso de gestión y decisión dentro de los servicios de tránsito aéreo, permitiendo a los diferentes aeropuertos y a los proveedores del servicio de navegación aérea conocer la última situación meteorológica y planificar en consecuencia sus servicios de navegación aérea con eficiencia.

#### Realidad y Desafíos en la Región SAM de OACI (Región Sudamericana – OACI).

Como ya se ha señalado, la reorganización de la industria estará sujeta a modelos de reingenierías y procesos sistémicos adaptables y flexibles para hacer frente a esta “nueva realidad” en ciernes y particularmente nuestra región no escapará a esta conceptualización. Sin embargo, la realidad que impone la región SAM de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), vislumbra que esta conceptualización llevará un tiempo dado los diferentes matices de los Estados que la componen, sus necesidades, sociales, económicas y políticas.

Si bien ya se está trabajando y se han implementado sistemas que han permitido mejorar sustancialmente el tránsito aéreo, se hace necesaria una evaluación más sustancial, sistémica y de planificación a largo plazo para ingresar al tiempo de post pandemia.

Así mismo se deberá tener en cuenta, que la post pandemia seguramente produzca cambios culturales en las organizaciones, autoridades aeronáuticas, empresas aéreas, proveedores de servicios, concesionarios aeroportuarios, entre otros aspectos que resultan relevantes en el enfoque sistémico que naturalmente se debe dar.

La realidad está demostrando una reducción muy significativa de puestos de trabajos, reducciones de plantilla de personal y actividades que no se realizarán como veníamos acostumbrados con anterioridad al año 2019.

Y en ese sentido debemos señalar además que la inactividad del 2020 ha generado pérdidas de capacidades operativas por parte del personal operativo en los aeropuertos, principalmente, lo cual nos lleva a pensar que se deberá realizar una readaptación a las actividades operativas y, obviamente, aquí habrá una intervención muy importante de la Gestión de la Seguridad Operacional. También hay que señalar que se incorpora un nuevo actor en el sistema aeronáutico: “la autoridad sanitaria”, que probablemente incorpore a las normativas y regulaciones existentes, los protocolos de seguridad sanitaria o de bioseguridad.

Con lo cual, también será un factor predominante en materia de actuación del personal operativo.

Obviamente la meteorología no escapa a todo y cada uno de dichos preceptos, por lo cual la meteorología aeronáutica deberá considerar la incorporación del desarrollo tecnológico y la automatización de procesos sistémicos a los efectos de brindar un servicio adecuado de información meteorológica aeronáutica para nuevas necesidades, nuevos requerimientos y usuarios.

Por ello, y teniendo en cuenta los desarrollos europeos señalados con anterioridad, se considera necesario empezar a trabajar en la conceptualización de la automatización de los servicios de información de meteorología aeronáutica.

Si lo analizamos desde una mirada de reingeniería y de aplicación de procesos sistémicos, se vislumbra que se debería integrar lo existente con nuevos procesos, nuevas tecnologías y nuevos requerimientos, sin perder de vista la realidad particular de la región SAM.

Aquí vemos algunos ejemplos:

#### SWIM (System Wide Information Management)

Con la implementación de la intranet en la aviación, que envuelve a todas las áreas de navegación aérea, este sistema implementa el intercambio permanente de la información meteorológica en formato aeronáutico entre todos los usuarios aeronáuticos.

El SWIM, forma parte integral del GANP (Plan Global de Navegación Aérea), establecido en el Documento N° 9750 de OACI. Por lo cual, se hace necesario indagar en toda la documentación de OACI compuestos por Anexos al convenio de Chicago y diferentes documentos, la aplicación del SWIM a los efectos de garantizar los distintos aspectos de caracterización de la información, calidad de los datos y disponibilidad en tiempo real de los mismos.

#### AMDAR (Aircraft Meteorological DAta Relay)

Este sistema permite la recopilación de datos meteorológicos obtenidos por aeronaves comerciales en vuelo que son transmitidos en forma automática y en tiempo real. Estos reportes automáticos se realizan a través de sensores instalados a bordo de las aeronaves, siendo procesados por computadoras de vuelo y enviados de manera inmediata vía radio HF, VHF y/o satélite Sistemas ACARS (Aircraft Communication Addressing and Reporting System).

Lo anterior tiene como usuario a los servicios meteorológicos de los países que son miembros de la OMM (Organización Mundial de Meteorología), cuya información es utilizada para la elaboración de pronósticos aeronáuticos, con la finalidad de predecir los fenómenos meteorológicos severos que afectan a la navegación aérea. La información recopilada tiene la misma precisión que los datos de radio sondeo, con una importante ventaja que es su costo, además de ello, proporcionan la única información disponible sobre la estructura vertical de la atmósfera. Siendo, además, una componente vital de la red de observación global sobre áreas oceánicas.

Actualmente este sistema está siendo utilizado por 15 líneas aéreas en el mundo con resultados satisfactorios, sin embargo, la pandemia ha generado una disminución sustancial de la recopilación de datos, con el consiguiente perjuicio a la hora de elaborar pronósticos aeronáuticos sobre base a datos estadísticos robustos.

### Desafíos

#### Detección y predicción de los fenómenos meteorológicos severos

Una de las mayores preocupaciones que existen a nivel región SAM particularmente, es la falta de productos de pronósticos meteorológicos en el entorno de las áreas terminales, controladas por los centros de control de área.

Específicamente, nos estamos refiriendo a la detección y predicción de los fenómenos meteorológicos severos codificados en los SIGMET (Significant Meteorological Information) y los AIRMET (Airmen's Meteorological Information)

Evidentemente es un punto que deberemos trabajar, porque lo normado por la OACI hasta el momento, no está satisfaciendo las necesidades operativas en tiempo real de información meteorológica de fenómenos meteorológicos severos por parte de los centros de control de área.

#### Codificación de mensajes meteorológicos aeronáuticos

En la actualidad, producto varios factores, entre ellos, el cambio generacional del personal operativo, no sólo en los proveedores de los servicios ANS, sino también en las líneas aéreas y usuarios, están generando una no correcta comprensión de estos mensajes codificados, que en muchos casos se ha convertido en situaciones conflictivas de interpretación y uso.

Esto genera un mayor esfuerzo al momento de la comprensión por parte de algunos usuarios no habituados del todo a traducir a lenguaje natural los mensajes de información meteorológica aeronáutica. En este sentido, el desarrollo tecnológico actual nos permite pensar en soluciones prácticas, a la luz de contar con sistemas de gráfico de información, los cuales permitirían suplir el sistema actual de codificación de los mensajes.

#### Irrupción de los RPAS, UAM, o AAM

Como ya se mencionó uno de los retos a los que se está enfrentando la gestión del espacio aéreo es la presencia tan reciente y creciente de vehículos automatizados entre los que se encuentran los RPAS, con un futuro cercano de los UAM y AAM entre otras innovaciones en desarrollo actual.

En relación con la meteorología, este nuevo tipo de aeronaves exige considerar si se está prestando un servicio adecuado a sus necesidades y a los requerimientos de los distintos usuarios. Y la respuesta obviamente a primera vista es que no, no se cuenta con información meteorológica aeronáutica apropiada.

Esta tecnología ha tenido un desarrollo y una evolución exponencial en los últimos años, a tal modo que sus aplicaciones se van intensificando aún más en actividades totalmente diferentes. Y en el campo aeronáutico específicamente podemos citar las siguientes aplicaciones:

#### Servicios aeroportuarios

Con disponibilidad de este sistema se van a suplir en un futuro no muy lejano actividades aeroportuarias que al momento se realizan por modos aéreos y terrestres, y obviamente esto redundará económicamente en un beneficio, y por otro lado se obtendrán mejoras sustanciales en los procesos.

Dichas actividades podrían ser:

- (1) observación del terreno (modelado eTOD con LIDAR)

- (2) inspección de los pavimentos y zonas asociadas
- (3) inspección de vehículos en rampa
- (4) seguridad perimetral y control de fauna
- (5) inspección de infraestructuras, instalaciones e equipamientos.
- (6) inspección y calibración de radioayudas
- (7) Inspección y calibración de ayudas visuales

### Servicios de Información Meteorológica Aeronáutica

En Europa algunos servicios meteorológicos se encuentran en la etapa de análisis de factibilidad de la utilización de esta tecnología como plataformas operativas para la medición, recopilación y transmisión de las variables meteorológicas obtenidas en las trayectorias de vuelo programadas o planificadas a las OVM (Oficinas de Vigilancia Meteorológica) en apoyo a la elaboración de los diferentes tipos de pronósticos aeronáuticos.

Del mismo modo, también es factible pensar su utilización para la medición de viento en altura en la vertical de los aeropuertos o realizar sondeos meteorológicos que permitan tener mayor información de viento en altura, no sólo en la zona de responsabilidad de aeropuerto, sino también en áreas más extendidas, que involucren uno o más aeropuertos o rutas aéreas. También cabe mencionar su utilización como vector de comunicación en tiempo real de la información meteorológica básica y elaborada a distintos usuarios del sistema, asociada a otra información de los servicios ANS conformados por: AIP (Aeronautical Information Publication), NOTAM (Notice To Airmen), Obstáculos, METAR (METeorological Aerodrome Report), TAF (Terminal Aerodrome Forecast), SIGMET (Significant Meteorological Information), WAFS (World Area Forecast System), entre otros.

### **Conclusiones**

La era de los desarrollos tecnológicos, de la innovación en los procedimientos de navegación y en los procesos de comunicación como así también la existencia de los RAPS son ya una realidad en muchas partes del mundo, mientras que los UAM y AAM son una parte de lo que vendrá. En este contexto en un tiempo próximo se deberá trabajar intensamente en la normalización y regulación de manera mancomunada entre las autoridades de aviación de los estados que convergen en cada una de las regiones OACI en particular la que nos compete de manera directa, la región SAM; ya que es evidente que su desarrollo facilitará y optimizará la eficiencia de los servicios de la gestión del tránsito aéreo.

En este contexto, se considera conveniente prestar mayor atención a la meteorología aeronáutica en el uso y en la aplicación de estos desarrollos tecnológicos que permitirán mayor calidad, eficiencia y seguridad; quedando como reto afrontar el requerimiento de tener nuevos productos meteorológicos más adecuados a las necesidades de los usuarios aeronáuticos

En concordancia con ello, se considera necesario generar conciencia sobre la importancia de la automatización de los servicios de información meteorológica aeronáutica por lo cual se hace conveniente y pertinente que esto sea tenido en cuenta en la planificación de las agendas de reuniones integradas por las organizaciones internacionales, los estados de la Región SAM, el ámbito académico universitario y las partes interesadas de la industria a los fines del intercambio en las mejores prácticas, lecciones aprendidas, material de investigación y desafíos relacionados a la temática abordada en el presente trabajo.

### **Bibliografía**

- [1] Anexo 3 “Servicios Meteorológicos para la Navegación Aérea Internacional” OACI, 20a. edición, Julio de 2018

- [2] Anexo 11 “Servicios de Tránsito Aéreo” OACI  
15a. edición, Julio de 2018
- [3] Anexo 15 “Servicio de Información Aeronáutica” OACI  
16a. edición, Julio de 2018.
- [4] Doc. 8126 - Manual de los Servicios de Información Aeronáutica  
6a. edición, 2003.
- [5] Doc 9377 – Manual sobre coordinación entre los servicios de tránsito aéreo, los servicios de información aeronáutica y los servicios de meteorología aeronáutica.  
6a. edición, 2014.
- [6] Doc 9750 – GANP. OACI  
6a. edición, 2020
- [7] Doc. 9854 – Concepto operacional de gestión del tránsito aéreo mundial. OACI  
1a. edición, 2005
- [8] Doc 10003 – Manual sobre intercambio digital de información meteorológica aeronáutica.  
2a. edición, 2019
- [9] Referencias obtenida de la web <https://elsecretodelospajaros.net>
- [10] Referencias obtenida de la web <https://www.usca.es>.
- [11] Documento “SESAR Solutions Catalogue”, de SESAR Joint Undertaking, Año 2016.
- [12] Reglamento (CE) N° 549 Año 2004
- [13] Reglamento (CE) N° 219 Año 2007
- [14] Referencia obtenida de la web NATS (proveedor de servicio de navegación aérea en Gran Bretaña): <https://www.nats.aero/>
- [15] Referencia obtenida de la web EUMETNET: <http://eumetnet.eu/activities/observations-programme/current-activities/e-amdar/>