



NOTA DE ESTUDIO

ASAMBLEA — 41º PERÍODO DE SESIONES

COMISIÓN TÉCNICA

Cuestión 31: Seguridad operacional de la aviación y navegación aérea – Normalización

**DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA DE MADUREZ DE CAPACIDADES
PARA LA AUTONOMÍA**

(Nota presentada por Singapur y la Fundación para la Seguridad Operacional de los Vuelos)

RESUMEN

En esta nota se describe someramente una metodología para evaluar las funciones de automatización, propuesta por el Grupo de Trabajo de Movilidad Aérea Avanzada (AAM) de la Fundación para la Seguridad Operacional de los Vuelos (FSF). Dicha metodología está diseñada para determinar el grado de madurez de las funciones de automatización de aeronaves y operaciones, tanto desde el punto de vista técnico como de su reglamentación, incluido el papel claramente definido del ser humano en modos operacionales normales y degradados.

Decisión de la Asamblea: Se invita a la Asamblea a:

- a) tomar nota del trabajo realizado por el Grupo de Trabajo AAM de la FSF del Comité Asesor sobre Capacidades de la Aviación Autónoma y Pilotada a Distancia (ARPAC) de la Fundación; y
- b) alentar a la OACI a que dialogue con los Estados miembros y las organizaciones internacionales, incluida la FSF, al considerar el aumento de los niveles de automatización y autonomía, y a que tenga en cuenta la labor del Grupo de Trabajo AAM de la FSF sobre el modelo de madurez de las capacidades y el proceso de gestión “por etapas-puertas (puntos de decisión)”.

<i>Objetivos estratégicos:</i>	Esta nota de estudio se relaciona con el objetivo estratégico de Seguridad operacional.
<i>Repercusiones financieras:</i>	Ninguna.
<i>Referencias:</i>	<ol style="list-style-type: none">1) Presentación del Grupo de Trabajo del Ecosistema de AAM(AEWG) de la NASA: <i>Capability Maturity Model for Automation</i> (Modelo de madurez de las capacidades para la automatización) - Autor original: Wes Ryan, 22 de febrero de 2022 NASA NARI, https://aam-cms.marqui.tech/uploads/aam-portal-cms/originals/da85f1b4-b18d-48aa-8db6-b3b0df85c99f.pdf, Grabación: https://youtu.be/516FwOrNZbg2) ASTM AC377 <i>Technical Report #1 "Technical Report (TR) 1, Autonomy Design and Operations and Aviation Terminology and Requirements Framework"</i> (Informe Técnico núm. 1, que presenta un marco común de requisitos y terminología sobre diseño y operaciones de sistemas autónomos en la aviación)3) OACI, HLCC 2021-WP/123, “Factores humanos y consideraciones de seguridad operacional en sistemas de aviación cada vez más automatizados”, octubre de 2021.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Desde hace años, la comunidad mundial de la aviación busca ir aumentando constantemente la automatización con miras a alcanzar la autonomía. Sin embargo, es un objetivo difícil de alcanzar en aplicaciones en las que hay que demostrar un alto nivel de seguridad operacional para que el público confíe en ellas. Hechos recientes han puesto en evidencia que incluso los diseñadores de sistemas con gran experiencia y las autoridades civiles tienen dificultades para implementar capacidades de automatización que resulten resilientes cuando están en servicio. Esas dificultades se exacerbarán cuando se pase de los sistemas altamente automatizados que se usan en las aeronaves, y que sirven principalmente para asistir a las y los pilotos a bordo, a sistemas con autonomía operacional. En el diseño, el desarrollo, las pruebas, la certificación, la aprobación operacional y la integración en el espacio aéreo de nuevas capacidades de automatización, debe aplicarse un proceso metódico y sólido para que dichas capacidades alcancen la madurez necesaria y para evaluar las posibles deficiencias en la tecnología, las fuentes de datos y la normativa civil vigente.

1.2 Para hacer frente a esas dificultades, la Fundación para la Seguridad Operacional de los Vuelos (FSF) y la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA) han conceptualizado un conjunto de herramientas de automatización que proponen una estructura para el modelo de madurez de las capacidades (CMM) y un proceso de evaluación de la automatización por “etapas-puertas (puntos de decisión)”. Estas herramientas pretenden proporcionar una estructura común en cuyo marco la industria de la aviación pueda evaluar con franqueza la madurez técnica y de la reglamentación que rige las funciones de automatización de aeronaves y autonomía operacional propuestas.

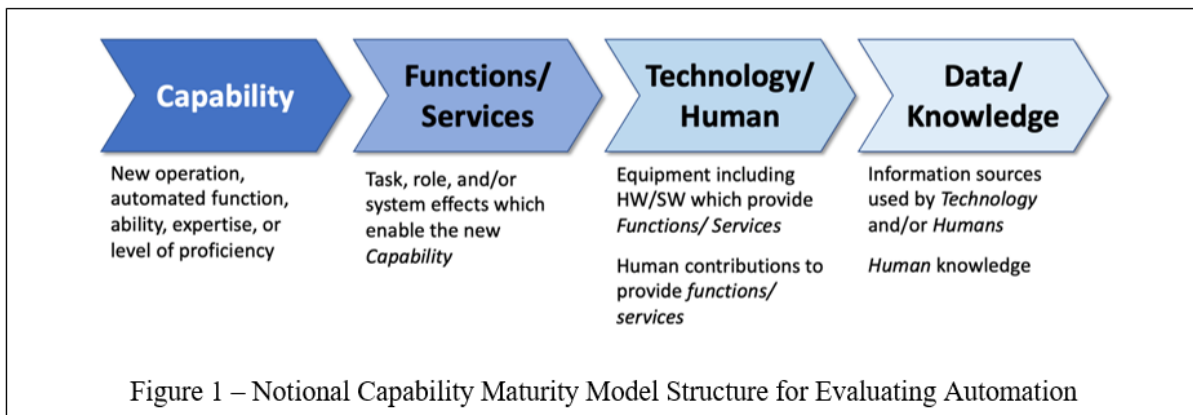
1.3 Aunque la automatización de las aeronaves y la integración operacional están indisolublemente unidas, a menudo se evalúan por separado, y en forma secuencial, durante el diseño, el desarrollo y la certificación. Esto se debe en parte a la dificultad que plantea diseñar un sistema y luego evaluar cómo funciona cuando está en servicio en las operaciones, ya que la aeronave y su certificación operacional suelen ser evaluadas por distintos departamentos de la administración civil, con procesos diferentes y a menudo mutuamente excluyentes. Esto supone un reto cada vez mayor para la interfaz ser humano-máquina y para el diseño resiliente de funciones de automatización en reemplazo de las funciones tradicionales de la tripulación de vuelo, sobre todo porque se prevé que se automatizarán incluso las capacidades vinculadas a la integración operacional, de la que son responsables la tripulación de vuelo, el personal encargado del control de tránsito aéreo y del despacho de vuelos y otros elementos humanos del sistema.

2. ANÁLISIS

2.1 Cuando se desarrollan nuevas capacidades de automatización, se debe tener en cuenta el tipo de aeronave, su misión operacional, los elementos o tramos específicos de su misión prevista, el espacio aéreo en el que se pretende que vuele, el papel claramente definido del ser humano (para condiciones operacionales normales y anormales) y el nivel de seguridad operacional requerido por las autoridades de aviación civil encargadas de proteger al público. Por lo tanto, hay que evaluar la madurez, así como la precisión, la disponibilidad, la integridad, la continuidad y la cobertura de las fuentes de datos y de la tecnología que se utilizará para cumplir con la función prevista que servirán de apoyo a las nuevas capacidades de automatización.

2.2 La figura 1 muestra la estructura hipotética del CMM propuesta por la FSF y la NASA. El modelo vincula las capacidades de automatización propuestas (un nuevo concepto operacional, una nueva función de la aeronave o del sistema, etc.) con las funciones y servicios que las activarán. A su vez, dichos servicios y funciones están ligados a la tecnología básica que los hace posibles y al papel claramente

definido que tendrá el ser humano en cuanto a su contribución esperada a la función o servicio. La tecnología que posibilita las funciones o los servicios propuestos depende a su vez de las fuentes de datos e información que se requieren para que la tecnología cumpla con la función prevista. Si no se evalúa y se comprende claramente todo este hilo conductor, puede ocurrir que se diseñen nuevas capacidades de automatización cuyas funciones previstas luego no puedan realizarse con las tecnologías y fuentes de datos actuales. Otra situación que puede darse es que se diseñen nuevas capacidades de automatización que exijan conocimientos o habilidades demasiado elevados para que un ser humano pueda cumplir la función necesaria de trabajar en equipo con la nueva capacidad de automatización en condiciones operacionalmente seguras.



2.3 Para poner en práctica el concepto de CMM, se propone un proceso de evaluación de etapas-puertas (véase la figura 2). El objetivo de dicho proceso es evaluar si una nueva capacidad de automatización tiene la madurez técnica y de reglamentación necesarias para activarla. A menudo la tecnología está en la etapa de prototipo, lo que hace que las empresas especulen sobre cómo podría utilizarse en servicio una nueva capacidad funcional posibilitada por esa tecnología. Sin embargo, hasta que no se demuestre que estas capacidades han alcanzado un nivel de madurez aceptable para los reguladores civiles, es posible que la reglamentación en vigor no las permita. No es habitual que se modifique la normativa para dar cabida a una nueva capacidad antes de que se demuestre que la tecnología que la hace posible tiene un nivel de madurez aceptable para las autoridades civiles.

2.4 Las etapas y “puertas” (puntos de decisión) del proceso propuesto son las siguientes:

2.4.1 Puerta 0: Identificar la función que se prevé automatizar, incluyendo el contexto y uso previsto (por ejemplo, el contexto operacional y/o la fase de vuelo, y las interfaces/dependencias funcionales).

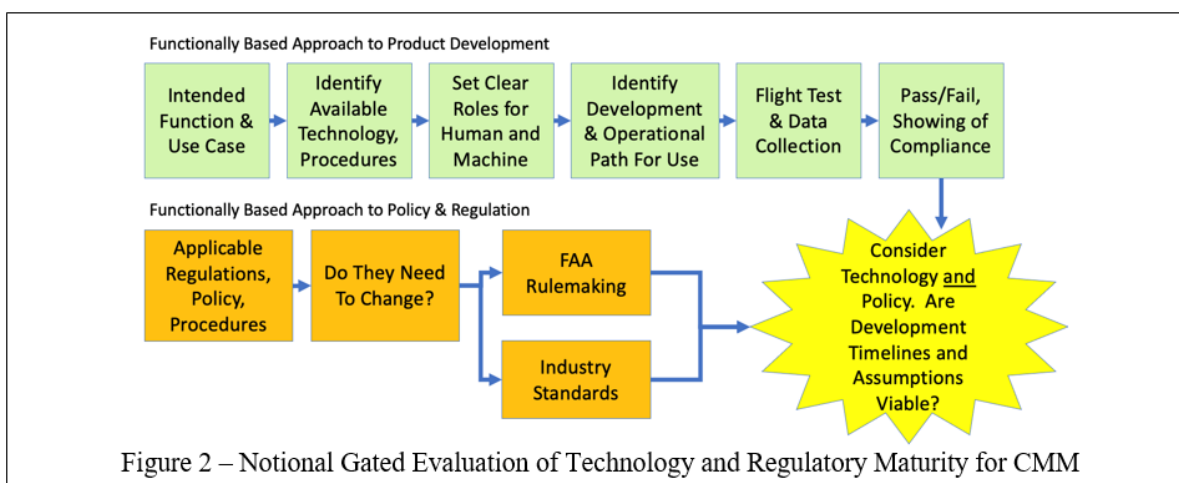
2.4.2 Puerta 1: Explicar los posibles beneficios o incentivos de la automatización de la función propuesta (por ejemplo, mejora de la seguridad operacional, mejora de las operaciones e incentivos económicos). Identificar los posibles riesgos, limitaciones o barreras que supondría la automatización de la función propuesta. Realizar un análisis de los riesgos que implicaría para la función prevista en el contexto de su uso previsto.

2.4.3 Puerta 2: Definir cómo se completa/realiza actualmente la función prevista en las operaciones y describir cómo se completaría/realizaría una vez automatizada. Incluir la autoridad y responsabilidades humanas, incluyendo cómo podrían cambiar ambas en el funcionamiento normal o degradado del sistema, teniendo en cuenta los cambios en las interfaces o dependencias del mismo.

2.4.4 Puerta 3: Definir la información requerida, el procesamiento y los productos necesarios para automatizar la función.

2.4.5 Puerta 4: Identificar ejemplos de productos tecnológicos que puedan ser capaces de automatizar la función.

2.4.6 Puerta 5: Identificar en los productos tecnológicos actuales las carencias que podrían impedirles cumplir con la función prevista, y qué operaciones podría permitir la tecnología actual.



2.4.7 Puerta 6: Identificar el nivel de madurez necesario de un producto tecnológico para que cumpla la función prevista. Describir cualquier diferencia en el nivel de madurez que pueda resultar apropiado, dependiendo del tamaño de la aeronave (por ejemplo, categoría normal, categoría de transporte), tipo de operación (por ejemplo, transporte de carga, de personas), o cualquier otra consideración apropiada para determinar el riesgo.

2.4.8 Puerta 7: Identificar una trayectoria desde las capacidades tecnológicas actuales hasta las futuras capacidades tecnológicas necesarias para alcanzar el nivel o niveles de madurez identificados.

2.4.9 Puerta 8: Identificar los reglamentos/políticas/normas/guías aplicables a la función actual (por ejemplo, certificación de aeronaves, normas operacionales, de personal técnico, OACI).

2.4.10 Puerta 9: Con relación a las Puertas 2 y 8, identificar cuáles reglamentos/políticas/normas/orientaciones puede ser necesario modificar y cuáles sería necesario crear para la certificación de una aeronave con la tecnología y autorizar/permitir su uso en las operaciones.

3. CONCLUSIÓN

3.1 La FSF se propone establecer un diálogo con los Estados miembros de la OACI para evaluar el CMM propuesto y los pasos de evaluación de la automatización por etapas-puertas. Los objetivos de este análisis son: 1) obtener apoyo para el concepto de CMM y hacer que se aplique a los conceptos de automatización emergentes para evaluar su validez; 2) sistematizar métodos de evaluación de las capacidades de automatización con el propósito de identificar una trayectoria para la maduración de la automatización y estrategias de integración que conduzcan a la automatización de aeronaves y operaciones y a su futura autonomía en condiciones operacionalmente seguras; y 3) animar a los Estados miembros y a la industria a considerar la adopción formal del MMC y de los procesos de evaluación por etapas-puertas (puntos de decisión) en sus iniciativas de automatización con miras a una futura autonomía.