

Análisis comparativo de las iniciativas de mejora del sistema de navegación aérea en la Unión Europea con otros modelos regionales

Comparative analysis of the initiatives for the improvement of the air navigation system in the European Union and other regions

José Antonio CALVO FRESNO

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED, España)
jcalvo334@alumno.uned.es

Beatriz RODRIGO MOYA

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED, España)
brodrigo@cee.uned.es

Jesús MORCILLO-BELLIDO

Universidad Carlos III de Madrid (España)
morcillo@ing.uc3m.es

Recepción: Mayo 2019
Aceptación: Agosto 2019

RESUMEN

En los últimos treinta años, la Comisión Europea ha impulsado diversas iniciativas para la mejora del sistema de navegación aérea en la Unión Europea. En otras regiones del mundo como Japón o Estados Unidos, se han puesto también en marcha iniciativas para la mejora de sus respectivos sistemas de navegación aérea. En este artículo se analizan esas iniciativas dentro del entorno institucional en cada región, y se compara el grado de implementación de los resultados de esas iniciativas a la luz de las características del sistema de navegación aérea en cada región. Como resultado se identifican algunas similitudes y diferencias que permiten plantear recomendaciones aplicables a la modernización del sistema de navegación aérea en la Unión Europea.

Palabras clave: Cielo Único Europeo, Control de Tráfico Aéreo, Investigación y desarrollo, Navegación aérea, Transporte aéreo.

Clasificación JEL: K23, L93, O32, R41, R42.

ABSTRACT

Over the past thirty years, the European Commission has given an impulse to some initiatives to improve the air navigation system in the European Union. In other regions of the world such as Japan or the United States, other initiatives have also been launched to improve their own air navigation systems. In this article, these initiatives are analysed in the light of the institutional framework in each region, and the level of implementation of the outcome of these initiatives is compared considering the characteristics of the air navigation system of each region. As a result, some similarities and differences are identified, which make possible to propose recommendations applicable to the modernization of the air navigation system in the European Union.

Keywords: Single European Sky, Air Traffic Control, Research and development, Air navigation, Air transport.

JEL Classification: K23, L93, O32, R41, R42.



1. INTRODUCCIÓN

Se puede definir el sistema de navegación aérea (SNA)¹ como el conjunto de elementos interrelacionados entre sí, organizados para posibilitar que una aeronave en vuelo se desplace de un origen conocido a un destino conocido, siguiendo una trayectoria definida por posiciones también conocidas (Calvo Fresno, 2007: 11-12). La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) describe en detalle estos elementos a través de 12 de los 19 anexos al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, conocido como Convenio de Chicago. De entre todos los servicios que presta el sistema de navegación aérea, hay que destacar el servicio de gestión del tránsito aéreo (ATM), que incluye los servicios de control del tráfico aéreo.

La OACI tiene entre sus fines (Artículo 44 del Convenio de Chicago), proporcionar el material armonizado a nivel global para elaborar normas relativas a los aspectos de seguridad, capacidad y eficiencia económica de la navegación aérea. Sin embargo, si bien el transporte aéreo ha experimentado una evolución importante desde 1945 hasta nuestros días con el impulso de OACI, la evolución del sistema civil de navegación aérea hasta los años 80 ha sido más lenta (McInally, 2010: 33-44) y más dependiente de las particularidades nacionales.

41

Sin embargo, y según se indica en el informe de la Comisión Europea de marzo de 2017, “*Annual Analyses of the EU Air Transport Market 2016*”, diversas regiones del mundo están llevando a cabo iniciativas para modernizar sus sistemas de navegación aérea. Estas se resumen en la tabla 1:

Tabla 1. Iniciativas regionales para la mejora del sistema de navegación aérea

Región/país	Iniciativa/programa
Unión Europea	SESAR (Investigación en Gestión del Tráfico Aéreo del Cielo Único Europeo)
Estados Unidos	Next Gen (Próxima Generación de Sistemas para el Transporte Aéreo)
Japón	CARATS (Acción Colaborativa para la Renovación de los Sistemas de Tráfico Aéreo)
Canadá	NMP (Programa de Modernización de las Ayudas a la Navegación Aérea)
Australia	One Sky
India	GAGAN (Mejora de la Navegación GPS mediante satélites Geoestacionarios)
China	CAAMS (Estrategia China para la Modernización de la Gestión del Tráfico Aéreo)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de EC

Para posibilitar los vuelos a lo largo del planeta cualquier sistema de navegación aérea tiene que responder a unos conceptos básicos globales y utilizar equipos y procedimientos interoperables. Por ello, todas las iniciativas de mejora de los distintos sistemas de navegación aérea regionales no pueden perder de vista la coordinación entre sí.

En este artículo se presenta un análisis comparativo de las iniciativas para la mejora del sistema de navegación aérea introducidas en Europa, Estados Unidos y Japón a partir del año 2000 por ser los más similares a SESAR. Para ello se utilizarán los parámetros de densidad relativa del espacio aéreo, presupuesto relativo de la iniciativa de mejora, densidad institucional de la región, y porcentaje de implantación de los resultados de dichas iniciativas. La metodología del este trabajo es fundamentalmente descriptiva. Para ello, se comienza por describir la evolución del sistema de navegación aérea evolución en estas tres regiones a partir de 1945.

2. LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN AÉREA EN LA UE, LOS EEUU Y JAPÓN

42

2.1 El sistema de navegación aérea en la Unión Europea

El Tratado de Roma de 1957 identificaba el transporte aéreo como una de las competencias de la entonces denominada Comunidad Económica Europea; pero será en el año 2000 cuando la Unión Europea comience a ejercer sus competencias en materia de navegación aérea al publicar los reglamentos de Cielo Único Europeo². Mientras tanto, el impacto en la navegación aérea de las organizaciones intergubernamentales existentes en Europa, como son la Conferencia Europea de Aviación Civil (CEAC)³, o la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea (EUROCONTROL) era muy limitado según se desprende de sus actos fundacionales⁴.

Los mayores avances en materia de navegación aérea en Europa se han producido como consecuencia de las crisis de capacidad del espacio aéreo que han tenido lugar a finales del siglo pasado, y que dieron lugar a retrasos importantes y a cancelaciones. La primera crisis de capacidad se presentó en los años 80. Durante esta crisis, los retrasos en Europa llegaron a suponer más de 15 minutos para uno de cada cuatro vuelos. En respuesta a la misma, los estados comenzaron a implantar soluciones regionales, como es el servicio de gestión de afluencia de tráfico aéreo⁵. La Comisión introdujo progresivamente entre 1987 y 1998 la temática de navegación aérea en sus Programas Marco Segundo, Tercero y Cuarto de Investigación y Desarrollo. No obstante, el uso del espacio aéreo continuó siendo planificado y gestionado fundamentalmente a nivel nacional, y la evolución hacia modelos de gestión más armonizados seguía siendo muy lenta (Von den Steinen, 2006: 129).



Aún más impactante fue la segunda crisis de capacidad del espacio aéreo europeo que estalló a finales de los años 90; en 1999, el 30% de los vuelos sufrían retrasos, siendo el retraso medio por vuelo retrasado de más de 26 minutos en el verano de ese año. Esta crisis puso de manifiesto la necesidad de establecer una regulación adecuada para la navegación aérea en Europa, por lo que la Comisión puso en marcha en diciembre de 1999 la iniciativa de Cielo Único Europeo que se materializó en marzo de 2004 en sus cuatro primeros reglamentos. En 2009 se aprobó el segundo paquete reglamentario de Cielo Único Europeo⁶, dirigido a medir los resultados obtenidos por el primer paquete y a introducir medidas de mejora de la eficiencia del sistema.

Durante la primera década del 2000, y en paralelo con la iniciativa legislativa de Cielo Único Europeo, se han encontrado diversas iniciativas en materia de investigación y desarrollo que se pusieron en marcha con la finalidad de proporcionar avances técnicos y operativos para facilitar la mejora del sistema de navegación aérea. Entre estas podemos citar la creación del Consejo Consultivo para la Investigación y la Innovación de la Aviación en Europa (ACARE)⁷ en junio de 2001; en esa misma línea y entre los años 1998 y 2014 se asignaron fondos comunitarios para proyectos del sector aeroespacial dentro de los Programas Marco Quinto, Sexto y Séptimo de Investigación y Desarrollo, y del programa Horizonte 2020. Desde 2009 la Empresa Común SESAR⁸ gestiona la gran mayoría de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación en materia de navegación aérea, aunque un número reducido de ellos son gestionados directamente por la Comisión.

43

En cuanto a la implantación de los resultados de las actividades de investigación, desarrollo e innovación, cabe indicar que desde 1995 el mecanismo de financiación de proyectos de redes transeuropeas de transporte (TEN-T) incluye a los aeropuertos y al sistema de navegación aérea. Desde finales de 2013 el mecanismo de financiación Conectar Europa⁹ ha destinado 526 millones de euros a la implantación de los nuevos sistemas y operaciones en navegación aérea.

Hoy en día el sistema de navegación aérea es un elemento estratégico para la Unión Europea y para el continente europeo en general. Los flujos de pasajeros, mercancías y servicios postales aéreos entre los distintos estados miembros de la Unión que mantiene este medio de transporte contribuyen significativamente a la materialización del derecho a la libre circulación de personas y de mercancías en el seno de la Unión (Žabokrtský, 2011: 161-180).

2.2 La navegación aérea en Estados Unidos

Después del trágico accidente del 30 de junio de 1956, en el que 128 personas fallecieron en una colisión en vuelo de dos aviones en Arizona, la administración norteamericana puso en marcha diversas medidas encaminadas a mejorar sus servicios de tráfico aéreo y la gestión de su administración aeronáutica. El resultado fue la introducción del uso del radar en la gestión del tráfico aéreo y la creación la Agencia Federal de la Aviación (FAA)

en agosto de 1958 mediante una ley federal¹⁰. En su creación, la FAA se hacía responsable de la gestión y de la operación del sistema de navegación aérea norteamericano, y se constituía al mismo tiempo como autoridad aeronáutica y regulador de esta actividad. Cabe destacar que la propia ley federal preconizaba la participación del sector militar en la gestión y la operación de la agencia¹¹. En abril de 1967 la FAA se convertiría en Administración Federal, como se la conoce hasta la fecha.

Una vez establecido un marco institucional simple, la evolución del sistema de navegación aérea en Estados Unidos se centró en los aspectos técnicos y operativos de este sistema, lo que dio como resultado en los años 60 a la mejora de las tecnologías del radar, la introducción de los primeros ordenadores, de los primeros sistemas de automatización, y de la organización de los centros de control de tráfico en ruta. Según indica en su documento “*A Brief History of the FAA*”, esta agencia tuvo que hacer frente en esa década a otros desafíos operativos en navegación aérea, como las protestas por el ruido aeroportuario y el fuerte crecimiento del tráfico aéreo de la década de los 60, durante la cual se duplicó el número de vuelos, dando lugar a una crisis de capacidad que resultó en retrasos y cancelaciones. En respuesta, la FAA creó en abril de 1970 la Dependencia de Control Central de Afluencia, 25 años antes de su equivalente europeo.

44

La década de los 80 fue especialmente turbulenta. Por un lado, se multiplicaron los conflictos laborales con el personal de control de tráfico aéreo; por otra parte, el envejecimiento de los equipos creaba disrupciones en el funcionamiento del sistema. En estos años se acometió la reforma de la FAA. Si bien en un principio su objetivo era la privatización, en 2003 se dio por finalizada con la creación de la Organización de Tráfico Aéreo, que sigue formando parte de la FAA. En cuanto a los aspectos tecnológicos, en enero de 1982 se publicó el Plan para el Sistema Aeroespacial Nacional, con una duración prevista de 20 años, y objetivos muy ambiciosos, que terminaron limitándose en la práctica a la introducción del uso del sistema de posicionamiento global (GPS) en la provisión de servicios de navegación aérea. A la luz de los desafíos globales que afectan a la aviación a nivel global, en diciembre de 2003 se publicó el instrumento legal para llevar a cabo el programa Next Gen¹², y el Departamento de Transportes norteamericano puso en marcha este programa el 15 de diciembre de 2004.

Finalmente, hay que destacar que, desde que el gobierno norteamericano organizase en 1944 la Conferencia de Chicago que dio origen a OACI, este país ha tenido un papel predominante en el organismo internacional y sobre todo en el establecimiento de normas técnicas de uso global para la navegación aérea.

2.3 La navegación aérea en Japón

Desde los comienzos de la aviación, Japón fue el país asiático con un sector aeronáutico más desarrollado. Sin embargo, la derrota del país al final de la Segunda Guerra Mundial hizo que se interrumpiera la actividad aeronáutica civil hasta 1952, año en el que se publicó la Ley de Aeronáutica Civil, y que hace referencia al Ministerio del Territorio,



las Infraestructuras, el Transporte y el Turismo (MLITT). La gestión del tráfico aéreo estuvo bajo el control de las fuerzas aéreas norteamericanas hasta 1959. A partir de ese año la administración japonesa vuelve a ser el proveedor de los servicios de navegación aérea a través del Servicio Japonés de Navegación Aérea (JANS), dependiente de la Oficina de Aviación Civil (JCAB) del Ministerio para el Territorio, las Infraestructuras, el Transporte y el Turismo¹³.

Tras la colisión en vuelo de un avión civil con una aeronave militar en Shizukuishi, que costó la vida a 162 personas el 30 de julio de 1971, quedó de manifiesto la necesidad de introducir mejoras en el sistema de navegación aérea japonés. Estas mejoras se enfocaron sobre todo a las tecnologías y procedimientos para el tratamiento de datos en dependencias de control y estaciones de radar.

El incremento constante de tráfico aéreo en Japón desde la década de los 70 llevó a su sistema de navegación aérea en los años 90 al límite de su capacidad operativa. Para evitar una crisis de capacidad, en 1994 el Consejo de Transportes del Ministerio de Transporte japonés propuso¹⁴ la introducción progresiva del uso del GPS en los servicios de navegación aérea en línea con los principios expuestos en el Documento 9845 de OACI.

45

Sin embargo, la administración japonesa consideró que las mejoras introducidas en esa década eran insuficientes para hacer frente al continuo crecimiento del tráfico aéreo gestionado por el Servicio Japonés de Navegación Aérea en el entorno de los grandes aeropuertos. Esto, junto con la puesta en órbita de dos Satélites Multifuncionales para el Transporte (MTSAT) en 2004 y 2005, hizo que la administración japonesa considerara la puesta en marcha de un programa más ambicioso de mejora del sistema de navegación aérea, también en base a los principios de OACI. Estas consideraciones dieron origen en 2010 al programa CARATS¹⁵.

3. LA INICIATIVA DE MEJORA DEL SNA EN LA UNIÓN EUROPEA

3.1 Organización de su gestión en la Unión Europea

El sistema de navegación aérea en Europa sufre desde hace más de veinte años las consecuencias de una fragmentación que se refleja en la estructura de su espacio aéreo y en el número y localización de las dependencias de tráfico aéreo, según han puesto de manifiesto Pellegrini y Rodríguez (Pellegrini y Rodríguez, 2013: 64-86) o la propia Comisión Europea en 1999. Para evitar estas consecuencias la Comisión ha tomado algunas medidas tanto de índole legislativa (la iniciativa de Cielo Único), como en materia de investigación, desarrollo e innovación (la creación de la Empresa Común SESAR); el resultado que cabría esperar de ellas, como concluyen Pellegrini y Rodríguez, es un impacto positivo significativo en el desarrollo de la economía de la Unión Europea. Pero la realidad institucional de la Unión Europea lleva a la existencia de un gran número de instituciones, organismos y entidades que tienen competencias en navegación aérea y

que configuran un escenario complejo. A este escenario hay que añadir otros organismos con competencias en navegación aérea a nivel nacional, así como algunas organizaciones internacionales e intergubernamentales que también tienen competencias en esta materia a nivel regional o incluso mundial. Para describir de una forma ordenada este escenario complejo utilizaremos como referencia las siguientes áreas de actividad:

- La actividad legislativa y a la adopción de normas técnicas.
- La supervisión del sistema de navegación aérea y la elaboración de normas técnicas.
- La gestión de los programas de investigación, desarrollo e innovación.
- La gestión de los proyectos de implantación.

Estas áreas de actividad no son excluyentes entre sí: una misma institución, organismo o entidad puede realizar actividades en varias áreas de actividad simultáneamente. En la tabla 2 se indican las instituciones, organismos y entidades con competencias a nivel europeo en cada área, y que denominaremos “organismos relevantes”:

Tabla 2. Instituciones, organismos y entidades europeos relevantes en cada área de actividad

Áreas de actividad	Instituciones, organismos y entidades relevantes
Legislación y adopción de normas técnicas	Comisión Europea, Comité de Cielo Único.
Supervisión del sistema de navegación aérea y elaboración de normas técnicas.	EUROCONTROL, Agencia Europea para la Seguridad Aérea, Agencia Europea de Defensa, EUROCAE, Organismos de Normalización Europeos
Gestión de programas de investigación, desarrollo e innovación.	Empresa Común SESAR
Gestión de proyectos de implantación.	Comisión Europea, Comité de Cielo Único, Gestor del Despliegue de SESAR, Agencia Ejecutiva de Innovación y Redes

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de EC, EDA, EUROCONTROL, OACI.

Sin perjuicio de la información expuesta en la tabla 2, cabe recordar las competencias que el Consejo Europeo y el Parlamento tienen en el establecimiento de las políticas comunitarias en materia de navegación aérea y otros ámbitos de actividad de la Unión Europea, y ejercen conjuntamente la función legislativa junto con la Comisión Europea. Describiremos a continuación los organismos relevantes indicados en la tabla 2 y las competencias que tienen cada uno de ellos:



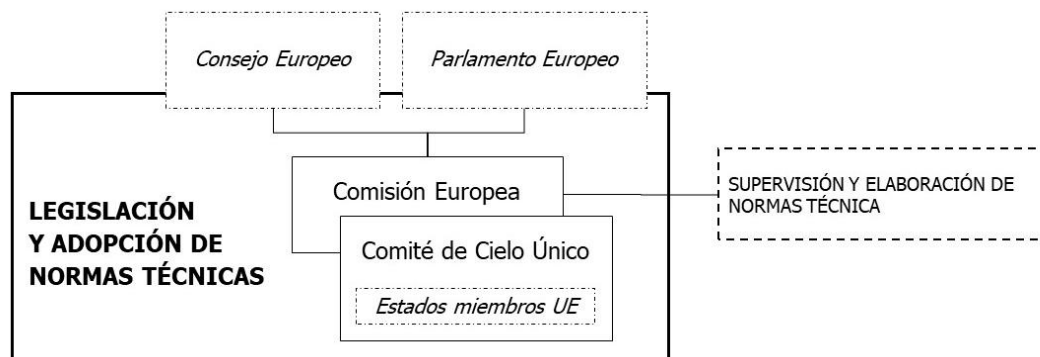
3.1.1 Organismos relevantes en la actividad legislativa y la adopción de normas técnicas

En su artículo 17(2), el Tratado de la Unión Europea indica que “*Los actos legislativos de la Unión sólo podrán adoptarse a propuesta de la Comisión, excepto cuando los Tratados dispongan otra cosa*”. Esta disposición es especialmente relevante para los reglamentos de Cielo Único Europeo, ya que para todos ello la Comisión debe elaborar su propuesta, y remitirlos al Parlamento y al Consejo para su adopción. Además, la Comisión elabora reglamentos de ejecución y decisiones para posibilitar la implantación del Cielo Único Europeo.

El artículo 5 del Reglamento (CE) 549/2004 que establece el Marco del Cielo Único Europeo, creó el Comité de Cielo Único, que actúa como comité de reglamentación¹⁶. Cada estado miembro de la Unión puede designar dos representantes en el Comité de Cielo Único. Esta representación suele consistir en un representante civil y un representante militar, de forma que (Baumgartner, et al., 2016: 1-35) los aspectos militares nacionales también sean tenidos en cuenta en la elaboración de la normativa comunitaria en materia de navegación aérea.

47

Figura 1. Actividad legislativa y adopción de normas técnicas en materia de navegación aérea

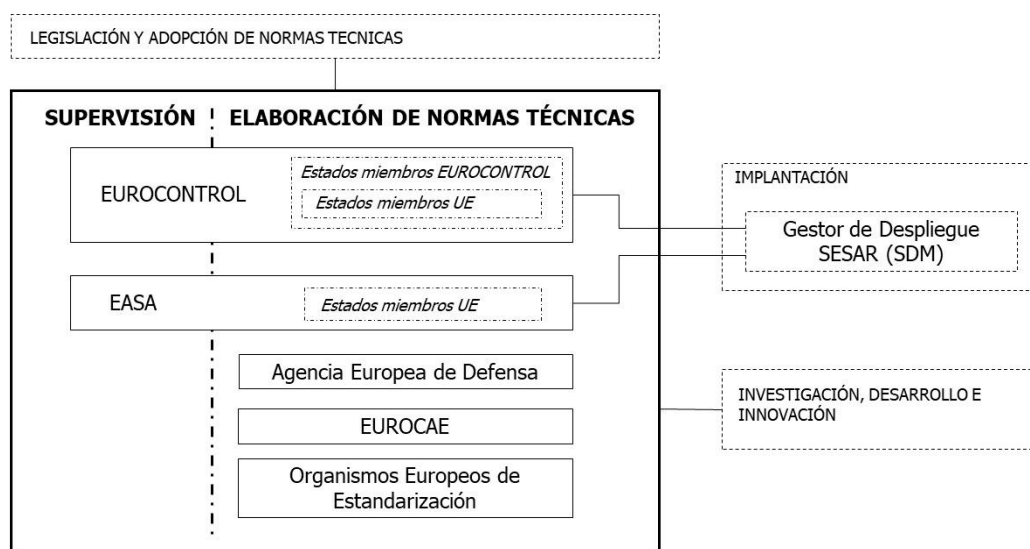


Fuente: Elaboración propia a partir de documentación de EC

3.1.2 Organismos relevantes en la supervisión y la elaboración de normas técnicas

Dentro de estos organismos se encuentran algunos de los de mayor relevancia en el sector de la navegación aérea en Europa. La figura 2 esquematiza las relaciones entre ellos y con otras funciones:

Figura 2. Supervisión y de elaboración de normas técnicas en materia de navegación aérea



Fuente: Elaboración propia a partir de documentación de EASA, EDA, EUROCONTROL, EUROCAE, ETSI

48

Con la firma del Convenio Revisado de 1997, EUROCONTROL adquirió, entre otras, las competencias que se describen en el Artículo 1 de este Convenio Revisado, en aspectos tales como:

- La supervisión del sistema de navegación aérea: “*instaurar un sistema de examen de los resultados y de la fijación de objetivos de la gestión del tráfico aéreo*”.
- La elaboración de normas técnicas (pero no su adopción, que para los estados miembros de la Unión Europea corresponde a las instituciones comunitarias): “*adoptar y aplicar normas y especificaciones comunes*”; “*armonizar los reglamentos aplicables a los servicios de tráfico aéreo*” y “[...] *la elaboración y armonización multilaterales, de un régimen de reglamentación de la seguridad en el ámbito de la gestión del tráfico aéreo [...]*”.

Tras la puesta en marcha de la iniciativa de Cielo Único Europeo en 2004, las competencias comunitarias en materia de política y legislación del sistema de navegación aérea han prevalecido sobre las de EUROCONTROL, por lo que esta organización se ha reorientado hacia la supervisión y la elaboración de normas técnicas. EUROCONTROL tiene en la actualidad 41 estados miembros, entre los cuales están los 28 estados miembros de la Unión Europea. EUROCONTROL mantiene acuerdos de trabajo con diversas organizaciones, tales como las instituciones de la Unión; la CEAC; OACI; la Agencia Europea de Defensa; EUROCAE, y el Gestor del Despliegue de SESAR.

La Agencia Europea para la Seguridad en la Aviación (EASA) fue creada en 2002¹⁷ aunque no adquirió competencias en materia de navegación aérea hasta 2009, ya que su ámbito competencial inicial se limitaba a la certificación de las aeronaves y su operación.



El actual reglamento básico¹⁸ de EASA, otorga a la agencia en su Artículo 1(3) amplias competencias en materia tanto de supervisión y certificación, como en relación con la elaboración “[...] con la colaboración de organismos de normalización y otros organismos del sector, normas técnicas pormenorizadas [...]”. En la actualidad, EASA tiene 32 estados miembros, de los cuales 28 son los de la Unión, a los que hay que sumar Suiza, Noruega, Islandia y Liechtenstein.

La Agencia Europea de Defensa (EDA) fue creada por el Consejo Europeo¹⁹. La EDA proporciona el punto de vista del sector militar europeo en materia de Cielo Único y de SESAR, por lo que mantiene regularmente contactos de trabajo con la Comisión, EUROCONTROL, EASA, el Organismo de Despliegue de SESAR y la Empresa Común SESAR. En 1963 se fundó en Lucerna²⁰ EUROCAE, la Organización Europea para los Equipos de la Aviación Civil para facilitar la comercialización y entrada en servicios de los productos aeronáuticos europeos. EUROCAE contribuye decisivamente a la elaboración de Especificaciones Comunitarias. Son miembros de EUROCAE la Empresa Común SESAR, EUROCONTROL, EASA y la EDA, entre otros.

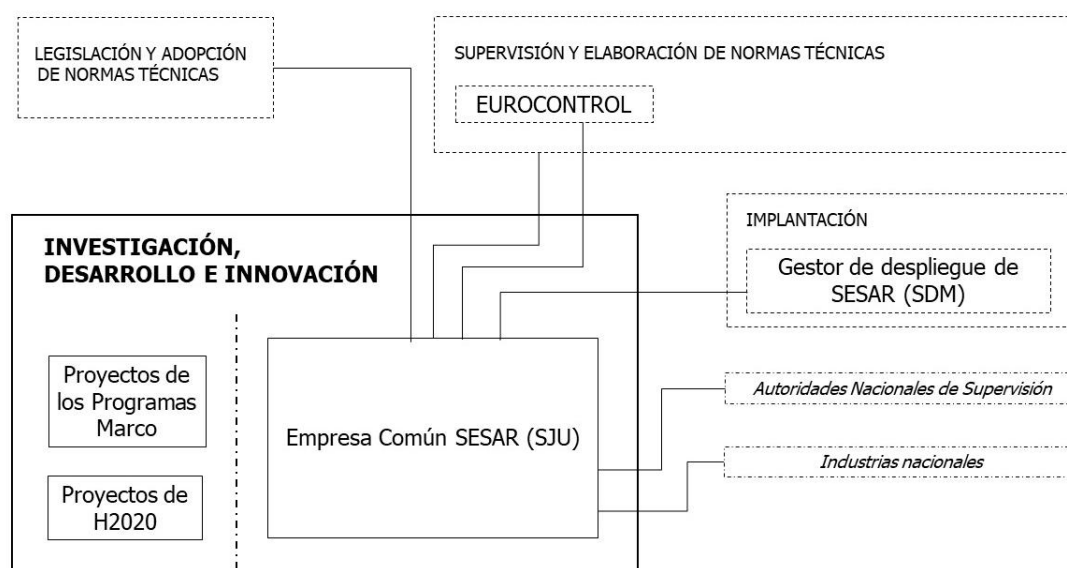
Finalmente, hay que mencionar los Organismos de Normalización Europeos, entidades reconocidas en la Unión Europea mediante el Reglamento (UE) 1025/2012 como competentes en la elaboración de normas europeas. Dentro de los Organismos de Normalización Europeos reconocidos tiene especial relevancia para el sector de la navegación aérea el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI), fundado en 1988 y reconocido por la Comisión como Organismo de Normalización Europeo el 15 de julio de 1992. En colaboración con EUROCAE, ha contribuido significativamente a la elaboración de los estándares que se utilizan en la actividad del sistema de navegación aérea.

49

3.1.3 Organismos relevantes en investigación, desarrollo, innovación e implantación de los resultados

La Empresa Común SESAR tiene como objetivo la coordinación de todas las actividades de investigación y desarrollo del sistema de gestión del tránsito aéreo, utilizando para ello fondos del Séptimo Programa Marco y de Horizonte 2020. No obstante, algunos proyectos de navegación aérea financiados bajo alguno de los Programas Marco Quinto, Sexto y Séptimo han sido realizados por entidades nacionales o internacionales tanto públicas como privadas. La figura 3 esquematiza las relaciones entre la Empresa Común SESAR y otros organismos en esta área de actividad y en otras áreas. Estas relaciones se describen seguidamente:

Figura 3. Investigación, desarrollo e innovación en materia de navegación aérea



Fuente: Elaboración propia a partir de documentación de SESARJU

50

Los miembros fundadores de la Empresa Común SESAR son la Comisión Europea y EUROCONTROL. Tiene en la actualidad otros 19 miembros industriales de 16 estados miembros de la Unión, de Suiza y Noruega. Además de acuerdos de trabajo con EASA, EDA, EUROCAE y ETSI, la Empresa Común SESAR mantiene acuerdos con las autoridades nacionales de supervisión de 15 estados de la Unión, con Islandia y Suiza. La Empresa Común SESAR mantiene actualizado el Plan Maestro para la Gestión del Tráfico Aéreo (ATM)²¹, que recoge la evolución que debe tener el sistema de navegación aérea en Europa para alcanzar los objetivos de seguridad, capacidad, eficiencia económica e impacto ambiental establecidos en la política comunitaria en materia de navegación aérea. Las actividades de investigación, desarrollo e innovación que gestiona la Empresa Común en línea con este Plan Maestro son muy variadas. Entre ellas, se contempla el uso de los satélites en la navegación aérea, a través del Servicio Europeo de Navegación por Superposición Geoestacionaria (EGNOS). La Agencia Espacial Europea (ESA) participa en algunos proyectos relacionados con las comunicaciones aeronáuticas vía satélite.

Hay un gran número de organismos que intervienen en la implantación de los resultados de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación, cuyas relaciones se esquematizan en la figura 4. Respecto los resultados del programa de investigación, desarrollo e innovación de SESAR, la gobernanza de su implantación viene determinado en el Reglamento de Ejecución (UE) 409/2013. Este reglamento define tres niveles de gobernanza:

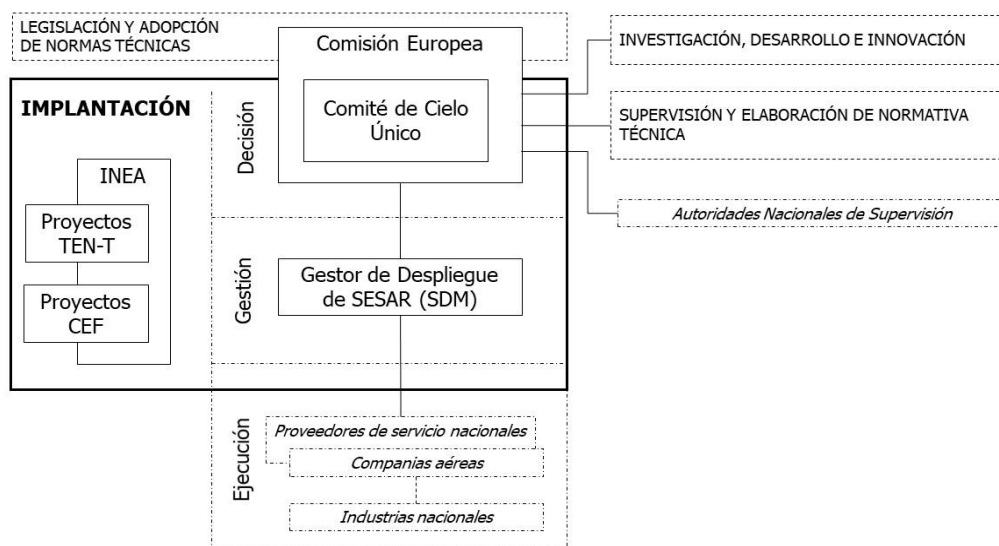
- El nivel de toma de decisiones (artículo 8) describe las funciones de la Comisión: supervisar la implantación, asegurar la consistencia de los proyectos de



implantación con el marco normativo de Cielo Único Europeo, controlar los fondos comunitarios empleados en la implementación. La Comisión se apoya en los estados miembros, tanto a través del Comité de Cielo Único como a través de las autoridades nacionales de supervisión; EUROCONTROL, EUROCAE y los Organismos de Normalización Europeos; la Agencia Europea de Defensa.

- El nivel de gestión (artículo 9) corresponde al Organismo Gestor del Despliegue de SESAR.
- El nivel de ejecución (artículo 1) *“consistirá en los proyectos de implementación seleccionados por la Comisión para ejecutar los proyectos comunes con arreglo al programa de despliegue”*. Estos proyectos son ejecutados por los proveedores de servicios de navegación aérea, los fabricantes de equipos de navegación aérea, los usuarios del espacio aéreo y los aeropuertos.

Figura 4. Implantación de los resultados de investigación, desarrollo e innovación en materia de navegación aérea



Fuente: Elaboración propia a partir de documentación de INEA, SDM

El Organismo Gestor del Despliegue de SESAR (SDM) se creó a través del Reglamento (UE) 409/2013, con el objetivo de implantar los resultados de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación gestionados por la Empresa Común SESAR. Entre sus funciones están: elaborar, mantener y ejecutar el programa de despliegue, estableciendo los mecanismos de financiación, tanto pública como privada, más adecuados para los proyectos de implementación; coordinar, sincronizar y supervisar las labores de implementación y las inversiones correspondientes, gestionar los posibles conflictos de intereses e implicar a las autoridades nacionales de supervisión cuando sea necesario.

La Agencia Ejecutiva de Innovación y Redes (INEA) se creó en 2013 a través de la Decisión de Ejecución 2013/801/UE y gestiona los proyectos de transporte aéreo financiados con fondos CEF. INEA se ha hecho cargo también de los restantes proyectos financiados con fondos TEN-T a partir de la extinción de la Agencia Ejecutiva TEN-T, que los gestionaba anteriormente²², y gestiona algunos proyectos financiados con fondos Horizonte 2020.

3.2 Características de la iniciativa de mejora, del espacio aéreo y de los organismos implicados

Se considera que las instituciones, organismos y entidades que participan directamente en las tareas de mejora del sistema de navegación aérea, son los diez listados en la tabla 2 y que se han descrito en el sub-epígrafe 3.1. No se han incluido los relativos a la definición de la política, es decir el Consejo Europeo y el Parlamento. Al ser de ámbito regional, estas 10 instituciones, organismos y entidades tienen una relación estrecha o bien con los estados miembros de la Unión, o bien con los estados miembros de EUROCONTROL. Además, hay un gran número de organismos de ámbito nacional que tienen una influencia en la mejora del sistema de navegación aérea europeo; podríamos hacer mención a los ministerios de transportes y de defensa de los estados miembros de EUROCONTROL, así como a los proveedores de servicios de gestión de tráfico aéreo en ruta de estos estados. Esto elevaría a más de 100 los actores relevantes en la mejora del sistema. Si bien ese escenario responde a la compleja realidad europea, asumiremos en este análisis que los 10 organismos identificados a nivel regional incorporan la contribución de los organismos nacionales a las tareas de mejora del sistema de navegación aérea europeo, por lo que no se contabilizarán en el cómputo de los organismos.

En lo relativo a la titularidad (pública o privada) de los 10 organismos identificados, se encuentra que:

- El Gestor del Despliegue de SESAR es una asociación internacional privada sin ánimo de lucro bajo el derecho belga formada por 19 miembros industriales.
- EUROCAE y ETSI son asociaciones privadas sin ánimo de lucro bajo el derecho francés. En ambas la mayoría de sus miembros son industriales.
- La Empresa Común SESAR es un organismo de la Unión Europea constituido como un partenariado público-privado.
- La Comisión Europea, EUROCONTROL, EASA, la EDA, INEA y el Comité de Cielo Único son instituciones, organizaciones intergubernamentales, agencias públicas o comités de estados.

Las características espacio aéreo y del tráfico aéreo implicado en la mejora, así como el presupuesto y duración de esta iniciativa son los siguientes:



- Según los datos de la propia Comisión Europea²³, el espacio aéreo continental de los estados miembros de la Unión Europea abarca unos 10,8 millones de kilómetros cuadrados en superficie; pero si tomamos en cuenta el espacio aéreo continental correspondiente a los estados miembros de EUROCONTROL²⁴, que también participan de la iniciativa de mejora, la superficie es de aproximadamente 13,2 millones de kilómetros cuadrados.
- El volumen de tráfico realizado bajo reglas de vuelo instrumentales²⁵(IFR) en 2017 fue de 10,6 millones de vuelos, equivalentes a 17,4 millones de horas de vuelos controlados según el informe de revisión de resultados de EUROCONTROL del año 2017.
- El presupuesto total para las actuaciones de mejora se cifra en unos 8.500 millones de Euros. Este presupuesto corresponde a los proyectos de navegación aérea de implantación financiados con fondos TEN-T y CEF, y de los realizados dentro del programa SESAR completo. También incluye el presupuesto estimado para el despliegue de los resultados de SESAR conforme al Reglamento de Ejecución (UE) 716/2014, según resultó de la evaluación de impacto de este reglamento realizada en mayo de 2013. Según este mismo documento, las inversiones en despliegue terminan en 2025.
- Si bien los proyectos del cuarto Programa Marco se remontan a finales de 1990, la ejecución del programa SESAR se inició en 2009, y según la edición de 2015 del Plan Maestro para la Gestión del Tráfico Aéreo, el horizonte temporal para completar la implantación de sus resultados es el año 2035.

53

4. LA INICIATIVA DE MEJORA DEL SNA EN LA ESTADOS UNIDOS

4.1 Organización de su gestión en la Estados Unidos

El marco institucional para la gestión de la mejora del sistema de navegación aérea en Estados Unidos es más simple que el europeo. En lo relativo a la determinación de la política estadounidense en materia de transportes, se identifican el Senado y el Congreso, que determinan a nivel general la política de los transportes, y que tienen también funciones legislativas.

Las funciones específicas relativas a la iniciativa de mejora del espacio aéreo en los Estados Unidos se pueden agrupar en dos organismos: La Administración Federal de Aviación (FAA) y la Comisión Técnica de Radio para la Aeronáutica (RTCA), que se describen a continuación.

4.1.1 Actividades legislativas, adopción de normas técnicas, supervisión y gestión de proyectos de investigación, desarrollo, innovación e implantación

La FAA es una administración federal adscrita al Departamento de Transportes, creado en 1966 a través de una ley federal. Este departamento prepara, revisa e informa sobre los

proyectos legislativos que afectan a la navegación aérea, para su transmisión al Congreso. Por otra parte, la Ley 108-176 de 2003 del Congreso de los Estados Unidos indica, en su Sección 709 (a) que “*la Secretaría de Transportes establecerá en la Administración Federal de Aviación una oficina de planificación y desarrollo conjunta para gestionar el trabajo del Sistema de Transporte Next Gen*”. Además, como indicamos anteriormente, la FAA es el organismo regulador, supervisor y proveedor de los servicios de navegación aérea, a través de la Organización de Tráfico Aéreo. Por lo tanto, y en lo que se refiere a la mejora del sistema de navegación aérea estadounidense, la FAA agrupa en un solo organismo las actividades legislativas, de adopción de normas técnicas, de supervisión, y de gestión de los programas de investigación, desarrollo e innovación y de implantación de los resultados.

Para gestionar el programa, la FAA está asistida por el Comité Consultivo federal de Next Gen, creado a través de la “*FAA Order 1110.156*”. En él participan representantes de los usuarios del espacio aéreo civiles, de los aeropuertos, de los trabajadores del sector de la aviación, de los centros de investigación y desarrollo, de los responsables medioambientales; de los fabricantes y usuarios del equipamiento de navegación aérea y la aviónica, y de los fabricantes de aeronaves. También participan un representante del Departamento de Defensa, y un representante de la NASA. Además, participan como invitados europeos EUROCONTROL y la Empresa Común SESAR.

Next Gen comprende las tareas de investigación, desarrollo e innovación, así como la implantación y puesta en servicio de los resultados. El programa se inició formalmente en 2004, aunque las inversiones comenzaron en 2007 con el inicio de la implantación de resultados. Next Gen tiene como finalidad la consecución de objetivos en materia de seguridad, capacidad, eficiencia, impacto ambiental, predictibilidad y resiliencia del sistema. Dentro del programa Next Gen se ejecutan proyectos dirigidos a los procedimientos de vuelo y estructura de espacio aéreo, las comunicaciones, la vigilancia radar, o el uso de los satélites en navegación y en vigilancia. En materia del uso de satélites en navegación aérea, Estados Unidos ha puesto en marcha el Sistema de Aumentación de Área Extendida (WAAS) que se apoya en la señal GPS de forma similar al sistema EGNOS en Europa.

4.1.2 Actividades de elaboración de normas técnicas

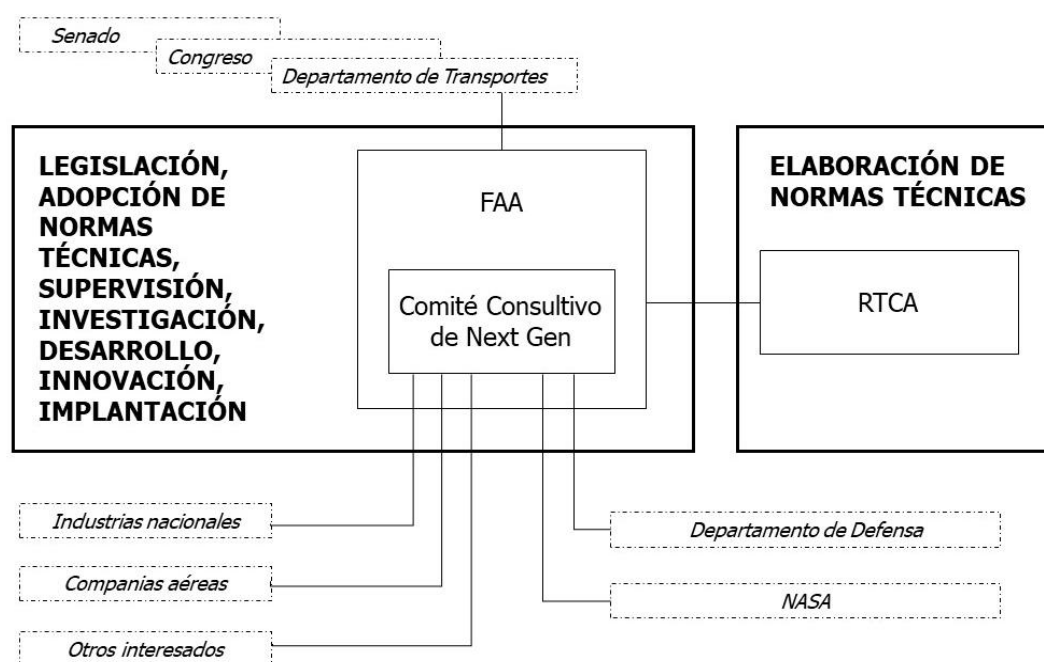
La Comisión Técnica de Radio para la Aeronáutica (RTCA) es una organización privada sin ánimo de lucro, fundada en 1935, y establecida como compañía incorporada²⁶ en 1991 conforme al derecho estadounidense. Su objetivo principal es la elaboración de normas técnicas para el sector aeroespacial. Hasta 2018 ha gestionado diversos comités consultivos para la FAA incluyendo el Comité Consultivo de Next Gen al amparo de la “*FAA Order 1110.77X*”; desde mayo de 2018, fecha en la que se transformó en una Organización de Desarrollo de Normas, no gestiona este comité, pero mantiene su titularidad y sus competencias. En particular, la RTCA continúa asesorando a la FAA en



la elaboración de sus reglamentos técnicos, y proporciona normas técnicas que cumplen con estos reglamentos. Aunque la mayoría de sus miembros son empresas privadas, también cuenta con organismos públicos y de las administraciones, incluyendo algunos europeos como EASA, EUROCONTROL o la Empresa Común SESAR.

En la figura 5 se presentan las relaciones que existen entre los organismos anteriormente descritos en el contexto de la gestión de Next Gen:

Figura 5. Gestión del programa Next Gen



55

Fuente: Elaboración propia a partir de documentación de DoT, FAA, RTCA

4.2 Características de la iniciativa de mejora, del espacio aéreo y de los organismos implicados

Por tratarse de un programa nacional, el ámbito de la mejora descrita se circunscribe a Estados Unidos. No obstante, el impacto de la modernización del sistema de navegación aérea estadounidense, sobre todo en materia de uso de satélites para la navegación aérea, ha propiciado la puesta en marcha del plan canadiense de modernización de ayudas radioeléctricas a la navegación aérea.

Respecto a la titularidad de los dos organismos identificados y descritos, la FAA es una administración pública, y la RTCA es de titularidad privada.

A continuación, se indican las características del espacio aéreo y el tráfico aéreo estadounidense, así como el presupuesto y la duración de Next Gen:

- Según el último informe de la Organización de los Servicios de Navegación Aérea Civiles (CANSO) de 2017 “*Global Air Navigation Services Performance Report 2017. 2012 - 2016 ANSP Performance Results. The ANSP view*”, el espacio aéreo continental de los Estados Unidos abarca unos 14,83 millones de kilómetros cuadrados en superficie.
- Según el último informe de resultados operativos de EUROCONTROL y la FAA, “*2017 Comparison of Air Traffic Management-Related Operational Performance U.S./EUROPE*” el volumen de tráfico realizado bajo reglas de vuelo instrumentales (IFR) en 2017 fue de 15,3 millones de vuelos. Este número de movimientos equivale a 23,8 millones de horas de vuelos controlados conforme al informe anual de resultados de 2017 elaborado por EUROCONTROL.
- Según la última actualización del análisis coste-beneficio de Next Gen contenida en su informe “*Update to the Business Case for the Next Generation Air Transportation System based on the Future of the NAS Report*”, el coste de las tareas de investigación, desarrollo e innovación asciende a unos 1.500 millones de dólares, y el coste total de implantación y puesta en servicio está estimado en unos 19.100 millones de dólares (lo que hace un total equivalente a 18.400 millones de euros), todo ello para un periodo de inversión de 2007 a 2030.
- Next Gen se inició en 2004, y actualmente la FAA prevé que las tareas de implantación duren al menos hasta 2030.

56

5. LA INICIATIVA DE MEJORA DEL SNA EN LA JAPÓN

5.1 Organización de su gestión en la Japón

Japón tiene un marco institucional para la gestión de la mejora del sistema de navegación aérea similar al estadounidense. La determinación de la política japonesa en materia de transportes y la actividad legislativa al más alto nivel corresponden a la Dieta Nacional, establecida en 1947.

En lo que respecta a las funciones específicas relativas a la gestión de la iniciativa de mejora del sistema de navegación aérea japonés, se identifican tres organismos relevantes: la Oficina Japonesa de Aviación Civil (JCAB); el Servicio Japonés de Navegación Aérea (JANS) y el Instituto de Investigación para la Navegación Electrónica (ENRI). El JCAB y el JANS se identifican como organismos de manera diferenciada ya que tienen funciones específicas distintas, aunque cabe recordar que ambos forman parte del MLITT japonés. Estos organismos se describen a continuación.

5.1.1 Actividades legislativas, elaboración y adopción de normas técnicas, supervisión

De conformidad con la ley japonesa de la Aeronáutica Civil de 1952, el Ministerio del Territorio, las Infraestructuras, el Transporte y el Turismo tiene las competencias en la



elaboración y publicación de legislación y normas de contenido técnico para la navegación aérea a través de sus Ordenanzas. Dentro de este Ministerio, el organismo especializado en estas materias es la Oficina Japonesa de Aviación Civil, que tiene también competencia en la regulación y supervisión del sistema de navegación aérea japonés.

La Oficina Japonesa de Aviación Civil gestiona el programa CARATS. Para ello está asistida por el Comité para la Promoción de la Renovación del Sistema de Tráfico Aéreo. Este comité es similar al que asiste a la FAA en la gestión del programa Next Gen, y en él están representados la propia Oficina Japonesa de Aviación Civil, los centros de investigación, los fabricantes de equipos de navegación aérea, las compañías aéreas, las Fuerzas de Autodefensa y la Agencia Japonesa para la Exploración Aeroespacial (JAXA). También participa en este comité el Instituto de Investigación para la Navegación Electrónica.

CARATS cubre el ciclo completo de investigación, desarrollo, innovación, implantación y puesta en servicio de los resultados. Su planteamiento es similar a SESAR y a Next Gen; persigue objetivos de seguridad, capacidad, puntualidad, reducción de costes del servicio de navegación aérea y de las operaciones en vuelo, e impacto medioambiental. CARATS comprende proyectos en materia de procedimientos de vuelo y estructura de espacio aéreo, de tecnología de comunicaciones, o del uso de los satélites en navegación. Respecto a estos últimos, se considera el sistema japonés de mejora de la señal GPS que se denomina MSAS y es similar al WAAS norteamericano y al EGNOS europeo.

57

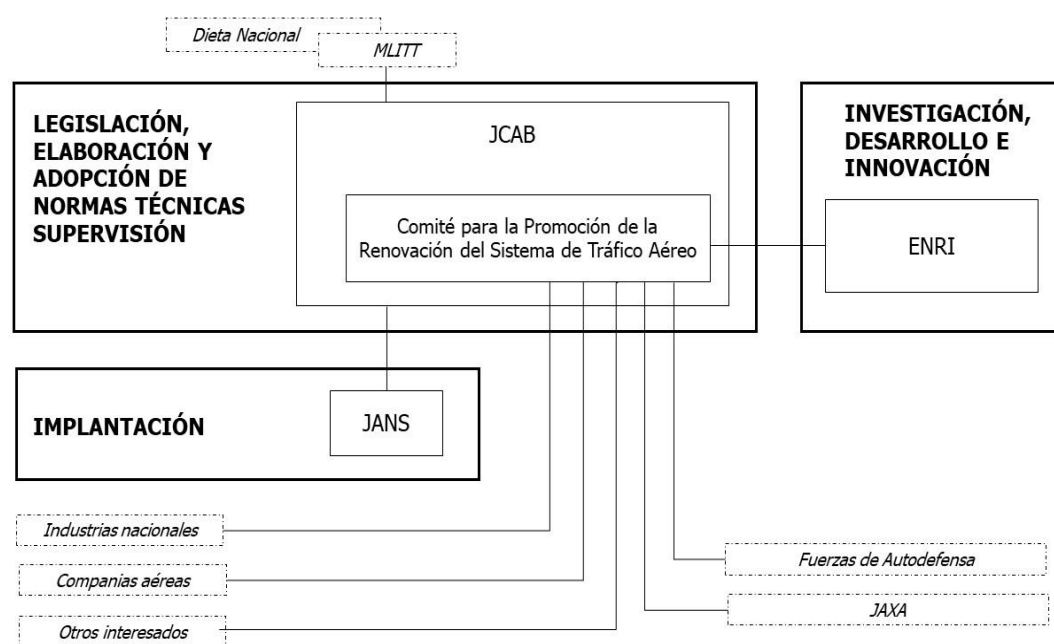
5.1.2 *Gestión de los proyectos de investigación, desarrollo, innovación e implantación de sus resultados*

El Instituto de Investigación para la Navegación Electrónica (ENRI) se creó en 1967 como una unidad administrativa del Ministerio para el Territorio, las Infraestructuras, el Transporte y el Turismo. En 2001 se transformó en un organismo independiente de este Ministerio²⁷. En la actualidad es el centro especializado en investigación, desarrollo e innovación del sistema de navegación aérea, y desarrolla los proyectos de CARATS en este ámbito.

Por otra parte, el organismo con competencias en la implantación de las medidas de mejora que resultan de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación es el proveedor de los servicios de navegación aérea. Como se ha indicado anteriormente, esta función corresponde al Servicio Japonés de Navegación Aérea (JANS), que está adscrito al MLITT.

La figura 6 ilustra las relaciones entre los organismos identificados anteriormente, y la manera en que estos organismos interactúan con otros en el ejercicio de sus funciones en la gestión del programa CARATS.

Figura 6. Gestión del programa CARATS



58

Fuente: Elaboración propia a partir de documentación de MLITT, ENRI

5.2 Ámbito de la gestión en Japón, titularidad de los organismos y parámetros de comparación.

Por tratarse de un programa nacional, el ámbito de la mejora descrita se circunscribe a Japón. No obstante, el impacto de CARATS en la región del Pacífico obliga a la coordinación adecuada con las iniciativas similares de China y de Australia.

Tanto el Ministerio para el Territorio, las Infraestructuras, el Transporte y el Turismo, como ENRI son de titularidad pública.

Respecto a las características del sistema de navegación aérea japonés, se tienen las siguientes:

- Según el informe de 2017 de CANSO, el espacio aéreo continental de Japón tiene una superficie aproximada de unos 8,4 millones de kilómetros cuadrados.
- Según los datos de la presentación “*Airspace reestructure in Japan*” de la Oficina de Aviación Civil, el volumen de tráfico realizado bajo reglas de vuelo instrumentales (IFR) en 2016 fue de 1,7 millones de vuelos, que equivalen a 2,26 millones de horas de vuelos controlados.
- Según la publicación “*Air Traffic Management*” de 2013, el gobierno japonés no ha destinado una partida presupuestaria multianual para la ejecución de CARATS por lo que no se dispone de su presupuesto total, y solo se podrá hacer una estimación del mismo. No obstante, dado que ENRI es la organización encargada de las actividades de investigación, desarrollo e innovación, proponemos una estimación en base a su presupuesto anual previsto, a la duración del programa CARATS, y al valor promedio



de la proporción entre el presupuesto para las actividades de implantación y el presupuesto para las actividades de investigación, desarrollo e innovación en Europa y en Estados Unidos. El presupuesto aproximado resultante es de unos 1.200 millones de Euros, entendiendo que este valor es la mejor estimación que se ha podido hacer con los datos disponibles.

- CARATS se inició en 2010, y la Oficina Japonesa de Aviación Civil preve su continuación hasta al menos 2026.

6. COMPARACIÓN DE LAS INICIATIVAS DE MEJORA DEL SNA

El sistema de navegación aérea y los modelos de gestión de su mejora presenta características distintas en cada una de las regiones consideradas. En la tabla 3 se resumen las características de ambos:

Tabla 3. Características de los sistemas de navegación aérea y de los modelos de gestión para su mejora

Características	Europa	EEUU	Japón
Superficie continental del espacio aéreo (millones de Km ²)	13,20	14,83	8,40
Tráfico IFR anual (en millones de vuelos por año)	10,6	15,3	1,5
Horas de vuelos controlados anuales (en millones por año)	17,4	23,8	2,26
Número instituciones, organismos y entidades que participan en la modernización	10	2	3
Presupuesto estimado para la modernización (en millones de euros)	8.500	18.400	1.200
Duración del periodo de inversión (años)	17	24	16
Duración prevista de los programas (años)	26	26	16

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CANSO, EC, ENRI, EUROCONTROL, FAA, MLIT

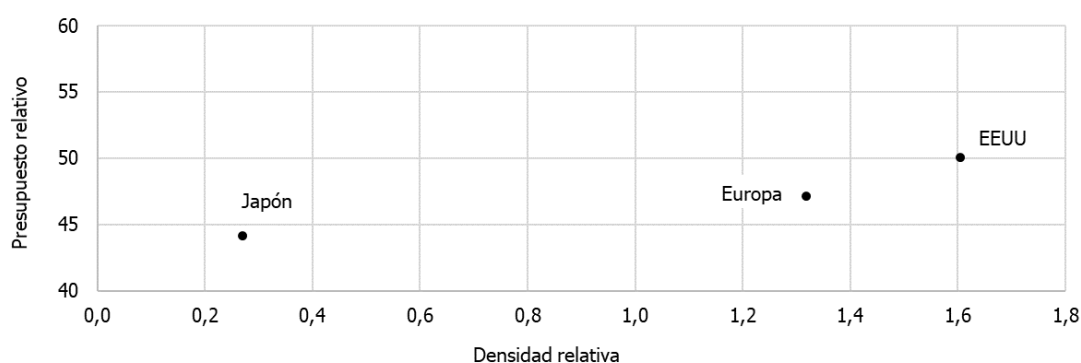
Para realizar una comparación de estos distintos modelos de gestión, se tienen en consideración para cada región analizada los siguientes parámetros:

- La densidad relativa, que para un año determinado es el cociente entre las horas anuales de vuelos controlados y la superficie del correspondiente espacio aéreo. Este parámetro proporciona un indicio del nivel de complejidad que gestiona el sistema de navegación aérea (Al-Basman & Hu, 2012).
- El “presupuesto relativo”, que definimos como el cociente entre el presupuesto estimado repartido a lo largo de los años de inversión en la mejora, y el tráfico anual de vuelos IFR. Este valor da una indicación del coste de la mejora por beneficiario de la misma.

- La “densidad institucional”, que definimos como el cociente entre el número de organizaciones relevantes y la superficie del correspondiente espacio aéreo. Este parámetro proporciona una indicación de la complejidad institucional con la que se gestiona el sistema de navegación aérea.

En la figura 7 se presenta la posición de cada región en relación con los dos primeros parámetros, calculados con los valores de tráfico IFR del año 2017 para Europa y Estados Unidos, y con los valores de 2016 para Japón. La figura refleja la mayor complejidad del espacio aéreo europeo y estadounidense frente al japonés. Debido a esta mayor complejidad del espacio aéreo, el presupuesto dedicado a la mejora del sistema de navegación aérea es mayor para los dos primeros, tanto en términos absolutos como relativos.

Figura 7. Posiciones de las regiones en cuanto a su presupuesto relativo y su densidad relativa



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CANSO, EC, ENRI, EUROCONTROL, FAA, MLIT

Si bien el esfuerzo presupuestario relativo es mayor en Estados Unidos que en Europa, no se puede inferir que el programa Next Gen vaya a tener un impacto positivo mayor en la operación del sistema de navegación aérea estadounidense que el que pueda tener el programa SESAR en la navegación aérea europea. Esto sólo se puede analizar estableciendo los objetivos de los sistemas (respecto a la seguridad, capacidad, coste del servicio e impacto medioambiental); identificando los indicadores para cuantificar esos objetivos, y comparando los valores esperados y los valores reales de los indicadores.

Respecto a la densidad institucional, se obtiene un valor de 0,758 para Europa, 0,135 para los Estados Unidos, y 0,357 para Japón. Europa presenta el valor más alto como consecuencia de que la Unión Europea esté formada por 28 estados y que EUROCONTROL tenga como miembros a 41 estados, mientras que Estados Unidos y Japón son cada uno un único estado. Esta complejidad institucional no implica necesariamente que la iniciativa de mejora del sistema de navegación aérea europeo proporcione peores resultados que las de Estados Unidos o Japón. Pero es razonable



suponer que la necesaria actividad de coordinación entre las instituciones, organismos y entidades que participan en dicha iniciativa aumentará la complejidad de la ejecución de dicha iniciativa.

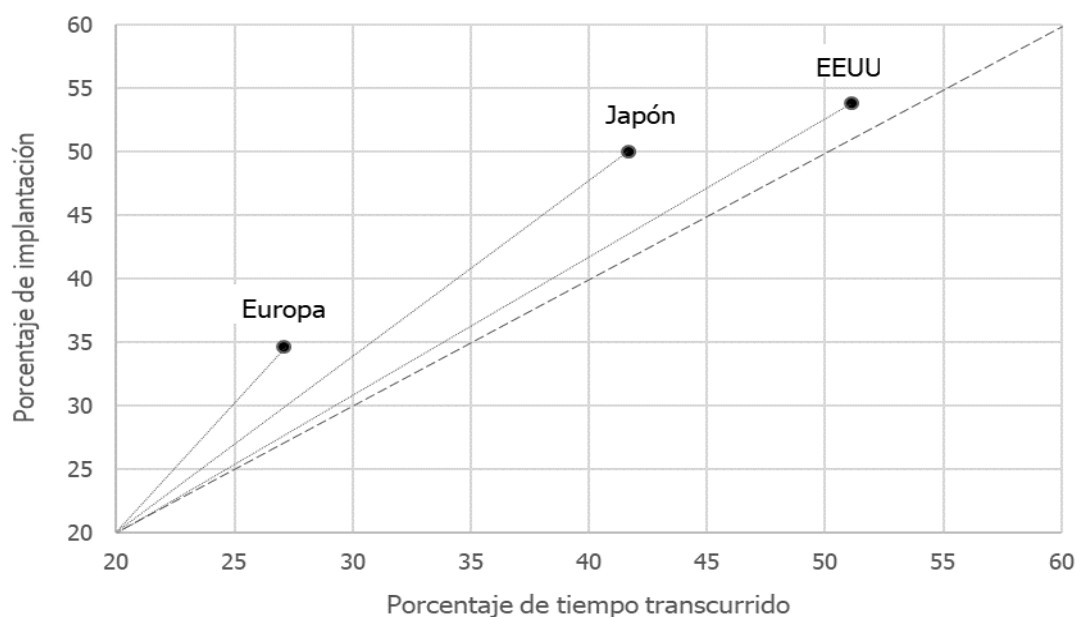
Para profundizar en el análisis comparativo, utilizaremos dos parámetros adicionales: el porcentaje de tiempo transcurrido desde el inicio del programa, respecto a la duración total del mismo; y el porcentaje de actividades de implantación finalizadas, respecto al total de las planificadas para la duración del programa. Hay que hacer notar la dificultad que entraña el obtener cifras comparables para este último parámetro, ya que cada programa y cada organización relevante expresan de manera distinta sus actividades. Por ello, haremos una estimación en base a la información proporcionada en el documento “*Guidance Material for SESAR Deployment Programme Implementation Monitoring View 2018*” del Gestor de Despliegue de SESAR; en página web de la FAA²⁸ y en los Libros Blancos del MLITT, de 2009 y posteriores, junto con información sobre el programa obtenida directamente por los autores²⁹. El resultado, tomando 2018 como año de referencia para el cálculo de los porcentajes se refleja en los siguientes valores, que se representan en la figura 8:

- En el caso de Europa, la iniciativa SESAR se encuentra próxima al 35% de su duración prevista, y tiene un porcentaje de implantación de resultados estimado en un 27%.
- En el caso de Estados Unidos, Next Gen se encuentra próxima al 54% de su duración prevista, y tiene un porcentaje de implementación de resultados estimado en un 51%
- En el caso de Japón, CARATS se encuentra al 50% de su duración prevista, y tiene un porcentaje de implantación de resultados estimado en casi un 42%.

61

El mayor porcentaje de implementación corresponde a Next Gen, que a su vez es el que se encuentra más avanzado en su ejecución. La proporción entre el porcentaje de implementación y el porcentaje de tiempo transcurrido es de 0,94. Tanto CARATS como SESAR presentan porcentajes de implementación más bajos. Para SESAR, la proporción entre el porcentaje de implantación y el porcentaje de tiempo transcurrido (0,77), es cercano al de CARATS (0,84), aunque más bajo.

Figura 8. Posiciones relativas de los modelos de gestión. Porcentaje de implementación de los resultados en relación con el tiempo transcurrido³⁰



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SDM, FAA, MLITT.

62

7. CONCLUSIONES

Las organizaciones responsables de los servicios de navegación aérea en las regiones con mayor complejidad del espacio aéreo han identificado la necesidad de llevar a cabo la mejora de sus sistemas de una manera coordinada y continuada. Para ello han puesto en marcha iniciativas que comprenden actividades de investigación, desarrollo, innovación e implantación.

Los programas SESAR (Unión Europea), Next Gen (Estados Unidos) y CARATS (Japón) tienen muchas similitudes:

- En lo relativo a sus contenidos técnicos y operativos: tecnologías de comunicaciones, de navegación o de vigilancia; procedimientos de vuelo y estructura del espacio aéreo; aspectos regulatorios y cooperación civil-militar.
- En cuanto a sus objetivos de mejora del sistema: seguridad técnico-operativa, seguridad física, capacidad, eficiencia y eficacia, reducción de costes, impacto ambiental.

Por otra parte, estas iniciativas presentan particularidades propias:



- El programa europeo es el que tiene una mayor participación del sector privado de los tres, mientras que CARATS es una iniciativa gestionada completamente desde el sector público.
- La complejidad del espacio aéreo estadounidense, medida a través de la densidad relativa, es la mayor, seguida de cerca por el europeo, siendo el japonés el de menor complejidad. Se puede por tanto inferir que existe un especial interés en Estados Unidos y en Europa en llevar a cabo con éxito la mejora del sistema de navegación aérea. Esto puede explicar el hecho de que los programas de mayor presupuesto sean el estadounidense Next Gen y el europeo SESAR, seguidos del programa CARATS japonés.
- La gestión de estos programas requiere la participación de diversas instituciones, organismos y entidades. Dada la naturaleza de la Unión Europea, la complejidad de la gestión de SESAR es muy superior a la que presentan otras iniciativas. En particular, se observa una separación en diversas organizaciones de las funciones de investigación, desarrollo e innovación, por un lado, y de la actividad de implantación. Además, en Europa hay un número elevado de entidades con competencias en la supervisión y la elaboración de normativa técnica, en comparación con Estados Unidos y Japón.

63

En la Unión Europea se presenta el valor más bajo del porcentaje de implantación de las medidas de mejora del sistema de navegación aérea en relación con el tiempo transcurrido. Podría concluirse que esto es al menos en parte una consecuencia de la complejidad institucional.

Es por lo tanto razonable pensar que cualquier medida destinada a simplificar la gestión de SESAR en cuanto a las instituciones, organismos y entidades implicadas reduciría la necesidad de coordinación entre ellas, lo que facilitaría las tareas de implementación de las medidas de mejora. En particular, se observa que, de las cuatro áreas de actividad expuestas en la tabla 2, solamente la Unión Europea presenta las cuatro separadas, mientras que se agrupan en tres, en el caso de Japón, y en dos en el caso de Estados Unidos, siendo este último el país con un valor más alto de porcentaje de implantación. Por otra parte, en el marco institucional estadounidense las actividades de investigación, desarrollo, innovación, por un lado, y las de implantación por otro lado, están agrupadas en la misma organización. De aquí se infiere que sería oportuno considerar en la Unión Europea medidas que permitieran gestionar estas dos actividades en un marco institucional más simple que el actual.

No obstante, no se puede concluir que, debido a la complejidad institucional europea, las medidas de mejora del sistema de navegación aérea vayan a proporcionar una vez implantadas peores resultados de los que encontraríamos en Estados Unidos o Japón. La evaluación del impacto de estas medidas sólo puede hacerse estableciendo una relación entre los recursos destinados a los proyectos de investigación, desarrollo, innovación e

implantación en materia de navegación aérea, y el cumplimiento del sistema europeo de navegación aérea con los objetivos que para dicho sistema determina la política comunitaria correspondiente.

BIBLIOGRAFÍA

Act to establish a Department of Transportation. Public Law 89-670. Congreso de los Estados Unidos, 15 de octubre de 1966.

Act to amend title 49, United States Code, to reauthorize programs for the Federal Aviation Administration, and for other purposes. Public Law 108-176. Congreso de los Estados Unidos, 12 de diciembre de 2003

AIR TRAFFIC MANAGEMENT (2013): "Orient Express", *Air Traffic Management*, número 1 de 2013, obtenido de <https://airtrafficmanagement.keypublishing.com/2013/03/08/orient-express/> (consultado en junio de 2019)

AL-BASMAN, M., HU, J. (2012): "An approach to air traffic density estimation and its application in aircraft trajectory planning", *24th Chinese Control and Decision Conference (CCDC)*, Taiyuan, 23-25 de mayo de 2012, pg 706-711..

BAUMGARTNER, M., TANNER, G., MAJUMDAR, A., COOK, A., WILLIAMS, V., DENNIS, N., VAN HOUTTE, B., PILON, N. (2016): *European Air Traffic Management. Principles, Practice and Research*, Andrew Cook, Ashgate, Hampshire (2007)

CALVO FRESNO, J.A. (2007): *Fundamentos de Navegación Aérea*, Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, Madrid (1999).

CANSO (2017): Global Air Navigation Services Performance Report 2017. 2012 - 2016 ANSP Performance Results. The ANSP view, CANSO, diciembre de 2017.

CARATS (2010): Long-term Vision for the Future Air Traffic Systems. Changes to Intelligent Air Traffic Systems. Study Group for the Future Air Traffic Systems, 2010, obtenido de <https://www.mlit.go.jp/common/000128185.pdf> (consultado en junio de 2019).

COMISIÓN EUROPEA (1999): Comunicación COM (1999) 614 final, de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. La creación del cielo único europeo, Bruselas, 1 de diciembre de 1999.



COMISIÓN EUROPEA. (2017): Annual Analyses related to the EU Air Transport Market 2016. Final Report, Bruselas, 28 de marzo de 2017. Obtenido de https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016_eu_air_transport_industry_analyses_report.pdf (consultado en junio de 2019).

COMISIÓN EUROPEA. (2019): Mobility and Transport. Air. Single European Sky. Obtenido de https://ec.europa.eu/transport/modes/air/single_european_sky_en (consultado en mayo de 2019).

CONSEJO EUROPEO (2004): Acción Común 2004/551/PESC del Consejo, de 12 de julio de 2004 relativa a la creación de la Agencia Europea de Defensa. Diario Oficial de la Unión Europea núm. L 245, de 17 de julio de 2004.

Convenio sobre Aviación Civil Internacional, Montreal, 7 de diciembre de 1944. Ratificado por España, B.O.E. núm. 311, de 29 de diciembre de 1969

Decisión de la Comisión de 15 de julio de 1992 por la que se modifican las listas de organismos de normalización que figuran en el Anexo de la Directiva 83/189/CEE del Consejo (92/400/CEE). Diario Oficial de las Comunidades Europeas núm. L 221 de 6 de agosto de 1992.

65

Decisión 2007/60/CE de la Comisión por la que se crea la Agencia ejecutiva de la red transeuropea de transporte en aplicación del Reglamento (CE) 58/2003 del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea núm. L 32 de 6 de febrero de 2007.

Decisión de Ejecución 2013/801/UE de la Comisión de 23 de diciembre de 2013 por la que se crea la Agencia Ejecutiva de Innovación y Redes y se deroga la Decisión 2007/60/CE, modificada por la Decisión 2008/593/CE. Diario Oficial de la Unión Europea num L 352/65 de 24 de diciembre de 2013.

ELECTRONIC NAVIGATION RESEARCH INSTITUTE (2019): Electronic Navigation Research Institute 2019. National Research and Development Corporation, Tokyo, 2019, obtenido de https://www.enri.go.jp/about/pdf/ENRI_youran.pdf (consultado en septiembre de 2019).

ELECTRONIC NAVIGATION RESEARCH INSTITUTE (2019): About ENRI. Budget, obtenido de <https://www.enri.go.jp/eng/about/yosae.htm> (consultado en junio de 2019).

EUROCONTROL (1960): International Convention relating to Co-operation for the Safety of Air Navigation. Bruselas, 13 de diciembre de 1960.

EUROCONTROL (1997): Acta final de la conferencia diplomática sobre el protocolo que consolida el Convenio Internacional de Eurocontrol de 13 de diciembre de 1960 relativo a la cooperación para la seguridad de la navegación aérea. Instrumento de adhesión al Convenio Internacional de Eurocontrol. B.O.E. núm. 152, de 26 de junio de 1997.

EUROCONTROL (2018). 2017 Comparison of Air Traffic Management-Related Operational Performance U.S./EUROPE, Bruselas, marzo de 2018.

EUROCONTROL (2018): Performance Review Report 2017. An Assessment of Air Traffic Management in Europe during the Calendar Year 2017. Performance Review Commission, Bruselas, mayo de 2018.

EUROCONTROL (2018): EUROCONTROL ATM Cost-Effectiveness Dashboard 2018. Key Operational Data, obtenido de <https://www.eurocontrol.int/ACE/> (consultado en junio de 2019)

66

FEDERAL AVIATION ACT OF 1958. Public Law 85-726. Congreso de los Estados Unidos, 23 de agosto de 1958.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (2016): Update to the Business Case for the Next Generation Air Transportation System based on the Future of the NAS Report. Washington, julio de 2016.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (2017): A Brief History of the FAA, obtenido de https://www.faa.gov/about/history/brief_history/#agency (consultado en junio de 2019).

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (2017): FAA Order 1110.77X. RTCA Charter, effective date 9/29/2017, de 29 de septiembre de 2017, obtenido de https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Order/FAA_Order_1110.77X.pdf (consultado en junio de 2019).

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (2018): FAA Order 1110.156. Charter of the NextGen Advisory Committee, effective date 6/15/2018, de 15 de junio de 2018, obtenido de https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Order/FAA_Order_1110.156.pdf (consultado en junio de 2019)

Ley 231, de la Aeronáutica Civil. Dieta Nacional, 15 de julio de 1952, obtenido de <http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/hourei/data/caa.pdf> (consultado en junio de 2019).



McINALLY, J. (2011): *EUROCONTROL History Book*, EUROCONTROL, Bruselas, abril de 2011.

MLITT (2009): White Paper on Land, Infrastructures, Transport and Tourism in Japan. 2009, obtenido de <http://www.mlit.go.jp/english/white-paper/2009.pdf> (consultado en junio de 2019).

MLITT (2018): Airspace restructure in Japan, 31 de agosto de 2018, obtenido de [https://www.icao.int/APAC/APAC-RSO/ATFMIRSWG/ATFM-IR-SWG_1st%2029-31%20August/16%20\(Japan\)%20Airspace%20restructure.ver0830%20\(Agenda%207\).pdf](https://www.icao.int/APAC/APAC-RSO/ATFMIRSWG/ATFM-IR-SWG_1st%2029-31%20August/16%20(Japan)%20Airspace%20restructure.ver0830%20(Agenda%207).pdf) (consultado en septiembre de 2019).

MLITT (2019): Japan Air Navigation Services, obtenido de http://www.mlit.go.jp/en/koku/koku_fr13_000010.html (consultado en junio de 2019)

OACI (2005): *Doc. 9854: Global Air Traffic Management Operational Concept. First Edition*. Montreal, (2005).

67

PELLEGRINI, P., RODRÍGUEZ, J. (2013): "Single European Sky and Single European Railway Area: A System Level Analysis of Air and Rail Transportation", *Transportation Research: Part A: Policy and Practice*, Vol.57-57, pg. 64-86.

Reglamento (CE) 1592/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de Julio de 2002, sobre normas comunes en el ámbito de la aviación civil y por el que se crea una Agencia Europea de Seguridad Aérea. Diario Oficial de las Comunidades Europeas núm. L 240/1, de 7 de septiembre de 2002.

Reglamento (CE) 549/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 10 de marzo de 2004, por el que se fija el marco para la creación del cielo único europeo. Diario Oficial de la Unión Europea núm. L 96, de 31 de marzo de 2004.

Reglamento (UE) 1025/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, sobre la normalización europea. Diario Oficial de la Unión Europea núm. L 316, de 14 de noviembre de 2012.

Reglamento (UE) 2018/1139 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2018, sobre normas comunes en el ámbito de la aviación civil y por el que se crea una Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea. Diario Oficial de la Unión Europea núm. L 212, de 22 de agosto de 2018.

Reglamento (CE) 219/2007 del Consejo de 27 de febrero de 2007, relativo a la constitución de una empresa común para la realización del sistema europeo de nueva

generación para la gestión del tránsito aéreo (SESAR). Diario Oficial de la Unión Europea núm. L 64, de 2 de marzo de 2007.

Reglamento de Ejecución (UE) 409/2013 de la Comisión, de 3 de mayo de 2013, relativo a la definición de proyectos comunes, el establecimiento de un mecanismo de gobernanza y la identificación de los incentivos de apoyo a la ejecución del Plan Maestro ATM. Diario Oficial de la Unión Europea núm. L 123, de 4 de mayo de 2013.

Reglamento de Ejecución (UE) 716/2014 de la Comisión, de 27 de junio de 2014 relativo al establecimiento del proyecto piloto común destinado a respaldar la ejecución del Plan Maestro de Gestión del Tránsito Aéreo europeo. Diario Oficial de la Unión Europea núm. L 190, de 28 de junio de 2014.

SESAR JOINT UNDERTAKING (2013). *PCP Impact Assessment*. 2 de mayo de 2013. Informe no publicado.

SESAR JOINT UNDERTAKING (2015): The Roadmap for Delivering High Performing Aviation for Europe. European ATM Master Plan. Edition 2015, Bruselas, 15 de diciembre de 2015.

SESAR DEPLOYMENT MANAGER. (2018): Guidance Material for SESAR Deployment Programme Implementation Monitoring View 2018. Deliverable D1.3.1, Bruselas, 9 de noviembre de 2018.

VON DEN STEINEN, E. (2006). *National Interests and International Aviation*, Kluwer Law International, Alphen aan der Reijn, septiembre de 2006.

ŽABOKRTSKÝ, M. (2011): "EU Air Transport Policy: Implications on Airlines and Airports", *Současná Evropa*, Vol. 1, pg. 161-180.

REFERENCIAS

¹ Para facilitar la lectura del artículo, se presenta una lista de acrónimos con su significado en inglés:

- ACARE: *Advisory Council for Aviation Research in Europe*
- ATM: *Air Traffic Management*
- CAAMS: *China's Strategy for Modernizing Air Traffic Management*
- CANSO: *Civil Air Navigation Services Organization*
- CARATS: *Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems*
- CEF: *Connecting Europe Facility*
- DoT: *Department of Transport*
- EASA: *European Agency for Safety in Aviation*
- EDA: *European Defense Agency*



- EGNOS: *European Geostationary Navigation Overlay Service*
- ENRI: *Electronic Navigation Research Institute*
- ESA: *European Space Agency*
- ETSI: *European Telecommunications Standards Institute*
- EUROCAE: *European Organization for Civil Aviation Equipment*
- FAA: *Federal Aviation Administration*
- GAGAN: *GPS Aided Geo Augmented Navigation*
- GPS: *Global Positioning System*
- IFR: *Instrumental Flight Rules*
- INEA: *Innovation and Networks Executive Agency*
- JANS: *Japan Air Navigation Service*
- JAXA: *Japan Aerospace Exploration Agency*
- JCAB: *Japanese Civil Aviation Bureau*
- MLITT: *Ministry for Land, Infrastructures, Transport and Tourism*
- MSAS: *MTSAT Satellite Augmentation System*
- MTSAT: *Multifunctional Transport Satellite*
- NASA: *National Aeronautics and Space Administration*
- NMP: *NavAids Modernization Program*
- PCP: *Pilot Common Project*
- RTCA: *Radio Technical Commission for Aeronautics*
- SDM: *SESAR Deployment Manager*
- SESAR: *Single European Sky ATM Research*
- TEN-T: *Trans European Networks - Transport*
- WAAS: *Wide Area Augmentation System*

² En marzo de 2004 se publican los cuatro Reglamentos del Parlamento y del Consejo que constituyen el primer paquete reglamentario del Cielo Único Europeo; estos son: el Reglamento (CE) 549/2004 por el que se fija el marco para la creación del cielo único europeo; el Reglamento (CE) 550/2004 relativo a la prestación de servicios de navegación aérea en el cielo único europeo; el Reglamento (CE) 551/2004 relativo a la organización y utilización del espacio aéreo en el cielo único europeo, y el Reglamento (CE) 552/2004 relativo a la interoperabilidad de la red europea de gestión del tránsito aéreo.

³ La **Conferencia Europea de Aviación Civil (CEAC)** es una organización intergubernamental cuyo objetivo es *“armonizar las políticas y las prácticas en materia de aviación civil entre sus estados miembros y al mismo tiempo promover un entendimiento común sobre los aspectos políticos entre sus estados miembros y otras partes del mundo”*. Actualmente la CEAC tiene 44 estados miembros, dentro de los cuales se encuentran los 28 estados miembros de la Unión Europea.

⁴ Respectivamente la Resolución CEAC ECAC/1-RES.1, de diciembre de 1955, *“Resolution formally constituting ECAC”*, y el acta final de la conferencia diplomática sobre el protocolo que consolida el Convenio Internacional de Eurocontrol de 13 de diciembre de 1960 relativo a la cooperación para la seguridad de la navegación aérea. El instrumento de adhesión está publicado en el Boletín Oficial del Estado número 152, de 26 de junio de 1997.

⁵ Como resultado de la adopción el 24 de abril de 1995 en París de la Estrategia de la CEAC: *“Air Traffic Control in Europe: ECAC Strategy for the 1990s”* por los Ministros de Transporte de sus países miembros, se creó la Unidad Central de Gestión de Afluencia (CFMU) que continua operando. Una descripción interesante de este servicio puede encontrarse en *Building on 20 years of central flow management. The 1980s - the origins of central flow management*, de EUROCONTROL.

⁶ Reglamento (CE) 1070/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009 por el que se modifican los Reglamentos (CE) 549/2004, (CE) 550/2004, (CE) 551/2004 y (CE) 552/2004 con el fin

de mejorar el rendimiento y la sostenibilidad del sistema europeo de aviación los cuatro Reglamentos del Parlamento y del Consejo que constituyen el primer paquete reglamentario.

⁷ En enero de 2001 se publicó el documento “Visión 2020” sobre el futuro del sector aeronáutico. En junio de 2001 se creó el Consejo Consultivo para la Investigación y la Innovación de la Aviación en Europa (ACARE) para llevar a cabo esa visión. ACARE ha publicado las agendas estratégicas de investigación e innovación para el sector aeronáutico en Europa en 2002, 2004, 2008, 2012 y 2017.

⁸ La Empresa Común SESAR se crea mediante el Reglamento (CE) 219/2007 del Consejo de 27 de febrero de 2007, relativo a la constitución de una empresa común para la realización del sistema europeo de nueva generación para la gestión del tránsito aéreo.

⁹ Este mecanismo de financiación (CEF en su denominación anglosajona) se crea mediante el Reglamento (UE) 1316/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2013. El mecanismo CEF sustituye al mecanismo TEN-T, que forma parte del mecanismo para la concesión de ayudas financieras comunitarias en el ámbito de las redes transeuropeas creado mediante el Reglamento (CE) 2236/95 del Consejo de 18 de septiembre de 1995 y que se había modificado posteriormente a través de los reglamentos (CE) 680/2007 y 67/2010, derogados en la creación de CEF.

¹⁰ *Federal Aviation* del Congreso de los Estados Unidos, de 1958.

¹¹ En su Título III, Sección 302 (c) (1)).

¹² *Act to amend title 49, to reauthorize programs for the Federal Aviation Administration, and for other purposes* del Congreso de los Estados Unidos, de 2003.

¹³ Según se describe en los documentos del Ministerio para el Territorio, las Infraestructuras, el Transporte y el Turismo: *Long-term Vision for the Future Air Traffic Systems. Changes to Intelligent Air Traffic Systems, y Japan Air Navigation Services.*

¹⁴ Esta propuesta se recoge en el informe consultivo número 23 del Consejo para la Aviación Civil de Japón, elaborado en 1994.

¹⁵ El programa CARATS tiene su origen en el documento *White Paper on Land, Infrastructures, Transport and Tourism in Japan. 2009*, del Ministerio para el Territorio, las Infraestructuras, el Transporte y el Turismo.

¹⁶ Conforme a lo dispuesto en el Reglamento (UE) 182/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, así como de la Decisión 1999/468/CE del Consejo.

¹⁷ Reglamento (CE) 1592/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de Julio de 2002, sobre normas comunes en el ámbito de la aviación civil y por el que se crea una Agencia Europea de Seguridad Aérea.

¹⁸ Reglamento (UE) 2018/1139 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2018, sobre normas comunes en el ámbito de la aviación civil y por el que se crea una Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea.

¹⁹ Acción Común 2004/551/PESC del Consejo de 12 de julio de 2004 relativa a la creación de la Agencia Europea de Defensa.



- ²⁰ La historia de EUROCAE se pueden encontrar en su página web <https://www.eurocae.net/about-us/our-history/>
- ²¹ El Plan Maestro para la Gestión del Tráfico Aéreo en Europa (Plan Maestro ATM) contiene la planificación para la modernización del sistema de navegación aérea europeo. Su primera edición resultó de la fase de definición de SESAR en abril de 2005 (*SESAR Definition Phase. Deliverable 5. SESAR Master Plan*), y se ha actualizado desde entonces el 30 de marzo de 2009 (*European Air Traffic Management Master Plan. Edition 1*), el 25 de octubre de 2012 (*European Air Traffic Management Master Plan. Edition 2. The Roadmap for Sustainable Air Traffic Management*), y el 15 de diciembre de 2015 (*European Air Traffic Management Master Plan. Edition 2015. The Roadmap for Delivering High Performing Aviation for Europe*).
- ²² Esta Agencia se había creado a través de la Decisión 2007/60/CE de la Comisión por la que se crea la Agencia ejecutiva de la red transeuropea de transporte en aplicación del Reglamento (CE) 58/2003 del Consejo.
- ²³ Los datos se pueden encontrar en su página web Mobility and Transport. Air. Single European Sky.
- ²⁴ Los datos se pueden encontrar en su página web EUROCONTROL ATM Cost-Effectiveness Dashboard 2018. Key Operational Data.
- ²⁵ Los vuelos IFR son aquellos que se realizan bajo reglas de vuelo instrumentales, es decir, cuando el comandante de la aeronave utiliza la información que le presentan los instrumentos de la aeronave. Los vuelos comerciales se realizan generalmente bajo reglas de vuelo IFR.
- ²⁶ Entidad legal que desde un punto de vista jurídico se encuentra separada de las personas que forman parte de la misma.
- ²⁷ La información detallada sobre la evolución de ENRI y sus funciones se recoge en el informe *Electronic Navigation Research Institute 2019* de este organismo.
- ²⁸ La información más actualizada sobre Next Gen se puede encontrar en <https://www.faa.gov/nextgen/>
- ²⁹ Para realizar la estimación del porcentaje de implantación de las medidas de mejora del sistema de navegación aérea, se procede de la siguiente manera:
- Para SESAR, el propio documento del Gestor de Despliegue proporciona este porcentaje.
 - Para Next Gen y CARATS, primeramente se identifican los dominios tecnológicos u operativos del ámbito de la navegación aérea (por ejemplo en materia de comunicaciones, de navegación por satélite...) para los que se están realizando tareas de investigación, desarrollo, innovación o implantación, así como cuál es el objetivo del programa para cada uno de estos dominios. Seguidamente, se determina de forma estimada el estado de progreso de los trabajos en cada uno de estos dominios, bien sea en cuanto a su situación temporal (por ejemplo, cual es el plazo para el despliegue de una determinada tecnología nueva, y cuantos años faltan, incluyendo los retrasos que pudiera haber tenido el programa en ese dominio), bien sea en cuanto a su extensión geográfica (por ejemplo, en cuantas dependencias de tránsito aéreo se ha desplegado una nueva tecnología, y en cuantas dependencias se va a desplegar dicha tecnología al final del programa). Finalmente, se hace una media del estado de progreso de todos los dominios identificados.
- ³⁰ La línea de puntos representa un porcentaje de implantación de un 100% con el tiempo transcurrido suponiendo una distribución lineal de las actividades con el tiempo. Si bien la distribución real de las actividades en cada programa no es exactamente lineal con el tiempo, para posibilitar el análisis

comparativo hemos considerado adecuado usar una distribución lineal como referencia teórica común a los tres programas.

