

# tramos

nº 771/ julio\_agosto 2026

Revista del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible



## Con los pies en el cielo



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES  
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE





Cien años han pasado desde que unos locos visionarios se lanzaron a conectar España con el mundo mediante sus precarias avionetas. Cien años de aquellos grandes *raids* que significaron los primeros vuelos con destino a América, Asia y África para llegar a convertirnos en la quinta potencia mundial en tráfico aéreo.

Hoy, más de 300 millones de pasajeros pasan por nuestros aeropuertos, con más de ocho mil vuelos en un día punta, batiendo récord de pasajeros y de vuelos año tras año. El transporte aéreo tiene una dimensión económica, social y territorial que estrecha lazos internacionales, conecta personas y traza puentes que nos llevan a 89 países. Y nos permite atraer a nuestro país a casi 100 millones de turistas que en su mayoría nos visitan gracias a estas conexiones aéreas.

A nivel nacional, se trata de un modo de transporte clave, junto al marítimo, para asegurar la conectividad y la cohesión de nuestros territorios, especialmente los no peninsulares, Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla. En este sentido, las bonificaciones del 75 % al transporte aéreo para los residentes no peninsulares son un instrumento fundamental y por eso el Ministerio invirtió en 2025 la cifra récord de más de 1300 millones de euros en estas ayudas.

El sector aeronáutico desempeña además un papel crucial como motor del crecimiento. Además de la mencionada contribución al turismo, actúa como catalizador del comercio exterior, favoreciendo la integración de España en los mercados globales e impulsando la competitividad empresarial. En este contexto, se debe destacar el papel de España como exportador de tecnología asociada a la aviación. Nuestro país cuenta con una industria aeronáutica sólida y altamente especializada, capaz de desarrollar soluciones innovadoras.

El éxito de estos cien años es fruto de la excelencia de grandes profesionales, hombres, y mujeres pioneras, que trabajaron para lograr el desarrollo de un transporte aéreo, eficiente y sostenible. Aena y ENAIRE son líderes mundiales en la gestión aeroportuaria y de la navegación aérea. En 2026 se aprobarán el Documento de Regulación Aeroportuaria, DORA III, y el Plan de Vuelo 2030 para consolidar ese liderazgo.

Mi compromiso y el del Ministerio que dirijo es impulsar la transición hacia una aviación más sostenible, digital, y adaptada a nuevos hábitos de movilidad intermodal con una visión estratégica, coordinada e inclusiva. Desde la Secretaría General de Transportes Aéreo y Marítimo, la Dirección General de Aviación Civil y la Agencia Estatal de Seguridad Aérea, AESA, seguiremos trabajando por un futuro al servicio de los ciudadanos y las ciudadanas, y comprometidos con la seguridad, que está en el ADN de la aeronáutica.

Óscar Puente Santiago  
Ministro de Transportes y Movilidad Sostenible



La aviación ha sido tradicionalmente un sector acostumbrado a afrontar los retos, primero por llegar más alto, más lejos y más rápido, y ahora por llegar más eficiente y más sostenible, siempre desde el lado de la seguridad. Por ello, es un sector intrínsecamente unido a la innovación. Actualmente nos encontramos en un momento de profunda transformación, en el que los retos del futuro adquieren una relevancia determinante para la sostenibilidad y competitividad del sector.

Entre estos desafíos destacan, en primer lugar, la necesaria transición ecológica. Según EASA, los vuelos europeos representaron el 12 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero del transporte y el 4 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero. La reducción de emisiones, el impulso de combustibles sostenibles de aviación (SAF) y la mejora de la eficiencia energética de las operaciones se sitúan en el centro de la agenda, junto a la minimización del resto de los impactos. Por ello, estamos trabajando con todos los actores involucrados en el Plan Estratégico para la Sostenibilidad del Transporte Aéreo.

Asimismo, la innovación y la digitalización, especialmente en el ámbito de la navegación aérea, se sitúan como elementos clave para afrontar la eficiencia de las operaciones. La implantación de nuevas tecnologías como la gestión avanzada del tráfico aéreo, detección temprana de conflictos, la automatización de procesos, el uso de inteligencia artificial o la integración de drones y nuevas formas de movilidad aérea están redefiniendo el concepto de navegación. Estas transformaciones no solo mejoran la capacidad y la seguridad del sistema, sino que también permiten una gestión más flexible y eficiente del espacio aéreo, adaptada a las demandas de un entorno cada vez más complejo.

Se acaba de presentar el *PANDU+*, la actualización del Plan de Acción Nacional para el Despliegue de U-Space, que permitirá seguir avanzando en la integración segura de las aeronaves no tripuladas. Estos sistemas facilitarán operaciones más automatizadas y precisas. En España, el impulso de este marco regulatorio y tecnológico está abriendo nuevas posibilidades en ámbitos como la logística, la vigilancia, la agricultura de precisión o los servicios de emergencia.

España deberá seguir liderando el desarrollo de un verdadero Cielo Único Europeo como garante de la eficiencia y la sostenibilidad del transporte aéreo. Debemos encarar el futuro con confianza y optimismo para afrontar los retos y oportunidades que surgirán, porque las decisiones que tomemos hoy definirán el futuro del sector aéreo, y es nuestra responsabilidad garantizar que sea seguro, innovador y sostenible.

**Benito Núñez Quintanilla**  
Secretario General de Transportes Aéreo y Marítimo



# Contenido

nº 771 / julio-agosto 2026

300 millones de personas

- 8 Evolución de la Administración aeronáutica española: un modelo de éxito
- 20 El PESO en la aviación española
- 36 Aeropuertos rumbo al futuro
- 48 ENAIRE redefine la navegación aérea
- 56 El compromiso de Aena con la sostenibilidad
- 64 Conociendo la carga aérea
- 74 Una aviación de mujeres

La tecnología en el aire

- 84 Espacio aéreo flexible con rutas directas
- 96 Innovación, supervisión y seguridad
- 106 *PANDU+*: una hoja de ruta para el despliegue del U-Space y la zonificación en España (2026-2030)
- 114 España, líder en tráfico aéreo
- 120 El espacio aéreo al servicio del interés general

- 134 Despegando hacia el futuro
- 144 La instrucción en aviación y los programas OACI
- 156 La gestión de un Cielo Único Europeo

Cielos internacionales

## Staff

### Edición y coordinación de contenidos:

Secretaría General de Transportes Aéreo y Marítimo. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Página web: [www.transportes.gob.es](http://www.transportes.gob.es)

### Colaboran en este número:

Álvaro Fernández-Iruegas Pombo, Juan Manuel Gallardo González, José Manuel Fornet, Ángel L. Sanz Sanz, Alejandro Muñiz Delgado, Amparo Brea, Álvaro Izquierdo Picón, Antonio García Martins, Isabel Maestre, Mariña Álvarez, Enrique Castillo, Sección de Espacios Aéreos y Ultraterrestre/EMA, Ejército del Aire y del Espacio, Ineco, Antonio Peláez Portales y Enrique Fraile Riesco.

### Fotografía:

Ejército del Aire y del Espacio, Aena, ENAIRE, Ministry of Public Works-Kuwait, Ellas Vuelan Alto y Álvaro Fernández-Iruegas Pombo, Shutterstock

### Comité de Redacción:

Presidencia:  
Rafael Guerra Posadas (Subsecretario).

Vicepresidencia: Alejandra González Madrid (Secretaria General Técnica).

Vocales: Pere Rostoll Fernández (Director de Comunicación); Ainhoa Morondo Quintano (Directora del Gabinete de la Secretaría de Estado); Aída Joaquín Acosta (Jefa del Gabinete de la Subsecretaría), Mónica Marín Díaz (Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transporte Terrestre); Álvaro José Fernández-Iruegas Pombo (Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes Aéreo y Marítimo) y Tomás Herrero González (Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría General de Movilidad Sostenible).

**Corrección:** Marta Míguez.

**Diseño y maquetación:** Chelo Cruz. Centro de Publicaciones.

### Dirección:

Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. Teléfono: 915 977 000.

**Suscripciones:** M<sup>a</sup> Ángeles Baltar Arnaiz: 915 977 260 y Estrella Benedito Culebras 915 977 814. **e-mail:** [cpublic@transportes.gob.es](mailto:cpublic@transportes.gob.es)

Acceso a la publicación en digital y compra de la revista en papel en:

<https://publicaciones.transportes.gob.es/>

Y al histórico de la revista en <https://www.transportes.gob.es/el-ministerio/informacion-para-el-ciudadano/revista/listado-de-revistas>

Dep. Legal: M-666-1958. ISSN 3101-2345. ISSNe: 3101-2353. NIPO: 196-24-001-2 y NIPOe: 196-24-002-8.

Esta publicación no se hace necesariamente responsable solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas.

Esta revista se imprime en papel FSC o equivalente.







300 millones de personas

ENGEL & VÖLKEHS

in Marbella  
marche.es.com

EAT.

THE JOURNEY OF A THOUSAND MILES  
BEFORE YOU  
EAT.  
BACK BY 01

A B C


Gepäckausgabe Ausgang  
Baggage and exit  
Equipajes y Salida

Gates  
Puertas A B C

**Presente en todos los momentos de la historia centenaria del transporte aéreo en España, velando por su desarrollo seguro e impulsando el crecimiento del sector, siempre en interés de los ciudadanos**

# Evolución de la Administración aeronáutica española: un modelo de éxito

Festival Aéreo Internacional de Torre del Mar 2022. Autor: Álvaro Fernández-Iruegas.



La Administración aeronáutica española ha experimentado un profundo cambio en los últimos 30 años. Desde sus orígenes ligados a la Administración militar, pasando por su plena constitución como órgano civil a finales de los años 70, hasta llegar a la situación actual. Ha acompañado al sector del transporte aéreo a lo largo de estos años, apoyándolo hasta convertirse en un sector estratégico, esencial para el liderazgo turístico de España y elemento clave para la conectividad, vertebración y cohesión territorial. En el centenario de los tres grandes *raids* de España a América, Asia y África, procede hacer un repaso de la Administración aeronáutica española a lo largo de los últimos años.

- Texto: Álvaro Fernández-Iruegas Pombo y Juan Manuel Gallardo González, Gabinete Técnico de la Secretaría General de Transportes Aéreo y Marítimo

**E**n 1926 aventureros y visionarios aviadores se lanzaron a conectar España con el mundo con sus precarias avionetas, navegando a estima y apoyándose en la navegación astronómica y el uso de radiogoniometría. Quisieron demostrar que la recién nacida aviación era capaz de volar más allá, uniendo países y abriendo una nueva era en el transporte y el comercio. Se inició una carrera internacional por ser el primero en unir Europa con América, Asia o África.

Cien años después de esos primeros viajes internacionales, hoy España está conectada con 89 países y 388 destinos. Nuestro país ha sido visitado por casi 100 millones de turistas, de los que, masivamente, un 83 % accede por vía aérea. Los aeropuertos españoles han sumado 321 millones de pasajeros en 2025, convirtiéndose en el quinto país por volumen de tráfico aéreo, detrás de Estados Unidos, China,

India y Japón. Según Airports Council International (ACI), España mantendrá su posición entre los cinco primeros países los próximos 30 años.

En tan señalado aniversario aeronáutico, resulta interesante echar la mirada atrás y repasar la evolución de la Administración aeronáutica civil española y, especialmente, los grandes hitos que han tenido lugar en los últimos treinta años para llegar a la distribución actual de competencias, en un modelo que, sin lugar a duda, ha de ser calificado de éxito.

Desde la creación del Negociado de Aerostación y Aviación Civiles en 1919, precursor de nuestra actual Dirección General de Aviación Civil, nuestra autoridad aeronáutica civil también se ha transformado a lo largo del tiempo. En sus sucesivas etapas, ha ido creciendo en magnitud y también en identidad propia,

## Los grandes *raids*

Los años 20 y 30 constituyen la verdadera edad heroica de la aviación española, un periodo en el que España trató de situarse al nivel de las grandes potencias aeronáuticas. Las tripulaciones protagonizaron vuelos extremadamente arriesgados, muchas veces con aeronaves al límite de sus capacidades y recorriendo rutas apenas exploradas.

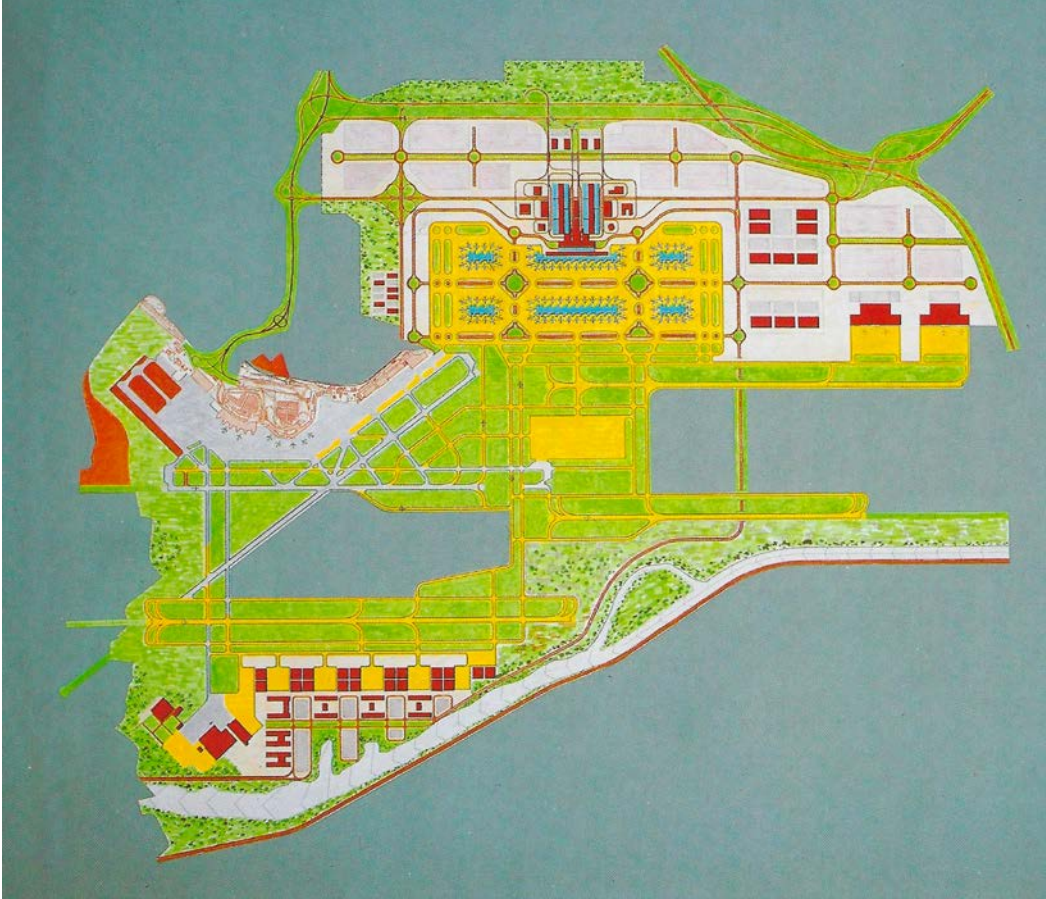
En este año 2026 celebramos el centenario de los tres grandes vuelos de España (*raids*) a diferentes continentes del mundo, que pasaron a la historia por unir por los cielos a nuestro país con África, América y Asia. Nos referimos a:

- El hidroavión **Plus Ultra** que realizó el primer vuelo entre España y Argentina, convirtiéndose en el primer vuelo que se realizó entre Europa y el Atlántico Sur con un solo aparato.
- La **Patrulla Elcano**, formada por tres modelos Breguet XIX biplaza, que realizó el trayecto Cuatro Vientos-Manila (Filipinas) en 18 etapas.
- La **Patrulla Atlántida**, compuesta por tres aviones Dornier Wal, que uniría Melilla con Guinea Ecuatorial.

Posteriormente, el Jesús del Gran Poder (1929) batiría récords de distancia volando a Brasil, el Cuatro Vientos (1933) uniría España con Cuba, finalizando trágicamente el vuelo en el Caribe, y la avioneta Santander (1935), el último gran *raid* con Juan Ignacio Pombo a los mandos, volaría desde Santander hasta México.

Cien años después de estos vuelos iniciáticos, el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas es la principal conexión de Europa con Latinoamérica concentrando el 33 % de las operaciones.





Diseño inicial de la ampliación del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas realizado en el Ministerio de Transportes en el año 1994. Fuente: *Avance del Sistema Aeroportuario de Madrid*, Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones y Comunidad de Madrid, diciembre de 1990.



manteniendo el paso de la propia evolución del transporte aéreo en España.

Originalmente, la Administración de la aviación civil en nuestro país dependía de los estamentos militares, en el marco del Ministerio del Aire. No será hasta 1976 cuando se desliga de la Administración militar, integrándose en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, primero como Subsecretaría de Aviación Civil y posteriormente como Dirección General de Aviación Civil. Esta separación competencial se plasmó en el Real Decreto-ley 12/1978, de 27 de abril, sobre fijación y delimitación de facultades entre los Ministerios de Defensa y de Transportes y Comunicaciones en materia de aviación.

El Organismo Autónomo Aeropuertos Nacionales (OAAN), adscrito al Ministerio de Transportes y Comunicaciones, era el encargado de la explotación, mantenimiento y dirección de los aeropuertos públicos civiles y de aquellas zonas

Construcción de la T2 en el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, inaugurada el 9 de septiembre de 1964. Fuente: *Avance del Sistema Aeroportuario de Madrid*, Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones y Comunidad de Madrid, diciembre de 1990.

Creación de Aena

1991

1993

Liberalización  
del transporte  
aéreo en la UE

1998

Inauguración de  
la tercera pista  
del Aeropuerto de  
Madrid-Barajas

dedicadas a tal tipo de tránsito dentro de las bases aéreas abiertas al tráfico civil.

### La creación de Aena

En el nuevo entorno liberalizado del transporte aéreo se necesitaba un impulso para la actualización de las infraestructuras aeroportuarias y de navegación aérea, para lo cual fue preciso aunar las actividades aeronáuticas de planeamiento, proyecto, construcción y gestión, creándose en 1990 el Ente Público Empresarial Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, Aena.

Nació así Aena con personalidad jurídica propia e independiente de la del Estado, con

plena capacidad jurídica, pública y privada, patrimonio propio e independencia financiera, que comenzó a prestar sus servicios en los aeropuertos el 2 de noviembre de 1991.

Aena estaba adscrita al Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, aunque era estructuralmente independiente de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), que era la autoridad aeronáutica, es decir, el órgano del Ministerio mediante el cual se ejercía la dirección y planificación de la política aeronáutica civil, así como la ordenación e inspección de la seguridad del transporte aéreo.

En aquel momento, Aena asumió la gestión de la red de los aeropuertos nacionales, de las

Inauguración de la nueva terminal en el Aeropuerto de Sevilla en 1992.  
Fuente: Aena.



1999  
Aprobación de los Planes directores de los Aeropuertos de Madrid-Barajas y Barcelona-El Prat

2002  
Creación de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA)

2004  
Cielo Único Europeo - SES I



instalaciones de ayuda a la navegación aérea y los servicios de navegación aérea, siendo, por tanto, el titular de la propiedad de los aeropuertos e instalaciones de navegación aérea.

Con la creación de Aena se acometieron grandes proyectos para dar un impulso a las infraestructuras aeroportuarias y de navegación aérea, que permitió colocar a los aeropuertos españoles a la cabeza de los países del entorno y liderando, además, los sistemas de gestión en el ámbito del control de la circulación aérea internacional.

Su nacimiento también coincidió con dos importantes eventos que acogió España en 1992: la celebración de la Exposición Universal

Treinta y cinco años después de su creación, Aena es el mayor gestor aeroportuario del mundo, habiendo gestionado en 2025 casi 385 millones de pasajeros

en Sevilla y los Juegos Olímpicos en Barcelona, lo que supuso una gran afluencia de visitantes a los aeropuertos de estas ciudades.



T2 en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat durante la celebración de las Olimpiadas. Fuente: Aena.

Inauguración de la tercera pista del Aeropuerto de Barcelona-El Prat

2004

2006

Inauguración de las pistas y las terminales T4 y T4S del Aeropuerto de Madrid-Barajas

2008

Creación de AESA

## Liberalización del transporte aéreo en la UE

En 1993 se culmina la liberalización del transporte aéreo en la Unión Europea (UE), iniciada a finales de la década de los 80, con la entrada en vigor del tercer y último paquete de medidas liberalizadoras, que fue aprobado un año antes.

Este proceso liberalizador transformó el mercado del transporte aéreo europeo al eliminar restricciones entre Estados miembros, introduciendo la libre fijación de tarifas para compañías comunitarias en rutas intracomunitarias y el acceso casi total al mercado, otorgándose licencias de explotación armonizadas, incluyendo, a partir del 1 de abril de 1997, el cabotaje pleno y permitiendo a una aerolínea de un Estado miembro operar rutas nacionales en otro Estado miembro. Además, se eliminó la distinción entre vuelos regulares y chárter, facilitando una competencia más directa y la expansión de aerolíneas de bajo coste.

Con este proceso de liberalización se consolidó la creación de un mercado único del transporte aéreo europeo, fomentando una mayor conectividad y competencia, abriendo un abanico de posibilidades para el pasajero, que se benefició de la amplia oferta a su disposición y amplió el acceso a este medio de transporte a todos los niveles.

En definitiva, esta liberalización del mercado de aviación en la Unión Europea trajo consigo la 'democratización' del transporte aéreo, convirtiéndolo en el motor de integración y cohesión territorial del que disfrutamos todos hoy en día. Como resultado de ello, la aviación comercial dejó de ser un lujo al alcance de unos pocos para convertirse en un modo de transporte asequible.

### Nacimiento de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea

A nivel europeo, en 2002 se crea la Agencia Europea para la Seguridad Aérea (EASA, por sus siglas en inglés) con el objetivo de garantizar la seguridad y la protección del medio ambiente en el sector de la aviación civil en Europa.

Con la creación de EASA, se transformaba el sistema europeo de seguridad aérea, pasando de ser una cooperación flexible entre las Autoridades Conjuntas de Aviación (JAA, en sus siglas en inglés) europeas en el marco de la Conferencia Europea de Aviación

### En 2008 se produce la separación funcional entre el regulador, la DGAC, y el supervisor, AESA

Civil (CEAC), a un organismo unificado de la Unión Europea con un mandato firme para expedir certificados y proponer normas de aeronavegabilidad y protección del medio ambiente.

Como organismo independiente y neutral, EASA garantiza la confianza en la seguridad de las operaciones aéreas en Europa y en todo el mundo mediante la propuesta y formulación de normas, estándares y directrices; la certificación de aeronaves, piezas y equipos; y la aprobación y supervisión de organizaciones en todos los ámbitos de la aviación.

A nivel nacional, en 2008 se moderniza y refuerza nuestra Administración aeronáutica con la creación de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), con el objetivo de velar por el cumplimiento de las normas de aviación civil en el conjunto de la actividad aeronáutica de España.

Junto a la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), conforman el actual modelo dual de la Administración aeronáutica, con robustos mecanismos de regulación, inspección y supervisión de la actividad aeronáutica civil, para acompañar al sector y proteger los intereses de todos.

Por un lado, la DGAC diseña la estrategia del sector, dirige la política aeronáutica de aviación civil, ejerce de regulador en el sector aéreo, formula propuestas sectoriales y ejerce la representación y coordinación institucional del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Por otro lado, la AESA se encarga de la ordenación, supervisión e inspección de la seguridad del transporte aéreo, los sistemas

Inauguración de la terminal T1 del Aeropuerto de Barcelona-El Prat

2009

Liberalización de proveedores de servicio de navegación aérea (torres de control)

2010

Primer servicio AFIS en España: Ineco en el Aeropuerto de La Gomera

2010



Construcción de la T4 en el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas. Fuente: Aena.

de navegación aérea y la seguridad aeroportuaria, la inspección y control de productos aeronáuticos, actividades aéreas y personal aeronáutico, la detección, análisis y evaluación de los riesgos de seguridad aérea y la iniciativa normativa regulatoria en ámbitos de la seguridad aérea.

En estos más de quince años de vida de la Agencia se han conseguido hitos importantes para la aviación nacional, como la mejora en la seguridad de los trabajos aéreos, la certificación de la red de aeropuertos nacionales, la creación del Programa Estatal de Seguridad Operacional (PESO) o la certificación de AESA como entidad de resolución alternativa de litigios para garantizar los derechos de los pasajeros. Además, el auge de las nuevas formas de movilidad aérea y la integración de estas aeronaves, como los drones, está marcando un antes y un después en su actividad.

### Liberalización de los servicios de control de aeródromo

En 2010 se acometió una reforma estructural de la navegación aérea en España mediante la

Ley 9/2010, que estableció un nuevo modelo para la prestación de los servicios de navegación aérea en nuestro país, contribuyendo de manera relevante a la mejora del sistema.

Así, se permitió la apertura del mercado de la prestación de servicios de tránsito aéreo de aeródromo que se da en las torres de control de los aeropuertos, dejando libertad de elección del proveedor de servicios al gestor aeroportuario, pudiendo ser proveedores privados, siempre que estuvieran certificados por una autoridad de seguridad aérea europea. Asimismo, se reservaba a ENAIRE los servicios de control de tránsito aéreo de ruta y aproximación.

Además, se introdujo la posibilidad de que, en aeropuertos con un menor volumen de tráfico y ciertas características, se prestasen Servicios de Información de Vuelo de Aeródromo (AFIS, en sus siglas en inglés) en lugar de servicios de control. Este sistema se encuentra en servicio hoy en más de 200 aeropuertos europeos. Por otra parte, también se liberalizó la formación del personal de tránsito aéreo, tanto para los controladores aéreos como para el personal del servicio AFIS.

Inauguración del primer aeropuerto de uso público y titularidad autonómica, el Aeropuerto de Lleida-Alguaire

2010

2011

Programa Estatal de Seguridad Operacional (PESO)

2012

Puesta en servicio de la primera torre de aeródromo gestionada por un proveedor privado: Saerco, en el Aeropuerto de La Palma

Como resultado de esta reforma, entre 2012 y 2013 Aena seleccionó nuevos proveedores para la prestación del servicio de control de aeródromo en 12 aeropuertos. Actualmente existen en España 16 aeropuertos con servicio liberalizado de control de tránsito aéreo (A Coruña, MH Alicante-Elche, Castellón, El Hierro, Fuerteventura, Ibiza, Jerez, La Palma, CM Lanzarote, Lleida-Alguaire, Madrid-Cuatro Vientos, Región de Murcia, Sabadell, Sevilla, Valencia, Vigo) y otros 6 aeropuertos con servicio AFIS (Burgos, Córdoba, El Hierro, Huesca, La

Gomera, La Seu d'Urgell), lo que implica que el servicio de tránsito aéreo de aeródromo ATS (ATC o AFIS) es provisto por proveedores privados en un 50 % de las torres civiles del sistema de navegación aérea español. El servicio de tránsito aéreo liberalizado ha gestionado las operaciones para más de 80 millones de pasajeros.

De esta manera se mejoró la eficiencia del sector aéreo, manteniendo los niveles de calidad y seguridad, y colocando a España a la vanguardia europea en la apertura del mercado de la prestación de servicios de tránsito aéreo, siendo el país de la Unión Europea con un mayor grado de liberalización del servicio de tránsito aéreo. Adicionalmente, una empresa española, Saerco, presta servicio en dos aeropuertos de Noruega.

## Cielo Único Europeo

Con el impulso de la comisaria europea de Transportes, Loyola de Palacio, nace el Cielo Único Europeo (SES, por sus siglas en inglés) con el objetivo de aumentar la eficiencia del sistema de gestión del tránsito aéreo (ATM) mediante la reducción de la fragmentación del espacio aéreo europeo y la mejora de la competitividad del sector, reduciendo los retrasos, las emisiones y los costes.

En la evolución del marco regulatorio de SES a lo largo de estos años se diferencian tres hitos:

- **SES I:** primer paquete legislativo adoptado en 2004 para lograr una base para el cambio, con el objeto de estandarizar la prestación de servicios de navegación aérea en el contexto europeo, la organización del espacio aéreo y la interoperabilidad de los sistemas técnicos de ATM, con un marco jurídico único para toda la UE.
- **SES II:** segundo paquete legislativo adoptado en 2009 en el que se introdujeron los mecanismos para evaluar el rendimiento del sistema, a través de los planes de rendimiento, y se ampliaron las competencias de EASA al ámbito de ATM y los servicios de navegación aérea (SNA).
- **SES II+:** tercer paquete legislativo adoptado en 2024, con cambios en ciertos elementos para lograr un espacio aéreo europeo más integrado y eficiente, reforzando la gobernanza del sistema y acelerando el despliegue de las soluciones tecnológicas y operativas disponibles.

El Ministerio ha tenido y tiene absoluto compromiso con la implementación del SES, con el pleno convencimiento de que hay que ser más ambiciosos y adoptar una visión de mejora continua de la capacidad del sistema, apostando por proyectos innovadores para acelerar la modernización, seguir mejorando la eficiencia y avanzar en sostenibilidad.

### Separación de ENAIRE y Aena

A finales de 2010 el Real Decreto-ley 13/2010 sentaba las bases de la constitución de la sociedad mercantil estatal Aena Aeropuertos S.A., iniciando la modernización del sistema aeroportuario español y atribuyéndole las funciones y obligaciones que ejercía la entidad pública empresarial Aena en materia de gestión y explotación de los aeropuertos.

Posteriormente, en 2014 la Ley 18/2014 creaba ENAIRE mediante el cambio de denominación de la entidad pública empresarial Aena, ejerciendo exclusivamente las competencias en materia de navegación, espacio aéreo y gestión del tráfico aéreo. Además, dicha Ley también cambió la denominación de Aena Aeropuertos S.A. a Aena S.A.

Desde ENAIRE se gestiona el segundo espacio aéreo no oceánico más extenso en Europa y en 2025 se logró el mejor registro histórico en 2025 con casi 2,5 millones de vuelos gestionados, un 4,7 % más de vuelos que en 2024, superando el incremento medio de la Unión Europea.

También en 2014, el Gobierno de España autorizó la entrada de capital privado en Aena S.A., permitiendo a ENAIRE iniciar los trámites



para la privatización en el 49 % de su capital social. Finalmente, el 11 de febrero de 2015 Aena S.A. salía a Bolsa, pasando a formar parte de una de las empresas del Ibex35.

Más tarde, en 2017 el Consejo de Ministros aprobó el primer Documento de Regulación Aeroportuaria (DORA 2017-2021), que supone el marco regulatorio aeroportuario con duración quinquenal en el que se define los niveles de calidad del servicio, los estándares de capacidad de los aeropuertos, las condiciones mínimas de servicio y de inversiones y el marco tarifario que Aena S.A. debe cumplir durante esos 5 años, proporcionando predictibilidad al sector, favoreciendo la eficiencia, competitividad y sostenibilidad a largo plazo.

Además, con la privatización del 49 % de Aena S.A., tiene lugar la entrada de un nuevo actor: la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC). Así, desde 2014 la CNMC actúa como organismo independiente que ejerce de contrapeso y garante de la eficiencia del mercado mediante la supervisión

**ENAIRE ha tenido una gran evolución para convertirse en el proveedor de navegación europeo con las tasas más bajas y los mayores niveles de seguridad y eficiencia**

de las tarifas aeroportuarias y la transparencia en las consultas entre Aena S.A. y las aerolíneas, jugando un papel esencial en la definición quinquenal del DORA.

**Un servicio público sostenible y eficiente al servicio de la ciudadanía**

Hoy contamos con excelentes profesionales en la Administración aeronáutica, tanto en la DGAC como en la AESA, y con la colaboración



Torre de Control del Aeropuerto de Tenerife Norte-Ciudad de La Laguna. Fuente: ENAIRE.

Plan de Vuelo 2020 de Enaire

2017

2021

Aprobación del DORA II (2022-2026)

2021

Aprobación del Plan de Vuelo 2025 de Enaire

de un sector que se esfuerza cada día por ofrecer los más altos niveles de excelencia.

Nuestro sistema aeroportuario y de navegación aérea están a la altura de los más seguros y eficientes del mundo, garantizando la conectividad de nuestros ciudadanos y la movilidad de nuestros visitantes. Tanto Aena S.A., como ENAIRE, atesoran un reconocido prestigio internacional y son referentes en sostenibilidad, rentabilidad y plena solvencia.

Un sistema de transporte que está al servicio de los ciudadanos y al servicio de la cohesión territorial, social y económica del país. En 2025 el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible destinó 2000 millones de euros para bonificar el 75 % de los billetes de los residentes extrapeninsulares y el transporte de mercancías de dichos territorios (tanto por vía marítima como aérea).

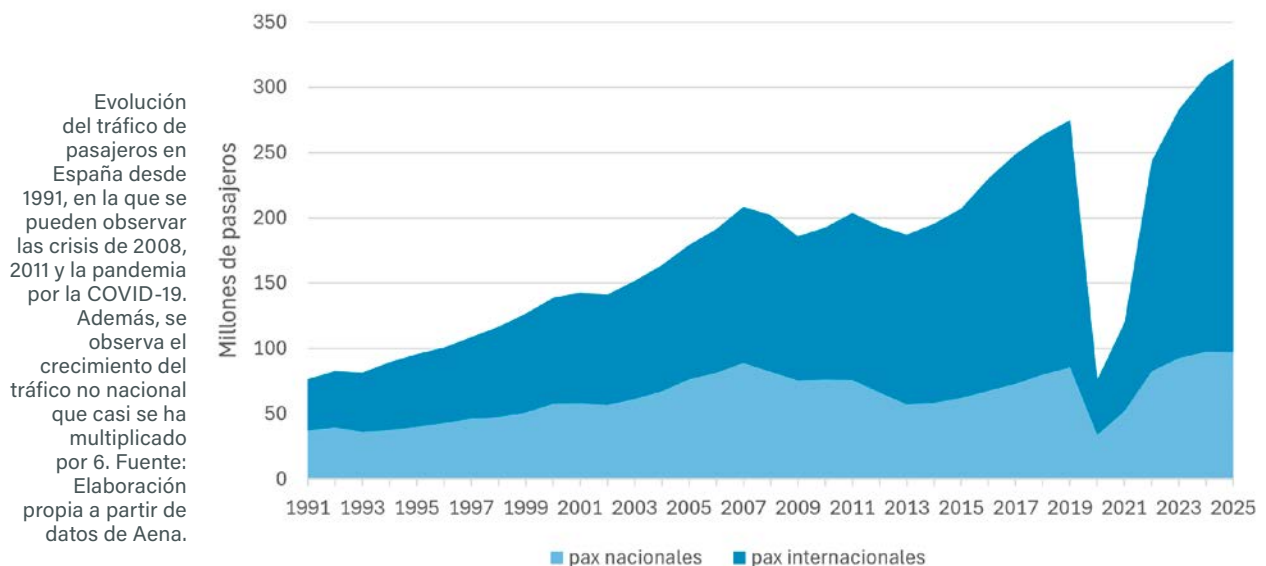
Pero este sistema aporta un valor añadido social más allá del transporte, como es en el rescate marítimo de personas, a través de SASEMAR, en la lucha contra incendios, evacuación de enfermos, transporte de órganos, o en las múltiples utilidades de las aeronaves no tripuladas o UAS. Además, por supuesto, de jugar un papel crítico para la defensa nacional, motivo por el cual, la aviación civil y militar trabajan conjuntamente para garantizar sus necesidades y, una vez conseguido, maximizar el uso civil.

Según IATA, en España 304 800 personas trabajan directamente en el sector aeronáutico, generando 26 800 millones de dólares de producción económica, lo que equivale al 1,7 % del PIB total. Además, se generan beneficios adicionales a través de la cadena

## Recuperación de tráfico post-pandemia

Gracias a las medidas que se adoptaron y al esfuerzo de todo el sector, en 2023 nos convertimos en el primer país de los grandes europeos en recuperar el tráfico aéreo tras la COVID-19. Dos años después, en 2025 se recuperó el tráfico en la zona de EUROCONTROL con 11,1 millones de vuelos y, según las previsiones de STATFOR-EUROCONTROL (octubre 2025), se prevé que Reino Unido lo haga en 2026 y Alemania en el año 2030. La previsión para España a 2030 prevé un incremento de tráfico aéreo de más del 30 % respecto a 2019.

### Evolución del tráfico de pasajeros en España





Helicóptero de SASEMAR en el Festival Aéreo Internacional de Gijón 2024. Autor: Álvaro Fernández-Iruegas.

de valor, más amplia, para la cual es indispensable la aviación, que aportan un total de 172 900 millones de dólares al PIB, el 10,9 % y 2 millones de puestos de trabajo.

España ha ocupado y ocupa un lugar destacado en la aviación civil internacional. Tras aquellos primeros vuelos hace 100 años, hemos sido un actor estratégico en la gobernanza global del transporte aéreo. Participamos en la Conferencia de Chicago de 1944 que sentó las bases del uso comercial seguro y eficiente de la aviación, siendo miembro fundador de la OACI, y formamos parte de su Consejo de manera ininterrumpida desde 1951.

En las elecciones al Consejo que tuvieron lugar a finales del pasado año en la 42.<sup>a</sup> Asamblea de la OACI, España ha revalidado su posición, siendo el cuarto país más votado, primer europeo, con 166 votos. Es, sin lugar a dudas, un reconocimiento continuo a nuestra solvencia técnica y a la calidad de nuestras instituciones aeronáuticas.

Nuestro liderazgo se refleja también en la firma de acuerdos que impulsan la modernización mundial de la aviación. Además, España desempeña un papel clave en el ámbito europeo. En 2026 hemos reforzado nuestro compromiso con la Conferencia Europea de

## Un millón de personas se encuentran sobre el espacio aéreo español en un día de tráfico punta de verano

Aviación Civil, contribuyendo a la creación de un marco común más sólido, eficaz y moderno para todos los Estados miembros. Exportamos nuestra tecnología aeronáutica, nuestra gestión y nuestro impulso para una mejor eficiencia del transporte aéreo.

En resumen, España no solo vuela. España lidera, conecta y transforma. La aviación civil es una pieza clave de nuestra proyección internacional y un instrumento fundamental para reforzar nuestra influencia, impulsar nuestra economía y contribuir a un sistema aéreo más seguro, sostenible e inclusivo.

Seguro que nuestra mente no es capaz de adivinar qué seremos capaces de hacer en los próximos 100 años, pero sí podemos asegurar que seguiremos trabajando por hacer más fácil la vida de las personas y más sostenible la vida en este planeta. ✈️

La labor de gestionar  
la seguridad operacional

# EL PESO en la aviación española

Aeronave estacionada en plataforma.



La seguridad de las operaciones es el pilar sobre el que se sustenta el transporte aéreo y uno de los factores que ha permitido que la aviación se convierta en uno de los medios de transporte más seguros del mundo. Mantener ese nivel de seguridad no depende únicamente del cumplimiento normativo, sino también de la capacidad del sistema para identificar riesgos, analizarlos y actuar de forma preventiva. En España, esta tarea se articula a través del Programa Estatal de Seguridad Operacional (PESO), un instrumento pionero cuya implementación y seguimiento coordina la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

A lo largo de este reportaje se muestra cómo las autoridades, organizaciones y profesionales del sector trabajan de forma coordinada para anticipar riesgos y mejorar continuamente la seguridad de la aviación civil en España. Además, se analiza la evolución del concepto de seguridad operacional, la importancia de realizar una gestión proactiva y los motivos que han llevado a convertir el PESO en un referente a nivel internacional.

- Texto: José Manuel Fonet, especialista en Comunicación para la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)

**E**l transporte aéreo es una de las formas habituales de movilidad global. Gracias a él se permite conectar continentes, impulsar el turismo o facilitar las relaciones internacionales de comercio que, de otro modo, requerirían más tiempo para el desplazamiento. Es por eso que en países con una elevada proyección internacional y fuerte dependencia del turismo, como España, la aviación desempeña además un papel estratégico para la economía, la cohesión territorial y la conectividad con el resto del mundo.

Terminal 4 del  
Aeropuerto  
Adolfo Suárez  
Madrid-Barajas,  
gestionado por  
Aena.

Millones de pasajeros utilizan cada año el transporte aéreo, lo que convierte a este sector en un medio esencial para el funcionamiento del país. Esto exige que el sistema aeronáutico,

sometido a escenarios cada vez más complejos y con mayor volumen de operaciones, opere bajo los más altos niveles de seguridad.

Con el tiempo, se hizo evidente que para seguir avanzando en seguridad era necesario anticiparse a los riesgos. Venimos de un concepto de seguridad basado en cumplir las normas, donde el enfoque era esencialmente reactivo: las mejoras en seguridad surgían como respuesta a accidentes o incidentes graves. Cada suceso permitía identificar fallos técnicos, operativos o humanos, a partir de los cuales se introducían nuevas normas o procedimientos. Aunque este modelo permitió avances importantes, también presentaba una limitación evidente: dependía de que ocurrieran accidentes para aprender de ellos.



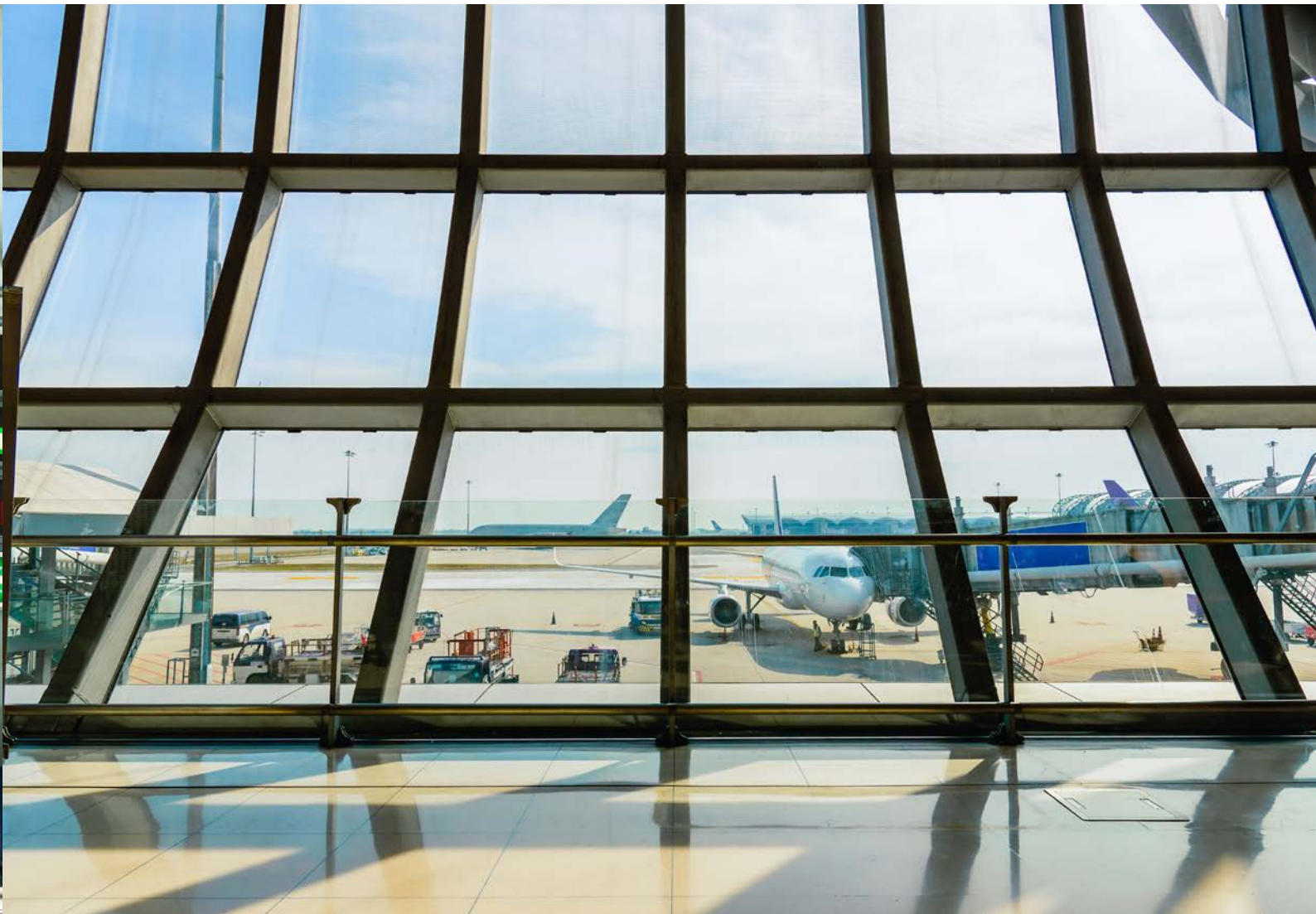
Por tanto, para poder avanzar en términos de seguridad hacía falta anticiparse a los peligros potenciales, por lo que se evolucionó hacia un modelo más proactivo. El objetivo ya no es únicamente investigar el incidente una vez ocurrido, sino identificar sus posibles precursores con antelación y reducir sus riesgos. Este enfoque, promovido internacionalmente por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), se conoce como gestión de la seguridad operacional o, por sus siglas en inglés: *Safety Management*.

En este contexto, el Anexo 19 *Gestión de la Seguridad Operacional* de la OACI establecía en 2013 que los Estados debían disponer y mantener un Programa Estatal de Seguridad Operacional (SSP, por sus siglas en inglés

## España fue pionera en establecer en su normativa aeronáutica la obligación de desarrollar un programa de seguridad operacional

*State Safety Program*) que se ajustara a la dimensión y complejidad de la aviación civil de cada país. En el caso de España, esto se traduce en el Programa Estatal de Seguridad Operacional (PESO), una herramienta para organizar, coordinar y supervisar la gestión de

Vistas desde la cristallera de una terminal. Avión en posición de embarque a través de un *finger*.





Pilotos en el interior de una cabina de vuelo durante una operación en ruta.

la seguridad en todo el conjunto del sistema aeronáutico nacional.

De hecho, España se adelantó dos años a esta publicación, convirtiéndose en uno de los primeros países en el mundo en establecer en 2011 la obligación legal de disponer de este programa en su normativa aeronáutica. Hasta ese momento, la mayoría de los países aplicaban las recomendaciones internacionales en materia de seguridad aérea. Sin embargo, España fue un paso más allá y se convirtió en pionera al establecer, a través de una modificación de la Ley de Seguridad Aérea (LSA), la obligación del Estado de desarrollar y mantener un programa integral de gestión de la seguridad operacional.

Pero no solo se introdujo el concepto del actual PESO, sino que se incorporaron elementos fundamentales como la protección de la información de seguridad y el principio de Cultura Justa. Como veremos más adelante, son conceptos esenciales para garantizar que las comunicaciones o reportes que los

profesionales del sector aéreo realizan sobre incidentes o situaciones potencialmente peligrosas no tengan represalias, de forma que se favorezca la recopilación de datos para la prevención.

Además del marco normativo internacional para los SSP, la OACI también establecía que los Estados debían exigir a determinados proveedores aeronáuticos la implantación de Sistemas de Gestión de la Seguridad Operacional (SMS). Estos sistemas permiten que organizaciones como aerolíneas, aeropuertos o proveedores de navegación aérea gestionen de forma estructurada los riesgos asociados a sus propias operaciones, identificando peligros, evaluando riesgos y aplicando medidas preventivas. En este sentido, el PESO actúa como el marco que integra y coordina estos sistemas organizacionales, de modo que la gestión de la seguridad no se limite a cada entidad de forma aislada, sino que forme parte de un enfoque común y coordinado a nivel de todo el sistema aeronáutico.



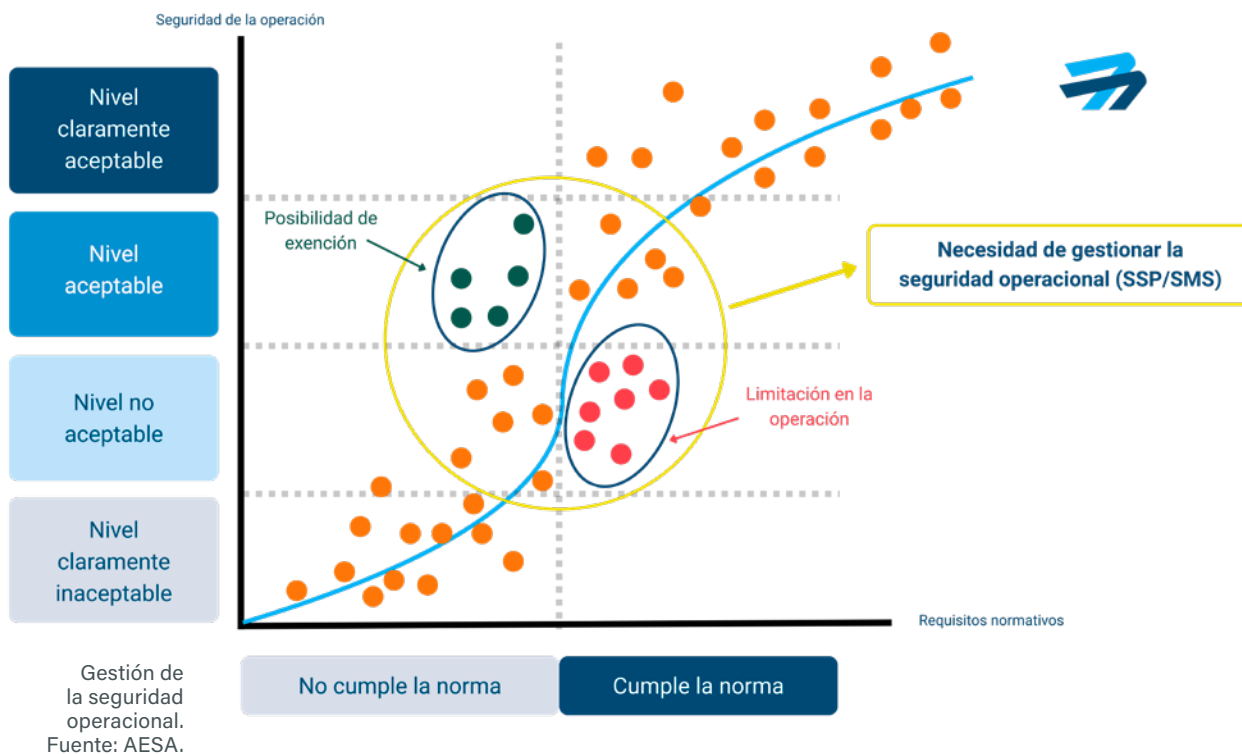
En resumen, la evolución del concepto de seguridad aérea se traduce en una idea fundamental: la seguridad en el sistema español de aviación actual no depende exclusivamente del cumplimiento normativo, sino que requiere de un sistema estructurado de gestión de la seguridad operacional que involucre tanto a los organismos públicos como a todos los profesionales del sector. Con esto, en España, el PESO supone el instrumento mediante el cual el Estado articula este enfoque, gestionando las políticas, objetivos y mecanismos de análisis de datos que permiten identificar riesgos potenciales y mejorar continuamente el concepto de seguridad.

### **Anticiparse al riesgo: la gestión de la seguridad operacional**

Durante décadas, la seguridad en la aviación se apoyó, principalmente, en un modelo normativo prescriptivo. Esto permitió construir un sistema de transporte aéreo muy regulado con estándares homogéneos, pero a medida

que el sector fue creciendo y las operaciones se volvían más complejas, se hizo evidente que no todas las situaciones podían prevenirse ni resolverse únicamente mediante normas detalladas.

Venimos de un concepto de seguridad basado en el cumplimiento normativo, es decir, 'si cumplimos las normas, somos seguros'. Sin embargo, la seguridad operacional en aviación no se reduce expresamente al 'riesgo cero', sino a identificar los peligros potenciales, evaluar sus riesgos asociados y mantenerlos en niveles aceptables. Al hablar de 'riesgo cero' en las operaciones, Francisco Bernal, coordinador de la Evaluación de la Seguridad en AESA, explica que la importancia recae en mantener los niveles de seguridad aun cuando se produzcan estos riesgos: «Cualquier sistema creado por el ser humano es susceptible de tener errores o fallos en su funcionamiento. El PESO, y los SMS, centran sus esfuerzos en que el sistema de aviación pueda seguir funcionando en condiciones de seguridad,



incluso cuando estos errores se pongan de manifiesto».

Para entender mejor la necesidad de gestionar la seguridad operacional, podemos ilustrarlo con el gráfico de esta página:

Por un lado, en el eje horizontal aparece el cumplimiento normativo: operaciones que no cumplen la norma y operaciones que sí la cumplen. En el eje vertical se representa el nivel de seguridad de la operación, que varía desde 'claramente inaceptable' hasta 'claramente aceptable'. Lo que muestra el diagrama es que existe una zona intermedia en la que una operación puede cumplir la norma pero, aún así, presentar un nivel de riesgo elevado (círculos rojos). Por el contrario, también puede desviarse ligeramente de los requisitos normativos sin comprometer realmente la seguridad de la operación (círculos verdes). En esa zona de incertidumbre, incluida dentro de la circunferencia amarilla, es donde se vuelve imprescindible llevar a cabo una gestión de la seguridad.

Como explica Bernal, la manera de llevar a cabo una gestión de la seguridad es «el establecimiento de procesos coordinados de identificación de peligros, la evaluación de riesgos, la implantación de medidas de control de riesgo, el seguimiento de la efectividad de

las medidas implementadas, la gestión de los procesos de cambio y la promoción y divulgación de las lecciones aprendidas de cada una de estas actividades».

Con ello, todo esto se puede sistematizar en el ciclo de cuatro fases del proceso de gestión de la seguridad:

- a. Identificación de peligros.
- b. Evaluación del riesgo.
- c. Desarrollo de medidas de mitigación.
- d. Seguimiento de su eficacia.

Para entender mejor cómo funciona este enfoque, lo mejor es aplicarlo a un ejemplo en la gestión de riesgos del ámbito aeroportuario: las incursiones en pista. Una incursión en pista se produce cuando una aeronave, vehículo o persona entra en una pista activa sin autorización o de forma incorrecta, generando un riesgo potencial de colisión.

#### a. Identificación del peligro

En este supuesto, nos encontramos que varias tripulaciones y controladores notifican incidentes leves relacionados con incursiones en pista en distintos aeropuertos. Aunque no se hayan producido accidentes ni situaciones graves, se registran, por ejemplo, situaciones en las que una aeronave entró a una pista ocupada o un vehículo de apoyo en tierra

## Es importante mantener los niveles de seguridad incluso cuando se produzcan ciertos riesgos

accedió sin haber sido autorizado por la torre de control.

En el enfoque de seguridad anterior, estos sucesos podrían haber pasado desapercibidos al no provocar incidentes graves. Sin embargo, con el sistema actual basado en un enfoque preventivo, se ha permitido registrar y analizar lo ocurrido gracias a la notificación de sucesos de seguridad. Los reportes enviados por estos pilotos, controladores aéreos o personal

aeroportuario se integran en bases de datos que recogen los incidentes que se producen, por muy leves que sean.

### b. Evaluación del riesgo

Una vez recopilada la información, las autoridades y organismos aeronáuticos responsables de la seguridad –coordinados en España a través del PESO– analizan los datos disponibles con el objetivo de detectar patrones que puedan indicar un problema emergente.

Para llevar a cabo este análisis, se tienen en cuenta diferentes factores como pueden ser la frecuencia en los que se producen, las condiciones meteorológicas, el volumen de tráfico en el momento del suceso o los relacionados con el factor humano implicado. En el caso de las incursiones en pista, por

Sistema de iluminación de una pista para el guiado visual de las aeronaves.



ejemplo, alguno de los factores que podrían tener una repercusión directa podrían ser la configuración de las calles de rodaje o determinados patrones en momentos de una carga de trabajo elevada de los controladores aéreos de la torre de control.

Con esta evaluación y análisis, se permite identificar riesgos sistémicos antes de que se materialicen en accidentes.

#### **c. Medidas de mitigación**

Una vez identificado el riesgo, se permite trabajar en la aplicación de medidas preventivas que contribuyan a mitigarlo. En este caso, podrían estar encaminadas en la revisión de procedimientos operativos, desarrollar campañas de concienciación dirigidas a los actores implicados o mejorar en la señalización de calles de rodaje. Por otro lado, estas medidas no tienen por qué quedarse solo en el plano operativo, también pueden servir para introducir cambios en el ámbito de la formación del personal aeronáutico, incidiendo en lo relacionado con factores humanos.

#### **d. Asegurar su eficacia**

Una vez se han aplicado medidas correctoras que busquen reducir el riesgo, el proceso no termina. Posteriormente, se monitorizan los

resultados de estas acciones correctoras para comprobar su eficacia real.

Este ciclo de identificación, análisis, acción y seguimiento es la base de la gestión de lo que hoy conocemos como seguridad operacional. Gracias a esto, el sistema aeronáutico puede aprender continuamente de sus propias operaciones, de su día a día, y adelantarse a los riesgos emergentes.

Por todo esto, la gestión de la seguridad permite que el sector de la aviación no tenga que esperar a que ocurra un accidente para corregir aquello que esté fallando y mejorarlo, sino que actúa de forma anticipada para reducir los riesgos antes de que se conviertan en una catástrofe para la seguridad del transporte aéreo.

### **El Programa Estatal de Seguridad Operacional**

Una vez explicada la forma en la que ha evolucionado el concepto de seguridad en la aviación, se puede plantear la siguiente pregunta: ¿cómo se organiza esa gestión a nivel nacional? En el caso de España, la respuesta es: a través del Programa Estatal de Seguridad Operacional (PESO).

El principal objetivo del PESO es identificar los riesgos, establecer prioridades de actuación y coordinar a las organizaciones

Personal de asistencia en tierra dirigiendo la maniobra de una aeronave en plataforma.



## ¿Cómo impacta el reporte de incidentes en la seguridad operacional?

La gestión de la seguridad operacional en aviación se basa, entre otros factores, en la información reportada sobre sucesos e incidentes relacionados con la seguridad. Los sistemas de notificación de sucesos permiten que el personal aeronáutico –pilotos, controladores, técnicos de mantenimiento o personal aeroportuario– informe sobre incidentes, errores o situaciones potencialmente peligrosas observadas durante su labor. Aunque gran parte de estas situaciones no tienen consecuencias graves, su registro es esencial para detectar posibles riesgos antes de que se materialicen en accidentes.

En España, esta información se canaliza a través del Sistema de Notificación de Sucesos (SNS), que en 2025 ha acumulado un total de 414 880 sucesos registrados y 508 806 notificaciones asociadas, marcando un hito en la cultura de seguridad nacional. Este volumen de datos refleja el papel central que tiene la notificación en la gestión de la seguridad: cuantos más datos fiables se recopilan, mayor es la capacidad de identificar tendencias y riesgos emergentes en el sistema aeronáutico.

La existencia de un sistema robusto de reporte y análisis de incidentes permite disponer de una base de datos amplia y fiable sobre el funcionamiento real del sistema aeronáutico, lo que facilita la identificación temprana de riesgos y la adopción de medidas preventivas. «Las personas evaluamos riesgos continuamente, pudiendo introducir subjetividad y sesgos, sobre todo si son evaluaciones cualitativas. Siendo conscientes de esta circunstancia, para la gestión de riesgos en seguridad operacional se han establecido mecanismos para la captación de datos, protegiendo debidamente dicha información y aplicando los principios de Cultura Justa. De este modo, podremos pasar de decisiones basadas en percepciones a decisiones adoptadas en base a datos e información de seguridad», explica Francisco Bernal.

Tanto el PESO como los Sistemas de Gestión de la Seguridad (SMS) de las organizaciones han permitido identificar numerosos riesgos en el sistema aeronáutico español. Se pueden

mencionar la señalización poco eficiente de las calles de acceso a pistas en algunos aeropuertos, los puntos de concentración de sucesos de pérdida de separación en vuelo o los cambios de procedimientos en la operación, entre otros.

Para entender cómo impacta la cultura de reporte en la mejora de la seguridad, podemos aplicarlo a los reportes relacionados con la presencia de aves en las proximidades de los aeropuertos, conocidos como *bird strikes*. Como expone Francisco Bernal, en España se ha identificado la colisión con aves como un área prioritaria del PESO, en especial los impactos con buitres, por lo que en 2020 se vinculó al PESO a otros organismos públicos con implicación directa sobre esta materia.

Aquí se pone de manifiesto la importancia de la coordinación entre todos los actores del sistema, ya no solo aeronáutico, sino de cualquier ámbito que esté relacionado con la seguridad, como es el caso de organismos ambientales, de control de fauna o consejerías de Medio Ambiente. Como afirma Francisco Bernal, tras la recopilación de datos e información sobre la presencia de aves en entornos aeroportuarios, se detectó la presencia de buitres en la aproximación del Aeropuerto de Bilbao: «Tras analizar las posibles causas, se determinó que esta presencia se debía, principalmente, a la presencia de un vertedero ilegal que atraía a los buitres a esa zona. Se puso esta información a disposición de las autoridades competentes para que pudieran actuar y, una vez eliminada esta actividad, se ha reducido drásticamente la presencia de buitres en este volumen de espacio aéreo y, con ello, los incidentes de seguridad reportados a este respecto».

De esta forma, la suma de notificaciones individuales se transforma en una tendencia colectiva, de forma que se facilite el establecimiento e implantación de medidas que contribuyan a reducir el riesgo antes de que se produzca un accidente. Cada reporte contribuye así a mejorar la seguridad del conjunto del sistema.



## El PESO ofrece una visión global del sistema aeronáutico español y aporta soluciones coordinadas

implicadas para reducir dichos peligros y mantenerlos bajo control. De este modo, es el punto de unión entra la actuación del Estado y los Sistemas de Gestión de Seguridad (SMS) de los diferentes operadores y proveedores de servicios del sector.

El programa recopila y analiza sistemáticamente los datos de seguridad, realiza un seguimiento de su desempeño y adopta medidas preventivas en áreas donde se detectan mayores riesgos. Es decir, el PESO no se centra en casos individuales y fragmentados, sino que ofrece una visión global del sistema aeronáutico nacional al aportar soluciones conjuntas y coordinadas. Además, permite trasladar al ámbito nacional las estrategias europeas de seguridad y coordinar su aplicación, ya que está integrado en el marco

europeo de gestión de la seguridad liderado por la Agencia para la Seguridad Aérea de la Unión Europea (EASA) a través del *European Aviation Safety Programme* (EASP). Se puede afirmar que el PESO recoge las prioridades y objetivos establecidos en el EASP y los adapta al contexto nacional, incorporando además los riesgos específicos del sistema aeronáutico español. De este modo, la gestión de la seguridad se estructura en varios niveles interconectados: internacional, europeo, estatal y organizacional.

El origen del PESO surge en la reforma realizada en 2011 a la Ley de Seguridad Aérea (Ley 21/2003) que incorporó al ordenamiento jurídico español los principios modernos de gestión de la seguridad promovidos por OACI. Además del propio programa estatal, esta modificación estableció el concepto de la protección de la información de seguridad y la Cultura Justa, dos factores clave para fomentar la notificación de incidentes entre organizaciones y particulares, además de apostar por el aprendizaje organizativo.

Años más tarde, se desarrollaría su marco normativo, así como su estructura y funcionamiento, complementándose con la definición

Momento exacto de una aeronave iniciando su maniobra de despegue desde la pista.





de la primera política y objetivos estatales en materia de seguridad operacional para la aviación civil. Con esto como base, desde su plena implantación en 2015, el PESO se ha ido adaptando a los cambios del sector y ha mejorado los mecanismos de gestión a través de varias actualizaciones en 2020 y, la última, en diciembre de 2025.

El PESO, cuyos objetivos y política se aprueban en el Consejo de Ministros, implica a varias autoridades con competencias en seguridad aérea. La Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) tiene la competencia de desarrollar, coordinar e implantar el PESO, además de realizar la supervisión de sus objetivos, contando con el impulso estratégico del

Señalización en calle de rodaje para guiar el movimiento de las aeronaves en plataforma y pista.



Gráfico de los componentes del PESO.



Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Además, participan en el programa otros organismos públicos como la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (CIAIAC), el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y el Estado Mayor del Ejército del Aire y del Espacio, cuya colaboración permite integrar diferentes perspectivas del sistema aeronáutico y reforzar la coordinación institucional.

En cuanto a su estructura, este programa se articula en cuatro componentes, alineados con el modelo promovido por la OACI:

- 1. Política, objetivos y recursos estatales de seguridad operacional:** establece la dirección estratégica del sistema.
- 2. Gestión estatal de los riesgos de seguridad:** identifica peligros, analiza datos y define acciones prioritarias.
- 3. Aseguramiento estatal de la seguridad operacional:** supervisa el sistema y la evaluación continua de su desempeño.
- 4. Promoción estatal de la seguridad:** incluye actividades de formación, divulgación y desarrollo de la cultura de seguridad en todo el sector.

El PESO permite convertir de forma coordinada la información aportada por el sistema aeronáutico en conocimiento y medidas útiles para prevenir riesgos y reforzar la seguridad de la aviación civil en España.

### España como referente en seguridad aérea

España se ha consolidado como uno de los Estados de referencia en cuanto a la gestión de la seguridad operacional en la aviación civil. Este liderazgo se basa en el compromiso

de todos los agentes con los principios del *Safety Management* y, en especial, en el desarrollo pionero de un marco normativo sólido que ha permitido consolidar un sistema maduro, reconocido tanto a nivel europeo como global.

Uno de los hitos más relevantes fue la implantación temprana de nuestro Programa Estatal de Seguridad Operacional (PESO). España fue uno de los primeros países del mundo en establecer este programa de forma estructurada, adelantándose incluso a la obligatoriedad que posteriormente fijarían tanto la normativa internacional como la europea. Esta decisión reflejó la voluntad de evolucionar hacia un sistema moderno de gestión del riesgo basado en la prevención.

Fruto de este compromiso con la seguridad aérea, España es reconocida internacionalmente por tener uno de los Programas Estatales de Seguridad Operacional más avanzados y maduros del mundo, así como uno de los sistemas de notificación de sucesos de seguridad más desarrollados de Europa.

El reconocimiento internacional de este modelo se ha materializado en diversos procesos de evaluación y auditoría. En 2019, España se convirtió en el segundo país del mundo en someter voluntariamente su Programa Estatal de Seguridad Operacional a una auditoría específica de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Esta revisión no solo confirmó el elevado nivel de madurez del PESO, sino que además contribuyó a definir el formato de evaluación que posteriormente utilizaría la OACI para analizar los programas de seguridad de otros Estados.

Posteriormente, en 2022, la Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea

## Del análisis a la acción: el papel del PESO en la seguridad operacional

AESA desempeña un papel central en la coordinación e implementación del PESO. Es la autoridad encargada de desarrollar, coordinar y dar seguimiento a la ejecución del programa, garantizando que la política y los objetivos de seguridad se traduzcan en acciones concretas. Esta función no se limita a la supervisión normativa, sino que incluye el análisis de datos de seguridad, la identificación de riesgos emergentes y, un aspecto muy destacable, la coordinación con el resto de los actores del sector.

Una de las principales herramientas para llevar a la práctica estos objetivos es el Plan de Acción de Seguridad Operacional (PASO), elaborada por AESA con los proveedores y el resto de los organismos públicos. Este plan actúa como la hoja de ruta del PESO y recoge las acciones específicas que deben desarrollarse para mitigar los riesgos identificados en el sistema. En él se establecen metas, medidas concretas e

indicadores que permiten evaluar la evolución del desempeño en seguridad y comprobar si las acciones adoptadas están dando los resultados esperados.

El desarrollo del PASO refleja además una característica fundamental en la gestión de la seguridad operacional de España: la coordinación. Las prioridades y objetivos del plan se alinean con los establecidos a nivel internacional y europeo y, posteriormente, se trasladan a las organizaciones del sector a través de sus propios sistemas de gestión. De este modo, aerolíneas, aeropuertos, proveedores de navegación aérea y el resto de las autoridades trabajan bajo un marco común.

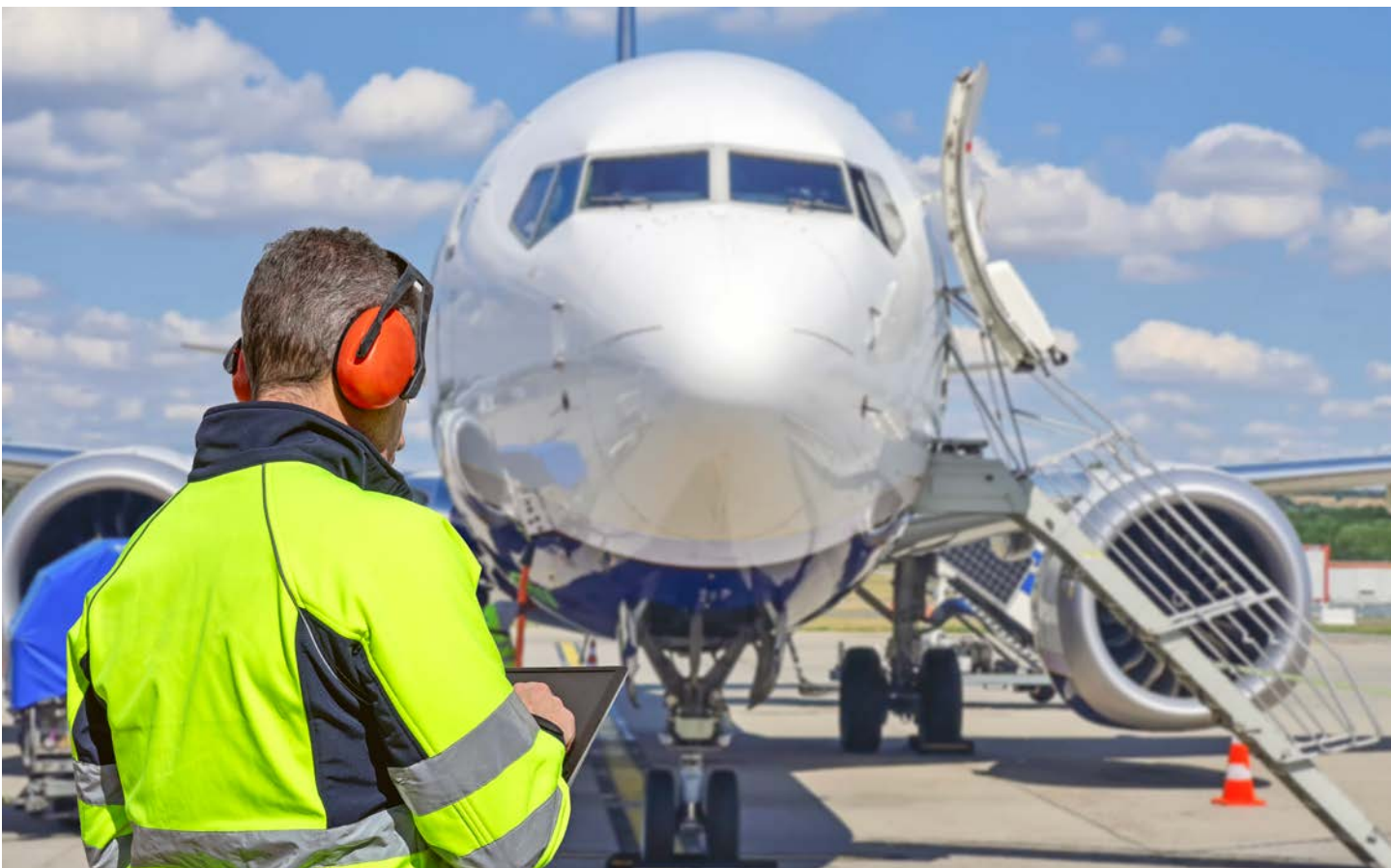
La gestión de la seguridad no es, por tanto, una tarea aislada de cada organización, sino un esfuerzo colectivo de toda la comunidad aeronáutica para mejorar la seguridad del sistema en su conjunto.

(EASA) seleccionó a España como el primer país para llevar a cabo su auditoría sistémica (SYS) del PESO. Este proceso permitió validar el funcionamiento del programa español y sirvió para perfeccionar la metodología de evaluación utilizada por EASA. De hecho, las respuestas y prácticas españolas fueron

utilizadas como referencia para otros Estados miembros.

En 2025, EASA volvió a elegir a España como primer país para probar un nuevo modelo de auditoría sistémica, obteniendo el sistema español en su resultado el mayor grado posible de madurez en la mayoría de los aspectos

Personal de asistencia en tierra en la supervisión previa al embarque de una aeronave.





Imágenes de la sede de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA).

evaluados en el ámbito de la gestión de la seguridad operacional.

Más allá de estos reconocimientos, el valor del PESO en el sector aéreo español se encuentra en su capacidad de colaboración para que todos los actores vinculados al programa puedan compartir objetivos comunes en seguridad operacional. De esta forma, se consigue aunar esfuerzos para el control y mitigación de riesgos en las áreas prioritarias detectadas, intercambiar información con confianza gracias a los mecanismos de protección de datos, evaluar la evolución del desempeño a nivel estatal y establecer canales abiertos de colaboración y divulgación entre todas las partes.

El caso español demuestra cómo un enfoque basado en la cooperación institucional, el análisis de datos y la mejora continua puede consolidar un sistema de gestión de la seguridad robusto, transparente y reconocido internacionalmente. ✈️



Avión despegando de la pista al atardecer.



El sistema aeroportuario español:  
evolución, características y  
perspectivas de futuro

# Aeropuertos rumbo al futuro



Terminal 1 del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat.



**El sistema aeroportuario español es una infraestructura crítica para la conectividad, la cohesión territorial y la competitividad turística del país. Este artículo repasa la evolución del transporte aéreo y el papel de los aeropuertos como nodos de servicio, innovación y sostenibilidad, en un entorno crecientemente competitivo. Se analiza la transformación de Aena desde sus orígenes hasta su consolidación como gestor en red y operador internacional líder, así como el marco regulatorio que aporta estabilidad al sector. Por último, se aborda el nuevo ciclo inversor previsto (DORA 2027 2031) para ampliar capacidad, mejorar calidad y acelerar la descarbonización.**

- Texto: Ángel L. Sanz Sanz, director de la Oficina de la Presidencia, Estrategia y Políticas Públicas de Aena

La relevancia y el impacto del transporte aéreo como motor de desarrollo económico y social son, a escala global, incuestionables. Su capacidad para impulsar la actividad de otros sectores se refleja directamente en grandes magnitudes económicas: generación de riqueza, creación de empleo y dinamización de los intercambios comerciales.

Los datos de asociaciones y consultoras especializadas lo corroboran: esta actividad genera en torno a 86,5 millones de empleos y aporta el 3,9 % del PIB mundial, según el Air Transport Action Group (ATAG), que agrupa a representantes de los distintos agentes de la cadena de valor del sector. Además, se estima que un incremento del 1 % de la conectividad implica un aumento de aproximadamente el 0,7 % en los intercambios comerciales, que cada mil pasajeros generan 0,85 puestos de trabajo directos y que un 58 % de los turistas internacionales viaja en avión.

En definitiva, la conectividad aérea es un factor clave para la competitividad, el comercio, la inversión y el turismo, y su peso en la economía mundial no ha dejado de crecer. Además, cumple una función de cohesión

social y territorial: conecta a personas, empresas, países y culturas, y contribuye a dinamizar el tejido productivo.

En España, situada en la periferia de Europa y con territorios extrapeninsulares (donde se ubican trece aeropuertos y un helipuerto), esta conectividad es esencial, especialmente si se tiene en cuenta que el turismo es su principal industria. El transporte aéreo representa en torno a 605 000 empleos y un 10,9 % del PIB, y más de un 83 % (casi 5 de cada 6) de los turistas internacionales que nos visitan llega por vía aérea. En 2025, cerca del 70 % del tráfico de la red de aeropuertos de Aena en España fue internacional. Además, todas las comunidades autónomas cuentan con al menos un aeropuerto.

### Resiliencia y fortaleza del transporte aéreo

El transporte aéreo involucra a numerosos grupos de interés y tiene una marcada dimensión internacional. Por eso, su evolución está muy condicionada por factores externos, entre ellos los geopolíticos, económico-financieros, sociales, tecnológicos y medioambientales. Analizar su trayectoria o anticipar

Campo de vuelos en el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat.



tendencias exige, por tanto, mirar también al contexto global.

Como se ha visto en las últimas décadas, incluso con crisis cíclicas y episodios excepcionales, el transporte aéreo ha mantenido una expansión sostenida. Entre las razones que explican esta tendencia destacan su vínculo con el crecimiento económico, la globalización y la reducción de costes asociada a su progresiva liberalización.

En los últimos 50 años, el tráfico aéreo ha crecido de forma exponencial: se ha duplicado aproximadamente cada 15-20 años. Y lo ha hecho afrontando retos exigentes en seguridad, capacidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad e innovación, además de adaptarse a cambios sociales y tecnológicos y superar crisis ajenas al sector (crisis del petróleo, 11-S, SARS, crisis financieras, catástrofes naturales o la COVID, entre otras).

La mejora de la economía mundial ha impulsado la demanda y, con ella, la progresiva 'democratización' del avión: a medida que aumentan la renta y la riqueza, crece la movilidad y también el turismo. Mirando al futuro, resultan decisivos factores como el aumento de la clase media, la mayor accesibilidad del

transporte aéreo y el desarrollo de nuevas economías.

## El rol de los aeropuertos

En este contexto, la responsabilidad de las empresas aeroportuarias es clara: ofrecer a sus usuarios (pasajeros, aerolíneas, sector turístico y carga aérea) instalaciones modernas, seguras y eficientes, capaces de prestar un servicio de calidad a precios competitivos.

Los aeropuertos también actúan como nodos de conectividad: facilitan los desplazamientos y las relaciones económicas y culturales, y apoyan actividades como el comercio o el turismo.

Para que el sistema funcione, hay un requisito imprescindible: disponer de infraestructuras con capacidad suficiente para absorber la demanda. De lo contrario, el aeropuerto puede convertirse en un 'cuello de botella' que frene el desarrollo de su entorno.

Por otro lado, el transporte aéreo vive una revolución tecnológica sin precedentes. En este escenario, la innovación es una palanca esencial para avanzar hacia aeropuertos más sostenibles y digitales, capaces de responder a las expectativas de los distintos grupos de



interés y de una sociedad cada vez más concienciada con el medio ambiente. Innovar permite mejorar la experiencia, ganar eficiencia y mantener el liderazgo en un mercado cada vez más competitivo.

Este horizonte está redefiniendo cómo operan los aeropuertos y el papel que desempeñan como piezas estratégicas de la movilidad global del futuro.

### **Evolución competitiva del sector aeroportuario**

El proceso de liberalización de las compañías aéreas en la Unión Europea, iniciado en los años 70, fomentó una mayor competencia, provocando la aparición de nuevos modelos de mercado, muy competitivos, como el de las aerolíneas de bajo coste.

La actividad aeroportuaria también se ha vuelto más competitiva. Los aeropuertos compiten por atraer nuevas rutas, captar tráfico de alimentación para los grandes *hub*, responder a la competencia de otros modos de transporte y, en muchos casos, posicionar los destinos turísticos a los que sirven.

Esta competencia es especialmente intensa en las rutas de largo radio. En ese terreno, los aeropuertos buscan consolidarse como puntos de conexión para pasajeros en tránsito, ofreciendo conexiones ágiles y servicios de valor añadido que mejoren la experiencia del pasajero.

La capacidad de un aeropuerto para atraer pasajeros en conexión depende, en primer

lugar, de su ubicación y de la calidad de sus instalaciones, así como de la eficiencia de sus operaciones. Las tarifas también influyen, aunque no son el único factor: en el caso de Aena, son especialmente competitivas, con costes de escala en torno a un 40-50 % por debajo de otros grandes operadores europeos. En conjunto, estos elementos pesan en la decisión de aerolíneas y pasajeros a la hora de elegir un punto de tránsito.

Por ello, las empresas aeroportuarias deben adaptarse a unas exigencias de mercado cada vez mayores: dimensionar bien sus infraestructuras, mantenerlas modernas y seguras, y ofrecer un servicio de calidad, alineado con los nuevos hábitos y expectativas de los pasajeros.

En este escenario, los modelos de gestión aeroportuaria deben evolucionar para responder a los requerimientos del mercado y de la sociedad, con una visión estratégica y de largo plazo.

### **Aparición de grandes grupos aeroportuarios internacionales**

En los últimos 25 años, la industria aeroportuaria ha pasado de un esquema de propiedad completamente público a una mayor apertura a la participación privada. Este cambio ha impulsado nuevos modelos de gestión y ha obligado a adaptar los marcos tarifarios a la nueva realidad.

Como resultado, los gestores aeroportuarios han ampliado su papel: han dejado de ser

Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas, Terminal 4.



solo operadores de infraestructuras y proveedores de servicios para convertirse en empresas que compiten, invierten y generan valor. Su contribución a la conectividad y al desarrollo económico es hoy una de sus principales señas de identidad.

Hoy coexisten múltiples modelos de explotación y distintas estructuras accionariales. Este contexto ha favorecido la creación y consolidación de grandes grupos internacionales con capacidad para generar valor no solo para sus accionistas, sino también para la sociedad.

Un ejemplo claro es Europa: muchos aeropuertos han dejado de verse como simples instalaciones para operar vuelos y se han consolidado como empresas independientes y diversificadas. De ahí el aumento de la participación privada: hoy, en torno al 76 % del tráfico aéreo europeo está gestionado por aeropuertos que al menos parcialmente cuentan con capital privado.

Si miramos a algunos grandes operadores europeos (con la excepción de Vinci Airports, integrado en el grupo industrial Vinci), como Fraport, Amsterdam Schiphol, Múnich o Aéroports de Paris, encontramos modelos de propiedad mixta (público-privada) con mayoría pública, ya sea estatal, regional o local.

Estos grupos se han asentado como referentes mundiales en la gestión y el desarrollo de infraestructuras, con inversiones en distintas regiones y una aportación relevante a la modernización de otras áreas geográficas, en especial en Iberoamérica.

En general, estas empresas reconocen el valor de las redes y de los grupos aeroportuarios por las ventajas que pueden aportar. Entre otras, ayudan a sostener aeropuertos regionales con menor tráfico y generan economías de escala y de alcance gracias a la diversidad de actividades y tipologías de aeropuertos. En España, el modelo en red de Aena es un ejemplo de esta lógica.

Estas ventajas se concretan en sinergias como: mayor eficiencia en costes, más resiliencia ante imprevistos y menor exposición al riesgo gracias a la diversificación (geográfica y de negocio), intercambio de conocimiento y mejores prácticas, especialización de la oferta de servicios, integración más rápida de nuevos activos internacionales y desarrollo de estrategias y procedimientos para nuevas líneas de negocio.

Varios estudios respaldan el modelo de gestión en red. Por ejemplo, Value Creation by Airport Groups (2022), elaborado por ACI junto con ICF y Oxford Economics, señala que los principales grupos aeroportuarios transportaron el 29 % de los pasajeros y el 23 % de la carga mundial en 2019. Europa lidera este ámbito, con 16 de estas compañías globales (de un total de 27).

## Los orígenes de Aena

Para entender el modelo actual de gestión aeroportuaria en España conviene repasar su evolución histórica. En ese recorrido destacan tres hitos:



- » La adopción del modelo en red, entendido como la mejor forma de proteger el interés general a lo largo de sus distintas etapas.
- » La transformación de Aena en Sociedad Mercantil Estatal (SME) y la adscripción de los activos aeroportuarios como bienes patrimoniales de la compañía.
- » La privatización del 49 % de la compañía y su salida a bolsa.

En el contexto de la liberalización del transporte aéreo europeo a finales de los años ochenta, Aena nace en 1991 como ente público bajo la denominación Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, origen del acrónimo Aena. En esa organización se integraban los aeropuertos de interés general y los servicios de ayudas a la navegación y control de la circulación aérea.

En sus primeros años, Aena impulsó una amplia modernización de las instalaciones aeroportuarias y de los sistemas de navegación

aérea. Ese esfuerzo situó a la red española entre las más avanzadas de nuestro entorno y reforzó su posición en la gestión del control del tráfico aéreo internacional.

Entre finales del siglo XX y el inicio del nuevo milenio, Aena desarrolló el modelo comercial de su red y comenzó a desplegar actividad internacional. En esos años entraron en funcionamiento grandes infraestructuras, como la Terminal T4 (y dos nuevas pistas) del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas en 2006 y la Terminal T1 del Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat en 2009, además de grandes inversiones en otros aeropuertos.

Más adelante, el Real Decreto-ley 13/2010, de actuaciones en el ámbito fiscal, laboral y liberalizadoras para fomentar la inversión y la creación de empleo, determinó la creación de una Sociedad Mercantil Estatal denominada Aena Aeropuertos, S.A., germen de la actual Aena, S.A. Esta nueva sociedad asumió las

Interior del edificio terminal del Aeropuerto de Málaga-Costa del Sol.



funciones y obligaciones que ejercía la entidad pública empresarial AENA en materia de servicios aeroportuarios. Al mismo tiempo, la E.P.E. Aena continuó existiendo y mantuvo sus competencias en navegación aérea (la actual ENAIRE).

Ese Real Decreto-ley fijó las bases del modelo vigente: la creación de Aena Aeropuertos, S.A., la salida a bolsa, el régimen jurídico de la futura Aena, S.A., la configuración del patrimonio aeroportuario, la separación entre aeropuertos y navegación aérea, y los Comités de Coordinación Aeroportuaria.

En virtud del artículo 9.2 del citado RDL, los bienes, derechos, deudas y obligaciones aeroportuarias de la Entidad Pública Empresarial Aena vinculados a la gestión aeroportuaria (incluidos los servicios de tránsito aéreo de aeródromo) se integraron en el patrimonio de la sociedad Aena Aeropuertos, S.A. Fue una decisión clave que marcó un punto de inflexión en el modelo de gestión aeroportuaria español.

Tras un proceso de optimización de la gestión y reajuste financiero, y con la aprobación de la Ley 18/2014 –un marco normativo aún vigente y de gran relevancia para la red de aeropuertos de interés general–, en febrero de 2015 se produjo la salida a bolsa del 49 % del capital social de Aena, S.A.

El crecimiento ha sido notable: de los 90 millones de pasajeros comerciales transportados en 1994 en 40 aeropuertos, se ha pasado en 2025 a 320,8 millones de pasajeros en 46 aeropuertos y 2 helipuertos. Esto supone una tasa media anual del 4,2 % en el periodo.

El modelo en red, seña de identidad de la compañía desde su nacimiento, se ha ido consolidando a lo largo de estas tres décadas. Su fortaleza se ha puesto especialmente de manifiesto en momentos de crisis externas, como la crisis financiera internacional de finales de los 2000 o la pandemia (2020-2021).

Gracias a este proceso de transformación, Aena se ha consolidado como uno de los principales grupos aeroportuarios del mundo. Hoy se presenta como una compañía robusta, eficiente y rentable, además de un motor para la actividad turística y el desarrollo económico y social de los territorios en los que opera.

Además, como sociedad mercantil estatal cotizada, desarrolla su actividad con recursos

## Gracias a su proceso de transformación, Aena se ha consolidado como uno de los principales grupos aeroportuarios del mundo

propios (ingresos regulados y no regulados, estos últimos principalmente comerciales), sin recurrir a los Presupuestos Generales del Estado. Su financiación procede de su actividad y de su acceso a los mercados.

### La Aena de hoy en España

La red de Aena en España –46 aeropuertos y 2 helipuertos, con infraestructuras muy diversas (*hubs*, aeropuertos turísticos y regionales, aviación general, helipuertos)– contribuye a la cohesión territorial y al desarrollo económico.

Tal y como ya se ha indicado, la regulación aeroportuaria española ha apostado desde el origen por el modelo en red como garantía del interés general. Gracias a las sinergias del conjunto, incluso los aeropuertos con menor tráfico pueden mantenerse operativos, lo que ayuda a asegurar la movilidad de los ciudadanos. Además, el marco regulador exige eficiencia y ha contribuido a mantener tarifas competitivas, inferiores a las de otros grandes aeropuertos europeos. Tras la pandemia, Aena ha vuelto a registrar récords históricos de tráfico.

Este marco regulatorio, basado en la normativa europea, define qué servicios puede prestar el gestor aeroportuario, cómo se fijan las tarifas, qué inversiones deben ejecutarse y qué obligaciones de servicio deben cumplirse. Su objetivo es garantizar una gestión eficiente de la red como servicio de interés económico general, contribuyendo a la movilidad y a la cohesión económica, social y territorial.

La legislación busca transparencia y estabilidad: limita incrementos arbitrarios de tarifas y exige que cualquier ajuste responda a criterios técnicos y normativos. Esa previsibilidad aporta certidumbre a aerolíneas y al resto de actores del sector.

Además, se fijan requerimientos específicos de calidad y sostenibilidad que el gestor aeroportuario debe cumplir.

En la práctica, este marco ofrece a las compañías aéreas estabilidad y capacidad de previsión, similar a la que existe en otros sectores regulados (por ejemplo, el eléctrico).

Más allá de las cifras, la experiencia acumulada en la gestión de infraestructuras permite operar con altos niveles de seguridad y continuidad del servicio, incluso con volúmenes de tráfico elevados, y ofrecer estándares de calidad exigentes.

En los últimos años, marcados por episodios con fuerte impacto en el sector, Aena ha tenido que responder a incidencias críticas imprevistas. La capacidad de adaptación operativa se ha convertido, de hecho, en un elemento diferencial en un entorno cada vez más exigente.

Hoy, los aeropuertos de Aena avanzan hacia un modelo más sostenible y personalizado, apoyado en tecnología. La monitorización inteligente y la automatización permiten operar con mayor agilidad, eficiencia y seguridad, al tiempo que se mejora la experiencia del

pasajero mediante canales digitales y servicios más adaptados.

En ese camino, la inteligencia artificial (IA) y las nuevas herramientas digitales pueden marcar la diferencia. Pero su despliegue no es solo una cuestión tecnológica: exige evolucionar capacidades profesionales, procesos y cultura organizativa para orientar los servicios, cada vez más, a las necesidades del cliente.

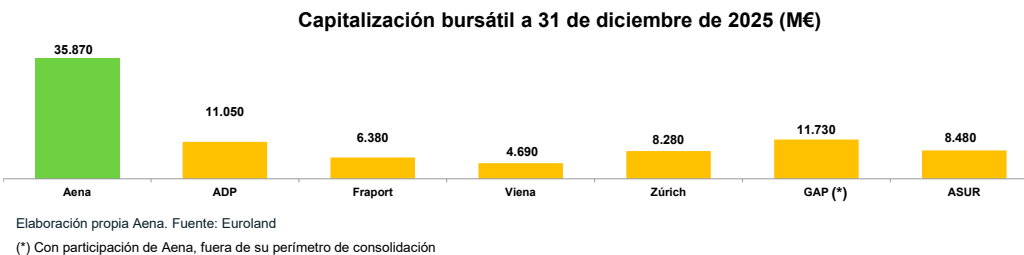
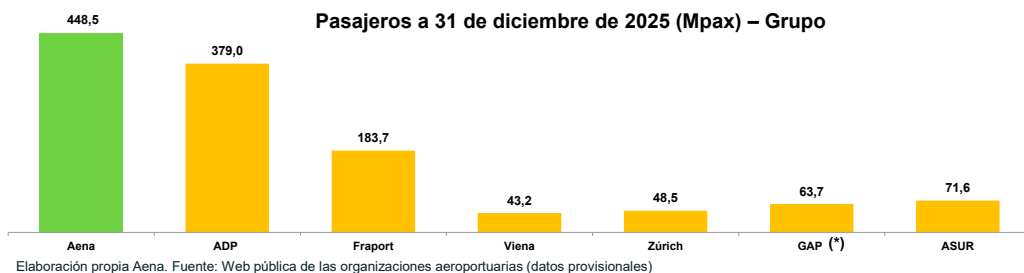
La sostenibilidad es otro eje central de esta visión. Aena orienta parte de su innovación a reducir el impacto ambiental de la actividad aeroportuaria y a promover un uso más responsable de los recursos.

En un contexto en el que el cambio climático es uno de los grandes retos globales, el sector del transporte aéreo también está llamado a acelerar su transformación.

En Aena, este compromiso se ha integrado desde hace años como un eje transversal de la estrategia y se comunica de forma periódica y transparente. Se concreta en instrumentos como el Plan de Acción Climática y la Estrategia de Sostenibilidad, con objetivos como alcanzar en 2026 la neutralidad de carbono y ser



Aeroporto de Congonhas, Sao Paulo (Brasil).



Gráfica 1. Líderes mundiales en gestión aeroportuaria.

Net Zero Carbon (0 emisiones netas) en 2030, adelantando 20 años el compromiso global del sector.

### Aena como gran operador internacional

La actividad de Aena en España y su diversificación internacional –con participación en la gestión de 32 aeropuertos en el exterior, a los que recientemente se han unido tres más (Newcastle, Leeds-Bradford y Río de Janeiro-Galeão)– se apoya en las fortalezas del modelo de gestión en red. Este enfoque aporta beneficios a sus grupos de interés y refuerza su posición competitiva. Actualmente, Aena cuenta con participaciones en cuatro países que, a medio y largo plazo, estarán entre los diez con más pasajeros del mundo (España, Brasil, Reino Unido y México).

De acuerdo con el Plan Estratégico vigente, Aena Desarrollo Internacional monitoriza de forma continua los activos disponibles en el mercado global y evalúa su encaje con criterios de oportunidad, calidad y rentabilidad.

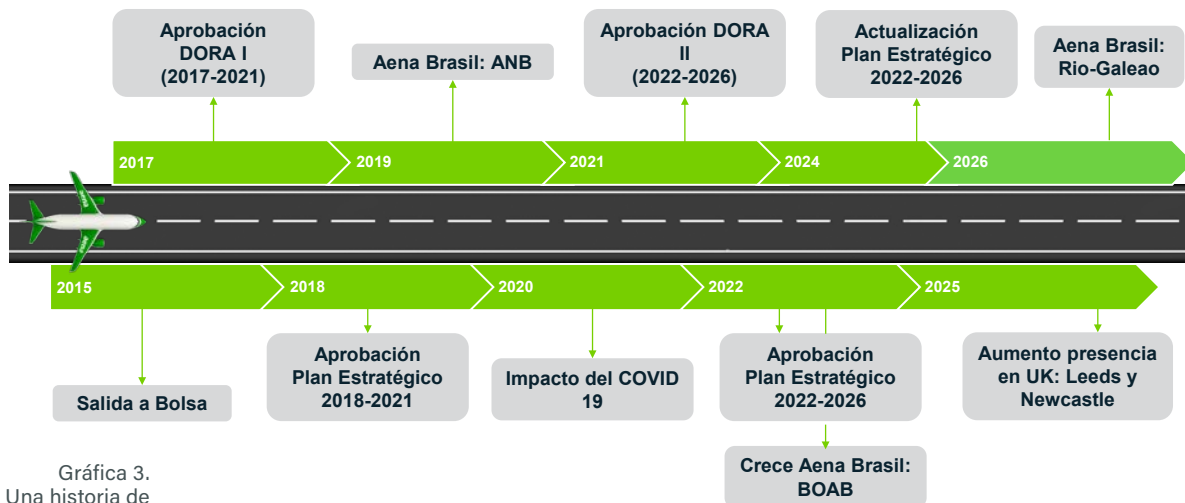
Aena se ha convertido así en el operador aeroportuario líder mundial por número de pasajeros y en términos de capitalización bursátil (*Gráfica 1*), habiendo movido en su conjunto más de 448 millones de pasajeros en 2025, una cifra comparable a la población de la Unión Europea.

De hecho, los dos principales centros de conexión (*hubs*) de Aena, los aeropuertos internacionales Adolfo Suárez Madrid-Barajas y Josep Tarradellas Barcelona-El Prat, se encuentran entre los cinco aeropuertos más importantes de la Unión Europea por volumen de tráfico (*Gráfica 2*).

	Aeropuerto	2025 Mpax	2024 Mpax	% 25s/24
1	Aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle, Francia (CDG)	72	70,3	+2,5%
2	Amsterdam Airport Schiphol, Países Bajos (AMS)	68,8	66,8	+2,9%
3	Aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid-Barajas, España (MAD)	68,2	66,2	+3,0%
4	Flughafen Frankfurt/Main, Alemania (FRA)	63,2	61,6	+2,6%
5	Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat, España (BCN)	57,5	55	+4,4%
6	Aeroporto di Roma-Fiumicino, Italia (FCO)	50,9	48,9	+4,5%
7	Flughafen München Franz Josef Strauß, Alemania (MUC)	43,4	41,6	+4,4%
8	Dublin Airport, Irlanda (DUB)	36,4	34,6	+5,2%
9	Aeroporto de Lisboa, Portugal (LIS)	36,1	35,1	+2,8%
10	Aéroport de Paris-Orly, Francia (ORY)	34,9	33,1	+5,5%

Elaboración propia Aena. Fuente: información publicada por los aeropuertos

Gráfica 2. Dos aeropuertos de Aena en el Top 10 de la Unión Europea.



Gráfica 3. Una historia de éxito desde su salida a bolsa.

En definitiva, Aena, el gran operador de infraestructuras aeroportuarias a nivel global es el resultado de una extraordinaria evolución y un crecimiento en paralelo al progreso de la sociedad y la economía de España en los últimos once años tras su salida a Bolsa en febrero de 2015 (Gráfica 3).

### Aena ante un proceso inversor clave para su futuro

Entre 2000 y 2011, coincidiendo con la puesta en servicio de nuevas infraestructuras en los dos grandes hubs de la red (Adolfo Suárez Madrid-Barajas y Josep Tarradellas Barcelona-El Prat), Aena invirtió más de 16 700 millones de euros (una media anual de 1393 millones). Ese esfuerzo dotó a la red de capacidad que ha permitido absorber el crecimiento de los años posteriores (Gráfica 4).

El tráfico de la red de Aena en España pasó de 140,9 millones de pasajeros en 2000 a 321,6 millones en 2025 (+128,3 %). El crecimiento medio anual compuesto (CAGR) fue del +3,4 % en el conjunto, con diferencias

entre el tráfico nacional (+2,1 %) y el internacional (+4,1 %) (Gráfica 5). Todo ello se ha producido pese a crisis internacionales de distinta naturaleza y a la competencia del ferrocarril de Alta Velocidad en los corredores peninsulares.

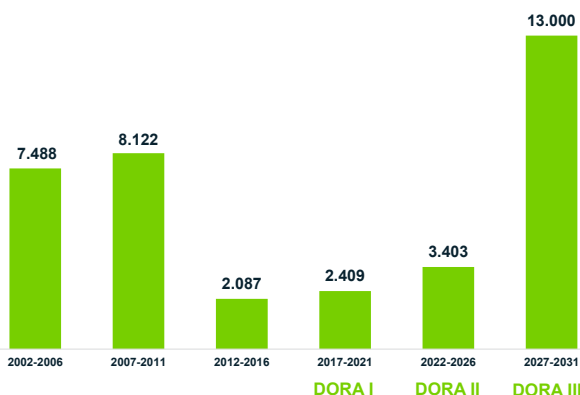
Sin embargo, para el periodo 2015-2025 las inversiones reguladas se limitaron a unos 450 millones de euros anuales como consecuencia de una disposición transitoria al inicio del nuevo marco regulador y por considerarse que existía capacidad suficiente. Con el repunte del tráfico, algunos aeropuertos están teniendo dificultades para atender la demanda en franjas punta, y ciertas instalaciones se acercan a su límite teórico.

Como referencia, la capacidad teórica de los aeropuertos de Aena en España recogida en el vigente Documento de Regulación Aeroportuaria (DORA) es de 335 millones de pasajeros (M<sub>pax</sub>). En 2025 se alcanzaron casi 322 millones, una cifra que muestra que el margen se ha estrechado en parte de la red.

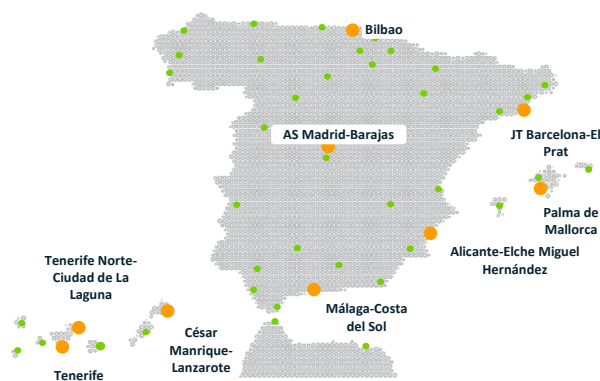
En estas condiciones, los aeropuertos ya no podrán crecer al mismo ritmo que la demanda

Gráfica 4. Aena está preparada para afrontar un necesario e importante proceso inversor en los próximos años.

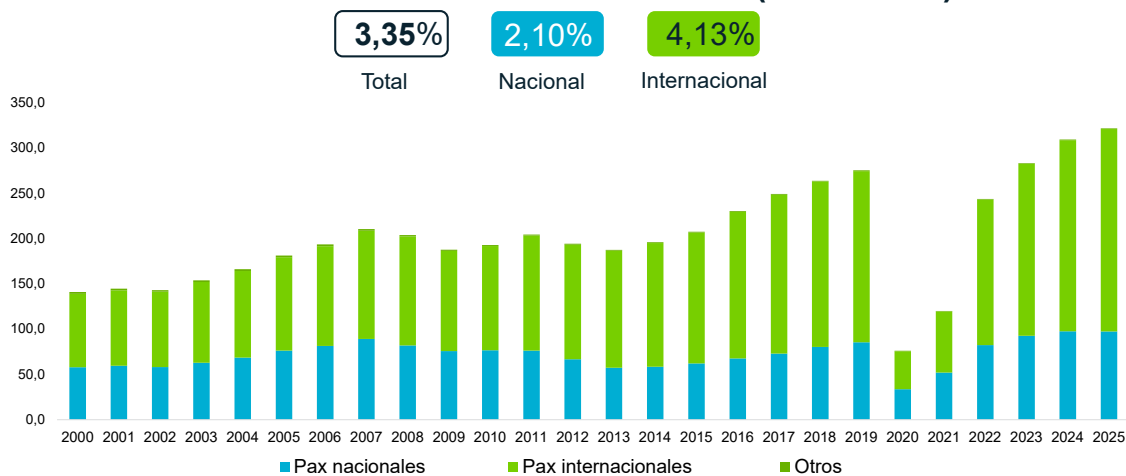
### Inversiones por quinquenios (M€)



Elaboración propia a partir de estadísticas internas de Aena



## Crecimiento medio anual acumulado (2000-2025)



Elaboración propia a partir de estadísticas internas de Aena

Gráfica 5. Extraordinaria evolución del tráfico.

operativa de las aerolíneas. Por ello, una vez superadas las limitaciones regulatorias, resulta necesario iniciar un nuevo ciclo inversor que aumente la capacidad y permita atender la demanda con garantías de seguridad y calidad.

En este sentido, Aena lleva tiempo trabajando en el tercer DORA, que abarcará el periodo 2027-2031 y será exigente en términos cuantitativos y cualitativos. En septiembre de 2025, la compañía anunció una propuesta de inversiones de 12 888 M€, de los cuales 9991 millones corresponden a inversiones reguladas, mientras que el resto se destinará a actuaciones no reguladas (principalmente vinculadas a la actividad comercial). El esfuerzo inversor continuará previsiblemente en el siguiente periodo, el DORA 4, ya que algunas ampliaciones (Madrid, Barcelona, Alicante, Málaga, Menorca, Tenerife Norte y Sur, etc.) necesariamente se extenderán más allá del DORA 3.

Las inversiones previstas buscan, además, reforzar la competitividad y la sostenibilidad del sistema aeroportuario. Al mismo tiempo, cada actuación debe evaluar su impacto ambiental y plantear soluciones para minimizarlo y, en su caso, compensarlo.

La planificación de inversiones sigue un procedimiento regulado que incluye un periodo de consultas con las compañías aéreas. El objetivo es priorizar las actuaciones necesarias para no limitar el crecimiento y atender la demanda prevista, evitando obras que no aporten valor. Para las aerolíneas, contar con un marco predecible es clave a la hora de invertir en flota y rutas, y el sistema regulatorio español está orientado a proporcionar esa estabilidad.

No se trata de atender solo la demanda de los próximos cinco años, sino de planificar con horizonte de décadas, como ya se hizo hace 25 años. Por ello, a pesar de un contexto internacional inestable, Aena considera que la situación actual no compromete los objetivos estratégicos de su propuesta. El diseño incorpora escenarios de sensibilidad ante riesgos macroeconómicos, energéticos y geopolíticos. En este contexto, Aena debe mantener su planificación con rigor técnico y evitar decisiones precipitadas.

En suma, el nuevo ciclo inversor pretende preparar la red para una demanda cada vez más global. Aunque según previsiones de ACI para 2025-2054, el centro de gravedad del tráfico seguirá desplazándose hacia Asia-Pacífico y Oriente Medio, con una pérdida relativa de peso de Europa en los grandes rankings, España sería el único país europeo que se mantendría en el ranking mundial de los de mayor volúmenes de tráfico durante todo ese periodo.

Y es que España parte de una ventaja estructural: es una potencia turística de primer orden y se sitúa segunda del mundo en el Travel & Tourism Development Index del Foro Económico Mundial, solo por detrás de Estados Unidos. Este índice mide la competitividad turística considerando criterios como la seguridad, las infraestructuras de transporte y comunicaciones o los atractivos del destino, entre otros.


Todo ello refuerza la necesidad de que la red aeroportuaria española crezca de forma sostenible, ordenada y programada. Las ampliaciones deben ejecutarse de manera acompañada, apoyadas en un marco regulatorio estable que aporte certidumbre a aerolíneas, territorios y entorno. ✈️

Del servicio esencial al liderazgo global

# ENAI redefine la navegación aérea



Torre de control del Aeropuerto Seve Ballesteros-Santander.



En un entorno global marcado por el crecimiento del tráfico aéreo, la transformación digital y los retos de sostenibilidad y resiliencia, ENAIRE impulsa una ambiciosa hoja de ruta para redefinir la navegación aérea en España y reforzar su proyección internacional. El Plan de Vuelo 2030 sitúa a los servicios de navegación aérea como eje central de la estrategia, integrando excelencia operativa, innovación tecnológica y colaboración global. Desde esta base, ENAIRE avanza hacia nuevos modelos de negocio, alianzas internacionales y un posicionamiento sólido como actor clave del sistema aeronáutico europeo y mundial.

- Texto: Alejandro Muñiz Delgado, periodista de ENAIRE

La gestión del tránsito aéreo atraviesa una etapa de transformación profunda a escala mundial con la mirada siempre puesta en conflictos y crisis que puedan afectarle. El crecimiento sostenido del tráfico, la incorporación de nuevos usuarios del espacio aéreo, la presión regulatoria para avanzar hacia un modelo más eficiente y sostenible y el impacto de la digitalización están redefiniendo el papel de los proveedores de servicios de navegación aérea. En este contexto, ENAIRE, gestor estatal de la navegación aérea en España, ha definido una hoja de ruta ambiciosa y coherente para afrontar los retos del presente y anticipar los del futuro: el Plan Estratégico Plan de Vuelo 2030 (PV2030).

El Plan se estructura en torno a seis objetivos estratégicos: seguridad; calidad y resiliencia de servicios; movilidad aérea sostenible; negocio e internacionalización; competitividad y eficiencia, y transformación y modernización. A su vez, éste se compone de 52 planes con sus correspondientes iniciativas, pero ponemos ahora el foco en los servicios, los negocios y la internacionalización de ENAIRE. No estamos únicamente ante una actualización estratégica, sino ante una redefinición integral del modelo de provisión de servicios de navegación aérea. Parte de una visión global en la que la capacidad, la seguridad, la sostenibilidad y la resiliencia se abordan de forma coordinada, alineándose con los grandes marcos europeos, en particular con el Airspace Architecture Study Transition Plan (AAS TP) de la SESAR Joint Undertaking y el Operational Excellence Programme (OEP) de EUROCONTROL. El objetivo es claro: garantizar que la red de ENAIRE pueda absorber el crecimiento de la demanda sin comprometer la seguridad, la calidad del servicio ni el compromiso medioambiental.

### Capacidad, eficiencia y sostenibilidad

Desde esta perspectiva, el aumento de capacidad del espacio aéreo no se concibe de forma aislada, limitada al incremento de sectores o recursos individuales, sino como un enfoque sistémico que combina planificación estratégica, reorganización del espacio aéreo, gestión

## Un enfoque sistémico optimiza la capacidad del espacio aéreo mediante planificación, tecnología y gestión del tráfico y ajusta su demanda con la máxima seguridad

avanzada de flujos de tráfico, uso intensivo de datos y nuevas tecnologías. Esta visión permite aprovechar toda la capacidad disponible en función de la demanda real, garantizando siempre los máximos niveles de seguridad y calidad del servicio.

ENAIRE, como entidad de servicios, sitúa los servicios de navegación aérea en el centro de la estrategia de transformación de la entidad, entendiendo que la excelencia operativa es la base sobre la que se construyen tanto el liderazgo internacional como el desarrollo de nuevas líneas de negocio.

El área de los servicios de gestión de tráfico aéreo, que contempla cinco subplanes estratégicos, abarca desde el incremento de la capacidad hasta la mejora de la gestión de la meteorología adversa y del servicio de información de vuelo, reforzando la seguridad y la eficiencia de la operación diaria sin comprometer la seguridad ni las operaciones.

La reestructuración del espacio aéreo constituye el segundo gran eje. ENAIRE impulsa una adaptación continua del diseño del espacio aéreo a las necesidades reales del tráfico, incorporando de forma progresiva la navegación basada en prestaciones (PBN). Este enfoque permite optimizar rutas y procedimientos de salida y llegada, reducir trayectorias ineficientes, disminuir el consumo de combustible y avanzar hacia una aviación más sostenible con mayor interoperabilidad. Además se consigue una racionalización de la red de radioayudas gracias a la navegación EGNOS, el sistema europeo de aumentación basado en satélites, que mejora la precisión y fiabilidad de las señales GPS y Galileo, en cuyo despliegue participa ENAIRE activamente con su filial ESSP.

El tercer plan estratégico se centra en la evolución de la gestión de afluencia,



Controlador aéreo en la torre del Aeropuerto de Málaga-Costa del Sol.

reforzando la capacidad del sistema para gestionar de forma anticipativa y colaborativa el crecimiento de la demanda. La gestión del tráfico se apoya cada vez más en el uso intensivo de datos, la predicción y la coordinación entre cada parte, contribuyendo a una navegación aérea más segura, eficiente y resiliente.

La gestión de la meteorología adversa ocupa un lugar destacado en el cuarto plan, abordando de forma integral uno de los principales factores de incertidumbre operativa. Se desarrollan herramientas, mecanismos y procedimientos que aseguran el acceso a información meteorológica fiable y oportuna, minimizando el impacto de fenómenos adversos en la seguridad y continuidad de las operaciones.

Por último, el quinto plan impulsa la mejora del Servicio de Información de Vuelo, elevando la calidad y fiabilidad de la información proporcionada a los usuarios del espacio aéreo y reforzando la seguridad operacional en todos los entornos de vuelo.

El plan estratégico también contempla desarrollar los negocios no regulados con un mayor catálogo de servicios. Este eje se articula en tres planes: el desarrollo del negocio no regulado a través de ENAIRE Global Services, la gestión y evolución de empresas participadas como ESSP o Startical, y el desarrollo comercial de nuevos productos y servicios

ATMCNS altamente demandados en el mercado internacional, que permiten a ENAIRE participar en la provisión de servicios críticos a escala global, compartiendo riesgos y aprovechando alianzas público-privadas.

### Un sistema, una red

En un sistema tan interconectado como el de la navegación aérea, la supervisión global de la red y la capacidad de respuesta ante incidencias son elementos críticos. El Área

Avión en el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.



de Servicios y Supervisión de Red contribuye decisivamente a la transformación digital de ENAIRE, mejorando tanto la prestación de servicios centralizados como la supervisión y coordinación de la red en su conjunto.

EYWA es el principal motor de esta transformación. Nuestra aplicación EYWA se concibe como un ecosistema capaz de integrar datos procedentes de los distintos servicios de navegación aérea y analizarlos tanto en tiempo real como en histórico. Esta capacidad proporciona una visión global y compartida del estado de la red, facilitando la toma de decisiones operativas, tácticas y estratégicas.

Además se contempla la evolución de SYSRED y la oportunidad de adaptar el Área de Servicios y Supervisión de Red a las necesidades actuales de ENAIRE, al tiempo que sienta las bases para su desarrollo futuro, garantizando que pueda responder con flexibilidad a los nuevos retos del sistema. Sin olvidar el refuerzo de la resiliencia operacional para garantizar la continuidad y seguridad de los servicios ATS/CNS ante cualquier situación que pueda dificultar el acceso a las

dependencias operativas o generar una contingencia, protegiendo tanto al personal como a los medios técnicos.

### Información aeronáutica

ENAIRE, como proveedor oficial de la información aeronáutica, un elemento fundamental para la seguridad en la navegación aérea, trabaja por su calidad, rigor y pone la disposición conforme a los estándares internacionales, asegurando que todos los actores dispongan de una visión común, precisa y actualizada del sistema. El Plan de Vuelo 2030 impulsa este ámbito con la automatización de los sistemas digitales, avanzando en la evolución del sistema ICARO para consolidar en un único repositorio la información de plan de vuelo, meteorológica y aeronáutica. Esta integración mejora la coherencia de los datos y reduce riesgos asociados al tratamiento manual de la información. Y, por otra parte, aborda la transición definitiva hacia la gestión de la información aeronáutica (AIM), garantizando que los datos necesarios para la seguridad, regularidad, economía y eficiencia del sistema ATM mundial

Pantallas en la torre de control del Aeropuerto de Santiago-Rosalía de Castro.



estén siempre disponibles. La digitalización y los procesos de control de calidad reducen significativamente el riesgo humano y refuerzan la integridad de la información.

### Drones y nuevos usuarios

El Plan de Vuelo 2030 incorpora de forma decidida los servicios a drones y nuevos usuarios del espacio aéreo, anticipando una evolución del sistema hacia un entorno cada vez más diverso y complejo. ENAIRE define tres planes estratégicos específicos para este ámbito.

El primero se centra en el concepto U-space y la movilidad aérea innovadora, con la certificación y puesta en operación de los servicios CISP (proveedor de servicios de información común) y USSP (proveedor de servicios U-space), de acuerdo con la normativa europea. Este enfoque permite integrar de forma segura las operaciones no tripuladas en el espacio aéreo.

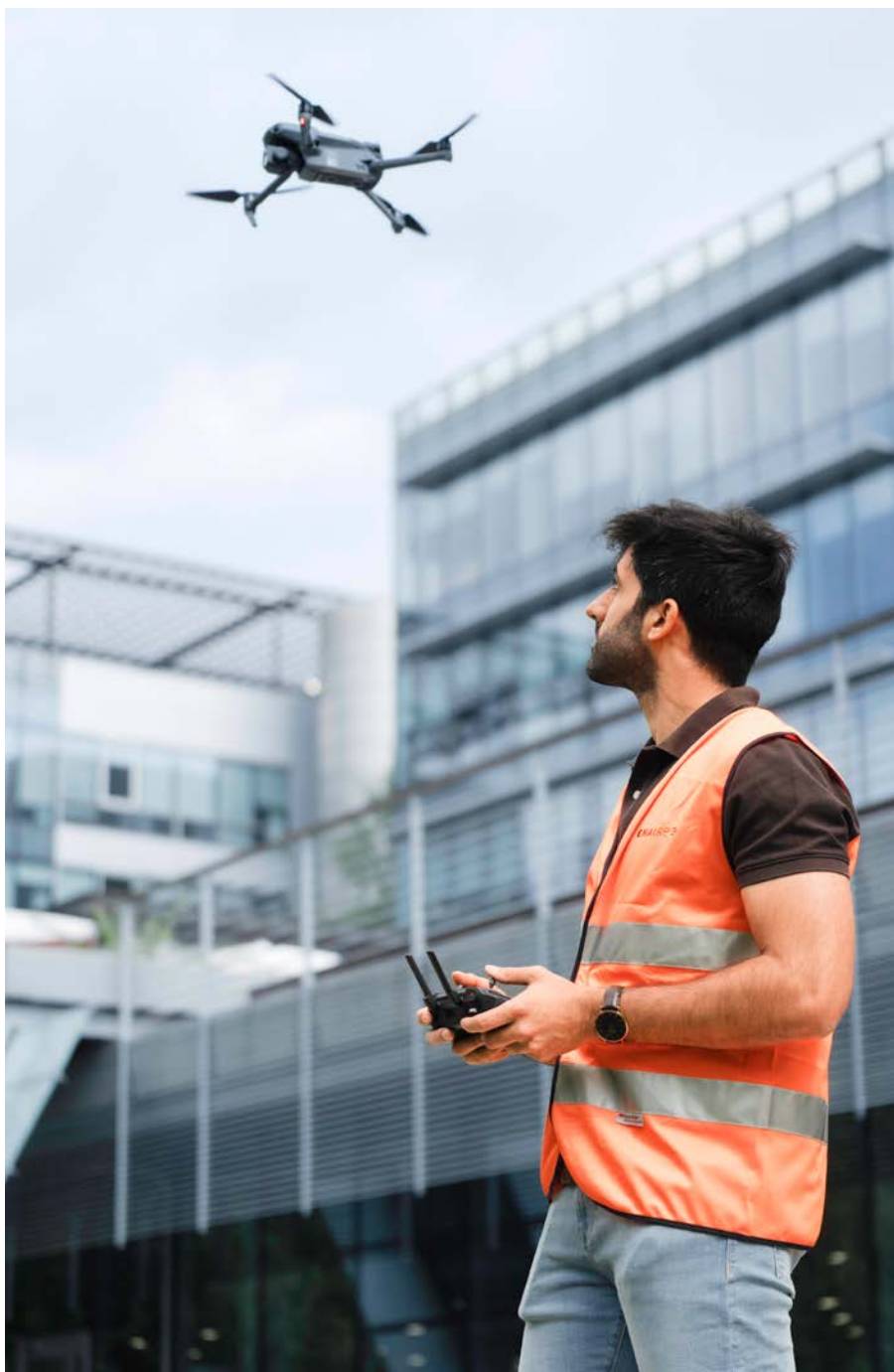
El segundo plan impulsa el desarrollo de servicios basados en drones, aprovechando estas plataformas como herramientas al servicio de la navegación aérea y explorando su potencial de comercialización a terceros.

El tercero establece las bases organizativas y tecnológicas para la gestión del tráfico espacial y de las operaciones de gran altitud (HAOSTM), preparando a ENAIRE para la integración de un nuevo dominio operativo en el espacio aéreo español.

### ENAIRE Global Services for Aviation

La creación de ENAIRE Global Services for Aviation (EGS) supone un hito clave en la evolución del modelo de ENAIRE. Esta sociedad mercantil estatal nace con un objetivo claro: impulsar la internacionalización de ENAIRE y reforzar su presencia en el mercado global de servicios de navegación aérea, permitiendo operar con mayor agilidad y competitividad en el ámbito no regulado.

EGS posibilita que ENAIRE traslade al mercado internacional el conocimiento, la experiencia y las capacidades desarrolladas durante décadas en la gestión de uno de los espacios aéreos más complejos y dinámicos de Europa. Su actividad se estructura en torno a tres grandes áreas de negocio: los servicios



Piloto con un dron.

operativos de gestión del tránsito aéreo, los servicios tecnológicos y de consultoría, y los servicios para drones y nuevos usuarios del espacio aéreo.

Desde el punto de vista estratégico, ENAIRE Global Services es también una herramienta de protección del conocimiento y de los servicios críticos, en un contexto en el que la provisión de determinados servicios,

especialmente los basados en satélite, tiende a concentrarse en manos de grandes consorcios multinacionales. A través de EGS, ENAIRE mantiene capacidad de actuación, influencia y retorno industrial en este nuevo escenario, reforzando al mismo tiempo la Marca España en el ámbito aeronáutico.

### Liderazgo, alianzas y gobernanza global

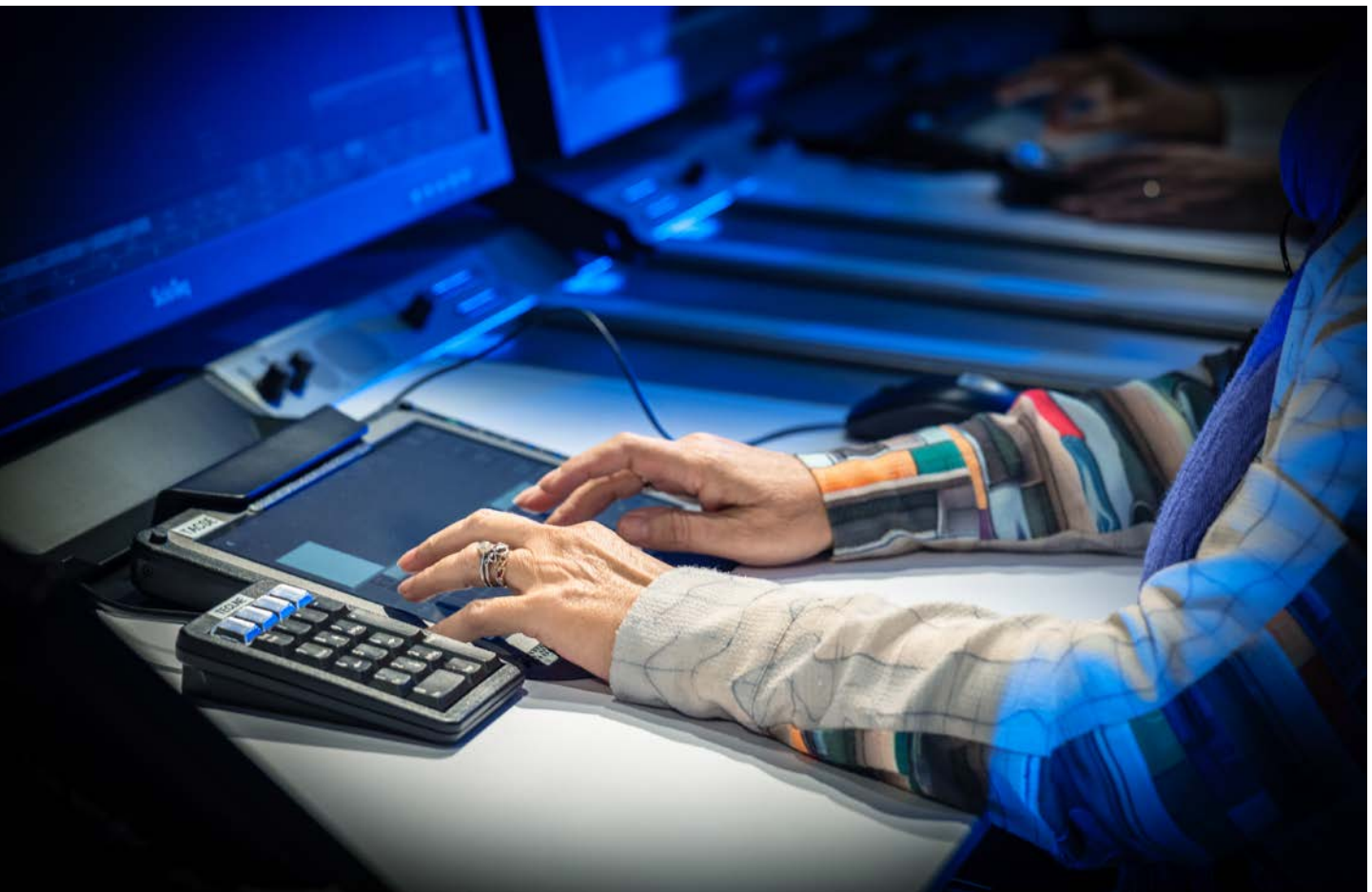
Continuando con la internacionalización, el Plan de Vuelo 2030 la entiende no solo como presencia comercial, sino también como posicionamiento estratégico e institucional en los principales foros y estructuras de decisión del sector de gestión de tráfico aéreo. El objetivo es asegurar y consolidar el liderazgo de ENAIRE como referente internacional en la gestión del tránsito aéreo.

Este eje se articula en dos planes estratégicos. El primero se orienta al posicionamiento y liderazgo internacional, participando

activamente en iniciativas emergentes de relevancia estratégica, desde la evolución del programa SESAR más allá de 2027, hasta proyectos de adquisición común de servicios ATM/CNS (gestión de tráfico aéreo/comunicación, navegación y vigilancia) y AIS (información aeronáutica). Esta participación temprana permite anticipar tendencias, influir en su diseño y aprovechar sinergias en términos de coste-eficiencia e innovación.

El segundo plan se centra en el refuerzo de la participación de ENAIRE en las estructuras de gobernanza internacional. ENAIRE tiene una presencia activa en organismos e instituciones clave como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), EUROCONTROL, la Comisión Europea o EASA, así como en las entidades responsables del despliegue y la gestión de servicios comunes del Cielo Digital Europeo, incluyendo el Gestor de Red Europeo, SESAR 3 Joint Undertaking o el SESAR Deployment Manager.

Pruebas de Automatización en iFOCUCS.



A través de esta participación, ENAIRE contribuye de manera directa a la definición de políticas, normas y estrategias que afectan al futuro del sistema ATM europeo e internacional. Esta labor se ve reforzada por la pertenencia a alianzas y asociaciones internacionales como CANSO, A6 o AEFMP (iniciativa de Argelia, Francia, Marruecos, Portugal y España junto con Túnez), que facilitan el intercambio de buenas prácticas, la definición de posiciones comunes frente a los reguladores y el desarrollo de soluciones conjuntas.

La internacionalización se completa con una red consolidada de acuerdos de cooperación con proveedores de servicios de navegación aérea de distintas regiones del mundo que abarcan iniciativas técnicas, operativas, de formación e intercambio de conocimiento. Esta red no solo amplía la presencia internacional de ENAIRE, sino que refuerza su capacidad de influencia y su

comprensión temprana de los cambios estratégicos del sector.

### El cielo en 2030

El Plan de Vuelo 2030 se articula en torno a los ejes de optimización, modernización y robustez definidos en el Plan Maestro Europeo ATM. Un elemento clave es la transición hacia una navegación plenamente basada en PBN, ya citada, en cumplimiento del Reglamento (UE) 2018/1048, que establece que en 2030 todas las fases de vuelo deberán operar bajo satélites (GNSS) como sistema principal de posicionamiento, relegando las radioayudas convencionales a escenarios de contingencia.

Con el Plan de Vuelo 2030, ENAIRE consolida una visión integrada y de largo plazo que sitúa a los servicios de navegación aérea, la innovación tecnológica y la proyección internacional como pilares para construir un cielo más seguro, eficiente, sostenible y conectado con el futuro. ✈️

Vista del interior de la torre de control del Aeropuerto de Tenerife Norte-Ciudad de La Laguna.



Conectividad, innovación y  
sostenibilidad en la nueva era de la  
aviación española

# El compromiso de Aena con la sostenibilidad



Aeronave en pista del Aeropuerto de Zaragoza.



**Aena, como gestor aeroportuario líder, sitúa la sostenibilidad en el centro de su estrategia presente y futura, convencida de que volar más lejos y cuidar mejor del planeta no sólo es posible, sino imprescindible.**

- **Texto: Amparo Brea, directora de Innovación, Sostenibilidad y Experiencia Cliente en Aena**

**D**urante más de un siglo, la aviación ha sido una de las mayores expresiones del progreso humano. Ha conectado territorios, culturas y economías; ha reducido distancias; y ha permitido que el mundo, por primera vez, se perciba como un espacio verdaderamente compartido. Hoy, en un contexto de emergencia climática y de transformación regulatoria sin precedentes, la aviación vuelve a demostrar su capacidad de adaptación, liderazgo e innovación.

La aviación española y su administración aeronáutica forman parte activa de esta historia: una historia de innovación constante, de estricta regulación y de compromiso con el interés general. Un motivo legítimo de orgullo colectivo.

### **El romanticismo de volar, cuando el cielo era promesa**

Los primeros años de la aviación estuvieron marcados por la épica y la admiración. Volar era una proeza técnica cargada de simbolismo, un privilegio reservado a unos pocos. Aeronaves pioneras, aeropuertos incipientes y tripulaciones que encarnaban la excelencia técnica y humana definieron una etapa en la que el cielo era sinónimo de promesa y futuro.

Pero incluso en esa fase temprana, la aviación nació con una vocación clara de servicio al progreso. Desde sus orígenes ha sido un sector intensivo en conocimiento, regulación y cooperación internacional. La creación de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI/ICAO) en 1944 es una muestra temprana de esa conciencia global: volar debía ser seguro, ordenado y compartido.

### **La democratización del transporte aéreo, volar para todos**

A partir de la segunda mitad del siglo XX, la aviación inició una fase de expansión sin precedentes. La llegada de aeronaves a reacción más eficientes, el desarrollo de redes aeroportuarias modernas y la estandarización de los sistemas de seguridad y navegación ampliaron progresivamente el acceso al transporte aéreo.

La verdadera democratización del avión como medio de transporte llegaría décadas más tarde con la irrupción de nuevos

modelos de negocio impulsados por las aerolíneas de bajo coste. A finales del siglo XX y comienzos del XXI, estos operadores transformaron el mercado europeo, reduciendo barreras económicas y multiplicando las oportunidades de movilidad.

El avión pasó así a formar parte de la vida cotidiana de millones de ciudadanos, impulsando el turismo, reforzando la cohesión territorial y consolidándose como un motor económico clave.

Este crecimiento no estuvo exento de retos, especialmente desde el punto de vista ambiental. Sin embargo, la respuesta del sector nunca fue la negación, sino la innovación continua. Desde los años sesenta, cada nueva generación de aeronaves ha sido significativamente más eficiente que la anterior. Los aviones comerciales modernos consumen hoy sustancialmente menos combustible por pasajero-kilómetro que los modelos a los que sustituyen gracias a mejoras aerodinámicas, estructurales y de motorización.



## La conciencia ambiental: de la eficiencia al compromiso climático

Con la entrada en el siglo XXI, la sostenibilidad dejó de ser un atributo deseable para convertirse en una exigencia social, económica y política. Lejos de eludir esta responsabilidad, la aviación fue uno de los primeros sectores globales en reconocer explícitamente su impacto climático y en articular respuestas coordinadas.

En el ámbito internacional, la OACI estructuró a partir de la década de 2010 un enfoque integral –el denominado *basket of measures*– que combina avances tecnológicos, mejoras operativas, el despliegue de combustibles sostenibles de aviación y mecanismos de mercado para la reducción de emisiones. Este marco se consolidó en 2016 con la adopción del esquema CORSIA, sentando las bases de una acción climática global, coordinada y alineada con objetivos de neutralidad climática a largo plazo.

De forma paralela, asociaciones sectoriales del transporte aéreo reforzaron desde mediados de la década de 2000 el foco en

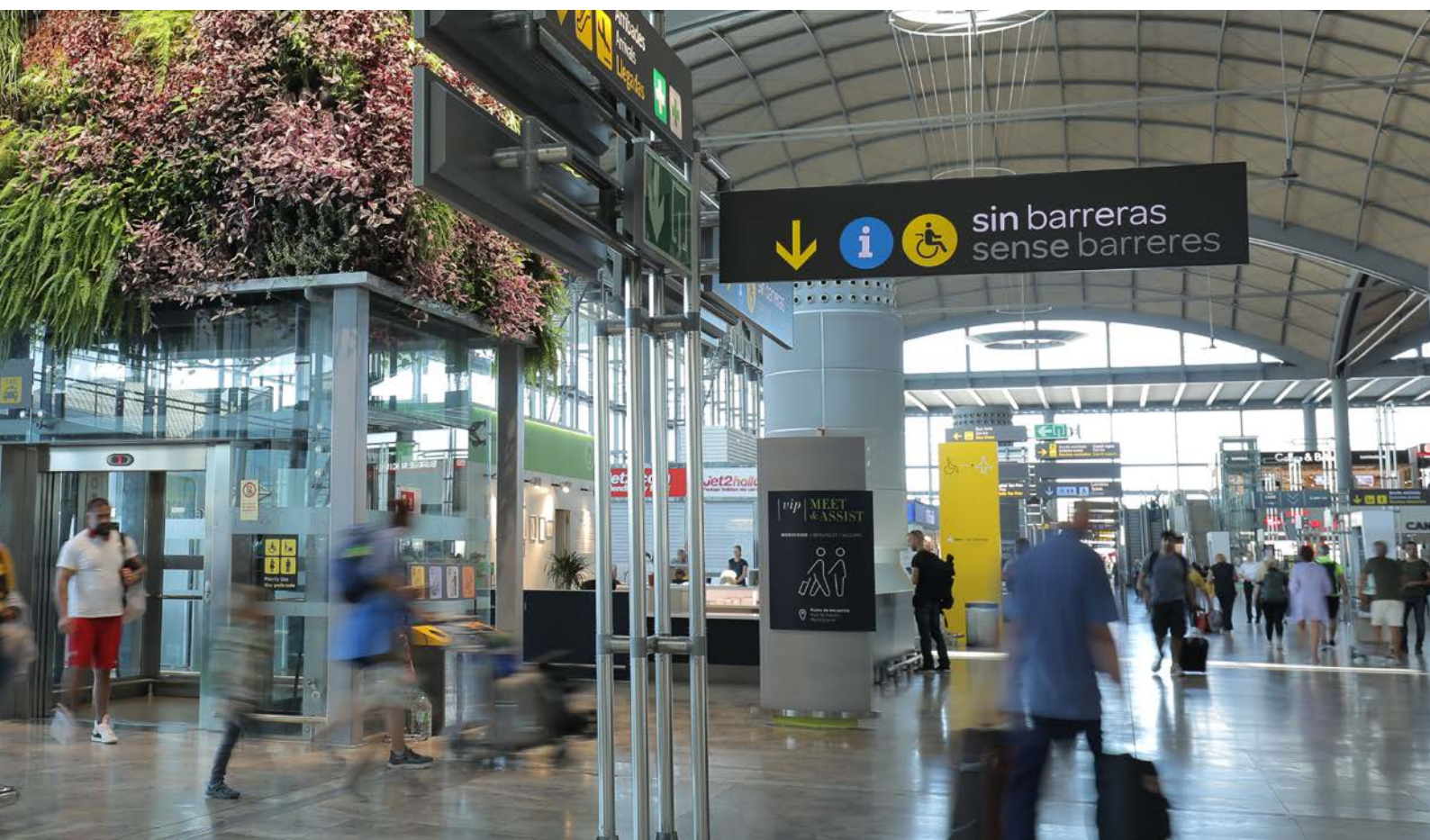
la eficiencia energética como eje estratégico de la aviación comercial, subrayando que la reducción de emisiones y la mejora de la competitividad operativa no son objetivos contrapuestos, sino plenamente convergentes. Este planteamiento cristalizó en 2021, cuando las aerolíneas se comprometieron colectivamente a alcanzar emisiones netas cero en 2050.

En el contexto europeo, este esfuerzo conjunto dio un paso decisivo con el lanzamiento en 2021 –y su actualización en 2025– de la iniciativa Destination 2050, una hoja de ruta sectorial integral que demuestra, con base técnica y económica, que es posible alcanzar una aviación europea climáticamente neutra en 2050 sin renunciar a la conectividad ni al crecimiento sostenible del transporte aéreo.

## Europa y la regulación como motor de cambio

En Europa, este compromiso se ha traducido en la última década en una de las agendas regulatorias más ambiciosas del mundo. Lejos

Edificio terminal del Aeropuerto de Alicante-Elche.



## Combustibles sostenibles de aviación (SAF)

Los SAF son combustibles producidos a partir de fuentes renovables o residuos, capaces de reducir significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con el queroseno convencional. Aena participa activamente en iniciativas internacionales que promueven su despliegue progresivo.

de ser un freno, esta regulación actúa como acelerador de la transición.

Instrumentos como el Régimen Europeo de Comercio de Derechos de Emisión, el paquete Fit for 55 o la iniciativa ReFuelEU Aviation establecen señales claras y predecibles. Por primera vez, se fijan obligaciones vinculantes para el uso progresivo de combustibles sostenibles en todos los aeropuertos europeos.

La premisa es clara: volar seguirá siendo necesario, pero deberá hacerse de forma



compatible con los límites climáticos del planeta. Este marco regulatorio refleja la madurez del sector y su plena integración en las políticas climáticas.

### Aviación: un sector históricamente pionero en innovación y sostenibilidad

Frente a ciertos discursos simplificadores, los datos muestran una realidad incuestionable: la aviación ha sido y sigue siendo un sector pionero en sostenibilidad. Desde la mejora

continua de la eficiencia de las aeronaves, pasando por la optimización del tráfico aéreo, hasta la electrificación de flotas en tierra y el despliegue de energías renovables en aeropuertos, el progreso ha sido constante y acumulativo.

El propio sector reconoce que la descarbonización no depende de una única solución, sino de la suma de múltiples palancas: tecnología, combustibles, operaciones e infraestructuras. Esta aproximación sistémica ha permitido que, pese al crecimiento del tráfico, la intensidad de emisiones por pasajero se haya reducido de forma significativa a lo largo de las últimas décadas.

### Aena: liderazgo desde los aeropuertos

En este contexto, la administración aeronáutica española ha evolucionado con una visión moderna, responsable y alineada con los grandes retos globales. Y en esa evolución, Aena ha asumido un papel protagonista, impulsando una transformación profunda del modelo aeroportuario hacia uno más sostenible, eficiente y comprometido con la sociedad y su entorno.

Aena actúa como brazo ejecutor de una política aeroportuaria moderna, alineada con las directrices europeas y los compromisos internacionales en materia de clima y sostenibilidad. Esta visión se articula a través de su Estrategia de Sostenibilidad y de su Plan de

## ¿Qué es el Plan de Acción Climática de Aena?

El Plan de Acción Climática de Aena es la hoja de ruta que articula todas las actuaciones de la compañía en materia de descarbonización, eficiencia energética, energías renovables y colaboración con el sector. Su objetivo es avanzar de forma progresiva hacia un modelo aeroportuario climáticamente neutro y resiliente.

Aeropuerto de La Palma.



Acción Climática 2021-2030, actualizado y reforzado en 2023.

Este plan establece una hoja de ruta clara para llegar a las emisiones netas cero en los alcances 1 y 2, al tiempo que impulsa iniciativas que trascienden el perímetro aeroportuario, colaborando activamente con aerolíneas, proveedores y administraciones públicas. Programas de eficiencia energética, despliegue de energías renovables, electrificación de flotas, gestión avanzada de datos y la participación en esquemas como Airport Carbon Accreditation –que cubre el 92 % de las emisiones de la red– son ejemplos concretos de este compromiso.

Aena ha alineado además sus objetivos con los Objetivos Basados en la Ciencia (SBTi) y con el escenario de limitación del

calentamiento global a 1,5 °C, siendo uno de los principales hitos de esta hoja de ruta la consecución del objetivo Net Zero de ACI Europe en 2030 para sus emisiones propias.

### La transición ecológica de la aviación empieza en tierra, en los aeropuertos

Para Aena, la sostenibilidad no es un complemento reputacional, sino un eje estratégico que refuerza la resiliencia, la competitividad y la legitimidad social del sistema aeroportuario.

Los aeropuertos se convierten así en verdaderas plataformas de sostenibilidad, espacios donde confluyen aerolíneas, operadores, proveedores, pasajeros y administraciones públicas. Desde esta posición, Aena impulsa la infraestructura necesaria para el uso de

Flota propia eléctrica de Aena en el Aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid-Barajas.



combustibles sostenibles de aviación, la electrificación de flotas terrestres, la optimización de operaciones y la colaboración activa con todo el ecosistema aeronáutico.

### **Economía circular, biodiversidad y entorno**

La sostenibilidad en Aena va más allá del carbono. La compañía trabaja también en ámbitos clave como la economía circular, fomentando la reutilización de materiales, la reducción de residuos y la valorización de subproductos; la gestión eficiente del agua, especialmente relevante en un contexto de creciente estrés hídrico; la protección de la biodiversidad; y el control del ruido y de la calidad del aire, protegiendo la salud y el bienestar de las comunidades cercanas.

Este enfoque integral refuerza la aceptación social de las infraestructuras aeroportuarias y su contribución positiva al territorio.

### **Mirar al futuro con determinación**

Con todo ello, España puede decir con convicción que cuenta con un modelo aeroportuario que mira al futuro sin renunciar al progreso, que apuesta por la sostenibilidad como palanca de competitividad y que sitúa a la aviación en el centro de la transición ecológica.

Sentirse orgullosos de la aviación no es mirar al pasado con nostalgia, sino mirar al futuro con determinación: un futuro en el que volar siga siendo sinónimo de encuentro, desarrollo y oportunidad, siempre desde el respeto al medio ambiente y al interés general. ✈️

Aeropuerto de Palma de Mallorca.



La carga aérea: transportando  
valor por todo el mundo de forma  
rápida y segura

# Conociendo la carga aérea



Mercancía paletizada durante la operación de carga en la bodega del avión.



El transporte de mercancías por vía aérea se utiliza en casi todos los sectores industriales y cadenas de valor impulsado por la necesidad de rapidez, fiabilidad y seguridad en la entrega de productos. A diferencia de otros modos de transporte, como el marítimo o el terrestre, el avión ofrece tiempos de tránsito significativamente más cortos, siendo el único medio de transporte que permite transportar carga a cualquier punto del mundo en menos de 24 horas.

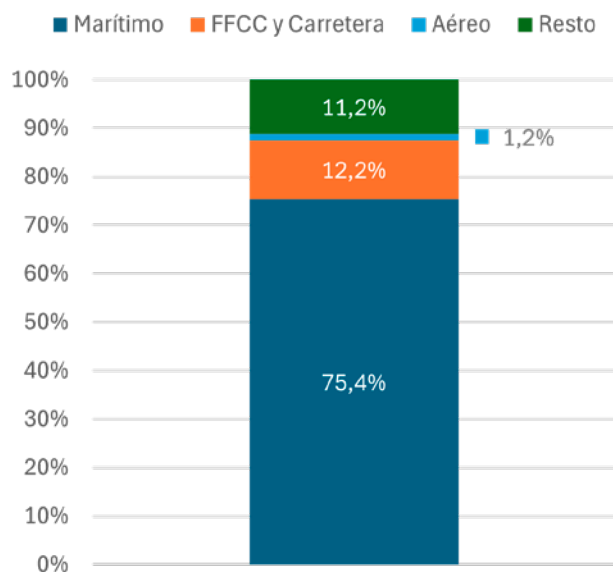
- Texto: Álvaro Izquierdo Picón y Antonio García Martins, Subdirección General de Transporte Aéreo. Dirección General de Aviación Civil

El transporte aéreo es la opción preferida para envíos urgentes, mercancías de alto valor y mercancías perecederas. En un contexto donde la globalización y el comercio electrónico han transformado los hábitos de consumo, la demanda del cliente por recibir productos en plazos cada vez más cortos ha impulsado el crecimiento del transporte de carga por vía aérea, especialmente en segmentos como el comercio electrónico.

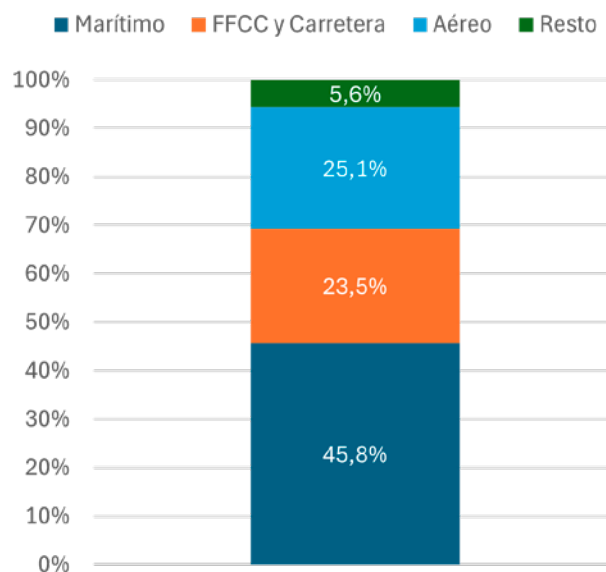
Un factor determinante a la hora de utilizar este modo de transporte es la rapidez del medio aéreo, siendo el único que permite transportar carga a cualquier punto del mundo en menos de 24 horas. Hay sectores o determinadas mercancías para las que los plazos de entrega son críticos y la planificación debe garantizar que la mercancía llegue puntualmente. Así, una particularidad de la mercancía que se transporta por vía aérea es su elevado valor. Si observamos la evolución del volumen y coste del transporte de mercancía para los casos de transporte aéreo y marítimo entre terceros países y la UE que ofrece Eurostat, en 2025 el 75,4 % de la mercancía se movió por vía marítima mientras que únicamente el 1,2 % se movió por vía aérea. Sin embargo, el valor de la mercancía transportada por vía aérea supuso un 25,1 % del total, mientras que el valor de la

mercancía marítima representó únicamente el 45,8 %. En el caso particular de España, el valor medio de cada kilo transportado en 2025 fue aproximadamente de 81,5 €/kg, un orden de magnitud superior al valor de la mercancía transportada por otras vías. Además, se debe tener en cuenta que para el cálculo de la tarifa del envío influyen tanto la masa transportada como el volumen que ocupa. Así, el transporte aéreo puede no resultar adecuado para todo tipo de cargas ya que su coste elevado y las limitaciones físicas de espacio y peso lo hacen menos eficiente para productos de gran volumen o bajo valor unitario, donde el transporte marítimo o el terrestre son las opciones dominantes.

Ligado al valor de la carga transportada por vía aérea, está la necesidad de que sea transportada de forma segura. Como es conocido, el transporte aéreo es el que menos siniestralidad presenta, además de que la seguridad física y los controles en los aeropuertos garantizan la trazabilidad de la mercancía y posibilita que pueda llegar en perfectas condiciones. De este modo, además de las compañías aéreas, que son las encargadas de realizar el transporte, ya sea en aviones cargueros puros o en las bodegas de aviones de pasajeros, los aeropuertos que gestionan volúmenes de carga importantes deben disponer de una infraestructura adaptada. En el ámbito



Volumen de mercancía transportada entre países de la UE y terceros países según el medio de transporte (en kg). Fuente: Eurostat.



Valor de la mercancía transportada entre países de la UE y terceros países según el medio de transporte (en euros). Fuente: Eurostat.

## Principales aeropuertos europeos por volumen de carga transportada (Tm) en 2024

Rank	Aeropuerto	2024
1	ISTANBUL/ISTANBUL HAVALIMANI	2060753
2	FRANKFURT/MAIN	2049822
6	LEIPZIG/HALLE	1384806
7	LIEGE	1150923
10	ADOLFO SUÁREZ MADRID-BARAJAS	776612

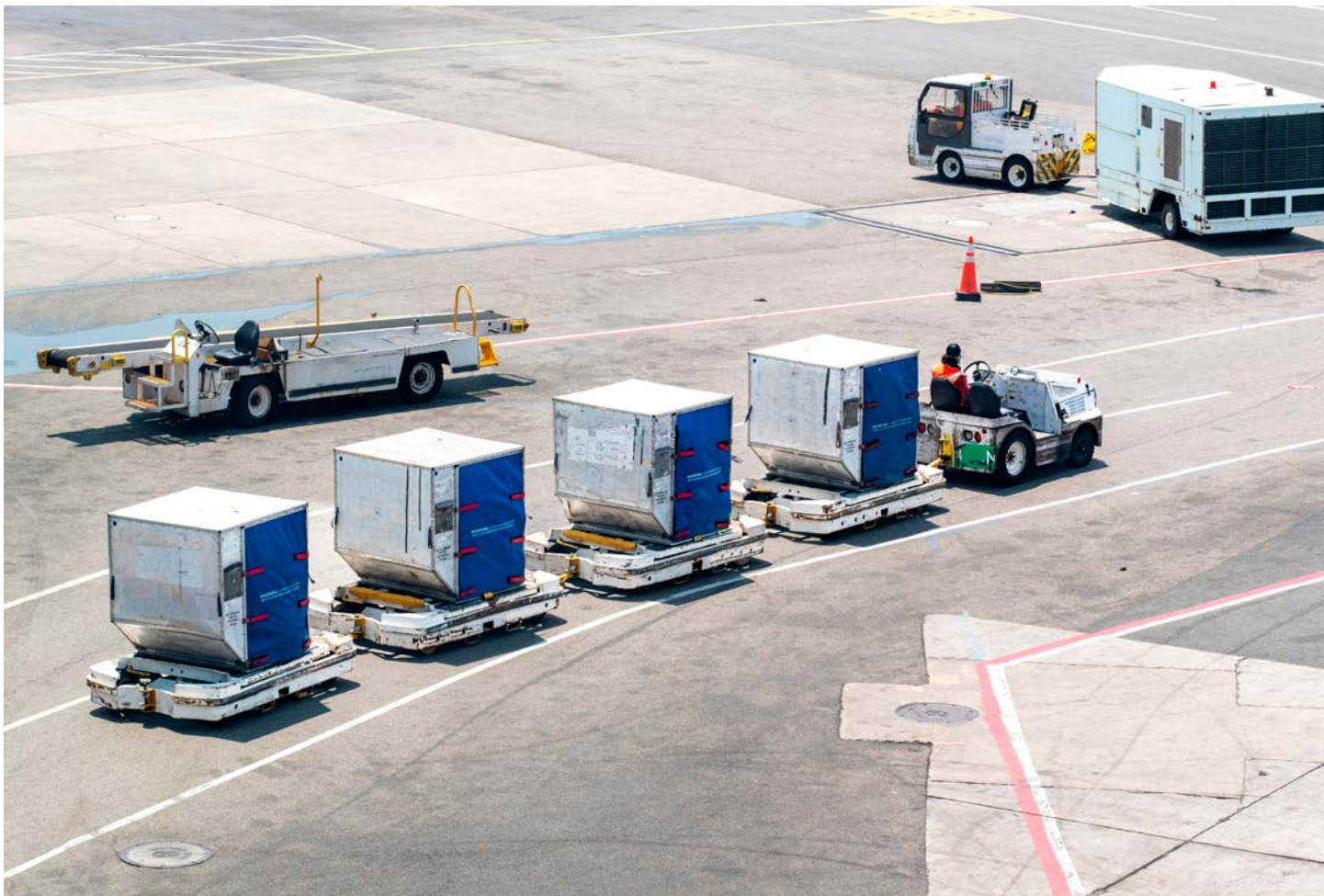
Fuentes: Eurostat y CAA.

de la aviación, al igual que existen aeropuertos *hub* destinados al transporte de pasajeros, también existen aeropuertos *hub* dedicados al transporte de carga. En ocasiones, estos últimos coinciden con los *hubs* de pasajeros, como por ejemplo los aeropuertos de Madrid o Estambul. Sin embargo, en otras ocasiones, son aeropuertos cuyo negocio principal es la carga aérea, como por ejemplo el aeropuerto de Zaragoza a nivel nacional o el de Leipzig a nivel europeo.

### Actores que participan en el transporte de carga por vía aérea

El transporte aéreo de mercancías involucra a diversos actores, cada uno con funciones específicas, que garantizan la seguridad y fluidez del proceso. En este escenario, para que la compañía aérea –el actor fundamental– pueda transportar la mercancía, necesita de la acción coordinada de muchos eslabones en la cadena.

Agente de *handling* transportando contenedores aéreos.



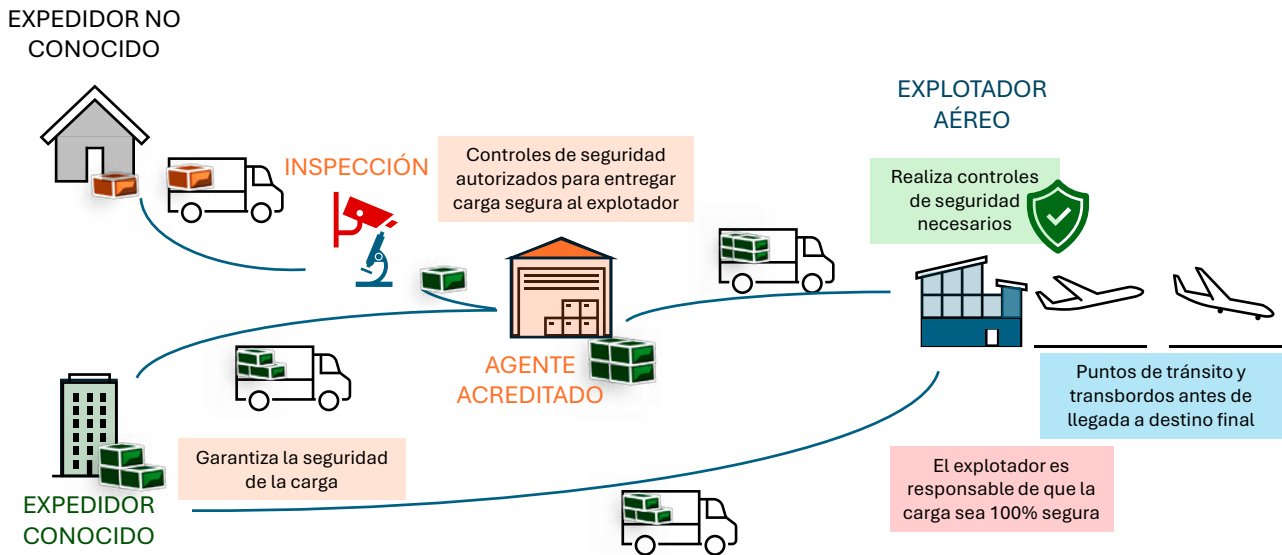
Para transportar la mercancía con seguridad, es necesario que pase los controles de seguridad necesarios. Aunque se inspeccione a todos los pasajeros y su equipaje justo antes del embarque, ese proceso no es práctico para el transporte de carga aérea. Las compañías aéreas podrían inspeccionar la carga antes de embarcarla al avión, pero hay múltiples inconvenientes: los clientes buscan que la mercancía fluya sin obstáculos en el aeropuerto, así como el ahorro en costes de inspección. Además, la naturaleza de la carga es muy diversa y es necesario utilizar los métodos de inspección adecuados, que podrían no estar disponibles en el aeropuerto o afectar a la mercancía inspeccionada. Todo esto ralentizaría la operación de las aeronaves. Por este motivo, las compañías aéreas pueden recurrir a agentes acreditados, que son empresas certificadas por la autoridad

competente, las cuales se encargan de realizar los controles de seguridad de la carga, lo que les permite embarcar la mercancía sin necesidad de aplicar otros métodos de inspección. Otro actor certificado que puede realizar controles de seguridad a la carga es el expedidor conocido, que puede originar la carga en condiciones seguras, de forma que la aerolínea, si está certificada como agente acreditado, pueda transportarla minimizando el número de trámites a realizar.

Los transitarios, normalmente agentes acreditados, juegan un papel fundamental en la cadena. Son empresas especializadas que se encargan de organizar, por cuenta ajena, transportes de mercancías, recibiendo mercancías como consignatarios o entregándolas a quienes hayan de transportarlas. Además, en caso necesario, realizan las gestiones administrativas, fiscales, aduaneras y

Contenedor aéreo durante la carga en la bodega del avión.





Flujo de inspección y control de seguridad de la carga aérea. Fuente: elaboración propia.

logísticas inherentes a esa clase de transportes o intermediando en su contratación. De este modo, el vendedor de la mercancía puede optar por contratar los servicios de un transitario para que gestione el envío. Este se encargará de coordinar los diferentes modos de transporte que se deberán utilizar y que, en caso de que incluya el modo aéreo, realizará las gestiones necesarias para que pueda llevarse a cabo, como, por ejemplo, interactuar con la compañía aérea o con los servicios de aduanas.

Los representantes aduaneros actúan como enlace con la administración aduanera, representando al interesado y gestionando los trámites de importación y exportación. Su función va más allá de asignar un régimen aduanero, puesto que facilitan el pago de tasas a las administraciones, la inspección de la carga por organismos ajenos a la aduana, como por ejemplo sanidad, y dan seguridad al proceso.

La infraestructura aeroportuaria juega un papel fundamental ya que debe albergar todas las instalaciones y servicios necesarios para que todos los actores puedan llevar a cabo su misión y que la operación sea lo más fluida posible. Uno de los servicios fundamentales que debe prestar el aeropuerto es el traslado de la mercancía entre los terminales de carga y las aeronaves. De esto se encargan los agentes de *handling*, sin la presencia de los cuales el embarque de la carga en la aeronave no sería posible. Además, la interacción entre el lado tierra (cargadores) y el lado aire (terminales aeroportuarias) es importante para que el proceso sea fluido.

## Modelos de negocio

El transporte de carga aérea se realiza en dos tipos de aviones principalmente: aviones dedicados exclusivamente a la carga aérea, también conocidos como cargueros puros, y en la bodega de los aviones de pasajeros. Según IATA, en el año 2024 la capacidad de transporte de mercancías en aviones de pasajeros representó el 54,6 % de la capacidad total para carga aérea. En el caso concreto de España, en el año 2025, el 47,4 % de la carga aérea se transportó en la bodega de aviones de pasajeros.

En la práctica existen distintos modelos de negocio que utilizan diferentes estrategias para transportar la carga. Se pueden agrupar en cuatro grandes categorías: aerolíneas de transporte de pasajeros que transportan carga en la bodega de los aviones (carga en bodega), compañías cargueras puras, compañías mixtas (que operan tanto aviones de pasajeros como aviones de carga) y operadores integrados/servicios exprés. De acuerdo con un análisis realizado por Boeing en el año 2023, el 18 % de la carga aérea a nivel mundial la movieron las compañías dedicadas al exprés frente al 82 % que mueven el resto de las compañías. En cuanto a los ingresos, el 48 % provinieron de las primeras frente al 10 % que representaron las compañías cargueras puras o compañías de transporte de pasajeros, respectivamente.

El modelo de negocio de la carga en bodega consiste en utilizar el espacio disponible en la bodega de aviones de pasajeros para transportar mercancías junto con el equipaje de los



Interior de una aeronave carguera pura.

pasajeros, lo que permite a la compañía utilizar todos los destinos de su red, pudiendo alcanzar destinos a los que las aeronaves cargueras puras, al operar principalmente entre *hubs* de carga, generalmente no llegan. Es una forma de complementar los ingresos de las compañías, monetizando un espacio que de otro modo quedaría sin usar. La propia compañía aérea puede comercializar el espacio en bodega o puede recurrir a transitarios –especializados en la gestión de la carga aérea– para que realicen ese trabajo.

Las compañías cargueras puras operan aeronaves acondicionadas para transportar

carga exclusivamente. Estas compañías no tienen las limitaciones de espacio que tienen las bodegas de los aviones de pasajeros, pudiendo transportar mercancías de mayor volumen. Además, las aeronaves de pasajeros no siempre operan en los principales aeropuertos de carga aérea. Las aeronaves cargueras suelen operar en rutas entre aeropuertos *hub*, que normalmente están situados en nodos de comunicaciones por carretera y tren y suelen disponer de áreas industriales o de centros de distribución importantes, permitiendo consolidar un volumen de carga elevado. Por estos motivos, los cargueros son

la opción preferida por operadores de carga aérea y los transitarios.

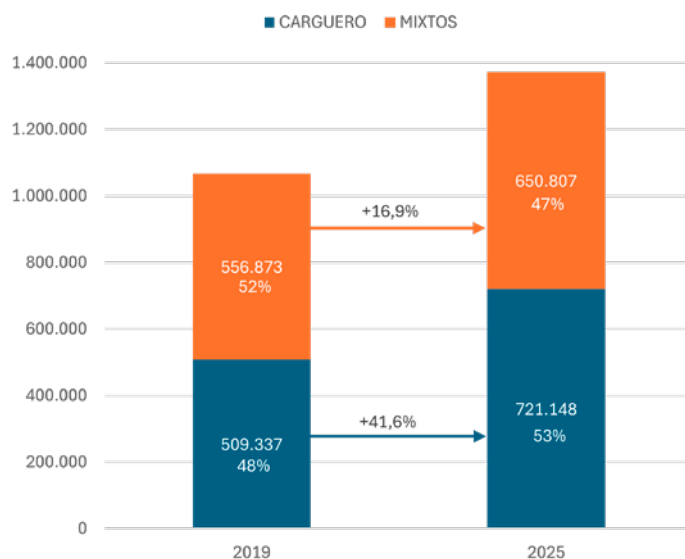
Las empresas del exprés, como por ejemplo FedEx, DHL o UPS operan un modelo integrado que combina el transporte aéreo con el resto de los modos de transporte, lo que permite gestionar el transporte de la mercancía desde el origen hasta su destino final en tiempos muy cortos. Son propietarias de aeronaves, terminales de carga y vehículos de transporte por carretera y gestionan ellas mismas los trámites con la aduana. Su éxito radica en la gestión centralizada y el uso de *hubs* estratégicos (como puede ser Leipzig en Europa para DHL) y *hubs* regionales que permiten distribuir la carga desde los *hubs* estratégicos. En ocasiones, estas empresas recurren a compañías cargueras de menor dimensión y de carácter regional que les permiten dirigir la mercancía hacia su destino final.

### Descripción del sector de la carga aérea en España

En el año 2025 se transportaron 1,37 millones de toneladas de carga aérea en los aeropuertos de la red Aena, lo que supone un aumento del 7,2 % frente al año anterior, continuando con el crecimiento sostenido que lleva experimentando los últimos años.

En España, aproximadamente la mitad de la carga aérea se transporta en la bodega de aviones de pasajeros, aunque los cargueros puros han ganado terreno en los últimos años, impulsados por el crecimiento del comercio electrónico y la demanda de envíos exprés. Frente al 47,8 % de la carga que se transportaba en aviones cargueros puros en el año 2019, en el año 2025 representan el 52,6 % de la carga.

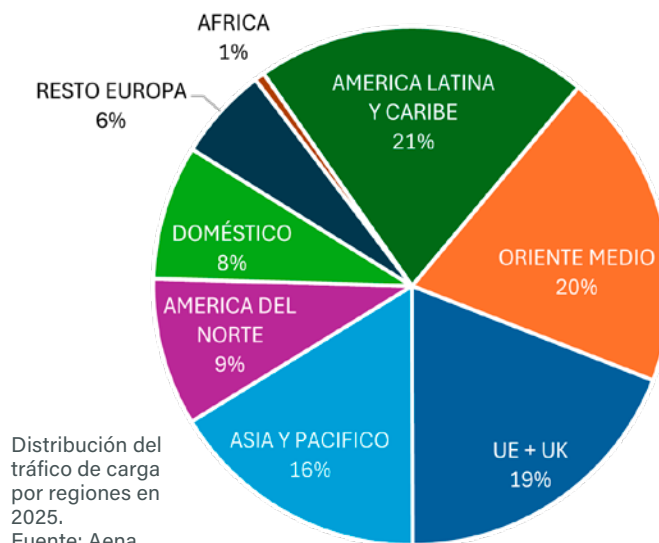
El principal aeropuerto por volumen de carga transportada es Adolfo Suárez Madrid-Barajas, que en el año 2025 transportó el 61,2 % de la carga, dada su condición de *hub* tanto para pasajeros como para carga. Le siguen a cierta distancia el Aeropuerto Josep Tarradellas Barcelona-El Prat y el de Zaragoza, con una cuota del 14,7 % y el 13,3 %, respectivamente, ocupando el cuarto lugar el Aeropuerto de Vitoria, con una cuota del 5,0 %. Los aeropuertos de Zaragoza y Vitoria tienen la particularidad, frente a los de Madrid o Barcelona, de que están



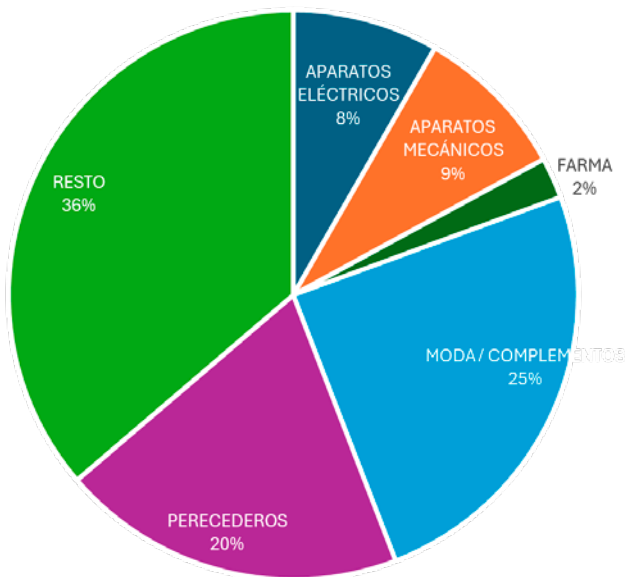
Distribución del tráfico de mercancías por tipo de avión. Fuente: Aena.

especializados en carga aérea. El resto de los aeropuertos tiene una importancia menor en el transporte de mercancías en España.

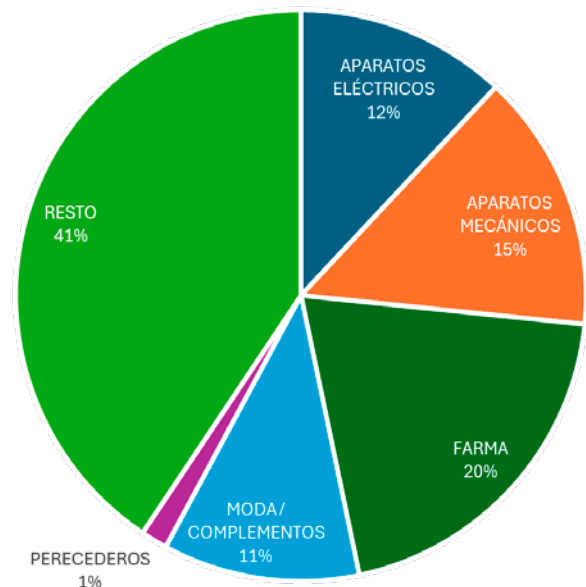
Aunque el transporte por vía aérea para los territorios no peninsulares es fundamental, puesto que es el único medio que permite realizar envíos con plazos de entrega muy cortos, el mercado de carga aérea tiene un marcado carácter internacional. El volumen de mercancía transportada que representaron los vuelos domésticos en el año 2025 es del 8 %, frente al 19 % que representaron los vuelos con la UE y el Reino Unido y al 73 % que representaron los vuelos fuera de la UE y el Reino Unido. Dentro del mercado internacional,



Distribución del tráfico de carga por regiones en 2025. Fuente: Aena.



Cuota de mercado según volumen de mercancía (kg) de distintos productos exportados por vía aérea. Fuente: DataComex.



Cuota de mercado según coste (€) de mercancía de distintos productos exportados por vía aérea. Fuente: DataComex.

las principales rutas de carga aérea en el año 2025 son las que unen Madrid con Doha y Estambul –que son a su vez aeropuertos *hubs* de conexión con Asia– que sirven como muestra de la importancia del mercado asiático (36% de la cuota, incluyendo los aeropuertos *hub* de Oriente Medio) impulsado por el comercio electrónico. Además, destacan las rutas que unen Madrid con Lima y con Bogotá y que sirven como muestra de la importancia del mercado latinoamericano (21% de la cuota). La quinta ruta sería la que une Zaragoza con Dubái, mientras que la ruta que más carga mueve en el Aeropuerto de Barcelona sería la que le une con Doha, reforzando la importancia de los aeropuertos *hub* de Oriente Medio.

El transporte de carga por vía aérea es importante para sectores como la moda, la tecnología y aquellos que trabajan con productos perecederos y farmacéuticos. Por volumen de mercancía transportada por vía aérea, la moda y los complementos están en primer lugar, seguidos de los productos perecederos. Sin embargo, si se analiza el valor de la mercancía, los productos farmacéuticos están en primer lugar, con un 20% de la cuota (frente al 2% que representan en volumen transportado), seguidos de los aparatos mecánicos y eléctricos, quedando la moda y los complementos en cuarto lugar.

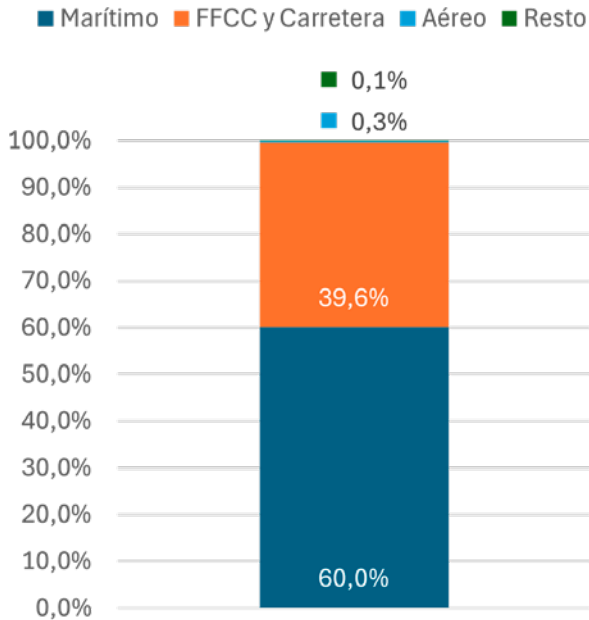
Una de las particularidades del transporte por vía aérea es el valor de la carga transportada. Si comparamos el volumen y el coste

de la mercancía transportada en España en el año 2025 en función del medio de transporte (disponibles en [DataComex](#)) se observa que aproximadamente el 60% del volumen de mercancía se transporta vía marítima, frente al 0,3% por vía aérea. Sin embargo, el valor de la mercancía transportada por vía aérea supone un 8,6% del total, siendo el valor de la mercancía marítima únicamente el 34,6%. Esto puede dar una idea de la importancia de las mercancías de alto valor para el sector.

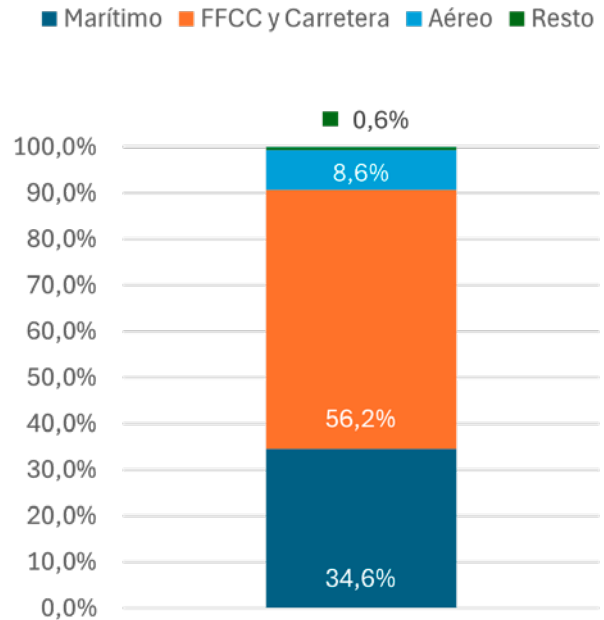
En términos de comercio exterior, la balanza se inclina ligeramente hacia la importación, especialmente en sectores tecnológicos y productos perecederos, siendo las exportaciones de productos farmacéuticos significativas.

Entre las aerolíneas líderes en carga aérea en España destacan Iberia con el 13,3% de la cuota, junto con DHL (12,9%) y Qatar Airways (10,0%). En el año 2025 estas tres compañías transportaron el 36,2% de la carga. Les siguen un grupo de compañías que se mueven entre un 3% y un 7% de la cuota, entre las que se encuentran las españolas Swiftair y Air Europa. El conjunto de las aerolíneas españolas transportó el 26,2% de la carga transportada en España.

Otro actor fundamental son los agentes de *handling*, que son los encargados de trasladar la mercancía de la aeronave a los terminales de carga del aeropuerto. En España, los servicios de asistencia en rampa a terceros, entre



Volumen de mercancía transportada fuera de España en 2025 según el medio de transporte (en kg). Fuente: DataComex.



Valor de la mercancía transportada fuera de España en 2025 según el medio de transporte en España. Fuente: DataComex.

los que se encuentra la manipulación física de la carga y del correo entre la terminal del aeropuerto y el avión, lo realizan un número limitado de empresas debido a problemas de espacio. Las empresas encargadas de esta tarea en los aeropuertos en los que se mueve más carga son Aviapartner, Groundforce, South Europe Ground Services, Menzies Ground Services y WFS.

### Iniciativas del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible

El Consejo de Ministros aprobó el 10 de diciembre de 2021 la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible que guiará las actuaciones en materia de movilidad, infraestructuras y transportes en los próximos 10 años. La estrategia se basa en tres pilares que son la seguridad, la sostenibilidad y la conectividad; y se vertebra en nueve ejes, entre los que destaca el eje seis: cadenas logísticas intermodales inteligentes.

Dentro de este eje, se recogen algunas iniciativas relacionadas con la carga aérea, como por ejemplo la creación de la Mesa de Coordinación de la Carga Aérea, respaldada por el ministerio y Aena, con la presencia de los agentes económicos y sociales implicados en la cadena de valor de la carga aérea, y que se reunió por primera vez en marzo de 2022. Persigue ser un foro de discusión y análisis para la implantación de las mejores

prácticas y un lugar de puesta en común de cuestiones que sean de interés para el sector. En el seno de la mesa se han creado dos grupos de trabajo, uno de Promoción de la Carga Aérea, coordinado por la Dirección General de Aviación Civil; y otro de Digitalización, coordinado por Aena. Ambos grupos se han reunido periódicamente desde la creación de la mesa.

### Papel de la carga aérea en momentos de crisis

No podemos olvidar el impacto que tuvo la pandemia de la COVID-19 en nuestras vidas y las dramáticas consecuencias que tuvo en todos los ámbitos. En el contexto de las restricciones que se impusieron para frenar el avance de la enfermedad, especialmente en la movilidad, el sector de la carga aérea, capaz de transportar mercancía a cualquier lugar del mundo de manera mucho más rápida que cualquier otro medio, demostró su resiliencia y una inigualable capacidad para hacer llegar los recursos, en especial los sanitarios, donde más necesarios eran, y logrando mantener las cadenas de suministro esenciales.

En la actualidad, con la situación de inestabilidad en Oriente Próximo, el sector de la carga aérea podría volver a jugar un papel importante como alternativa al barco en caso de que se produzcan bloqueos del transporte marítimo, siendo una alternativa segura y fiable.✈️

El talento femenino, clave para  
el presente y el futuro del sector  
aeroespacial

# Una aviación de mujeres





La aviación española es uno de los grandes motores de desarrollo del país. Garantizar su crecimiento en las próximas décadas exigirá algo más que tecnología o infraestructuras: requerirá atraer y aprovechar todo el talento disponible. También el femenino.

- Texto: Isabel Maestre, subdirectora de Innovación y Prospección de SENASA y presidenta de Ellas Vuelan Alto
- Fotos: Ellas Vuelan Alto

La aviación constituye hoy uno de los pilares del desarrollo económico y tecnológico de España. La conectividad aérea articula el territorio, impulsa la actividad turística y comercial y refuerza la proyección internacional del país. En una economía abierta como la española, con una posición estratégica entre continentes, el transporte aéreo desempeña un papel esencial.

España cuenta además con una de las redes aeroportuarias más extensas y eficientes

de Europa. Su distribución territorial permite conectar el país con los principales mercados internacionales y facilita la movilidad de millones de pasajeros cada año. Al mismo tiempo, la aviación se ha convertido en un elemento clave para la integración de España en las cadenas logísticas globales.

El informe *El modelo español de transporte aéreo: un análisis de su eficiencia y sostenibilidad*, elaborado por Ineco en 2025, confirma la consolidación del sistema aeroportuario español como uno de los más competitivos a nivel internacional. La red gestionada por Aena superó en 2023 las cifras de tráfico previas a la pandemia, un indicador claro de la solidez del modelo.

La aportación económica del sector también es significativa. El transporte aéreo genera más del 10 % del producto interior bruto y sostiene millones de empleos directos e indirectos en España. Se trata, por tanto, de un ámbito estratégico para la competitividad del país.

Pero, junto a estos buenos datos, aparece un reto cada vez más evidente. El sector necesita garantizar la disponibilidad de profesionales cualificados capaces de sostener su crecimiento en las próximas décadas.

Las previsiones de los grandes fabricantes aeronáuticos reflejan bien la magnitud de esta demanda. Airbus estima que en los próximos veinte años la aviación requerirá hasta 700 000 técnicos e ingenieros en todo el mundo. Boeing, por su parte, calcula que será necesario incorporar más de 640 000 nuevos pilotos hasta 2044.

Ante este escenario surge una pregunta inevitable. ¿Está el sector aprovechando realmente todo el talento disponible?

### El talento femenino, una oportunidad para el sector

Responder a esa pregunta obliga a mirar una realidad que la propia industria reconoce desde hace tiempo. La presencia de mujeres en muchas profesiones aeronáuticas sigue siendo reducida.

Según datos de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), las mujeres representan alrededor del 5 % de los pilotos de aerolínea en el mundo. En áreas técnicas

## La escasez de talento preocupa cada vez más

Las cifras del transporte aéreo en 2025 certificaron otro año de récord. Según la consultora Oliver Wyman, al cierre de 2025 la aviación comercial superó, por primera vez, el billón de dólares en ingresos, debido a un récord de 5200 millones de pasajeros.

Estos números, sin embargo, no ocultan algunas tensiones estructurales, como la escasez de profesionales para enfrentar los compromisos ya adquiridos por la industria, como la entrega de más de 17 000 aviones que los dos grandes fabricantes mundiales tienen en cartera, y el crecimiento futuro.

La situación es especialmente preocupante en algunos segmentos, como el de los técnicos de mantenimiento, donde además la presencia de las mujeres es aún más baja que en otras profesiones vinculadas al transporte aéreo, como el de pilotos, que se cifra en un 5 % de media a nivel mundial.

Según el informe de la consultora Oliver Wyman, cerca del 41 % de los mecánicos certificados en la aviación comercial civil de Estados Unidos supera los 60 años, y unos 45 000 técnicos se jubilarán en la próxima década. La escasez de controladores aéreos ya provocó retrasos y cancelaciones en Norteamérica y Europa en 2025, y la ralentización de contrataciones en los años 2000 y 2010 dejó pocos mandos intermedios con el conocimiento y la experiencia necesarios para relevar a la generación saliente, un riesgo emergente que la industria deberá abordar.

«La industria aérea tiene hoy más demanda que nunca y menos herramientas para gestionarla que hace una década. La escasez de aeronaves, el envejecimiento de la flota y la crisis de talento técnico son tendencias que ya están condicionando las decisiones estratégicas de aerolíneas, fabricantes y operadores de mantenimiento», explica Carlos García Martín, socio de Transporte y Servicios y experto en Aviación de Oliver Wyman.

Esto abre una ventana de oportunidad magnífica para que más mujeres decidan desarrollar su carrera profesional en un sector, como el del transporte aéreo, en constante crecimiento.



## Según datos de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), las mujeres representan alrededor del 5 % de los pilotos de aerolínea en el mundo

como la ingeniería aeronáutica o el mantenimiento de aeronaves, la proporción también se sitúa claramente por debajo de la media del empleo femenino en otros sectores.

En Europa la tendencia es similar. Aunque la participación femenina es algo mayor en determinadas áreas del sector, las mujeres continúan siendo una minoría en muchas profesiones operativas y técnicas.

Estas cifras contrastan con las necesidades de crecimiento de la aviación en los próximos años. Si el sector necesita incorporar cientos de miles de profesionales para mantener su desarrollo, ampliar la base de talento disponible se convierte en una cuestión estratégica.

Promover una mayor participación de las mujeres en el ámbito aeronáutico no responde únicamente a un objetivo de equilibrio. También representa una oportunidad para fortalecer el sector y aprovechar plenamente el potencial de las nuevas generaciones.

### Las pioneras que abrieron el camino

El debate actual sobre el papel de la mujer en la aviación invita también a mirar al pasado. Antes de que hoy podamos hablar de diversidad o de igualdad de oportunidades, hubo mujeres que decidieron abrir camino en un ámbito que entonces parecía reservado casi exclusivamente a los hombres.

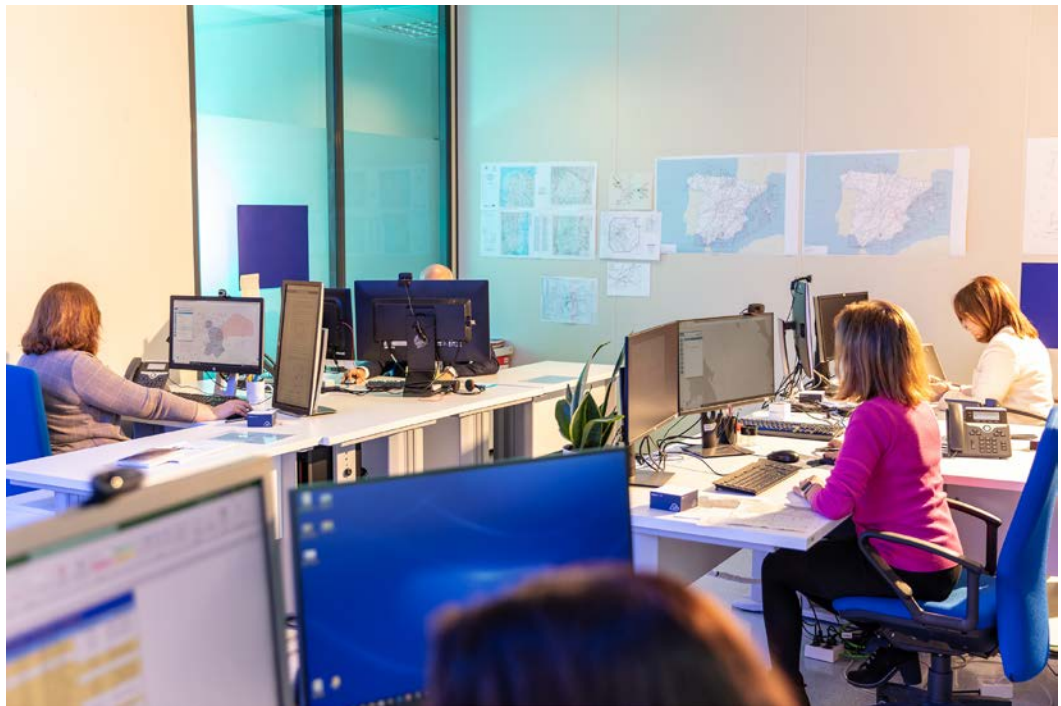
Una de las primeras fue **María Bernaldo de Quirós y Bustillo (1898-1983)**, considerada la primera mujer española en obtener el título oficial de piloto. En 1928 se matriculó en el Real Aero Club de España para formarse como aviadora en el aeródromo militar de Getafe. Era la única mujer entre los dieciocho alumnos de su promoción. Superó todas las pruebas exigidas y ese mismo año realizó su primer vuelo en solitario. El 24 de noviembre de 1928 obtuvo el título oficial de piloto civil de aeroplano. Su logro tuvo una enorme repercusión en la sociedad de la época. Participó en exhibiciones aéreas y bautismos de vuelo que ayudaron a acercar la aviación al público. Sus compañeros la apodaron cariñosamente 'Miss Golondrina'.

La Guerra Civil española puso fin a su carrera como piloto, pero su figura mantuvo un importante valor simbólico. Para muchas jóvenes de la época demostró que el cielo también podía ser un espacio para las mujeres.

Otra figura imprescindible en la historia de la aviación española es **Mari Pepa Colomer**

María Bernaldo de Quirós y Bustillo (1898-1983) está considerada la primera mujer española en obtener el título oficial de piloto.

Aunque en algunas áreas la presencia femenina continúa siendo limitada, muchas mujeres han desarrollado su carrera profesional en el ámbito aeronáutico.



## El informe *Retos y evolución de las vocaciones STEM en España* (DigitalES, 2026) señala que la visibilidad de referentes femeninos influye de forma directa en el interés de las jóvenes por carreras científicas y tecnológicas

(1913-2004), una de las primeras mujeres piloto del país y la primera instructora de vuelo española. Obtuvo su licencia con solo 17 años y pronto destacó por su habilidad en el aire. Durante su carrera trabajó como instructora en la Escuela de Aviación de Barcelona y contribuyó a formar a nuevos pilotos. Durante la Guerra Civil colaboró con la aviación republicana realizando tareas de transporte y enlace. Tras el conflicto, se vio obligada a exiliarse al Reino Unido, donde vivió el resto de su vida.

Historias como la de Bernaldo de Quirós o Mari Pepa Colomer recuerdan que el talento

femenino ha estado presente en la aviación desde sus orígenes, incluso en contextos mucho más difíciles que los actuales.

### Referentes que inspiran nuevas vocaciones

Desde aquellas primeras pioneras hasta hoy, muchas mujeres han desarrollado su carrera en el ámbito aeronáutico. Pilotos, ingenieras, controladoras aéreas, técnicas de mantenimiento, profesionales de gestión aeroportuaria o especialistas en nuevas tecnologías forman parte ya de la realidad cotidiana del sector.

Sin embargo, en algunas áreas la presencia femenina continúa siendo limitada. En muchos casos no se trata de una cuestión de acceso o de formación, sino de algo más sencillo: la falta de referentes visibles. Cuando niñas y jóvenes conocen historias de mujeres que trabajan en estos ámbitos, es más fácil que puedan imaginarse a sí mismas desarrollando una carrera en ellos.

Diversos estudios sobre vocaciones científicas coinciden en esta idea. El informe *Retos y evolución de las vocaciones STEM en España* (DigitalES, 2026) señala que la visibilidad de referentes femeninos influye de forma directa en el interés de las jóvenes por carreras científicas y tecnológicas.

# Ellas VUELAN ALTO

## El impulso del talento femenino

En este contexto nace Ellas Vuelan Alto (EVA), una asociación creada en 2018 para impulsar la visibilidad y la participación de las mujeres en el sector aeroespacial.

Su origen se encuentra en un grupo de profesionales de la industria que, tras años de experiencia en el sector, comenzaron a reunirse para compartir inquietudes y reflexionar sobre la situación de la mujer en la aviación. Aquellas conversaciones pusieron de manifiesto la idea de que, si querían generar cambios reales, era necesario pasar de la reflexión a la acción. De ahí surgió Ellas Vuelan Alto, una asociación que hoy reúne a profesionales, empresas e instituciones comprometidas con el desarrollo del talento en el sector.

Una de sus principales líneas de trabajo ha sido la creación de espacios de encuentro y debate para la industria. A través de conferencias, mesas redondas y jornadas profesionales, EVA aborda algunos de los temas más relevantes para el sector aeroespacial, desde la innovación tecnológica hasta el espacio, la defensa o la movilidad aérea avanzada. La singularidad de estos encuentros reside en algo tan sencillo como situar a las profesionales del sector en el centro de la conversación.

En los foros de EVA participan ingenieras aeronáuticas, pilotos, militares, controladoras aéreas, expertas en drones, abogadas especializadas en Derecho aeronáutico o profesionales del ámbito empresarial e institucional. Visibilizar su trabajo permite mostrar una realidad que a menudo permanece poco conocida.

La asociación también promueve actividades de *networking* que facilitan el intercambio de experiencias y la creación de redes profesionales dentro del sector.

Pero su labor no se limita al ámbito profesional. EVA trabaja también para despertar vocaciones entre los más jóvenes. Un ejemplo es el 'Reto Amelia', una iniciativa educativa dirigida a estudiantes de secundaria de la Comunidad de Madrid y patrocinada por Boeing. El programa propone a los alumnos un desafío tecnológico vinculado al mundo de los drones y la innovación, acercándolos de forma práctica al ámbito aeroespacial.

En paralelo, la asociación desarrolla un programa anual de mentoría que conecta a profesionales con amplia experiencia en la industria con jóvenes que están comenzando su carrera. A través de este acompañamiento comparten conocimientos, orientación profesional y experiencia.

EVA impulsa además el Proyecto ADAN, una iniciativa destinada a implicar también a los hombres en la promoción del talento femenino, pues la igualdad en el sector solo puede avanzar si cuenta con la participación de todos los profesionales.

Hoy Ellas Vuelan Alto cuenta con 82 empresas socias y más de 150 socios individuales, una muestra del creciente compromiso de la industria con esta iniciativa.

Entre sus próximos objetivos se encuentran seguir impulsando vocaciones STEAM entre los jóvenes y ampliar su presencia territorial mediante nuevas delegaciones, como ya ocurre en Andalucía, Galicia o Cataluña.

La asociación Ellas Vuelan Alto, referente en la visibilización del papel de las mujeres en el sector aeroespacial español, celebró su séptimo aniversario en octubre de 2025.





Contar con referentes femeninos visibles en el ámbito de la aviación influye en el interés de las jóvenes por carreras científicas y tecnológicas.

Mostrar el trabajo de las profesionales que ya forman parte del sector no es solo una forma de reconocer su contribución. También ayuda a que estas profesiones se perciban como una opción natural para las nuevas generaciones.

### Una aviación en transformación

La aviación afronta en los próximos años un periodo de profunda transformación. El crecimiento del tráfico aéreo, la digitalización, los avances tecnológicos y los objetivos de sostenibilidad están redefiniendo el sector.

En este contexto, el nuevo Plan Estratégico de la OACI para el periodo 2026-2050 sitúa la innovación tecnológica, la cooperación internacional y la sostenibilidad entre las principales prioridades para la evolución del transporte aéreo.

Al mismo tiempo, el sector necesitará incorporar una nueva generación de profesionales capaces de afrontar estos retos. Las estimaciones de la propia OACI indican que para 2043 la aviación mundial necesitará aproximadamente:

Promover una mayor participación de las mujeres en el ámbito aeronáutico no responde únicamente a un objetivo de equilibrio. También representa una oportunidad para fortalecer el sector y aprovechar plenamente el potencial de las nuevas generaciones

- » 670 000 hombres y mujeres pilotos.
- » Más de un millón de tripulantes de cabina.
- » Cerca de 700 000 especialistas técnicos en mantenimiento.
- » Más de 130 000 profesionales del control de tránsito aéreo.

Garantizar la formación y disponibilidad de estos profesionales será fundamental para mantener la seguridad y la eficiencia del sistema aeronáutico. Por este motivo, la OACI impulsa desde hace años iniciativas como Next Generation of Aviation Professionals (NGAP), orientadas a atraer, formar y retener talento para el sector.

En este escenario, incorporar plenamente el talento femenino no es solo una cuestión de igualdad. También es una necesidad para el futuro del sector.

### Mirar al futuro con todo el talento

El futuro de la aviación dependerá en gran medida de su capacidad para atraer y desarrollar nuevas generaciones de profesionales. Las infraestructuras, la tecnología o la innovación

## El papel clave de las mujeres en la iniciativa de embajadores de la OACI

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) es muy consciente de esta escasez de profesionales para el futuro de un segmento en constante crecimiento.

En este contexto, OACI ha puesto en marcha un programa global de embajadoras y embajadores, en el que uno de sus pilares estratégicos es la incorporación de más mujeres y de las nuevas generaciones al sector.

En España contamos como embajadora de OACI con Isabel Maestre, presidenta de Ellas Vuelan Alto y subdirectora de Innovación y Prospección de SENASA, organismo dependiente del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.

Las personas seleccionadas como embajadoras actúan como referentes visibles, rompiendo estereotipos sobre quién puede formar parte de la aviación, mentorizando, guiando a jóvenes estudiantes y profesionales en sus primeras etapas y actuando como agentes de cambio, promoviendo políticas y entornos más inclusivos.

A través de su participación en conferencias, centros educativos y plataformas digitales, estas embajadoras y embajadores contribuyen a normalizar la presencia femenina en un sector históricamente masculinizado.

Uno de los impactos más relevantes del programa es su capacidad para influir en las nuevas generaciones.

La falta de referentes ha sido durante décadas una barrera silenciosa para muchas jóvenes interesadas en carreras STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas).

El programa tiene además una dimensión internacional clave. A través de esta red, la OACI promueve la participación de mujeres en todas las regiones del mundo, incluyendo países en desarrollo donde las barreras de acceso son mayores.

Esto se alinea con la iniciativa de la organización de no dejar a ningún país atrás, garantizando que el talento femenino pueda desarrollarse independientemente de su contexto geográfico.

Esta iniciativa de la OACI representa mucho más que una estrategia de comunicación: es una herramienta de transformación social y profesional. Al poner el foco en la incorporación de mujeres y del talento joven, el programa contribuye a construir una aviación más justa, innovadora y preparada para los desafíos del futuro.

El avance hacia la igualdad de género en el sector no es solo deseable, sino imprescindible. Y en ese camino, las embajadoras y embajadores de la OACI se consolidan como figuras clave para inspirar, conectar y liderar el cambio.



Las mujeres representan alrededor del 5 % de los pilotos de aerolínea en el mundo.

seguirán siendo factores clave para el crecimiento del sector, pero ese crecimiento solo será posible si la aviación es capaz de aprovechar todo el talento disponible.

Dar visibilidad a las mujeres que ya forman parte del sector, apoyar nuevas vocaciones y crear espacios de desarrollo profesional son pasos importantes en ese camino. Para

lograrlo, la colaboración entre Administraciones Públicas, industria y organizaciones profesionales será fundamental.

Porque el verdadero desafío no consiste únicamente en preguntarse cómo será la aviación del futuro, sino en asegurarse de que ese futuro cuente con todo el talento necesario para hacerlo posible. ✈️





# La tecnología en el aire



El reto de un cielo sostenible con  
más tráfico aéreo

# Espacio aéreo flexible con rutas directas

Radars de ENAIRE en Tenerife.



La sostenibilidad ya no es una opción en un escenario de cambio climático con actividades que generan impacto en nuestros entornos. ENAIRE, como responsable de la gestión del espacio aéreo, trabaja con las aerolíneas y aeropuertos por la eficiencia de las rutas aéreas para reducir sus emisiones a la atmósfera y ahorrar combustible. Además, en sus cinco centros de control aéreo y centros de trabajo, ENAIRE tiene en marcha medidas de consumo de energías alternativas, instalación de placas fotovoltaicas y electrificación de flotas corporativas, entre otras, para reducir la huella de impacto ambiental de la entidad.

- Texto: Alejandro Muñiz Delgado, periodista de ENAIRE

La aviación afronta uno de los mayores retos de su historia: volar de forma sostenible. El aumento del tráfico aéreo, la presión regulatoria, la necesidad de reducir emisiones y el compromiso global con la descarbonización han situado a los proveedores de servicios de navegación aérea en el centro de la transición ecológica del sector. En España ese papel lo desempeña ENAIRE, gestor estatal de la navegación aérea y uno de los actores clave en la modernización del cielo europeo.

ENAIRE está desarrollando un ambicioso proceso de modernización del espacio aéreo con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa, reducir la complejidad para los controladores aéreos y contribuir de forma directa a la sostenibilidad del transporte aéreo. En los últimos años la entidad ha desplegado un conjunto de iniciativas estratégicas orientadas a mejorar la eficiencia de las rutas, reducir el consumo de combustible, minimizar emisiones, optimizar el espacio aéreo y avanzar hacia un modelo energético más limpio en sus

centros de trabajo. Estas actuaciones se integran en su Plan de Vuelo 2030, el plan estratégico que guía la transformación tecnológica, operativa y ambiental de la organización hacia un modelo de navegación aérea más eficiente, flexible y sostenible.

### Diseño de rutas más directas

ENAIRE ha trabajado en la optimización de la red de rutas, lo que permite a las aeronaves realizar trayectos más directos entre origen y destino. Un diseño de ruta más directo reduce kilómetros volados, evita trayectos circulares innecesarios y contribuye a un menor consumo de combustible por parte de las aerolíneas.

Por otro lado, está la eficiencia vertical: durante las fases de aterrizaje y despegue se contempla el uso de procedimientos de ascenso y descenso continuos (CDO y CCO), esto es, sin fases de vuelo estabilizadas o escalonadas, que permiten que los aviones suban o bajen sin perder eficiencia. Estas maniobras reducen el uso de potencia de los motores y son clave para disminuir el consumo de

Controladora aérea de ENAIRE en el Aeropuerto Seve Ballesteros-Santander.



combustible en fases críticas de la operación. En 2025 una parte significativa de los vuelos gestionados (39 % para descensos continuos y 76 % para ascensos continuos en aeropuertos grandes) se autorizaron bajo estas condiciones, lo que sitúa a ENAIRE como uno de los proveedores líderes en Europa en eficiencia medioambiental en esta área.

Además de las trayectorias continuas, otro factor determinante para ganar eficiencia operativa es volar en niveles óptimos de crucero, aquéllos donde se equilibra mejor el consumo de combustible en función de la aeronave y la distancia a recorrer. Esto evita que las aeronaves vuelen a niveles subóptimos que generan mayor resistencia y consumen más energía.

No podemos dejar de señalar la coordinación civil-militar entre ENAIRE y el Ministerio de Defensa, a través del Ejército del Aire y del Espacio, que permite un uso flexible del espacio aéreo como otra parte relevante para el cuidado del medioambiente. La mejora en la coordinación y colaboración entre tráfico civil y militar permite una gestión más flexible del

espacio aéreo. Esta mayor flexibilidad permite que se eliminen restricciones artificiales en determinadas zonas, lo que facilita rutas más directas y reduce desvíos. La configuración del espacio aéreo se adapta en cada momento a las necesidades del tráfico aéreo civil y militar. Esta gestión dinámica permite que sea posible activar o desactivar áreas de uso militar de forma flexible y ajustar dinámicamente las rutas según el volumen y características del tráfico. Todo gracias a la estrecha coordinación entre los controladores aéreos militares y civiles, ambos ubicados en los Centros de Control Aéreo de ENAIRE. Esta capacidad de adaptación en tiempo real permite aprovechar mejor la capacidad disponible y minimizar ineficiencias.

También se procura una mejor planificación táctica del tráfico para reducir esperas y posibles congestiones en sectores de espacio aéreo de alta densidad. Esta reorganización permite una gestión más homogénea del tráfico y una mayor resiliencia ante picos de demanda. Paralelamente, se están optimizando las rutas voladas para reducir su complejidad

Controladores aéreos militares en el Centro de Control de ENAIRE en Barcelona.



estructural y mejorar la fluidez de las operaciones, favoreciendo trayectorias más directas y eficientes. A ello se suma la implementación de procedimientos basados en navegación por satélite (PBN), que posibilitan trayectorias más precisas, predecibles y ajustadas, con el consiguiente ahorro de combustible y reducción de emisiones.

En conjunto, estas medidas han llevado a un dato de eficiencia del vuelo en el espacio aéreo español que alcanzó el 96,8 % en 2025, un máximo en la última década. Todo esto supone menos combustible consumido por las aerolíneas, menores costes operativos, menos emisiones de CO<sub>2</sub> y menor impacto ambiental general.

### Optimización del espacio aéreo: Free Route

Un elemento destacado de la estrategia de ENAIRE, alineado asimismo con los objetivos del Cielo Digital Europeo, es la implementación y expansión del concepto de Free Route dentro del espacio aéreo: hablamos de la eficiencia horizontal. Tradicionalmente las aeronaves han seguido rutas aéreas estructuradas y predefinidas, lo que, en muchos casos, significa volar trayectorias más largas que la ruta directa entre dos puntos. Con el Free Route las compañías pueden planificar y volar trayectorias punto a punto, sin estar limitadas a una aerovía rígida. Esta flexibilidad permite que las aeronaves elijan el camino más corto y eficiente posible, lo que reduce kilómetros volados, tiempo de vuelo y consumo de combustible.

## Free Route

- **Ahorro de combustible y reducción de emisiones.** Al reducir la distancia recorrida, se disminuye de manera proporcional el combustible necesario.
- **Reducción del tiempo de vuelo.** Rutas más directas implican vuelos más rápidos y menos consumo operativo.
- **Mayor flexibilidad operativa,** tanto para las aerolíneas como para los controladores aéreos, lo que facilita la gestión del tráfico en tiempo real.

## La flexibilidad del espacio aéreo facilita que las aeronaves elijan la ruta más corta

### Logros medioambientales

Los últimos datos publicados por ENAIRE reflejan la eficacia de todas estas medidas: en 2025, en un año con tráfico aéreo récord (más de 2,47 millones de vuelos, un 4,7 % más que en 2024), se logró mejorar de forma notable los resultados en sostenibilidad, lo que confirma el compromiso con el desarrollo sostenible del sector aéreo.

En 2025 ENAIRE evitó la emisión de 13 300 toneladas de CO<sub>2</sub>, equivalentes a las emisiones anuales de 2700 coches, y ha



## ENAIRE, líder en Europa en sostenibilidad medioambiental

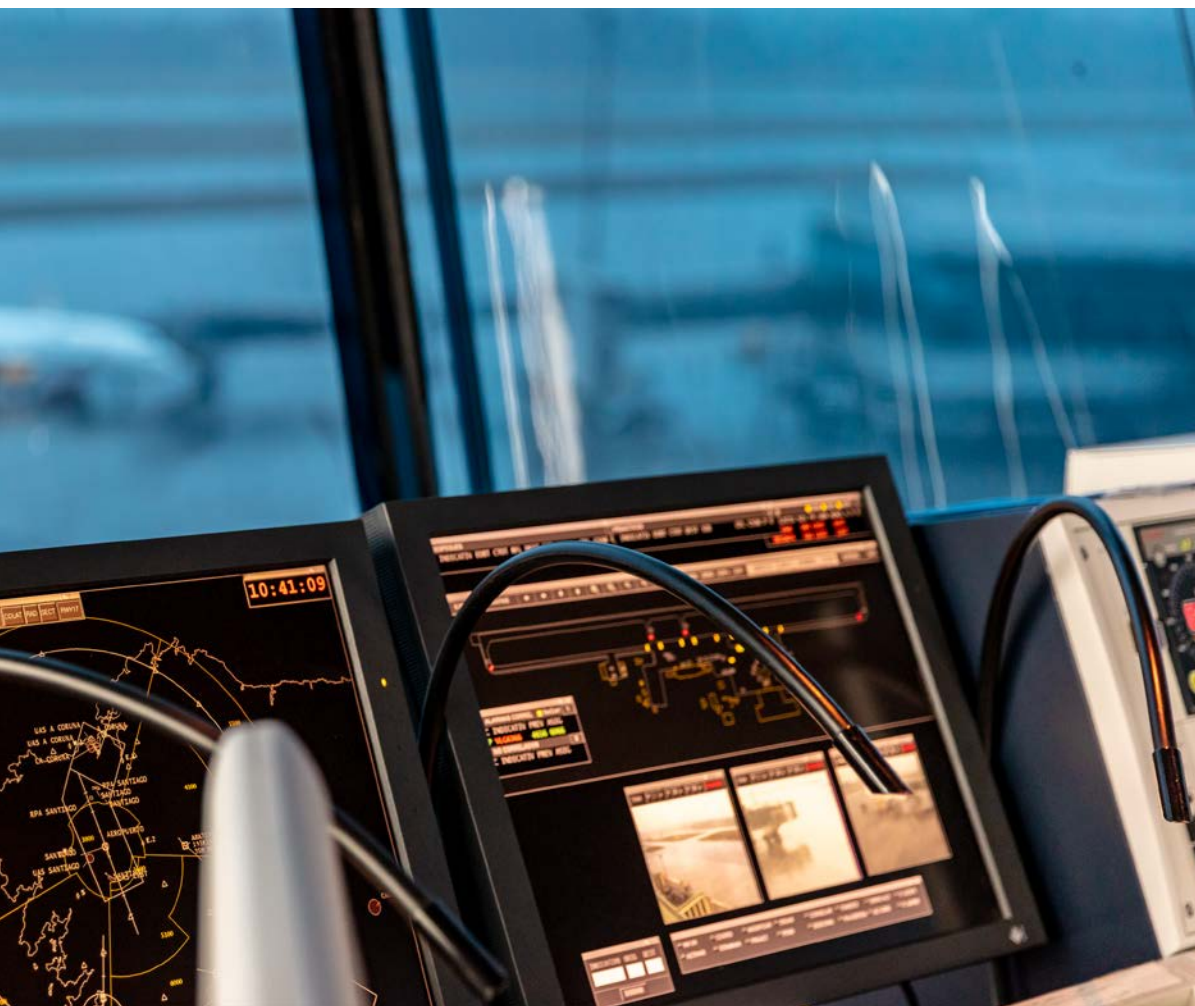
ahorrado 4200 toneladas de combustible respecto a 2024. Con este ahorro, en 2025 se han dejado de volar 711 000 kilómetros respecto a 2024, el equivalente a 18 vueltas a la Tierra.

La mayor eficiencia en vuelo, conseguida mediante el diseño de rutas cada vez más directas y eficientes, y la mayor flexibilidad del espacio aéreo, lograda mediante la coordinación civil-militar, son aspectos muy determinantes para conseguir estos buenos resultados desde el punto de vista medioambiental. En concreto, el dato de eficiencia en vuelo de la red de rutas española se sitúa en 2025 en el 96,8 %, la mejor cifra de los últimos 10 años (a excepción

de 2020, el año de la pandemia), mientras se alcanzó el récord histórico de tráfico.

Este dato sitúa a ENAIRE como proveedor de servicios de navegación aérea líder en Europa en operaciones más eficientes en sostenibilidad medioambiental. Su gran compromiso con la protección del medio ambiente, recogido en su plan estratégico, el Plan de Vuelo 2030, orienta a ENAIRE hacia la mejora constante en la eficiencia de los vuelos, la reducción de los consumos, la transición hacia energías limpias y la minimización en la generación de los residuos.

¿Cómo se logra esto? El Plan de Vuelo 2030 dispone de su plan de sostenibilidad ambiental, Green Sky, que tiene como objetivo principal minimizar el impacto ambiental derivado de la actividad de ENAIRE, abordando aspectos como las emisiones, el ruido, la gestión de residuos, la protección de la avifauna y la



Interior de la torre de control del Aeropuerto de Santiago-Rosalía de Castro.

eficiencia energética. Esta labor se desarrolla en consonancia con iniciativas clave como el Zero Pollution Action Plan, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030, la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada del Ministerio, y el European Green Deal.

A su vez, el plan Green Sky se articula en cinco planes: Fly Clean, Fly Quiet, Eco-ENAIRe, Compromiso Verde y Responsabilidad Ambiental.

### Fly Clean

Este plan recoge la optimización de la gestión operativa y fortalecimiento de la monitorización de emisiones. Con esta iniciativa, se contribuye a la descarbonización del transporte aéreo y se refuerza el papel de ENAIRe como agente clave en la movilidad sostenible. En él se contempla reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero en el espacio aéreo bajo su responsabilidad mediante iniciativas como la optimización de trayectorias, la implantación del concepto Free Route y la navegación basada en prestaciones, cuyos procedimientos avanzados basados en navegación por satélite y tecnologías facilitan perfiles de vuelo más eficientes.

Con estas medidas se estima que se evitará la emisión de casi 40 000 toneladas de dióxido de carbono entre 2026 y 2030, una cifra equiparable a la absorción de carbono realizada por más de 2 millones de árboles en un año. El impacto de Fly Clean no se limita únicamente al ahorro de combustible, sino que también mejora la seguridad operacional y la puntualidad de los vuelos.

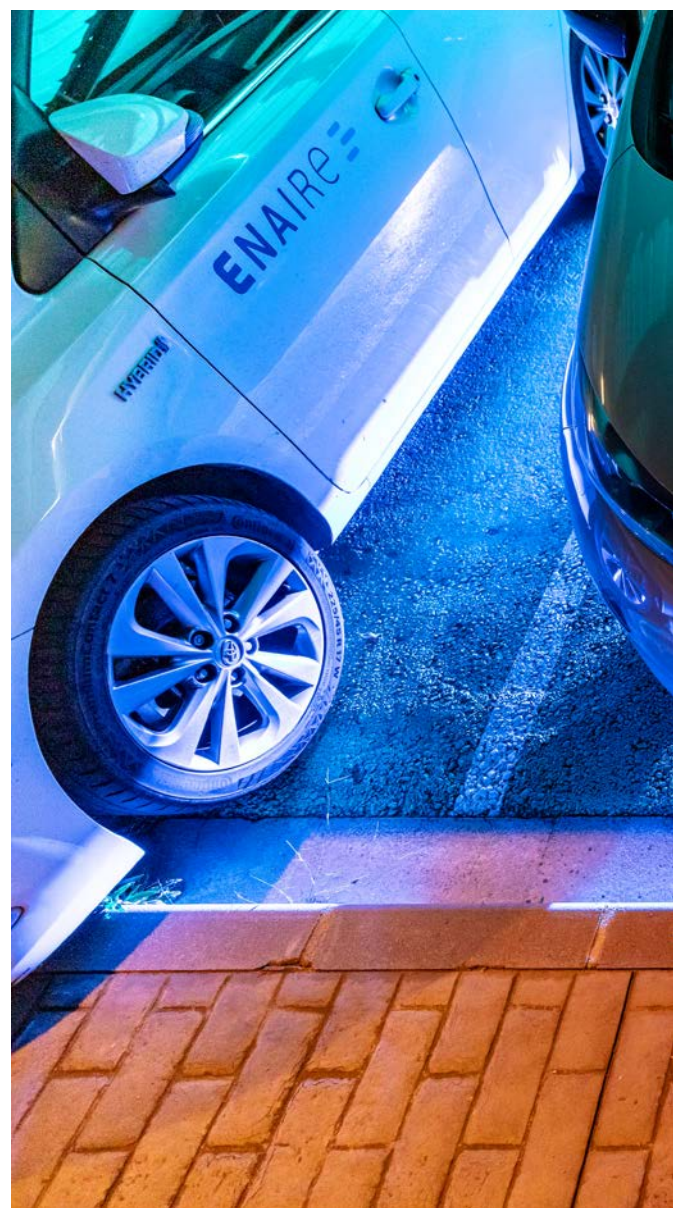
### Fly Quiet

En línea con los objetivos de sostenibilidad en la aviación, el objetivo es mitigar la contaminación acústica en poblaciones. Busca minimizar la afección de la aviación sobre la población y los espacios naturales protegidos, respondiendo a las necesidades de la sociedad actual, que ha aumentado su consciencia y sensibilidad hacia los impactos del ruido, las emisiones en la salud y el medio ambiente.

En concreto, persigue reducir el impacto del ruido en las comunidades cercanas a los aeropuertos y bajo las rutas aéreas inferiores a

## ENAIRe impulsa la reducción del impacto acústico de la aviación sobre la población y los espacios naturales protegidos

10 000 pies respecto al terreno, así como fomentar la adopción de tecnologías, diseños de maniobras y procedimientos operativos que mitiguen la afección acústica. Para ello, se



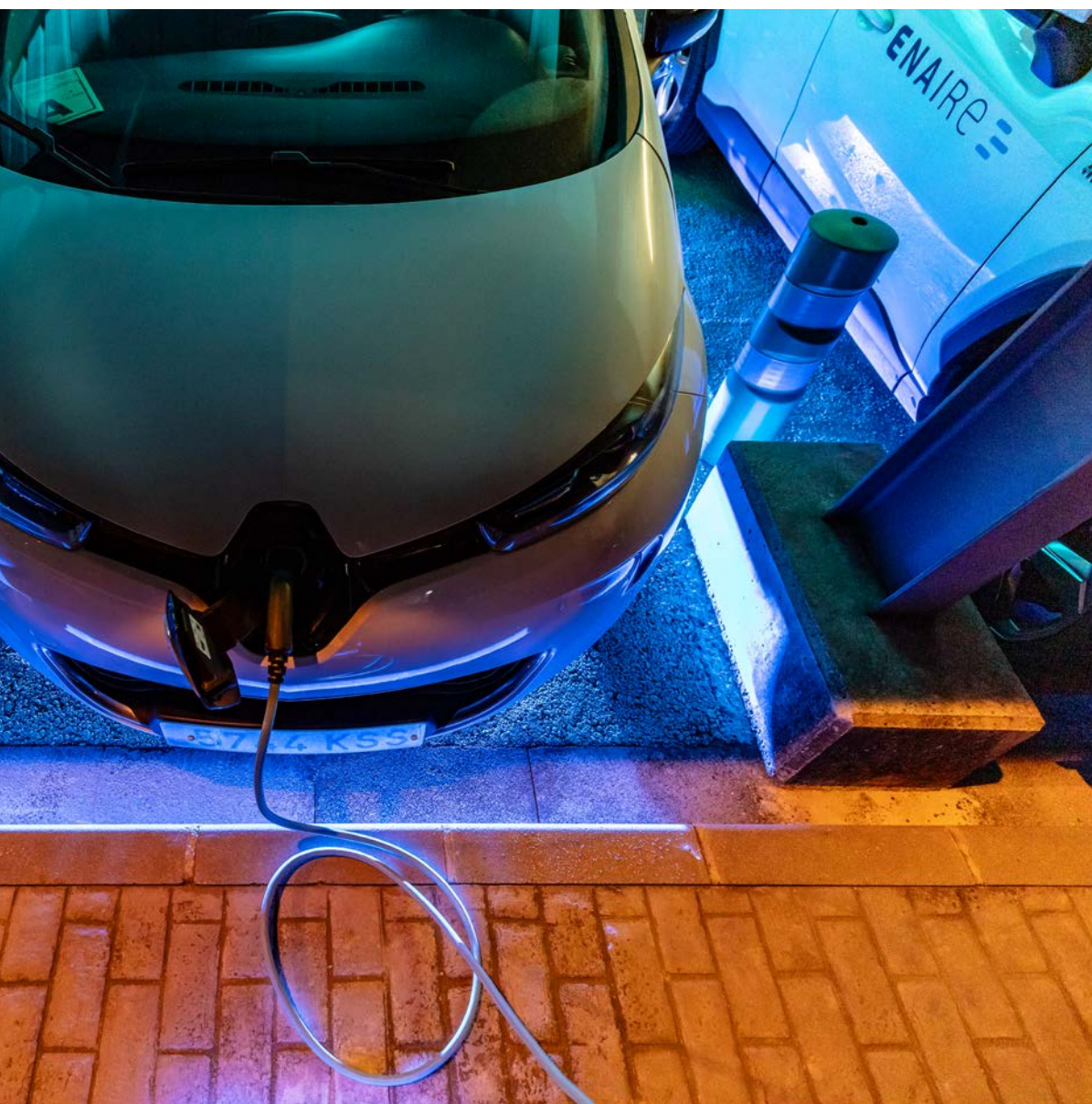
buscará aumentar la colaboración con la Administración, las aerolíneas, los aeropuertos y las comunidades.

La minimización de la afección de la población y espacios naturales protegidos se consigue con un diseño de rutas más eficientes basadas en la navegación por prestaciones (navegación satelital) que compatibilicen las medidas mitigadoras de ruido con la reducción de la demora y la distancia volada. Con iniciativas como el rediseño de rutas, el análisis sistemático del ruido en los proyectos de espacio aéreo, la colaboración institucional y la participación ciudadana, ENAIRE promueve

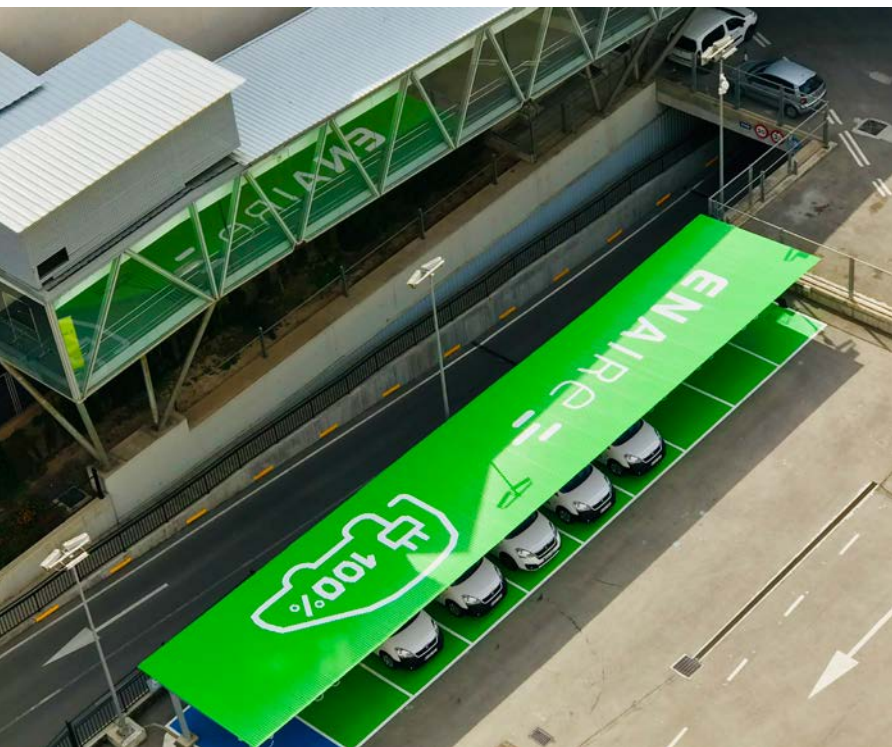
una aviación más silenciosa, consciente y respetuosa.

### Eco-ENAIRE

Este plan tiene como objetivo el impulso de la eficiencia energética en la propia organización con la adopción de energías renovables, iluminación LED y reducción de residuos, a través de un consumo sostenible orientado a la economía circular, que permita reducir el impacto ambiental interno. En línea con el Pacto Verde Europeo y la Agenda 2030, ENAIRE busca descarbonizar su actividad, con la electrificación de su flota, proyectos de autoconsumo en



Carga de coche eléctrico en el Centro de Control de Área en la Terminal de ENAIRE en Valencia.



Vista aérea de la carga de vehículos eléctricos en el Aeropuerto de Palma de Mallorca.

Centros de Control Aéreo como la instalación de placas fotovoltaicas, puntos de carga, entre otras medidas para reducir el consumo energético con energías limpias. También se recoge la contratación de energía 100 % renovable, y optimizar la gestión de recursos y residuos en sus instalaciones.

### Compromiso Verde

Este plan tiene como objetivo el fortalecimiento de la gestión ambiental a través de la optimización de procesos operativos y técnicos con el cumplimiento normativo (ISO 14001), así como optimizar la contratación con inclusión de criterios sostenibles. Entre sus objetivos está impulsar la excelencia en la gestión ambiental con el objetivo de alcanzar la neutralidad en carbono en 2040.



Antena de la senda de descenso en el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.



Se trata de abordar la transición y adaptación climática a través del compromiso y conocimiento de los empleados de ENAIRE. Este proyecto impulsará la conciencia ambiental de la plantilla con la transición climática, integrando conocimientos y prácticas sostenibles en la cultura organizacional. Además, conociendo el riesgo de desertización de España, se implementará un plan de sensibilización y formación sobre la huella hídrica de la organización, promoviendo un uso responsable del agua.

### Responsabilidad Ambiental

Esta iniciativa tiene como objetivo una gestión proactiva del impacto ambiental de los proyectos mediante su reducción y monitorización continua. Se trata de garantizar la reducción de la afección ambiental de los proyectos



Paneles solares en Valencia.



Paneles solares en Sevilla.

de ENAIRE en la fase de diseño, y realizar un seguimiento ambiental durante las fases de implantación y vida útil, con la intención de garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos y aplicar las medidas mitigadoras definidas en caso necesario.

### Compromiso con el futuro de la aviación

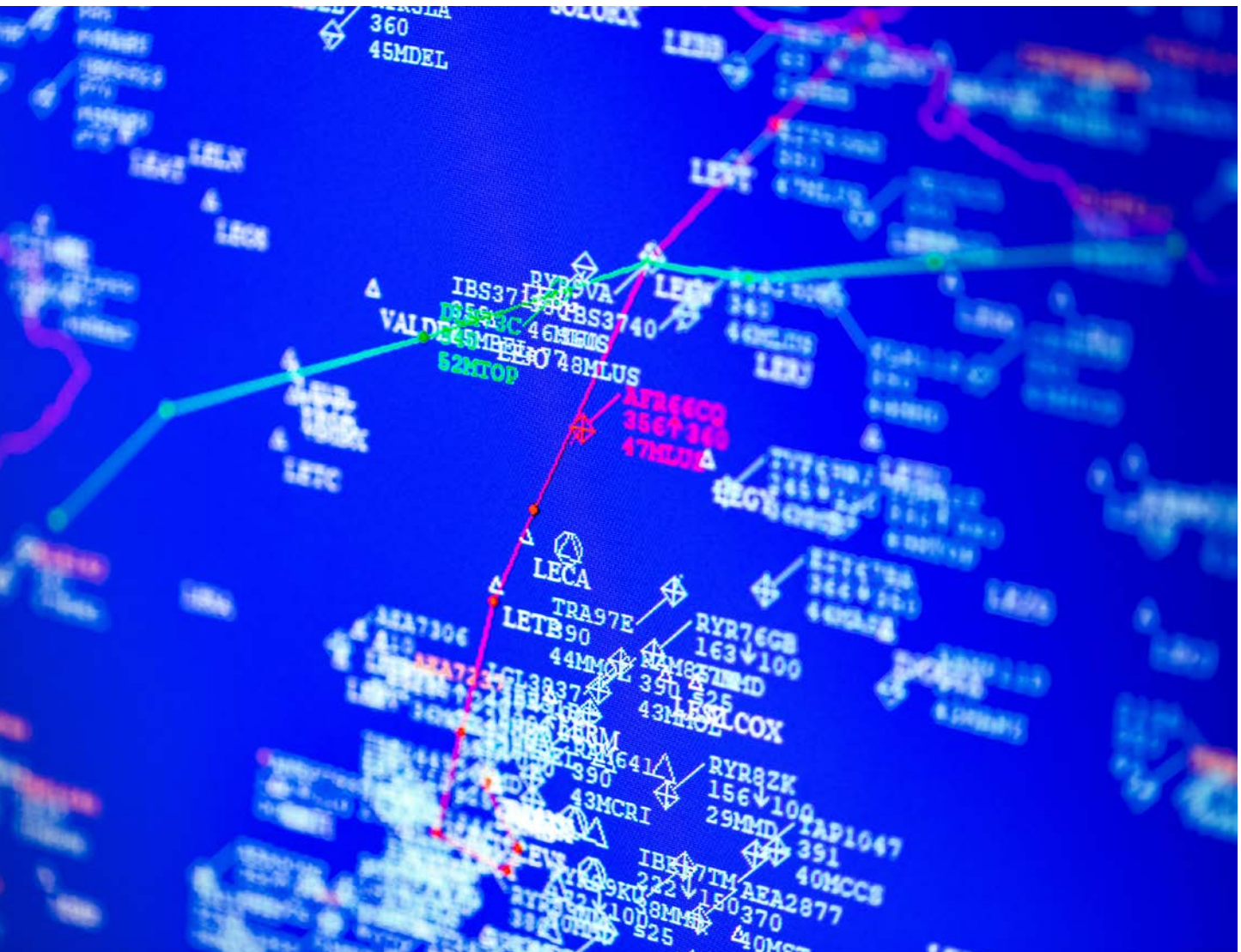
ENAIRE está comprometida con los objetivos de descarbonización del sector aéreo a largo plazo y alinea sus estrategias con las metas fijadas por organismos internacionales y europeos. Por ello, participa en alianzas sectoriales para impulsar mejores prácticas ambientales, coopera con organismos internacionales como la Organización de Aviación Civil (OACI) en

## Se analizan datos de vuelos para optimizar el espacio aéreo

materia de sostenibilidad y promueve la adopción de tecnologías satelitales (PBN), en cumplimiento de la normativa europea, lo que aumenta la precisión y la eficiencia de los vuelos y también contribuye a la reducción de emisiones y a la sostenibilidad operativa.

Además, ENAIRE colabora con instituciones y asociaciones para recopilar datos que permitan tomar decisiones más inteligentes que optimicen continuamente el rendimiento del sistema aeroportuario y la navegación aérea.

Detalle de una de las pantallas de ENAIRE.



Desde 2019 ENAIRE y el Colegio Oficial de Pilotos de Aviación Comercial (COPAC) colaboran estrechamente a través del Observatorio de Seguridad y Eficiencia de las Operaciones Aéreas. Esta iniciativa conjunta, que incluye a controladores aéreos y pilotos, analiza datos de vuelos para mejorar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad del espacio aéreo.

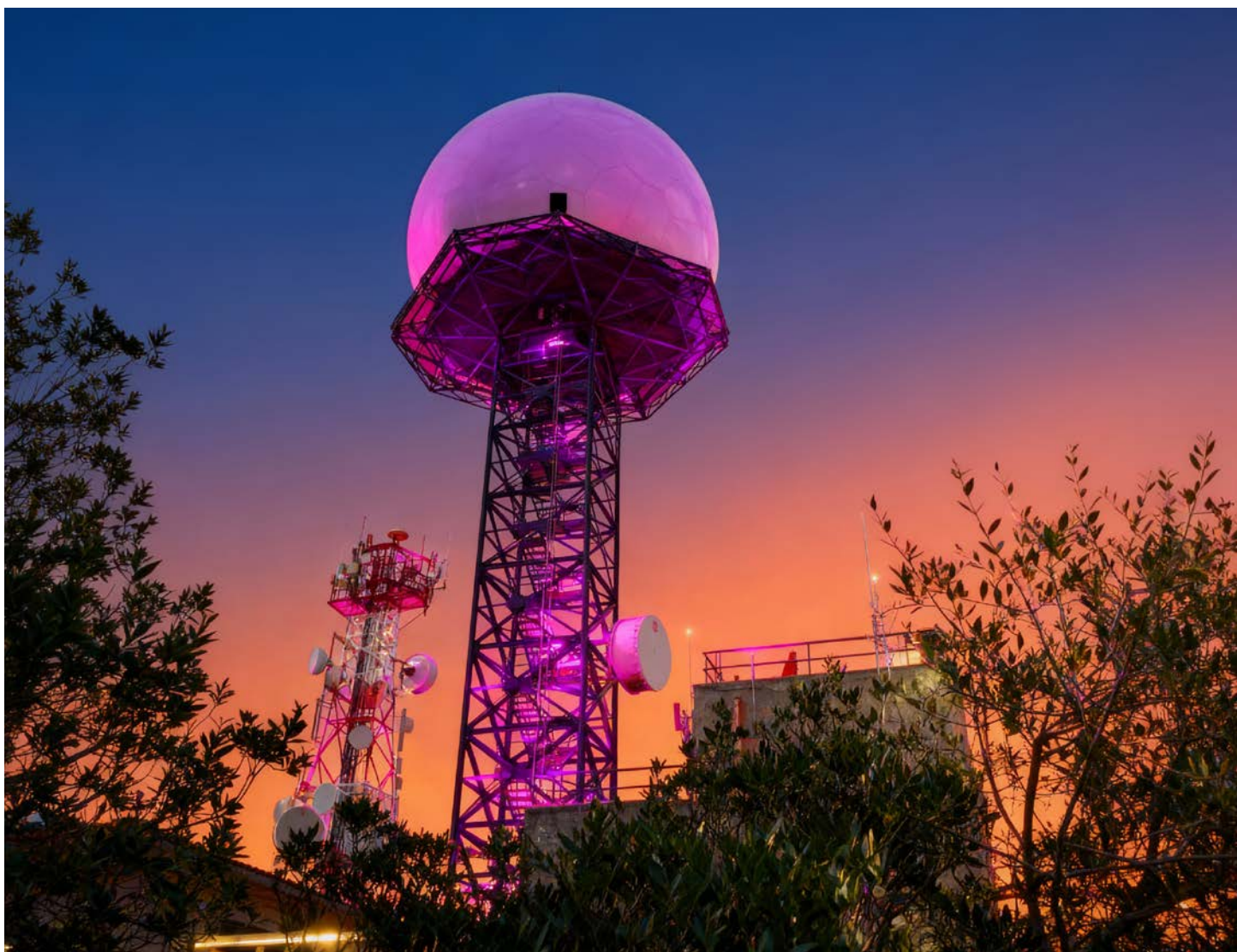
La innovación tecnológica constituye, asimismo, un pilar esencial del Plan de Vuelo 2030. La digitalización está transformando la gestión del tráfico aéreo hacia un modelo más predictivo, automatizado y eficiente. Entre las herramientas más relevantes destaca iTEC SkyNex, el futuro sistema de control de tráfico aéreo, concebido para ofrecer mayores prestaciones, robustez y eficiencia operativa. A

ello se suman las herramientas de predicción de trayectorias en cuatro dimensiones (4D), que permiten anticipar posibles conflictos y optimizar rutas antes de que se materialicen restricciones, así como sistemas de gestión de afluencia más precisos, capaces de reducir esperas tanto en tierra como en vuelo.

En conjunto, todas estas medidas refuerzan el compromiso de ENAIRE con una navegación aérea más sostenible, eficiente y alineada con los objetivos climáticos.

Con el Plan de Vuelo 2030 como guía, ENAIRE se consolida como un referente europeo en navegación aérea sostenible, contribuyendo de forma decisiva a la descarbonización del transporte aéreo y a la construcción de un futuro más limpio y eficiente para la aviación. ✈

Radars de ENAIRE en Randa, Mallorca.



La primera torre digital de control  
aéreo en España

# Innovación, supervisión y seguridad



Imagen simulada. Visualización digital del tráfico aéreo en una torre de control. Imagen de archivo.



La puesta en funcionamiento de la primera torre de control digital en España ha marcado un hito en el control del tráfico aéreo. Este proyecto pionero, con el Aeropuerto de Vigo como protagonista, introduce una nueva forma de gestionar el tráfico aéreo con el uso de tecnologías avanzadas al servicio del controlador aéreo. Bajo la supervisión de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), la torre digital se ha desarrollado de forma progresiva, con el foco puesto siempre en la seguridad. Además, este caso no solo ha permitido impulsar la innovación del sector, sino que ha representado una nueva forma de trabajar, más colaborativa y eficiente, alineada con las tendencias europeas y preparada para afrontar los retos futuros del sector aeronáutico.

- Texto: José Manuel Fonet, especialista en Comunicación para la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)

## Un sector en constante evolución: innovación al servicio de la seguridad

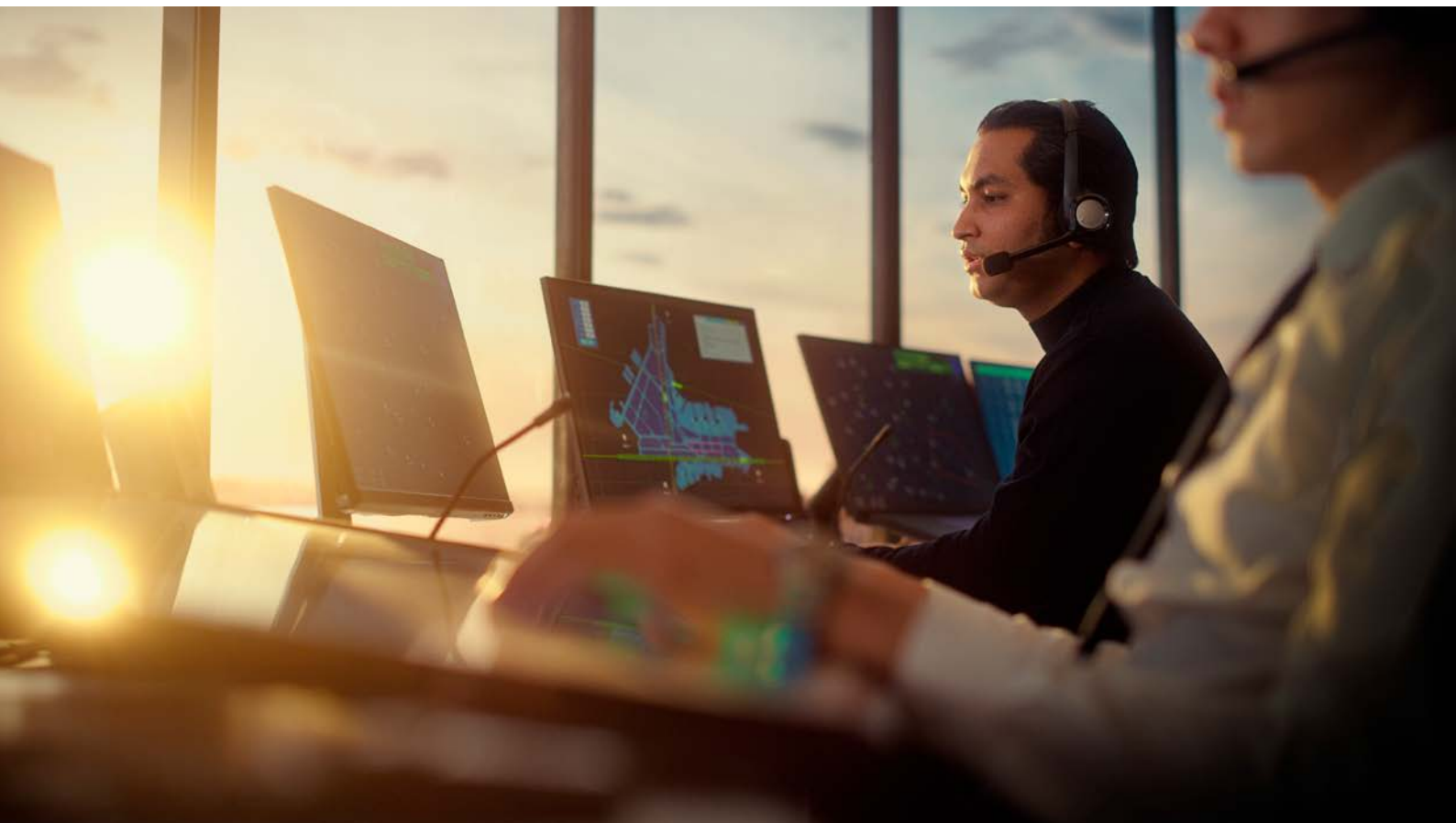
El transporte aéreo es un sector de mejora continua, donde la innovación juega un papel fundamental para volar cada vez de una forma más eficiente. A lo largo de su historia, la aviación ha evolucionado gracias, entre otros factores, a la incorporación progresiva de nuevas tecnologías, aeronaves más preparadas, sistemas de navegación más precisos o modelos de gestión cada vez más eficientes. Todos estos avances comparten una misma base: la seguridad aérea.

La digitalización, la automatización o el uso inteligente de datos están impulsando nuevos avances en todos los ámbitos. En este contexto, España ha sabido situarse en una posición destacada, apostando por la incorporación progresiva de nuevas tecnologías. En el caso del control del tráfico aéreo, estos avances abren la puerta a nuevas formas de operar, más flexibles y adaptadas a los retos futuros del transporte aéreo.

Controladores aéreos desde el fanal de una torre de control. Imagen de archivo.

Desde las torres de control de tráfico aéreo de los aeropuertos, los controladores gestionan y coordinan los despegues, aterrizajes y movimientos en tierra de las aeronaves, asegurando que todo funcione de forma ordenada, eficiente y segura. Sin embargo, con la irrupción de las nuevas tecnologías, se ha abierto una puerta a un nuevo modelo de gestión del tráfico aéreo a través de las torres digitales o remotas, que transforman la manera de observar y operar sobre los entornos aeroportuarios.

Esta evolución no es algo aislado, sino el resultado del proceso de modernización continuo del control de tráfico aéreo en España. Desde los primeros años de la aviación comercial, cuando los controladores se apoyaban principalmente en la observación directa y las comunicaciones por radio, hasta la incorporación de ayudas como el radar, nuevos sistemas de navegación avanzados o la digitalización de la información, cada avance ha contribuido a mejorar la capacidad, la precisión y la seguridad.



Ahora las torres digitales representan un nuevo salto en la evolución tecnológica del sector. Se inicia una nueva etapa con una herramienta que amplía y mejora las capacidades humanas para adaptarlas a los retos futuros.

Europa fue pionera en la implantación de torres de control digitales, marcando el inicio de una nueva etapa en la gestión del tráfico aéreo. El punto de partida se sitúa en Suecia, donde en abril de 2015 el Aeropuerto de Örnköldsvik, al norte del país, se convirtió en el primero del mundo en gestionar un vuelo a través de una torre remota, operada a distancia por controladores aéreos desde un centro situado en Sundsvall. Este hito fue el resultado de más de una década de desarrollo conjunto entre la empresa sueca Saab y el proveedor de servicios de navegación aérea (LFV), demostrando que era posible mantener los estándares de seguridad en aeropuertos 'más pequeños' con un sistema de control de tráfico aéreo completamente innovador.

A partir de esa primera experiencia, el modelo comenzó a consolidarse dentro del país sueco. En años posteriores, los aeropuertos Sundsvall-Timrå y Linköping se incorporaron progresivamente al sistema, siendo gestionados también desde el centro remoto de Sundsvall, lo que permitió a los profesionales acumular experiencia y validar el concepto en diferentes entornos aeroportuarios. Estas implantaciones confirmaron que las torres digitales no solo eran viables desde el punto de vista técnico, sino que, además, aportaban ventajas en eficiencia, flexibilidad y capacidad de adaptación, especialmente en aeropuertos con menor volumen de tráfico.

El éxito del modelo sueco impulsó su expansión por Europa. Países como Reino Unido, Alemania, Noruega o Italia han comenzado a implantar sus propios proyectos y centros de control remoto, adaptando esta tecnología a sus necesidades operativas y regulatorias. Con ello, las torres digitales de control aéreo han evolucionado en pocos años para pasar de ser una prueba innovadora experimental

Controladores aéreos desde el fanal de una torre de control. Imagen de archivo.





Interior de la torre de control aéreo digital del Aeropuerto de Vigo. Fuente: Aena.

a consolidarse como una de las principales líneas de desarrollo tecnológico del control de tráfico aéreo europeo.

Este nuevo sistema permite gestionar las operaciones desde una instalación ubicada fuera del propio aeródromo mediante sistemas digitales avanzados. Sin embargo, no solo establece una nueva forma de gestión de las operaciones aéreas de aeropuertos, sino también en la supervisión de la seguridad y gestión del riesgo. Este cambio transforma

tanto el entorno de trabajo como la forma de gestionar la información y la interacción con el entorno aeroportuario.

En un sector como la aviación, cualquier mejora tecnológica introducida debe superar un proceso de validación exigente antes de su puesta a punto. No se trata únicamente de que un nuevo sistema funcione, sino que tiene que hacerlo con garantías y de forma segura en todas las condiciones operativas posibles.



Toda esta evolución se ha visto reflejada en uno de los mayores hitos de la aviación española de las últimas décadas: la puesta en marcha de la primera torre de control digital en el Aeropuerto de Vigo. Un ejemplo de innovación que introduce tecnología de última generación combinada, por un lado, con la experiencia de los profesionales del control de tráfico aéreo y, por otro, con la supervisión de las autoridades del sistema de aviación civil de España.

La torre digital de Vigo representa un cambio de paradigma. En lugar de la observación y gestión directa desde una torre física, los controladores aéreos trabajan con una recreación visual del entorno aeroportuario generada mediante tecnología avanzada.

Este acontecimiento ha situado a España entre los países que ya utilizan esta tecnología en sus operaciones, consolidando la posición y apuesta de España por la vanguardia e innovación del sector aeronáutico.

### **Un hito en la aviación española: Vigo inaugura la torre digital**

El 17 de junio de 2025 fue un día señalado en el calendario para los profesionales aeronáuticos. Esta fecha marcó un punto de inflexión en la historia de la aviación española, ya que, por primera vez, un vuelo fue gestionado desde una torre de control digital en nuestro país. El escenario elegido fue el Aeropuerto de Vigo, que se convierte así en pionero en la implantación de esta tecnología dentro de la red de aeropuerto españoles.

En concreto, el vuelo que marcó el inicio de esta nueva etapa del control aéreo en España fue el Iberia 0466. La aeronave despegó a las 9:37 horas desde las pistas del aeropuerto vigués con destino Madrid, convirtiéndose en el primer vuelo gestionado desde una torre de control digital en nuestro país. Con esta operación, no solo se inauguraba oficialmente la torre digital del Aeropuerto de Vigo, sino que se daba un paso decisivo en la incorporación de esta tecnología al sistema aeroportuario español, abriendo la puerta a un modelo más innovador, flexible y preparado para los retos del sector, siempre bajo el principio irrenunciable de la seguridad.

### **Tecnología de vanguardia: nueva forma de 'ver' el aeropuerto**

Este cambio de enfoque no solo implica una nueva herramienta, sino también una nueva forma de interacción con el contexto del aeropuerto. Por ello, una de las diferencias más visibles que se puede destacar entre una torre convencional y una digital, además del hecho de que el controlador aéreo puede no encontrarse en el propio aeropuerto, es

## La torre digital no se limita a reproducir la realidad, sino que la complementa, facilitando una gestión precisa y eficiente

precisamente la forma en que el controlador percibe el entorno aeroportuario.

Con esto, el controlador, en lugar de observar –y tener que estar– directamente en el propio aeropuerto, trabaja a través de una representación visual generada mediante una tecnología avanzada. Pero esta representación no es exclusivamente visual, sino también digitalizada, ya que no supone una sustitución de la visión de una persona, sino la creación de una herramienta enriquecida tecnológicamente con información adicional. De este modo, la torre digital no se limita a reproducir la realidad, sino que la complementa, facilitando una gestión precisa y eficiente de las operaciones.

La torre de control digital del Aeropuerto de Vigo cuenta con la tecnología de vanguardia de la compañía Searidge Technologies, la cual también está implantada en otros aeropuertos como el de Budapest, Londres-Heathrow o el de Doha.

Fundamentalmente este sistema está diseñado al servicio del controlador, incorporando un sistema de cámaras ubicado en la parte superior de la torre convencional, que captan las imágenes necesarias para generar una visión de 360°. Las imágenes recogidas por este plato de cámaras se presentan al controlador en monitores (*videowall*) en un ángulo de visión de 120°.

Esta visión ofrece un campo visual optimizado, y se complementa con tres cámaras adicionales ubicadas en las proximidades de la cabecera de la pista RWY19 para cubrir cualquier zona que pudiera no ser visible desde el plato de cámaras principal. Además, a esto se le añade las imágenes recogidas por dos cámaras giratorias con *zoom*, o cámaras PTZ, que permiten a los controladores aéreos visualizar mejor cualquier detalle de objetos lejanos o detalles más precisos.

Por otro lado, este sistema cuenta también con una pistola de señales comandada desde la posición de control y de un sistema de reproducción del sonido ambiente del aeropuerto.

Gracias a todo este despliegue digital, se consigue que el controlador aéreo disponga de una visión precisa, real, ampliable y, en la mayoría de los casos, mejorada respecto a la observación tradicional. Como se ha expuesto, la torre digital no solo reproduce las condiciones de una torre convencional, sino que añade nuevas funcionalidades y capacidades que contribuyen a mejorar la consciencia, percepción y focalización tanto de elementos concretos como del entorno en general.

### El papel de AESA: supervisar la innovación con garantías

En el sector de la aviación, la implantación de cualquier tecnología disruptiva requiere un proceso de supervisión exigente que garantice la piedra angular del sistema: la seguridad aérea. En este punto es donde el papel de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) adquiere un papel fundamental.

En el caso de la torre digital del Aeropuerto de Vigo, AESA ha desempeñado un papel clave a través de la supervisión rigurosa de cada fase del proyecto, con el objetivo de que se cumpliera con los estándares de seguridad exigidos.

Desde la Agencia se ha trabajado codo con codo con las organizaciones implicadas, evaluando y aprobando los argumentos de seguridad presentados, por una parte, por el gestor aeroportuario Aena y, por otro lado, por el proveedor de servicios de tránsito aéreo SAERCO. Esto supone un paso imprescindible para autorizar la entrada en funcionamiento del sistema.

### Un proyecto tan tecnológico como humano

Para AESA, este proyecto fue considerado prioritario desde el inicio por estar alineado con su plan estratégico. Su novedad y complejidad requirió la implicación de múltiples áreas de la Agencia en un equipo multidisciplinar. En él han participado expertos en sistemas y software, análisis de riesgos, formación en



Equipo de la Dirección de Navegación Aérea de AESA, junto a expertos operativos en control de tráfico aéreo, que ha participado en el proyecto de la torre de control digital.

servicios de tránsito aéreo (ATS) y habilitaciones del personal de control, así como profesionales con una dilatada experiencia en control de tráfico aéreo. Un equipo dedicado y muy implicado con este hito que ha hecho posible cada avance.

La coordinación de este proyecto tan transversal obligó a adoptar nuevas formas de trabajo dentro de la Agencia. A diferencia de otros proyectos más convencionales, la torre digital implicaba cambios simultáneos en múltiples dimensiones. Por ello, se llevó a replantear la forma de supervisar, adoptándose un enfoque basado en la gestión de proyectos, con una figura de responsable capaz de coordinar aspectos técnicos, operativos y formativos de manera simultánea. Como lección aprendida, la forma en la que ha trabajado la autoridad aeronáutica en esta supervisión establece una base para afrontar proyectos estratégicos futuros o de gran complejidad técnica.

Por otro lado, tras establecer el cronograma de actuaciones, se hizo necesario mantener una estrecha colaboración con SAERCO y Aena, dada la dificultad tecnológica de este proyecto. A través de reuniones técnicas trilaterales, se ha podido avanzar con rigor, consenso y profesionalidad en cada paso dado, hasta llegar a la puesta en marcha de la torre digital

en el aeropuerto de Vigo, sin perder nunca de vista el objetivo principal: la seguridad.

Este cambio cultural es probablemente, a nivel organización, uno de los logros más relevantes del proyecto, ya que servirá como base para afrontar futuros desarrollos.

## 17 de junio de 2025

El despegue del primer vuelo gestionado por la torre digital del Aeropuerto de Vigo aquel 17 de junio no fue solo un hito técnico, sino también un momento profundamente humano para todas las personas implicadas.

El equipo de AESA prestó su apoyo y supervisó todas las fases del proyecto, desde la definición del concepto de operaciones, pasando por el desarrollo de la documentación de seguridad, hasta las pruebas y validaciones en campo. Además del trabajo documental, se mantuvo una coordinación muy estrecha con AENA y SAERCO y se realizaron múltiples visitas a las instalaciones de la torre digital.

Es por ello que, tras meses de trabajo intenso, el momento del primer vuelo representó, en cierto modo, la confirmación de que todo ese esfuerzo había merecido la pena. Como destaca el equipo de AESA, aunque invadió una «sensación finalmente de descanso», en el fondo «no deja de ser un punto y seguido que planteará nuevos retos», ya que, en aviación, cada logro abre la puerta a otro desafío.

Detrás de estas palabras está el esfuerzo de los profesionales que han trabajado con un objetivo común: garantizar que la innovación llegue siempre de la mano de la seguridad.

Sistemas de pantallas de la torre de control aéreo digital del Aeropuerto de Vigo. Fuente: Aena.



### Avanzar paso a paso

Como se ha indicado, uno de los aspectos clave ha sido la planificación gradual de este proyecto. La implantación de la torre digital en el Aeropuerto de Vigo ha sido diseñada de forma gradual y consta de diferentes fases que permiten ir avanzando en cada una de ellas, garantizando en todo momento el cumplimiento con los requisitos exigidos.

En una fase inicial, AESA otorgó una aprobación al proveedor SAERCO para comenzar el periodo en el que permitía la gestión y control de tráfico real desde la torre digital en

una franja de baja densidad de operaciones. Además, durante esta fase, la torre de control convencional permaneció operativa con la posibilidad de asumir el servicio de manera inmediata como medida de contingencia.

El objetivo principal de esta fase de transición es ofrecer la posibilidad de completar los hitos de validación del sistema y de la formación del personal de control aéreo, todo en ello en condiciones reales.

En este contexto, la puesta en marcha de la torre digital ha implicado, además del cambio tecnológico, una transformación en la forma



Reunión técnica entre la delegación de AESA y ENAV en Italia.



## Una mirada a Europa para avanzar

Uno de los retos del proyecto fue la limitada madurez de la normativa internacional en torres digitales. Para afrontarlo, el equipo de AESA, en colaboración con Aena y SAERCO, llevó a cabo un trabajo de interpretación común que, en ocasiones, ha requerido de un análisis comparativo con países europeos que ya contaban con esta tecnología, como Noruega, Hungría o Alemania.

En este aprendizaje internacional se puede destacar la visita del equipo de AESA al centro de control remoto de Leipzig (Alemania) a principios de 2025 o a la primera torre digital instalada por el gestor italiano del tráfico aéreo, ENAV, en el Aeropuerto de Brindisi (Italia). Esto se ha unido al intercambio de experiencias con autoridades europeas y al análisis de modelos de supervisión ya implantados, lo que ha permitido incorporar lecciones aprendidas del contexto internacional y adaptarlas al contexto español.

La cooperación internacional ha sido un elemento clave para anticipar desafíos y añadir buenas prácticas que contribuyesen al éxito del proyecto.



Avión despegando.  
Imagen de archivo.

de trabajar de los controladores aéreos. Por ello, la formación de este colectivo ha sido un elemento clave en todo el proceso, ya que han tenido que familiarizarse con aspectos novedosos como las interfaces, los sistemas de visualización o los procedimientos operativos.

Pero este camino no ha acabado aquí, ya que el proyecto ha continuado evolucionando en una fase diferente, que incorpora nuevas funcionalidades avanzadas en el sistema, como la integración de la información de vigilancia en el *videowall* o el seguimiento automático de aeronaves y vehículos mediante las cámaras PTZ. Estas capacidades juegan un papel importante de cara a la prestación del servicio desde la torre digital durante todo el horario operativo del aeropuerto. Por su parte, AESA continúa supervisando cada paso con el mismo enfoque y con la experiencia acumulada.

### El futuro de las torres digitales: lecciones y oportunidades

La experiencia de Vigo no es un punto final, sino el inicio de un nuevo camino para el control de tráfico aéreo en España. La implantación y el despliegue de las torres digitales requiere de una importante fase de planificación, ya que es necesario identificar los entornos en los que, técnica y económicamente, sean viables.

Pero hay algo claro: el sector aeronáutico español y sus autoridades están preparadas para acompañar e impulsar esta evolución digital, ya que el desarrollo de esta tecnología también plantea retos regulatorios y de supervisión. Las

normas deben adaptarse a nuevas realidades operativas sin comprometer los niveles de seguridad. En este sentido, desde AESA se están desarrollando guías y criterios que permitan abordar futuros proyectos de forma eficiente, aplicando las lecciones aprendidas en el caso de la torre digital de Vigo.

Además, el marco normativo europeo también continúa evolucionando, con iniciativas como la *task force* de torres digitales de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), que tiene como objetivo desarrollar la normativa y el material guía a nivel europeo en esta materia, y que cuenta con la participación de AESA.

El futuro está enfocado a garantizar que la innovación tecnológica se integre de forma segura, coherente y sostenible en el sistema aeronáutico. Por ello, la torre digital del Aeropuerto de Vigo es un ejemplo que simboliza el equilibrio entre innovación y seguridad que define al sector aeronáutico.

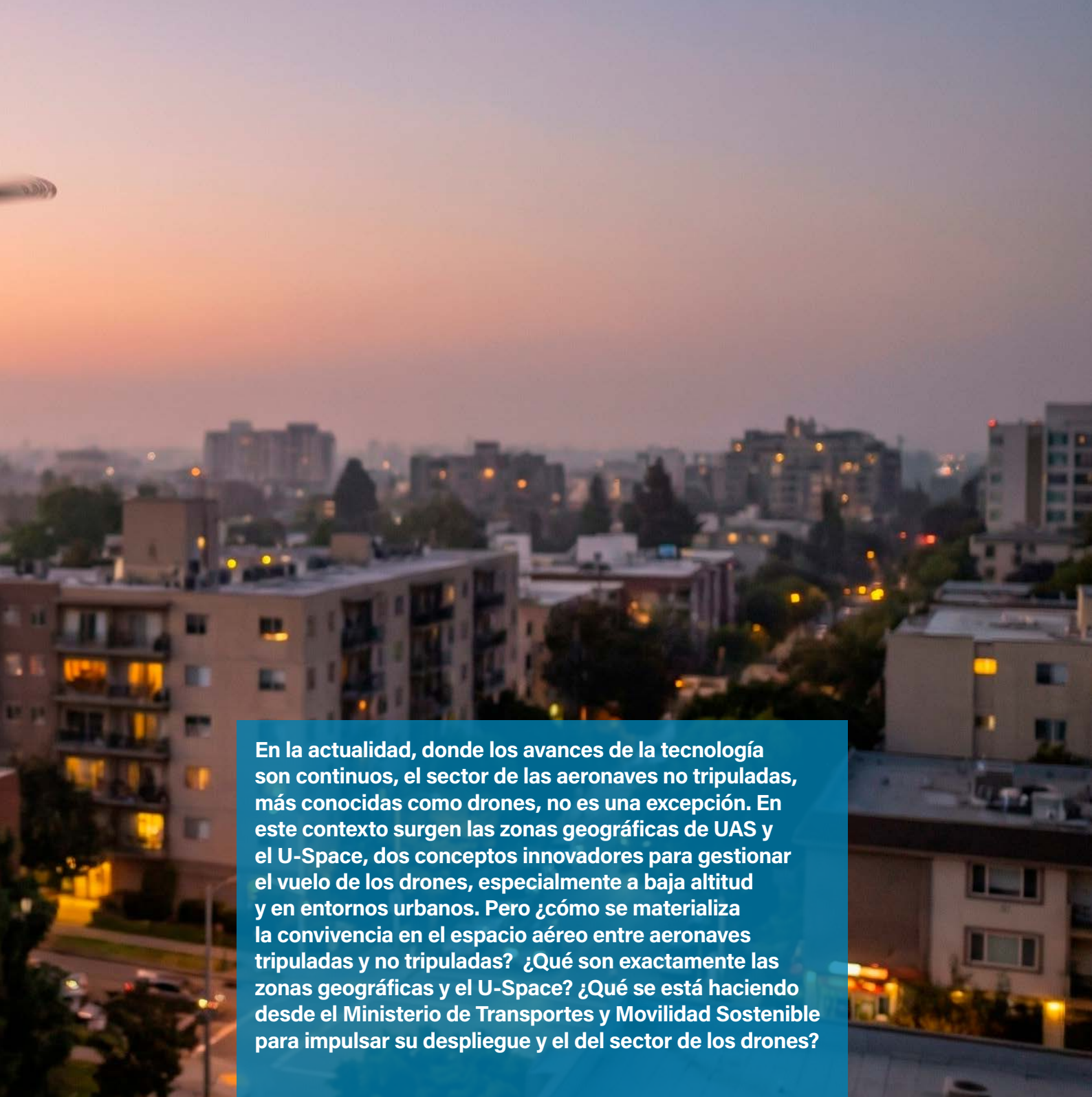
Este proyecto ha demostrado que es posible incorporar nuevas tecnologías sin comprometer los estándares de seguridad más exigentes, siempre que exista un enfoque riguroso, coordinado y centrado en las personas. No se trata solo de evolución tecnológica, sino de una manera distinta de trabajar, más colaborativa, más exigente y más alineada con los retos futuros.

Para AESA, este hito representa también la oportunidad de seguir acompañando al sector en su transformación, aportando conocimiento, supervisión y confianza. ✈️

Las claves para un espacio aéreo  
integrado, compartido y seguro

*PANDU+*:  
una hoja  
de ruta para  
el despliegue  
del U-Space y  
la zonificación  
en España  
(2026-2030)

Dron volando en un entorno urbano.



En la actualidad, donde los avances de la tecnología son continuos, el sector de las aeronaves no tripuladas, más conocidas como drones, no es una excepción. En este contexto surgen las zonas geográficas de UAS y el U-Space, dos conceptos innovadores para gestionar el vuelo de los drones, especialmente a baja altitud y en entornos urbanos. Pero ¿cómo se materializa la convivencia en el espacio aéreo entre aeronaves tripuladas y no tripuladas? ¿Qué son exactamente las zonas geográficas y el U-Space? ¿Qué se está haciendo desde el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible para impulsar su despliegue y el del sector de los drones?

- Texto: Mariña Álvarez, jefa de Política de Espacio Aéreo (DGAC)

**E**n apenas unos años, los sistemas aéreos no tripulados (UAS, por sus siglas en inglés) han pasado de ser una tecnología emergente, a convertirse en una herramienta para múltiples sectores. Sin embargo, para que este crecimiento continúe y se desarrolle de forma segura, resulta esencial abordar la gestión del espacio aéreo en el que operan.

La integración armonizada de los drones requiere definir cómo, dónde y en qué condiciones pueden volar, lo que ha llevado a la creación de normas específicas para su operación. De esta necesidad surgen las zonas geográficas de UAS (ZG UAS) y el U-Space, pilares fundamentales para garantizar operaciones seguras, eficientes y plenamente integradas con el resto de los usuarios del espacio aéreo.

En España, la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) desempeña un papel central en la promoción y regulación del sector aéreo, incluyendo la definición y planificación del espacio aéreo. Por ello, es la encargada de liderar la estrategia nacional para el impulso de las operaciones con UAS y para el despliegue del sistema U-Space.

Durante los últimos años, la DGAC, en colaboración con la autoridad militar, la Agencia Estatal de Seguridad Aérea y ENAIRE, ha desarrollado un marco normativo aplicable a

Uso de drones para transporte de paquetería.



## El *PANDU+* responde a nuevos retos y prepara los cimientos para impulsar la movilidad aérea innovadora en España

estas operaciones, que adapta la normativa europea al ámbito nacional.

Entre dichas adaptaciones, destaca la definición de las zonas geográficas de UAS, que son partes del espacio aéreo en las que se facilitan, restringen o excluyen operaciones de drones con el objetivo de gestionar riesgos. Su diseño y organización conforman lo que se conoce como 'zonificación'.

Por su parte, el U-Space es un conjunto de servicios, sistemas y procedimientos diseñados para garantizar que las operaciones de drones sean seguras, eficientes y estén integradas con el resto de los usuarios del espacio aéreo. Los denominados espacios aéreos U-Space constituyen un tipo especial de zona geográfica de UAS.

Su objetivo es permitir que múltiples drones operen simultáneamente de manera automatizada, sin poner en riesgo a las personas ni a los bienes en tierra, y asegurando la coexistencia sin conflictos con la aviación tripulada.

Ambos conceptos actúan como habilitadores para el desarrollo de aplicaciones basadas en el empleo de estas aeronaves. Entre los casos de uso más destacados se encuentran los siguientes ámbitos:

- » En **situaciones de emergencia**, la capacidad de los drones para acceder a áreas peligrosas es clave, ya sea para ayudar en el rescate de personas en lugares de difícil acceso o para intervenir de manera rápida en incendios u otros desastres naturales. Este tipo de situaciones genera una compleja coordinación y monitorización de todas las operaciones de medios aéreos necesarias (drones, helicópteros, aviones, etc.)
- » En el ámbito de la **logística**, los drones permiten realizar entregas rápidas y eficientes como el transporte de medicamentos, muestras u órganos entre hospitales, o la entrega de bienes y servicios en grandes

ciudades congestionadas. Son de gran utilidad igualmente en zonas rurales y de difícil acceso por carretera.

- » En el terreno de la **seguridad pública**, los drones son utilizados para monitorear eventos de gran afluencia, vigilar infraestructuras críticas, detectar posibles amenazas y apoyar investigaciones con imágenes aéreas en tiempo real.
- » En el **sector del entretenimiento**, actualmente se celebran espectáculos de luces que redefinen el concepto de eventos visuales y grabaciones aéreas únicas para el cine, la publicidad o las grandes celebraciones.
- » En cuanto a **la inspección y mantenimiento**, los drones facilitan la supervisión de infraestructuras como fachadas de edificios, puentes, líneas eléctricas y carreteras, reduciendo costes y riesgos para los trabajadores.
- » En el **sector agrícola**, estas aeronaves abren las puertas a tecnologías como el monitoreo de cultivos mediante sensores aéreos, optimizando la producción y reduciendo el uso de recursos.

Además de lo anterior, conviene destacar que el U-Space se convierte en imprescindible cuando es necesario combinar y mantener en el tiempo numerosas operaciones de drones y de aeronaves tripuladas en un mismo entorno: por ejemplo, un volumen en el que se estén llevando a cabo vuelos medicalizados de helicóptero, combinados con drones que transportan muestras sanitarias.

### Del PANDU al **PANDU+**: avances y evolución

Este modelo de gestión de los drones, desarrollado de forma armonizada en Europa, es fundamental para aprovechar su potencial y, al mismo tiempo, preservar la seguridad de las operaciones y la protección de ciudadanos y bienes, así como el respeto a la privacidad y al medio ambiente.

Ante esta situación, en España se desarrolló el Plan de Acción Nacional para el Despliegue del U-Space 2022-2025 (PANDU), liderado por la Dirección General de Aviación Civil y en estrecha colaboración con el Ministerio de Defensa, AESA y ENAIRE.



Uso de drones en labores de inspección.



Uso de drones en agricultura.



Principales casos de uso de los UAS.



## Zonificación



## Operaciones avanzadas

Conceptos clave del *PANDU+*.

El *PANDU* sentó las bases para la implantación inicial del U-Space en España definiendo objetivos, actores clave y mecanismos de gobernanza. Durante su vigencia, se impulsaron actuaciones en materia de espacio aéreo, certificación de nuevos proveedores de servicios y coordinación interadministrativa, todo ello en consonancia con el paquete normativo europeo aprobado en 2021.

Aerotaxi.

Al término del periodo previsto, el plan alcanzó un alto grado de ejecución con la mayor parte de las actuaciones implementadas, incluida la publicación del Real Decreto 517/2024 nacional, si bien la designación del primer U-Space en nuestro territorio se producirá más adelante.

En este contexto, y sirviéndose de la experiencia ganada durante el periodo 2022 a 2025, nace el *PANDU +*: El Plan de Acción Nacional para el Despliegue del U-Space y la zonificación 2026-2030.

El *PANDU +* se presenta como un instrumento renovado ya que no solamente da continuidad al plan anterior, sino que amplía su alcance y lo orienta a responder a nuevos retos que se han ido identificando para impulsar el crecimiento del sector de UAS.

Al término de este plan y con los objetivos cumplidos, habrá con un espacio aéreo



ordenado y armónico en el que convivan las aeronaves tradicionales y los drones, utilizando servicios U-Space o no, pero en todo caso, facilitando a los operadores desarrollar su actividad a lo largo de la geografía nacional y generando, por tanto, riqueza al territorio.

Además, será el punto de enlace con el desarrollo e implantación a nivel nacional de la movilidad aérea innovadora y/o avanzada (IAM o AAM, por sus siglas en inglés), constituyendo el siguiente paso en la evolución del transporte aéreo.

Este concepto incluye las esperadas aeronaves eléctricas con capacidad de despegue y aterrizaje vertical (VCAs), inicialmente pilotadas, pero que podrían evolucionar para convertirse en autónomas. Su bajo nivel de ruido y ausencia de emisiones las capacita para integrarse en entornos tanto urbanos como regionales, facilitando el transporte de personas y mercancías de manera rápida, sostenible y segura.

### Tres objetivos para un despliegue efectivo

El Plan de Acción Nacional para el Despliegue del U-Space y la zonificación se enfoca en tres objetivos generales:

#### 1. Zonificación del espacio aéreo

Orientado a mejorar la gestión de las zonas geográficas de UAS y diseñar nuevas estructuras de espacio aéreo que permitan probar e integrar operaciones más complejas.

## El indicativo + amplía el alcance a la zonificación del espacio aéreo y el desarrollo de operaciones avanzadas con UAS, tanto en número como en complejidad

La irrupción de los UAS exige revisar la organización del espacio aéreo para acomodar sus operaciones ofreciendo siempre entornos seguros. En este sentido, el RD 517/2024 regula las zonas geográficas de UAS. Una definición adecuada, la armonización de criterios de uso y la estandarización de las coordinaciones entre gestores de zonas y operadores son esenciales para permitir el correcto desarrollo del sector.

Paralelamente, el crecimiento de los casos de uso de drones que necesitan operar más allá del alcance visual del piloto (BVLOS, de sus siglas en inglés) y cubrir grandes distancias o áreas inaccesibles, supone un reto en los entornos en los que van a convivir con aeronaves tripuladas. Esto requiere trabajar en la integración segura de ambos mundos, analizando y actualizando las estructuras de espacio aéreo actuales.

### ¿Drones o UAS?

El término UAS (*Unmanned Aircraft System*) engloba cualquier aeronave que esté diseñada para operar de forma autónoma o para ser pilotada a distancia sin un piloto a bordo (lo que conocemos como dron), así como el equipo necesario para controlarla de forma remota.

Servicios prestados en los espacios aéreos U-Space.

### SERVICIOS U-SPACE



## ¿Dónde encontrar más información?

La DGAC pone a disposición toda la información relativa al U-Space, la zonificación y los UAS en su 'Portal para la Coordinación del U-Space en España', disponible en la propia web del ministerio, donde también podrán disponer de los informes de resultados de las encuestas ya realizadas, un observatorio de noticias actualizadas y los principales proyectos europeos en los que España participa para el desarrollo de esta tecnología.

### 2. Desarrollo del U-Space

Este objetivo da continuidad al despliegue inicial del U-Space. Aborda la certificación de nuevos proveedores de servicios (CISP y USSP), la designación de los primeros espacios aéreos U-Space y su monitorización.

Los nuevos proveedores de servicios digitales, CISP y USSP, son imprescindibles para el buen funcionamiento de los espacios U-Space, pues garantizan la disponibilidad de información común y los servicios necesarios para operar en ellos.

Además, este objetivo se completa con la identificación de pasos clave y habilitadores necesarios para el impulso de la movilidad aérea en España.

### 3. Actividades transversales

Este último objetivo recoge aspectos clave como la coordinación entre autoridades y entidades (aspecto vital para una implementación efectiva), las actualizaciones normativas vinculadas a la evolución del sector, y la gestión de la seguridad y calidad del sistema con el monitoreo de las

operaciones de UAS, lo que permitirá identificar fortalezas y debilidades. También incorpora actividades de divulgación y encuestas a entidades, usuarios y público general, que se materializan a través del Portal web del MTMS.

## Un modelo de gobernanza a tres niveles

Para garantizar una implementación armonizada del *PANDU+*, es imprescindible la coordinación y colaboración de todas las partes implicadas.

Por ello, se estableció un método de trabajo constituido por tres niveles de participación para asegurar la coordinación en las actividades de las autoridades nacionales, autonómicas y locales, así como con otras organizaciones, entidades y principales agentes del sector y la sociedad.

» El **nivel 1** lo integra un grupo de trabajo compuesto por representantes de distintos organismos de la Administración General del Estado, proveedores de servicios de navegación aérea y gestores aeroportuarios. Se encarga de la ejecución de las actuaciones establecidas en el Plan.

» El **nivel 2** está formado por el resto de los departamentos ministeriales que no participan en el nivel 1, administraciones autonómicas y locales, y otros organismos públicos de la AGE.

» Por su parte, el **nivel 3** lo componen otras entidades y organizaciones implicadas en el despliegue del U-Space, y que participan en el mismo mediante encuestas generales y foros que aborden cuestiones concretas en las que sea necesaria su experiencia.



Modelo de gobernanza del *PANDU+*.

Adicionalmente, y para involucrar a la sociedad y contar con su visión, desde la DGAC se lanzan sondeos de aceptación social y se ofrece información actualizada en el portal web.

### Mirando al futuro: las bases de la movilidad aérea innovadora

La implantación de las acciones del PANDU + no solo reforzará la seguridad y eficiencia en las operaciones con aeronaves no tripuladas, sino que también generará importantes beneficios socioeconómicos.

La materialización del U-Space contribuirá al desarrollo de nuevas cadenas de valor en el sector tecnológico y logístico, a través de nuevos casos de uso de los UAS.

De igual forma, el impulso de las operaciones BVLOS, tanto dentro como fuera de los espacios aéreos U-Space, permitirá mejorar la competitividad de los servicios ya que ampliará el alcance y el valor añadido de multitud de actividades.

Todo ello permitirá avanzar en el desarrollo de nuevas soluciones de movilidad aérea y aumentará la sostenibilidad en la medida que se empleen UAS eléctricos o se presten servicios con menor huella de carbono. De esta manera, se contribuirá a la integración progresiva de servicios avanzados que complementen las redes de transporte existentes y amplíen las capacidades del sector aéreo en su conjunto. ✈️

## La integración segura de aeronaves tripuladas y drones dará paso a un cielo verdaderamente inteligente y conectado

### ¿Cuál es la diferencia entre una zona geográfica de UAS y un U-Space?


Una zona geográfica de UAS es una parte del espacio aéreo en la que la autoridad competente facilita, restringe o excluye operaciones con drones. En España, estas zonas se clasifican en generales y particulares.

Dentro de estas últimas, se encuentran los espacios U-Space, un tipo específico de zona geográfica de UAS particular en la que solo pueden realizarse operaciones con el apoyo de determinados servicios digitales (los llamados servicios U-Space).

Por lo tanto, un U-Space es, a su vez, una zona geográfica de UAS particular. Pero una zona particular no tiene por qué ser, necesariamente, un U-Space.

Movilidad Aérea Urbana.

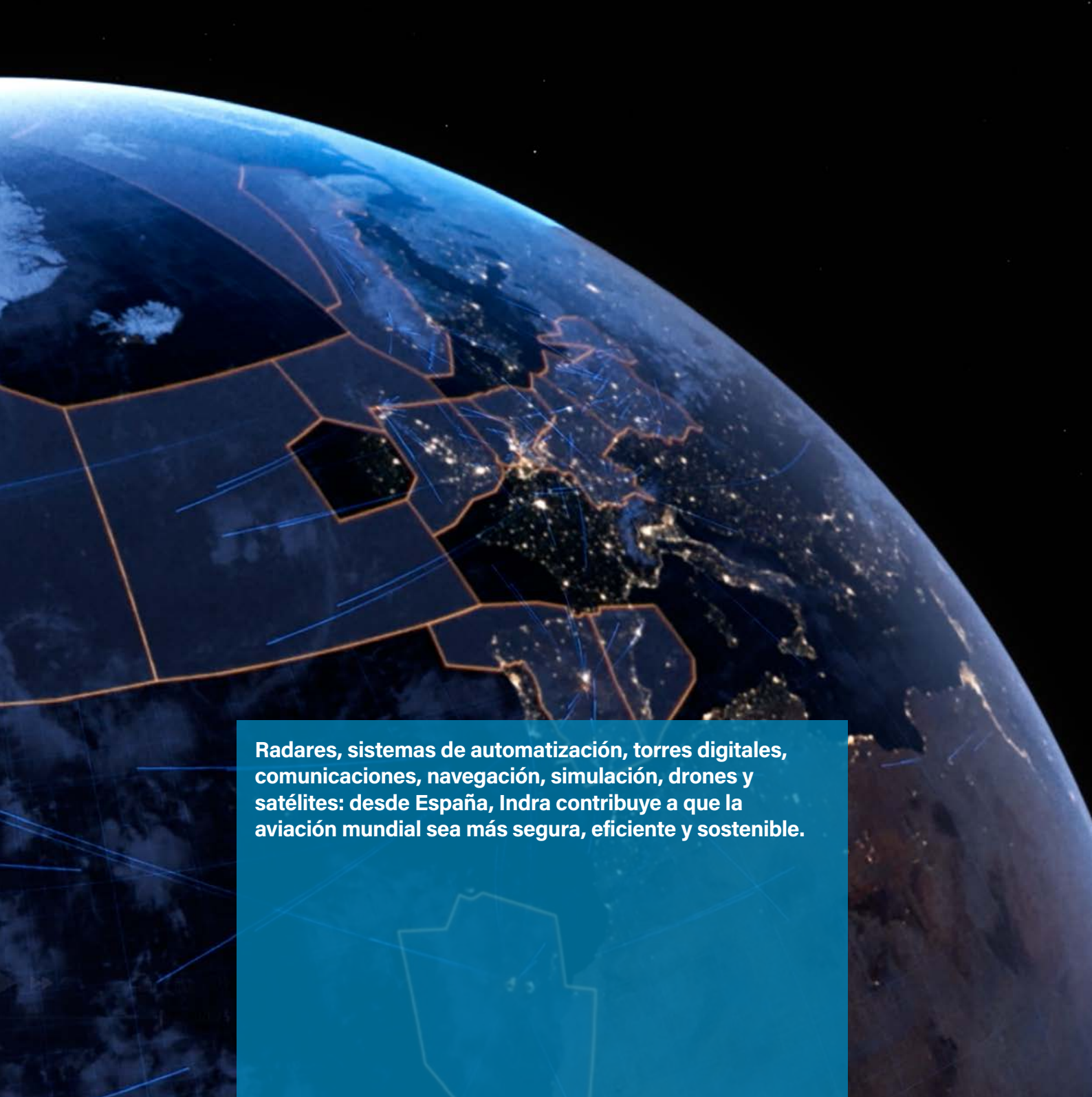




**Indra Group va camino de convertirse en la empresa número uno mundial en tecnología para la gestión del tráfico aéreo e impulsa la innovación en el sector**

# España, líder en tráfico aéreo

Regiones de espacio aéreo gestionadas por sistemas de automatización de Indra en Europa, Norte de África y Oriente Medio.



**Radares, sistemas de automatización, torres digitales, comunicaciones, navegación, simulación, drones y satélites: desde España, Indra contribuye a que la aviación mundial sea más segura, eficiente y sostenible.**

- **Texto: Enrique Castillo, director Comercial de Indra Air Traffic**

Cuando un pasajero se sienta en un avión, normalmente piensa en las vacaciones que por fin empiezan, en la reunión que le espera al llegar, los nervios antes de volar o, simplemente, en la ilusión de volver a casa. Lo que casi nunca piensa es en todo lo que tiene que ocurrir para que ese avión despegue, siga su ruta con seguridad, aterrice correctamente y llegue a su destino sin incidencias.

Detrás de esa aparente normalidad existe una red tecnológica inmensa, sofisticada e invisible: radares que vigilan el espacio aéreo, sistemas que organizan el tráfico y conectan a pilotos y controladores, ayudas a la navegación que guían las maniobras y redes que comparten información crítica en tiempo real. Una parte muy importante de esa tecnología se desarrolla y se produce desde España. Y ahí es donde Indra desempeña un papel esencial.

Hablar de Indra es hablar de una tecnología que, aunque muchas veces pasa desapercibida para el gran público, está presente en el corazón mismo de la aviación civil mundial. Indra cuenta con la mayor oferta de productos

del mundo, capaz de cubrir prácticamente todo el ciclo del vuelo: automatización del control aéreo, sistemas de torre convencional y digital, simulación y entrenamiento, radares de vigilancia, comunicaciones de voz y radio, ayudas a la navegación, gestión de información aeronáutica, soluciones para gestión del tráfico de drones e iniciativas espaciales aplicadas a la navegación aérea. En otras palabras: no se trata de un único producto, sino de un ecosistema tecnológico completo que hace posible que el transporte aéreo funcione.

Y su huella en el tráfico aéreo global es enorme. Más del 85 % de los pasajeros del mundo se benefician en algún momento de su vuelo de tecnología de gestión de tráfico aéreo de Indra, y más del 30 % de las regiones de información de vuelo (FIR) del planeta están gestionadas con sistemas de la compañía.

Lo relevante para España es que buena parte de esa capacidad industrial y tecnológica tiene en nuestro país uno de sus principales pilares. Indra pone a España como punta de lanza en la producción de sistemas de vigilancia aérea, automatización, soluciones de torre y comunicaciones, dentro de una

Torre digital de Indra en Budapest.



red internacional en la que también participan otros centros de producción en Reino Unido, Estados Unidos, Noruega, Alemania o Eslovaquia. Dicho de manera sencilla: desde los centros de San Fernando de Henares y Torrejón, ambos en Madrid, no solo se trabaja para el mercado nacional, sino que se diseñan, desarrollan e integran tecnologías que después operan en aeropuertos, centros de control y redes de navegación aérea de todo el mundo.

## Soluciones para todo el ciclo de vuelo

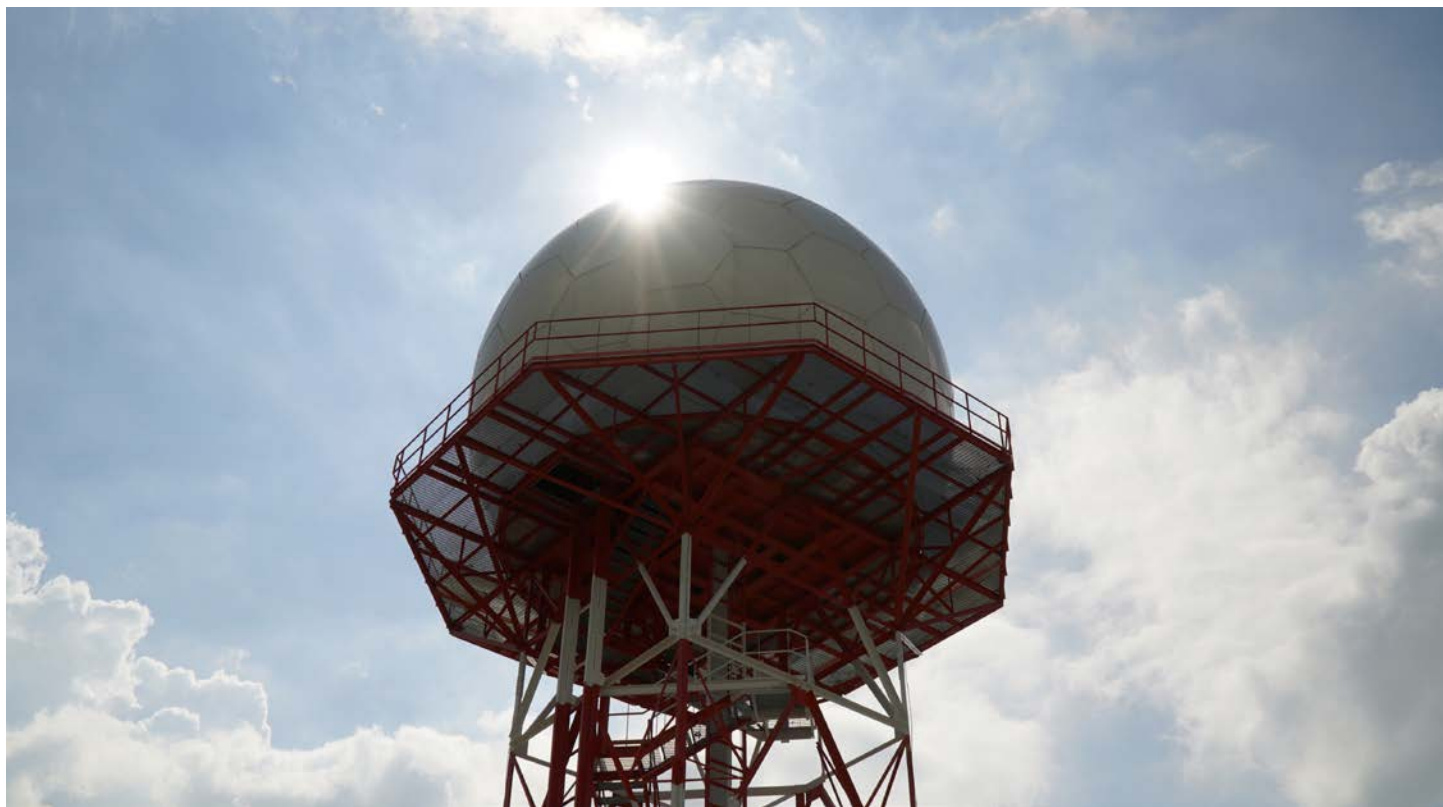
Si hubiera que resumir el papel de Indra en una imagen sencilla, podría decirse que sus sistemas ayudan a que el cielo a nivel mundial funcione con orden. La automatización, por ejemplo, actúa como el 'cerebro' que organiza el tráfico, anticipa conflictos y ayuda a los controladores aéreos a tomar decisiones con más información y más precisión. En este ámbito, Indra participa en algunos de los programas más relevantes de Europa. Uno de los más representativos es iTEC SkyNex, una alianza multinacional de ocho países que opera en 27 centros de control y gestiona más del

60 % del tráfico aéreo europeo sobre una misma tecnología. A eso se suman plataformas desplegadas en regiones tan distintas como Emiratos Árabes Unidos, India, Indonesia o Centroamérica, donde sus sistemas contribuyen a coordinar espacios aéreos complejos y de gran volumen de operaciones.

Pero quizá donde mejor se entiende todo esto para un lector no experto es en las torres de control. Porque la imagen de una torre forma parte del imaginario de cualquiera que haya pasado por un aeropuerto. Lo que está cambiando es la forma de operar desde ella. Hoy, la tecnología permite ampliar la visión del controlador con cámaras de alta resolución, *zoom*, visión térmica, seguimiento inteligente de objetivos y capas de información superpuestas en pantalla. En algunos casos, incluso permite controlar un aeropuerto desde otro lugar.

Indra cuenta con una cartera completa de soluciones de torre convencional y digital, con unas 400 torres como referencia. Y sus proyectos lo explican casi mejor que cualquier definición: en Noruega participa en el que se presenta como el primer y mayor centro de

Estación radar de Indra.



torres remotas del mundo, desde el que se operan 14 aeropuertos; en Arabia Saudí desplegó la primera torre remota de Oriente Medio, conectando el Aeropuerto de Al-Ula con un centro situado en Jeddah, a más de 500 kilómetros de distancia.

Algo parecido ocurre con los radares. Para la mayoría de los pasajeros, el radar es una palabra conocida, pero abstracta. En la práctica, sigue siendo uno de los grandes pilares de la aviación moderna: el sistema que permite saber dónde está cada aeronave y mantener una imagen fiable del tráfico aéreo. Indra dispone de una gama completa de sistemas de vigilancia, incluidos radares primarios y secundarios, con más de 450 radares funcionando en más de 90 países. Su presencia en

este campo se ve en proyectos de gran escala, como la renovación de la red nacional de radares de Estados Unidos, Alemania o de Reino Unido, entre otros.

A esa capa de vigilancia se suma otra igual de esencial: la comunicación. Porque ordenar el cielo no consiste solo en ver, sino también en escuchar, coordinar y transmitir instrucciones con claridad. En este terreno, Indra reúne soluciones de comunicaciones por voz, radios y grabación, con presencia en más de 160 países.

Tampoco hay que olvidar las ayudas a la navegación, tecnologías que permiten a los pilotos orientarse y aterrizar con seguridad, especialmente cuando la meteorología o la visibilidad complican la operación. En este



Instrumental Landing System (ILS) de Indra.

terreno, Indra ha instalado más de 8000 soluciones en más de 180 países, y su sistema de aterrizaje, ILS, es líder mundial con una cuota de mercado superior al 50 %.

Indra dibuja el futuro de la aviación: de los drones a los satélites

Todo eso sería importante, aunque la aviación fuera un sector estático. Pero no lo es. Está cambiando deprisa, y quizá por eso una de las partes más interesantes de Indra sea su trabajo en definir el futuro de la aviación.

La compañía participa activamente en programas europeos de innovación como SESAR, donde integra tecnologías como inteligencia artificial, analítica de datos o nuevas arquitecturas digitales en la evolución del control aéreo. También desarrolla plataformas UTM para

gestionar el tráfico de drones y ya ha desplegado para ENAIRE la primera plataforma nacional U-Space, un paso importante para integrar nuevas operaciones de aeronaves no tripuladas, los llamados drones, sin comprometer la seguridad del tráfico aéreo convencional.

Y hay un proyecto que resume especialmente bien esa vocación de futuro: Startical, la iniciativa impulsada por ENAIRE e Indra para llevar parte de la infraestructura de navegación aérea al espacio. Su objetivo es desplegar una constelación de más de 200 satélites en órbita baja para ofrecer cobertura global de vigilancia y comunicaciones aeronáuticas, especialmente en zonas como los océanos, donde hoy esa conectividad es mucho más limitada. El proyecto contempla servicios de posición en tiempo real y comunicaciones de voz y datos desde satélite, y ya cuenta con dos satélites de demostración en órbita. Dicho de otro modo: no se trata solo de mejorar lo que ya existe, sino de ampliar el alcance mismo de la gestión del tráfico aéreo.

Al final, quizá la mejor forma de entender lo que hace Indra sea recordar que la aviación moderna depende de una tecnología que casi nunca se ve, precisamente porque cuando funciona bien todo parece sencillo. Un vuelo despegue, avanza, aterriza y el pasajero apenas percibe la complejidad que hay detrás. Pero esa normalidad no es casual. Requiere décadas de conocimiento, una gran capacidad industrial, visión de futuro y una presencia internacional sólida.

## España, a la cabeza del sector

En este ámbito, España ocupa un lugar protagonista. A través de Indra, nuestro país aporta conocimiento, sistemas y capacidad de innovación a algunos de los proyectos más relevantes del sector en todo el mundo. Desde los radares hasta las torres digitales, desde las comunicaciones hasta los satélites, desde la gestión del tráfico de aviones hasta la de drones, la tecnología española contribuye cada día a que volar sea más seguro, más eficiente y más sostenible, siendo punta de lanza en una industria en la que la innovación no es un añadido ni una herramienta de marketing, sino una condición de partida.✈️



**La alianza estratégica entre el Ministerio de Defensa y el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible sitúa a España como líder europeo en seguridad, eficiencia y sostenibilidad aérea**

# El espacio aéreo al servicio del interés general



Eurofighter Typhoon del Ala 14 del Ejército del Aire y del Espacio durante una maniobra de ascenso en el ejercicio Ocean Sky.



El espacio aéreo español es un activo soberano y un recurso crítico para el progreso de nuestra sociedad. Gestionar este 'bien público' requiere una simbiosis perfecta entre la defensa nacional y el transporte aéreo civil. A través de un modelo español de coordinación civil-militar -sustentado en un robusto marco jurídico, tecnología de vanguardia nacional y un compromiso humano excepcional-, España ha transformado su cielo en un ejemplo de interés general, logrando hitos en sostenibilidad, éxito en misiones internacionales como el TLP (Tactical Leadership Programme) y una seguridad absoluta en eventos de Estado.

- Texto: Sección de Espacios Aéreos y Ultraterrestre/EMA; Ejército del Aire y del Espacio
- Fotos: Ejército del Aire y del Espacio. Ministerio de Defensa

**A** menudo, al observar el rastro blanco de la estela de un avión cruzando el cielo, el ciudadano percibe el espacio aéreo como un vacío infinito. Sin embargo, para los que sirven en el Ejército del Aire y del Espacio, ese cielo es una infraestructura estratégica tan vital como las redes ferroviarias o las autopistas. Es un recurso finito, complejo y, sobre todo, compartido. La gestión de este recurso bajo el principio del 'interés general' constituye una de las labores de coordinación más exigentes y exitosas de la Administración General del Estado.

### **Soberanía y servicio público: El marco legal del cielo español**

La base de este éxito reside en una arquitectura jurídica sólida que define el espacio aéreo no como un territorio dividido, sino como un continuo de soberanía estatal. En este sentido,

la Ley 21/2003 de Seguridad Aérea representa la piedra angular. Sus artículos 4, 5 y 6 no solo reafirman que la soberanía sobre el espacio aéreo nacional es plena y exclusiva del Estado, sino que establecen un mandato imperativo: la planificación y gestión del mismo debe realizarse de forma coordinada entre el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y el Ministerio de Defensa.

Este mandato legal eleva la coordinación al nivel estratégico. No se trata de una mera colaboración técnica entre técnicos de control, sino de una alianza entre la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) y el Estado Mayor del Aire y del Espacio (EMA). Es en esta cúspide donde se diseñan las políticas que permiten armonizar la defensa del territorio con la libertad de movimientos de los ciudadanos. El artículo 6 de la mencionada ley es particularmente relevante, pues consagra la obligación



Eurofighter Typhoon del Ejército del Aire y del Espacio durante operaciones de despegue en el ejercicio internacional Ocean Sky.

de que ambos ministerios trabajen de la mano para asegurar que el espacio aéreo responda a las necesidades de la seguridad nacional y a las demandas de conectividad económica y social.

#### **La Orden de 1995:**

##### **El germen de la convivencia aérea**

Para entender cómo se ha llegado a ser un referente internacional, es necesario recordar que España fue pionera en la visión de un 'Cielo Único'. Mucho antes de que las directrices europeas impusieran modelos de gestión flexible, España ya operaba bajo la Orden de 15 de marzo de 1995. Este texto normativo fue visionario al regular la coordinación entre la Circulación Aérea Operativa (CAO), propia de las misiones y entrenamientos militares, y la Circulación Aérea General (CAG), correspondiente al tráfico comercial y privado.



La Orden de 1995 introdujo un cambio de paradigma: el paso de la 'segregación' a la 'coordinación'. Tradicionalmente, los países dividían su cielo en bloques rígidos y estancos; España, en cambio, apostó por mecanismos de entendimiento que permitieran que un caza y un avión comercial pudieran compartir el mismo entorno con niveles de seguridad absolutos. Esta normativa española adelantó para España el Uso Flexible del Espacio Aéreo (FUA) que diez años después la Unión Europea implementaría a través del Reglamento (CE) n.º 2150/2005.

#### **El nivel estratégico:**

##### **La política de los dos ministerios**

La gestión moderna del espacio aéreo se divide en tres niveles, siendo el Nivel 1 o Estratégico el que define el éxito del sistema. En este nivel, la DGAC y el EMA definen la Política Nacional de Espacio Aéreo. Aquí se acuerdan las estructuras permanentes del cielo español, se negocian las zonas reservadas para la defensa y se establecen los corredores para el tráfico civil.

Esta relación de alto nivel asegura que el interés general no sea una frase vacía, sino una práctica diaria. Cuando la DGAC actúa como autoridad civil y el EMA como garante de las necesidades de defensa, se produce un equilibrio necesario. Este nivel estratégico es el que permite que España pueda presentarse ante organismos como Eurocontrol con una sola voz, demostrando que es capaz de flexibilizar las estructuras militares para favorecer la puntualidad y la sostenibilidad de los vuelos comerciales, sin que ello suponga dar un solo paso atrás en la capacidad de respuesta defensiva.

En este contexto, el reciente Reglamento (UE) 2024/2803 no ha hecho sino reforzar la posición española. La nueva normativa europea sobre la realización del 'Cielo Único' exige una agilidad que España ya tiene integrada en su ADN institucional. La coordinación entre Transportes y Defensa ya no solo busca evitar conflictos de tráfico, sino que persigue objetivos de resiliencia nacional y eficiencia climática, transformando el espacio aéreo en una herramienta de Estado para afrontar los retos geopolíticos del siglo XXI.

## El mandato de la ley 21/2003

Los artículos 4 al 6 de la Ley de Seguridad Aérea constituyen el 'contrato social' de nuestro cielo. Establecen que el Estado tiene la competencia exclusiva sobre el espacio aéreo y mandatan específicamente a los Ministerios de Defensa y Transportes a coordinar su uso. Esta ley garantiza que, ante cualquier situación, exista una estructura de mando y coordinación clara que priorice la seguridad operacional y el interés nacional.

La coordinación entre la DGAC y el EMA es mucho más que un trámite administrativo; es la garantía de que el cielo español es un recurso seguro, soberano y eficiente al servicio de cada ciudadano



Formación de Eurofighter Typhoon y F/A-18 del Ejército del Aire y del Espacio sobre un mar de nubes durante el ejercicio Ocean Sky.

## El triángulo de oro: coordinación operativa y soberanía tecnológica

Si el nivel estratégico entre la DGAC y el EMA define el 'qué', el nivel operativo y tecnológico es el que determina el 'cómo'. En este escenario, la relación entre el Ejército del Aire y del Espacio y ENAIRE alcanza su máxima expresión a través de una identidad tecnológica que es diferencial en nuestro entorno. No se trata solo de protocolos compartidos, sino de una integración profunda donde civiles y militares operan bajo un mismo paraguas técnico, garantizando una conciencia situacional única sobre el espacio aéreo nacional.



Esta simbiosis operativa se completa con la incorporación de ENAIRE al proceso, cerrando un denominado 'Triángulo de Oro'. En este modelo de éxito, la madurez de la relación entre el gestor nacional de navegación aérea y el Ejército del Aire y del Espacio permite que España sea un referente en los programas de excelencia operacional de Eurocontrol. Esta colaboración no es solo una cuestión de voluntad institucional, sino que se sustenta en el uso compartido de la tecnología más avanzada de control y gestión de la información.

### SACTA: El lenguaje común del cielo español

El corazón de esta operativa es el sistema SACTA (Sistema de Control de Tránsito Aéreo). Propiedad de ENAIRE y producido por Indra, el SACTA es mucho más que una herramienta de control; es el lenguaje común en el que se comunican todos los actores del cielo. El hecho de que el Ejército del Aire y del Espacio sea usuario pleno de esta tecnología en todos sus servicios de control supone una ventaja estratégica sin parangón en Europa.

Al utilizar las mismas estaciones de trabajo y el mismo *software* que los controladores civiles, se eliminan las barreras de información. El controlador militar dispone de las mismas capacidades de visualización y gestión que su homólogo civil, lo que permite una transición fluida entre la Circulación Aérea General (CAG) y la Operativa (CAO). Esta identidad tecnológica facilita que, en tiempo real, se tenga una visibilidad total de los tráficos y de la actividad en las áreas de entrenamiento, permitiendo una coordinación táctica extremadamente ágil y segura.

### ICARO:

#### Información integrada en todas las bases

La integración técnica no se limita exclusivamente al control del tráfico en tiempo real. Se extiende también a la gestión de la información aeronáutica y la planificación de vuelos a través del sistema ICARO. Como usuarios plenos de esta tecnología, el Ejército del Aire y del Espacio cuenta con terminales ICARO en todas sus bases aéreas, lo que permite gestionar planes de vuelo, NOTAM y meteorología de forma totalmente integrada con la red nacional de ENAIRE.



## La evolución hacia sistemas como iTEC y su relación con AIRDEF permitirá una respuesta tecnológica unificada ante los retos de la navegación y la defensa aérea del siglo XXI

Esta presencia de terminales en las bases garantiza que la información fluya sin fricciones desde el origen de la misión militar hasta el centro de control que debe gestionarla. Esta capilaridad tecnológica es la que permite que ejercicios complejos se integren en la red de transporte civil con una precisión extraordinaria, minimizando cualquier posible impacto en el tráfico comercial y maximizando la eficacia de la misión de defensa.

### Hacia el futuro: Una red digital integrada

España ya mira hacia el futuro con proyectos de vanguardia como iTEC (inter-TDR Enhanced Cooperation). Esta evolución tecnológica, liderada por ENAIRE junto a Indra, no se concibe como un desarrollo meramente civil; al contrario, su diseño integra desde el origen las necesidades específicas derivadas de la coordinación civil-militar y los requerimientos operativos de la defensa. Un aspecto crítico en este horizonte es la futura interacción y posible interoperabilidad con AIRDEF, el nuevo sistema de defensa aérea.

Esta capacidad de diálogo entre el sistema de navegación aérea y el mando y control de la defensa aérea asegurará que España mantenga su soberanía operativa en un entorno digital cada vez más exigente. El éxito de estos futuros hitos solo será posible gracias a la experiencia acumulada durante décadas de uso compartido de la tecnología actual, que ha forjado una cultura de coordinación que es, hoy por hoy, la mejor carta de presentación internacional.



## Innovación al servicio de la defensa

El salto hacia el estándar tecnológico iTEC representa un hito en la digitalización del cielo. A diferencia de otros modelos europeos, el desarrollo español prioriza la interoperabilidad entre los sistemas de navegación aérea (ATM) y los sistemas de mando y control de la defensa. Esta integración permitirá que la información táctica y operativa sea compartida con una agilidad inédita, reforzando la seguridad nacional y garantizando que el diseño de las futuras 'autopistas digitales' contemple siempre las necesidades de la defensa aérea y el interés general.

### Hitos de una colaboración de éxito: excelencia operativa y proyección internacional

La madurez alcanzada en la coordinación estratégica y operativa tiene su reflejo más fiel en los hitos que España ha protagonizado en la última década. Para el Ejército del Aire y del Espacio, estos logros no son solo éxitos militares, sino la demostración de que el espacio aéreo es un activo elástico y avanzado, capaz de albergar las misiones más exigentes de la Alianza Atlántica sin comprometer el flujo del transporte civil. El ejemplo paradigmático de esta capacidad es el Tactical Leadership Programme (TLP).

#### El TLP:

##### De la acogida a la vanguardia (2009-2019)

España alberga el TLP en la Base Aérea de Los Llanos (Albacete) desde el año 2009. Su traslado desde Bélgica a nuestro país no fue solo un cambio de ubicación, sino una apuesta de Estado por proporcionar a los aliados un

Formación aérea de cazas participantes en el ejercicio internacional Ocean Sky durante una misión.

Ejército del aire y del espacio: Caza F-16 rodando en plataforma durante operaciones de vuelo.



Caza F-16 participante en el Tactical Leadership Programme (TLP) durante una maniobra aérea de entrenamiento avanzado.

escenario de entrenamiento que Centroeuropa ya no podía ofrecer por saturación y meteorología. Sin embargo, el verdadero hito de coordinación civil-militar se alcanzó en 2019.

En aquel año, fruto de una visión estratégica compartida con la DGAC, se logró la creación de un espacio aéreo único para el programa. Se diseñó un volumen de espacio

continuo de dimensiones excepcionales que permite el entrenamiento de los aviones y sistemas de armas más modernos del mundo, incluyendo tecnologías de quinta generación. Este hito no fue meramente administrativo; supuso una reingeniería del cielo que permite maniobras tácticas de gran escala en un entorno de seguridad absoluta.



El TLP es hoy la máxima expresión del concepto de Uso Flexible del Espacio Aéreo (FUA). Para posibilitar cada ejercicio, se flexibilizan estructuras aéreas tanto militares como civiles. Es en este punto donde la contribución del personal de control de ENAIRE resulta singular e imprescindible: su labor para adaptar las rutas comerciales y 'hacer sitio' a la formación de líderes aéreos de la OTAN es un ejemplo de generosidad profesional y eficacia técnica. Es fundamental destacar que, una vez activadas estas áreas reservadas, el control es puramente militar, garantizando la libertad de acción necesaria para el adiestramiento táctico avanzado.

### Seguridad en la cumbre: El cielo como escudo del Estado

La excelencia en la coordinación también se manifiesta en la protección de los grandes eventos internacionales que España ha organizado recientemente. La resiliencia del sistema de gestión aérea español ha sido clave en la seguridad de la cumbre de la OTAN en Madrid (2022), la cumbre de jefes de Estado europeos en Granada (2023) y, más recientemente, la cumbre que acogió la conferencia sobre financiación para el desarrollo de la ONU en Sevilla (2025).

En estos escenarios, el Ejército del Aire y del Espacio, en estrecha colaboración con la DGAC y ENAIRE, ha blindado el cielo nacional para garantizar la protección de los líderes mundiales. Este esfuerzo nacional permite que España cumpla con sus compromisos internacionales al más alto nivel, demostrando que es un socio fiable capaz de gestionar situaciones de seguridad crítica con una precisión milimétrica.

### Ocean Sky 2025: Liderazgo sobre el Atlántico

El éxito más reciente de esta maquinaria de coordinación ha sido el ejercicio Ocean Sky 2025, desarrollado sobre el océano Atlántico en las inmediaciones de Canarias. Este ejercicio de combate aéreo ha reunido a más de 50 aeronaves de naciones tan diversas como Alemania, Grecia, Portugal, Estados Unidos e incluso India, con sus imponentes Su-30MKI.

La ejecución de Ocean Sky 2025 ha vuelto a poner de relieve la «excelente coordinación



civil-militar» que define la relación. Mientras las aeronaves de caza y transporte operaban desde la Base Aérea de Gando y Lanzarote, respectivamente, en misiones de alta intensidad, los profesionales de ENAIRE en el Centro de Control de Canarias y la Torre de Control de Gran Canaria coordinaban los flujos civiles con los militares. Esta capacidad de integrar misiones internacionales de seis naciones en un entorno de tráfico civil tan denso como el canario es, hoy por hoy, un referente europeo y la mejor prueba de que el esfuerzo nacional en favor de la defensa es un éxito compartido.

Operativo de seguridad en la Base Aérea de Torrejón durante la llegada de las delegaciones internacionales a la cumbre de la OTAN de Madrid en 2022.

## El hito de 2019 y el espacio aéreo único

La creación en 2019 de un espacio aéreo único para el TLP marcó un antes y un después en la aviación táctica europea. Gracias a la asunción por parte de la DGAC de la importancia estratégica de este programa, España ofrece hoy un volumen de entrenamiento continuo que es el banco de pruebas ideal para los sistemas de armas más modernos. Este logro es el resultado de un compromiso nacional que sitúa los intereses de la defensa y los compromisos internacionales de España en el centro de la gestión del espacio aéreo.

El hito de 2019 en el TLP y el éxito de Ocean Sky 25 demuestran que España posee uno de los espacios aéreos más flexibles y avanzados del mundo, al servicio de la paz y la seguridad internacional

### El beneficio para el interés general: sostenibilidad, eficiencia y futuro

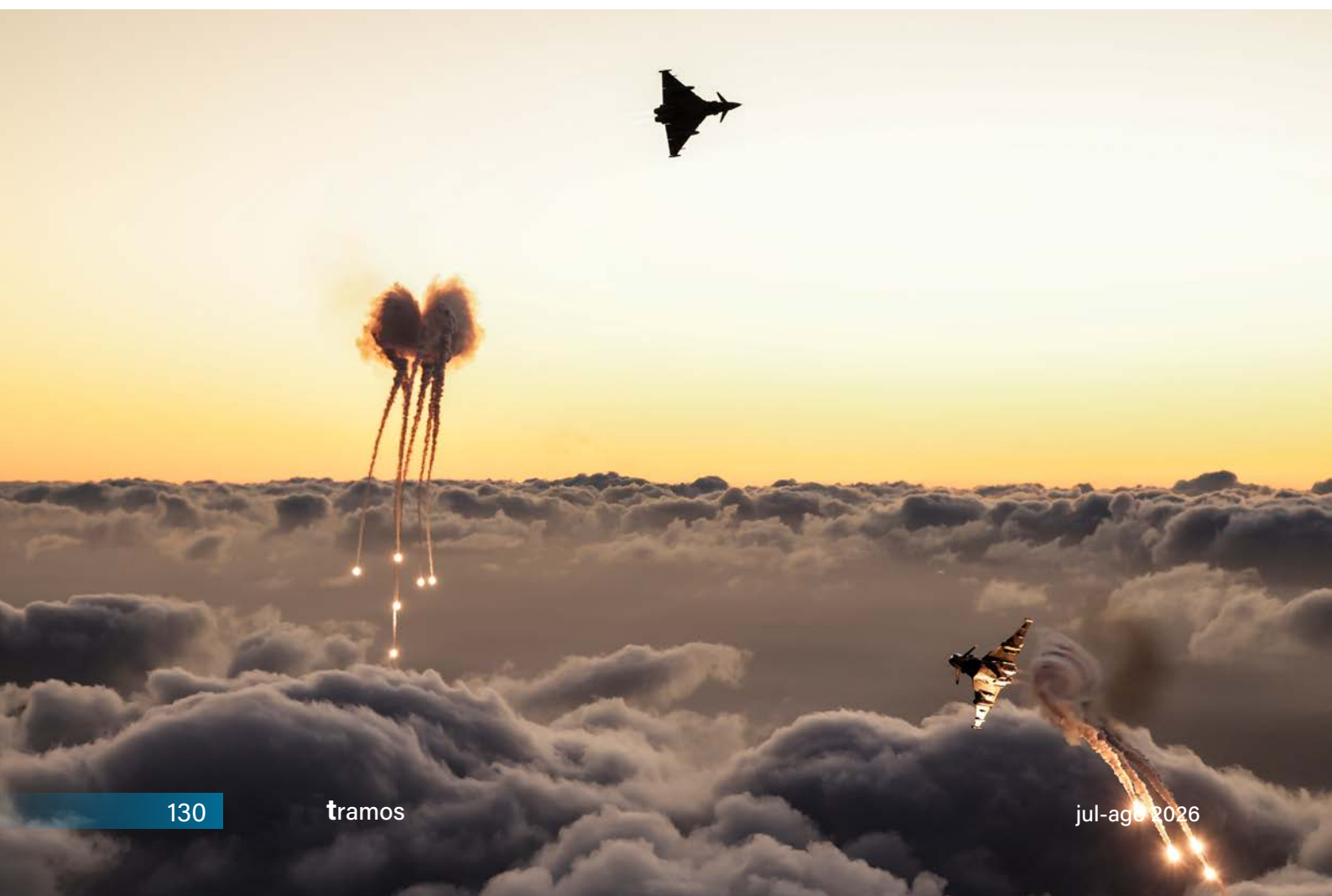
Todo el despliegue de normativa estratégica, soberanía tecnológica e hitos operativos que hemos analizado tiene un destinatario final y único: el ciudadano. Para el Ejército del Aire y del Espacio, el éxito de la coordinación civil-militar no se mide solo en la eficacia de una misión defensiva, sino en la capacidad de que

esa misión revierta en una aviación más segura, puntual y, sobre todo, respetuosa con el medio ambiente. El espacio aéreo, como bien público, es hoy un motor de bienestar social y un ejemplo de eficiencia institucional.

### Un cielo más verde: El dividendo medioambiental

En la actualidad, la sostenibilidad no es una opción, sino una prioridad de Estado. La

Eurofighter Typhoon del Ejército del Aire y del Espacio desplegando bengalas defensivas durante una misión del ejercicio Ocean Sky.



La coordinación civil-militar es el motor de una aviación sostenible que en 2025 ha logrado evitar la emisión de 1800 toneladas de CO<sub>2</sub>, uniendo seguridad y ecología

## El cielo que viene

Los nuevos retos de la aviación, desde la integración masiva de drones hasta las operaciones a cotas más allá del espacio aéreo controlado, exigen una evolución constante del modelo de coordinación. El Ejército del Aire y del Espacio, junto a la DGAC y ENAIRE, ya diseña los protocolos para que estas nuevas formas de movilidad y operación convivan de forma segura y eficiente con el tráfico convencional, asegurando que España siga siendo el referente europeo en la gestión del espacio aéreo compartido.

gestión eficiente del cielo español ha demostrado ser una de las herramientas más potentes para combatir el cambio climático en el sector aeronáutico. Gracias a la implementación del Uso Flexible del Espacio Aéreo (FUA) y a la constante optimización de las rutas, España ha logrado hitos tangibles. Durante el último año, la coordinación entre Defensa y ENAIRE ha permitido que el tráfico civil utilice áreas asignadas para operaciones militares de forma dinámica, lo que se ha traducido en un ahorro de aproximadamente 1800 toneladas de CO<sub>2</sub> y más de 576 toneladas de combustible.

Estas cifras son el resultado de haber reducido las trayectorias de vuelo en unos 97 000 kilómetros. Al permitir rutas más directas, no solo ahorramos tiempo al viajero, sino que reducimos drásticamente la huella de carbono de cada vuelo. Este 'dividendo medioambiental' es posible porque el Ejército del Aire y del Espacio entiende que la protección del territorio también implica la protección de su entorno natural, poniendo sus estructuras a disposición del interés general siempre que la operatividad lo permita.

### Resiliencia y crecimiento: Gestionar el éxito del tráfico aéreo

España se enfrenta a un escenario de crecimiento constante en la demanda de vuelos. Gestionar cerca de 2,5 millones de operaciones anuales manteniendo los más altos niveles de seguridad es un reto que solo se puede superar con una coordinación civil-militar madura. El modelo español permite que, incluso

en periodos de máximo tráfico comercial, las necesidades de adiestramiento de nuestra Fuerza Aérea y los compromisos internacionales se cumplan sin generar demoras significativas en la red civil.

Esta resiliencia es la que garantiza la conectividad de los ciudadanos y el flujo del turismo y el comercio, pilares de la economía. La seguridad invisible que se proporciona desde los centros de control y las bases aéreas permite que cada pasajero vuele con la certeza de que existe una maquinaria de Estado trabajando para que su viaje sea eficiente y seguro.

### Hacia nuevos horizontes: Drones y operaciones espaciales

El futuro del espacio aéreo plantea desafíos apasionantes que ya se están empezando a gestionar. La irrupción de los drones y la necesidad de implementar el U-Space requieren una coordinación civil-militar aún más estrecha para garantizar la seguridad en entornos urbanos y áreas sensibles. Del mismo modo, el Ejército del Aire y del Espacio ya trabaja en la integración de las futuras operaciones espaciales y vuelos suborbitales en la estructura de navegación aérea nacional.

España está preparada para liderar estos cambios. Su experiencia en la creación de espacios aéreos únicos y su soberanía tecnológica la sitúan en una posición de ventaja para diseñar el cielo del siglo XXI. Un cielo donde la innovación tecnológica y la cooperación institucional sigan siendo las señas de identidad de un servicio público volcado en el interés general. ✈️





# Cielos internacionales



Ineco impulsa uno de los mayores proyectos aeroportuarios del mundo

# Despegando hacia el futuro

Imagen del Aeropuerto Internacional de Kuwait. Fuente: Ministry of Public Works-Kuwait.



**Los aeropuertos son mucho más que infraestructuras: son motores de conectividad, desarrollo económico y cohesión territorial. En un contexto marcado por la digitalización, la sostenibilidad y la creciente demanda de movilidad, su diseño y operación afrontan retos cada vez más complejos. En este escenario global, Ineco se ha consolidado como un referente internacional en ingeniería aeroportuaria. Uno de sus proyectos más emblemáticos es la ampliación del Aeropuerto Internacional de Kuwait, donde la compañía española desempeña un papel clave desde la planificación hasta la puesta en operación.**

- Texto: Ineco

Ineco participa desde 2011 en uno de uno de los proyectos aeroportuarios más destacados del mundo: la ampliación, ya muy avanzada, del Aeropuerto Internacional de Kuwait (KIA, por sus siglas en inglés). Las principales actuaciones incluyen un nuevo y colosal edificio terminal, la T2, de más de 700 000 m<sup>2</sup> –el triple que el existente, diseñado en 1979 por el célebre arquitecto japonés Kenzo Tange–, además de unas 5000 plazas de aparcamiento y nuevos viales de acceso. Y, en el lado aire, una nueva plataforma de estacionamiento de aeronaves y otras instalaciones.

Los trabajos de Ineco en el KIA abarcan la planificación, con la redacción del plan director, las labores de Programme Management Consultant (PMC), proporcionando asistencia en la gestión global del proyecto, y la prestación de servicios Operational Readiness and

Airport Transfer (ORAT o puesta en operación y transición operativa).

### **Aeropuertos: motores de conectividad y desarrollo**

Los aeropuertos constituyen nodos fundamentales para la movilidad de personas y mercancías. Una buena conectividad aérea no solo garantiza el desplazamiento eficiente de los ciudadanos, sino que actúa como uno de los pilares del desarrollo económico y social de una región.

En las últimas décadas, el transporte aéreo ha experimentado profundas transformaciones. La evolución de las aeronaves –como la introducción del Airbus A380, que obligó a adaptar las infraestructuras aeroportuarias a nuevos estándares–, así como la irrupción de modelos de negocio como las aerolíneas de

## Ingeniería aeroportuaria española con vocación global

Desde su primer proyecto en España –el diseño en 1996 del nuevo terminal de Tenerife Norte, en Canarias– hasta la actualidad, la compañía ha contribuido al desarrollo y modernización del sector aeroportuario y aeroespacial español, colaborando estrechamente con Aena y ENAIRE y las autoridades y organizaciones aeronáuticas nacionales y europeas en multitud de trabajos, que comprenden todas las fases del ciclo de vida de los proyectos: consultoría y planificación (elaboración de planes directores, estudios de demanda o análisis de modelos de colaboración público-privada), diseño, supervisión de la construcción, gestión de proyectos y puesta en operación.

Tras la creación de Aena en 1993, la red de aeropuertos españoles comenzó una intensa etapa de expansión y mejora para adaptarse al crecimiento del tráfico aéreo, impulsado también por el turismo, sector económico clave en España. Ineco inició en estos años su actividad aeronáutica, tanto en las grandes ampliaciones de los aeropuertos de Madrid (1999-2006), Barcelona (2000-2009), Málaga (1999-2013), Palma de Mallorca o Alicante, como

en la construcción de nuevos aeropuertos (La Gomera, León, Logroño, Albacete, Burgos y Huesca-Pirineos, entre 2000 y 2010) y helipuertos (Ceuta y Algeciras), así como en mejoras en los existentes (Reus, Girona, A Coruña, Jerez, La Palma, etcétera) y en centros de control aéreo.

Durante este proceso, la compañía también empieza a trabajar en una gran variedad de ámbitos: estudios ambientales, gestión comercial, operación aeroportuaria, transición operativa, planificación (planes directores), y navegación aérea, estudios de servidumbres, análisis de



bajo coste, han redefinido las necesidades del sector.

A estos cambios se suman nuevos retos: exigencias medioambientales cada vez más estrictas, la digitalización de procesos y la creciente presión por mejorar la experiencia del pasajero. Todo ello ha transformado los criterios de diseño, construcción y operación de los aeropuertos, que deben ser más eficientes, sostenibles y flexibles que nunca.

### Más de una década de colaboración estratégica en Kuwait

Ineco colabora desde 2011 en la ampliación del Aeropuerto Internacional de Kuwait. Hasta 2016 desempeñó labores de *project management* y actualizó el Plan Director para la DGAC, la Dirección General de

Ineco ha llevado la experiencia adquirida en los aeropuertos españoles durante casi tres décadas a proyectos aeroportuarios en todos los continentes, con especial presencia en Latinoamérica y Oriente Medio

seguridad operacional, y diseño de procedimientos de vuelo, para lo que en 2022 fue la primera compañía en España en conseguir el reconocimiento de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Paralelamente, comienza a participar en proyectos europeos SESAR (Cielo Único), así como en el desarrollo y actualización del sistema de control de tráfico aéreo español SACTA.

Actualmente la actividad aeroportuaria y aeroespacial de la compañía se ha expandido a todos los ámbitos,

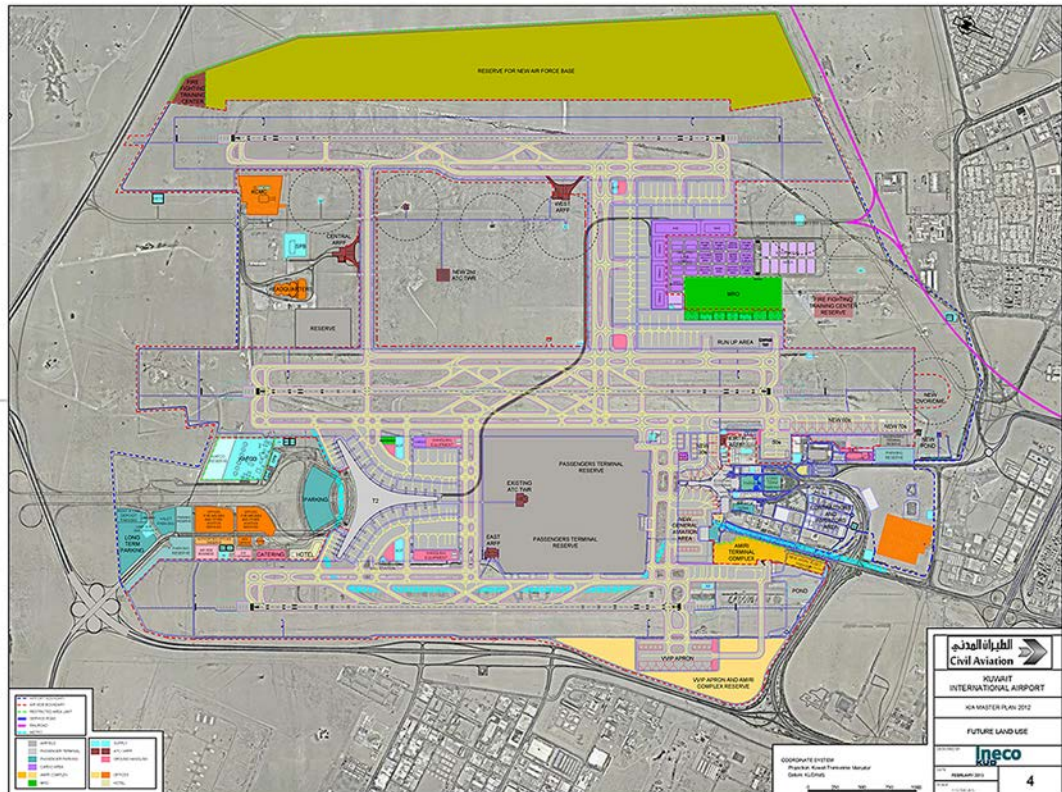
prestando apoyo técnico especializado al sector público tanto en el ámbito institucional (consultoría estratégica para la AESA o AEMET), como en desarrollo regulatorio (DORA I y II; normativa sobre drones) y otras actividades clave, como certificación de aeródromos, inspecciones y seguridad para la AESA, sector satelital o renovación de infraestructuras (radares de AEMET), entre otros. Este amplio bagaje de conocimiento permite abordar todo tipo de proyectos aeroportuarios desde una perspectiva integral.

Al mismo tiempo, la compañía ha aplicado su experiencia en España a sus trabajos internacionales. Algunos de los más destacados y en curso, además de Kuwait, son la supervisión de obras de la ampliación del Jorge Chávez de Lima (Perú), el diseño de nuevos aeropuertos como el de Kasteli en Creta (Grecia) y Santo Antão en Cabo Verde, donde la compañía está presente desde 2003, y nuevas terminales como la de Ámsterdam-Schiphol (Países Bajos) o Casablanca (Marruecos). Asimismo, acaba de actualizar el Plan Maestro del Aeropuerto de Riga (Letonia).



Ineco lleva 25 años exportando su experiencia aeroportuaria a todo el mundo: a la izquierda, diseño de la terminal de Tenerife Norte, en Canarias (1996), y, a la derecha, supervisión de las obras de la nueva terminal del aeropuerto Jorge Chávez de Lima (Perú), inaugurada en 2025. Archivo Ineco/LAP.

Plano de zonificación para 2040, según el Plan Director.



Aviación Civil del Emirato (DGAC), operadora del aeropuerto.

La compañía volvió al aeropuerto en 2020, cuando el Ministerio de Obras Públicas de Kuwait (MPW, Ministry of Public Works) adjudicó al consorcio liderado por Ineco, con las firmas locales KUD (Kuwait United Development) y Dar Al Jazeera Consultants, el contrato hasta 2026 para la gestión integral de proyecto de los tres lotes de obras en que se han dividido las actuaciones, así como de los servicios ORAT.

Uno de los hitos fundamentales de todo el proceso fue la elaboración del Plan Director (2012-2013), que redefinió el desarrollo del aeropuerto con nuevas infraestructuras adaptadas a la demanda futura: una nueva pista y, sobre todo, una nueva área terminal, incluyendo un nuevo edificio terminal, aparcamientos, plataforma, calles de rodaje, etcétera.

En tanto se ejecutaban, el equipo de Ineco ayudó a definir una serie de infraestructuras auxiliares, incluyendo dos terminales de pasajeros, una actualmente utilizada por la aerolínea kuwaití de bajo coste, Jazeera Airways, y otra, inicialmente definida como provisional, en la que opera la aerolínea de bandera, Kuwait

La nueva T2, diseñada por Foster & Partners, es clave en la ampliación, la mayor del aeropuerto hasta la fecha. El edificio ocupa 710 000 m<sup>2</sup> construidos, y tendrá una capacidad máxima de hasta 50 millones de pasajeros

Airways. Ambas, junto con la T1 existente para el resto de las aerolíneas, han permitido que el aeropuerto pueda acomodar el tráfico hasta la finalización de las grandes infraestructuras planificadas.

### Una nueva terminal para aumentar la capacidad

La nueva T2, diseñada por Foster & Partners, es, junto con el resto de las infraestructuras



necesarias para su operación, el elemento clave de la ampliación. El edificio ocupa una superficie construida de 710 000 m<sup>2</sup> y tendrá capacidad para 25 millones de pasajeros, ampliable hasta un máximo de 50 millones.

Su configuración -un procesador central del que parten tres diques de embarque- incorpora soluciones destinadas a mejorar la operatividad y la eficiencia. El diseño se ha inspirado en las velas de los *dhow*s, las embarcaciones tradicionales de Kuwait, uno de los símbolos nacionales del país. La ampliación también contempla una tercera pista y una nueva torre de control (no incluidas en el contrato).

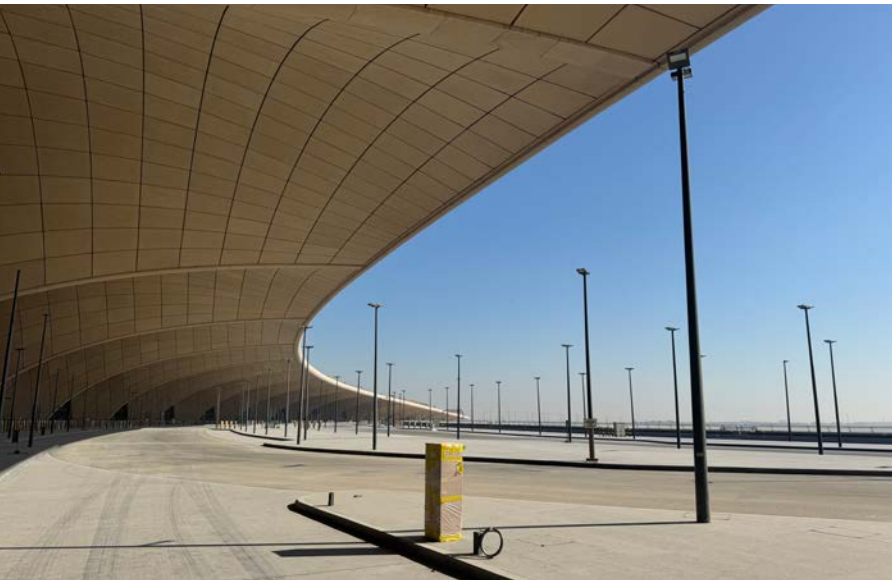
El nuevo terminal, con las salidas y llegadas a diferente altura, tiene una fachada de 1,2 km de longitud, con una acera de 600 metros para los pasajeros en salidas. La zona exterior está protegida por un impresionante voladizo de 60 metros, para dar sombra a los pasajeros y a los viales de acceso al aeropuerto.

A propuesta del Ministerio de Obras Públicas, uno de los requerimientos del proyecto ha sido la obtención de la certificación ambiental LEED Gold. Para ello, se ha potenciado el ahorro en climatización y en iluminación, en un entorno desértico con temperaturas que alcanzan los 50<sup>o</sup> en verano. Las fachadas y cubiertas cuentan con doble aislamiento térmico de hasta 25 cm de espesor, y en la cubierta, de más de 310 000 m<sup>2</sup>, más de 8000 tragaluces acristalados maximizan la iluminación natural.

Los más de 80 000 paneles solares de la cubierta constituyen la mayor instalación fotovoltaica aeroportuaria del mundo hasta la fecha, y generarán al menos el 23% de la energía que consume el edificio, con el objetivo de lograr que el terminal consuma un 42% menos de energía respecto a un edificio de referencia.

En el interior, el terminal tiene 160 mostradores de facturación para viajeros en

Vista del nuevo aparcamiento y la T2. En primer plano, los nuevos viales de acceso y el área de aparcamiento. Al fondo de la imagen, alineada con el vértice, la torre de control. Fuente: MPW.



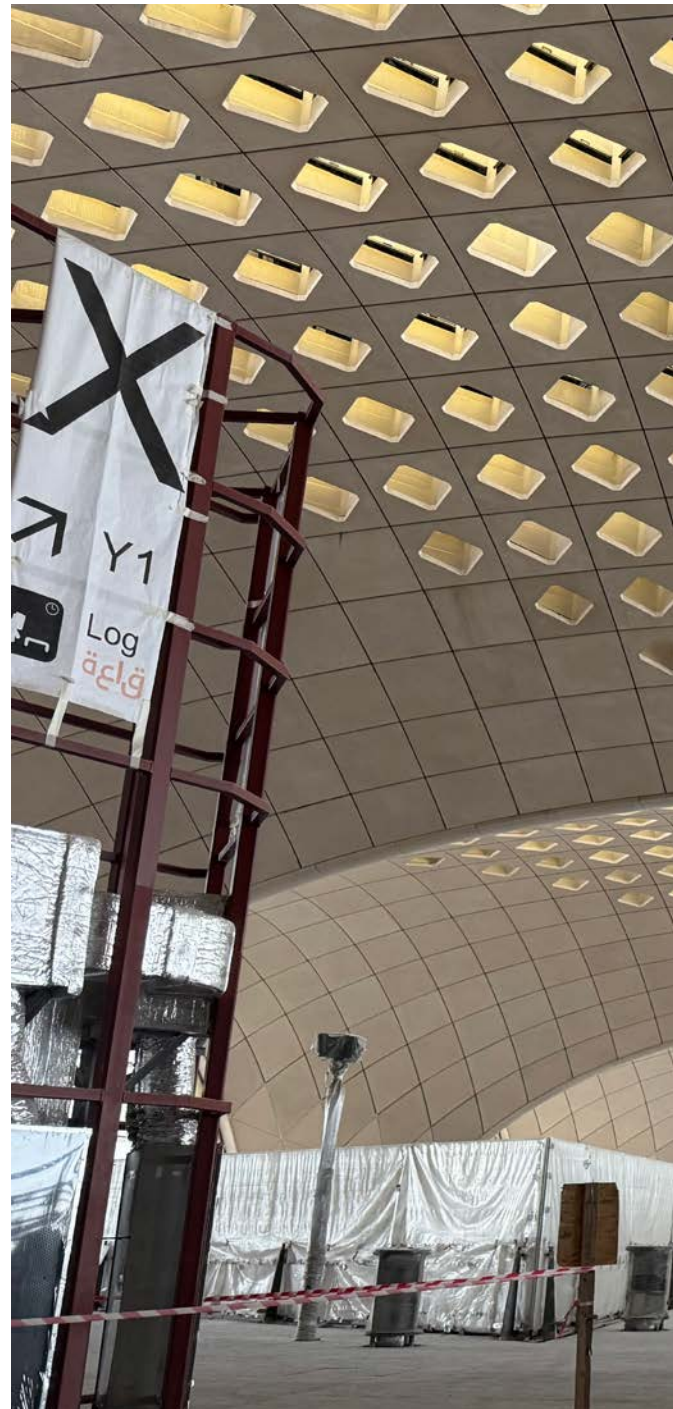
Voladizo exterior.  
Fuente: MPW.



Mostradores de facturación.  
Fuente: MPW.

categoría de clase turista, divididos en ocho islas, ubicadas en la zona central del edificio, y 60 mostradores de facturación para categoría prémium, 30 en la zona este y 30 en la zona oeste.

El Aeropuerto Internacional de Kuwait es el único del país, por lo que no hay vuelos nacionales y la totalidad de los pasajeros tienen que pasar el control de pasaportes. Para ello se han diseñado 46 mostradores de inmigración para los pasajeros de clase turista y 12 mostradores para pasajeros prémium, a los que



se añaden 10 *e-gates* (puertas automáticas de control de pasaportes). En cuanto a controles de seguridad, la nueva terminal dispondrá de 24 líneas para los pasajeros de clase turista y seis para los pasajeros prémium.

El sistema de tratamiento de equipajes (BHS), diseñado por Beumer, tiene capacidad para manejar 25 millones de pasajeros, con capacidad para facturar 5392 equipajes por hora y 1078 equipajes en conexión por hora.

El aparcamiento de acceso al terminal tiene ocho módulos de 3 plantas, con una



capacidad total de 4747 plazas de aparcamiento, que conectan con el edificio terminal a través de un edificio de conexión. A estas plazas se añaden 209 plazas de estacionamiento VIP, 171 puestos de estacionamiento para personal directivo del aeropuerto y 20 puestos de estacionamiento para autobuses.

El edificio consta de un procesador del que salen tres diques: el Dique A hacia el oeste, con nueve puertas de embarque, de las cuales cinco pueden operar dos vuelos de manera simultánea; el Dique B hacia el norte, con

10 puertas de embarque, todas ellas con posibilidad de operar dos vuelos simultáneos, y el Dique C, con once puertas de embarque, seis de las cuales pueden operar dos vuelos simultáneos. Adicionalmente hay dos salas de embarque para vuelos remotos, una en el Dique A y otra en el C, cada una con capacidad para tres salas de embarque dobles.

En cuanto a la plataforma de estacionamiento de aeronaves, está dotada de 30 stands de contacto, nueve de ellos para albergar aeronaves de categoría C (A320 o similar) y 21 puestos

Más de 8000 tragaluces acristalados maximizan la iluminación natural.  
Fuente: MPW.

de estacionamiento para albergar aeronaves categoría F (A380). Todos los puestos de estacionamiento categoría F se pueden desdoblarse en dos puestos categoría C, por lo que el nuevo edificio terminal puede acomodar hasta 51 aeronaves en puestos de contacto, a las que se añaden cuatro puestos de estacionamiento de semicontacto, pegados al terminal, pero sin pasarela directa y 14 puestos de estacionamiento remotos.

### Integradores del proyecto

Desde el año 2020 Ineco desarrolla el contrato de apoyo al Ministerio de Obras Públicas de Kuwait como Programme Management Consultant (PMC), proporcionando asistencia en la gestión global del proyecto. Entre sus funciones se incluyen la coordinación de los distintos contratos de construcción y supervisión, el control de plazos, costes y calidad, así como el seguimiento de los riesgos y la verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos y operativos.

El equipo de PMC está formado por 43 profesionales, incluyendo personal desplazado en Kuwait. Ineco actúa como integrador técnico y gestor global del programa, proporcionando apoyo directo al cliente en la coordinación, control y toma de decisiones a lo largo de todo el ciclo de ejecución del proyecto.

Sus servicios incluyen, entre otros, la gestión de contratos de construcción y supervisión, el control de plazos, costes, riesgos y calidad, la coordinación entre los distintos paquetes y agentes implicados, así como el aseguramiento del cumplimiento contractual, normativo y de los requisitos operativos del aeropuerto. Este enfoque permite al MPW disponer de una visión unificada y objetiva del proyecto, facilitando la anticipación de riesgos, la resolución de interfaces complejas y la correcta alineación entre diseño, construcción y futura operación de la nueva terminal.

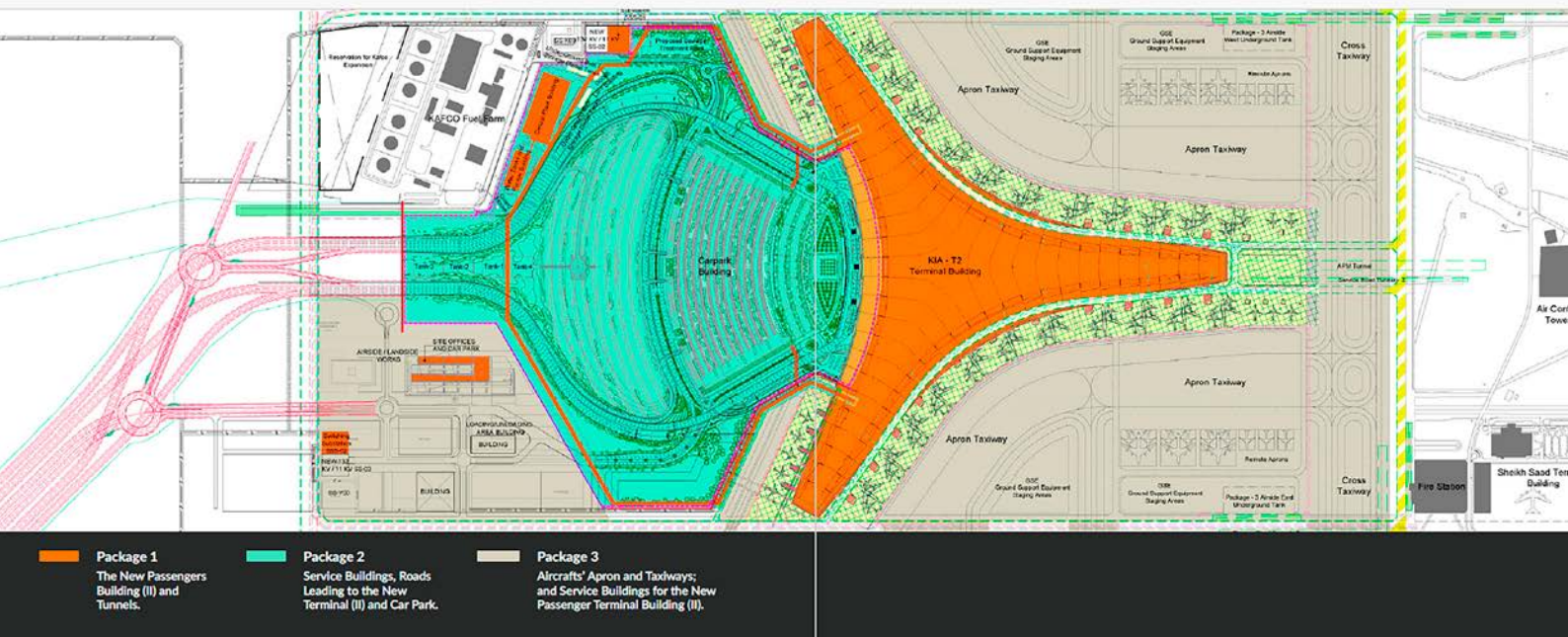
### ORAT, preparados para la puesta en operación

La puesta en servicio de una infraestructura de estas características requiere una planificación específica. En este ámbito, Ineco participa también en las actividades de Operational Readiness and Airport Transfer (ORAT).

Este proceso incluye la formación del personal, la realización de pruebas operativas y la preparación del traslado de las operaciones a la nueva terminal, con el objetivo de garantizar un inicio de la actividad en condiciones de seguridad y operatividad.

El despliegue del equipo ORAT comenzó en 2023 y se extenderá hasta 2026. ✈️

En color naranja, las actuaciones incluidas en el lote 1 de obras (T2), en verde, las del lote 2 (aparcamientos y accesos), y en gris, las del lote 3 (plataforma y otras actuaciones en el lado tierra). Fuente: MPW.



## El reto: ¿cómo se pone en marcha un nuevo aeropuerto?

La puesta en servicio de un nuevo aeropuerto es un proceso de gran complejidad. Se trata de infraestructuras en las que llegan a trabajar más de 10 000 personas, que deben conocer con precisión sus funciones desde el primer momento de la apertura.

En este contexto, las actividades de Operational Readiness and Airport Transfer resultan fundamentales para garantizar una transición ordenada y segura hacia la operación de la nueva terminal.

Las principales tareas de un proyecto ORAT se estructuran en tres ámbitos:

- **Familiarización y formación:** el personal debe conocer en detalle sus funciones, los espacios en los que las desarrollará y los procedimientos asociados a la nueva infraestructura.
- **Pruebas de explotación:** se verifican todos los procesos operativos del aeropuerto, incluyendo sistemas, instalaciones y flujos de pasajeros, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento.
- **Traslado de operaciones:** incluye el movimiento de aeronaves, equipos de asistencia en tierra, oficinas y demás recursos necesarios para la puesta en servicio de la nueva área terminal.

Ineco cuenta con una metodología ORAT propia aplicable a cualquier tipo de infraestructura, desarrollada inicialmente a partir de las ampliaciones de los grandes aeropuertos españoles desde finales de los años 90 –como Madrid, Barcelona, Palma de Mallorca, Málaga, Valencia, Alicante–, así como de grandes estaciones ferroviarias, como Atocha en Madrid y Sants en Barcelona, y otras por toda España.

La experiencia adquirida se ha aplicado posteriormente en otros países para la puesta en marcha de nuevas terminales como la Midfield Terminal Complex del Aeropuerto de Abu Dabi, en Emiratos Árabes Unidos, para más de 30 millones de pasajeros (2024- 2017) o la de Newark Liberty de Nueva Jersey, en EEUU (2017-2020). En 2020, además, Ineco prestó servicios como consultor especializado al operador aeroportuario estatal sueco Swedavia, para la creación de un área ORAT en la entidad.

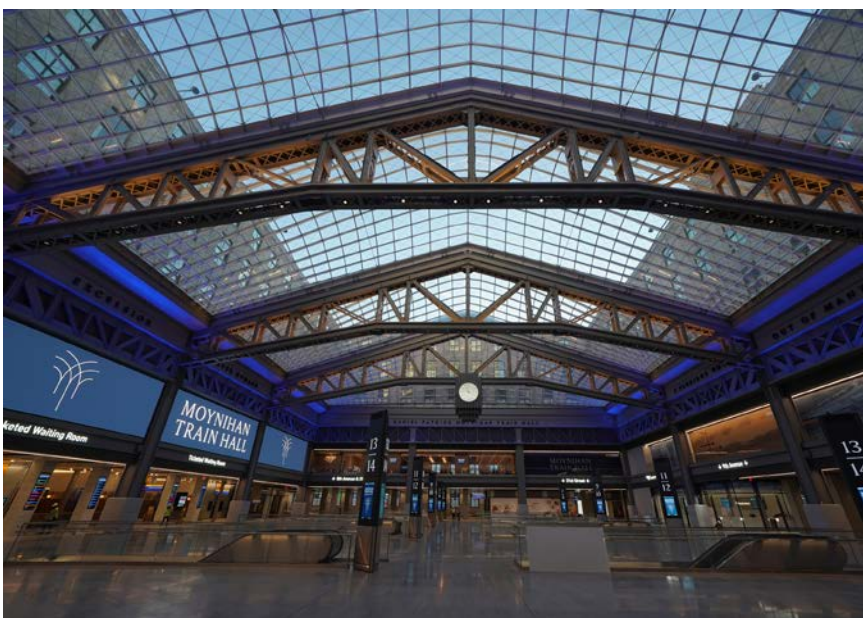
En EEUU la compañía prestó servicios ORAT entre 2018 y 2019 en otro gran proyecto emblemático: el nuevo intercambiador ferroviario Moynihan Train Hall, en la estación Penn, la de mayor tráfico de viajeros de todo EEUU. Ubicado en un edificio histórico rehabilitado en pleno centro de Manhattan, Nueva York, se inauguró en enero de 2021.



Pruebas con figurantes en el Aeropuerto de Málaga. Fuente: Archivo Ineco.



Proyecto de nueva terminal del Aeropuerto de Abu Dabi. Fuente: Estudio de arquitectura KPF.



Intercambiador ferroviario Moynihan Train Hall, en Nueva York, inaugurado en 2021. Fuente: Cuenta 'governorandrewcuomo' en Flickr.

La formación basada en competencias: metodología de aprendizaje para un entorno de aviación en cambio constante

# La instrucción en aviación y los programas OACI





La formación basada en competencias (CBT), impulsada por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), y su consolidación como estándar mundial para capacitar a profesionales del sector aeronáutico han evolucionado a través de distintos modelos hasta llegar al programa TRAINAIR PLUS, la piedra angular para una formación aeronáutica moderna, coherente y orientada a la seguridad operacional a escala global.

- Texto: Antonio Peláez Portales, ingeniero aeronáutico e instructor/ desarrollador de cursos OACI (SENASA)

La aviación civil constituye uno de los pilares esenciales de la movilidad moderna, con un impacto directo en la conectividad, la economía y la seguridad de millones de personas. Detrás del alto nivel de fiabilidad del transporte aéreo se encuentra, entre otros factores, la formación de profesionales que operan, mantienen y gestionan los sistemas aeronáuticos en un entorno cada vez más complejo y exigente.

Desde los primeros vuelos, la formación en aviación ha evolucionado a la par que el desarrollo tecnológico y operativo del sector. La progresiva incorporación de aeronaves más avanzadas, el crecimiento del tráfico aéreo y la atención al factor humano han dado impulso a modelos formativos más estructurados, estandarizados y orientados a la seguridad operacional.

En este contexto, en las últimas décadas se ha pasado de modelos de instrucción centrados fundamentalmente en la acumulación de conocimientos o experiencia, a otros basados en el desarrollo de competencias. Este enfoque, promovido por la OACI, pone el

acento en la capacidad real de los profesionales para desempeñar sus funciones de forma eficaz y segura en situaciones operativas concretas. Y en ello juega un papel clave el programa TRAINAIR PLUS, una iniciativa de cooperación internacional de la OACI orientada a reforzar la calidad de la formación y la seguridad del transporte aéreo.

## Evolución de la formación aeronáutica

### Primeros pasos (1903-1918)

La aviación nace como actividad experimental tras el primer vuelo de los hermanos Wright en 1903. En esta etapa inicial, la formación de los pilotos es empírica: se aprende volando, sin programas estructurados, lo que provoca numerosos accidentes. La instrucción teórica es muy básica y se limita a nociones elementales de mecánica y observación del comportamiento del avión.

La Primera Guerra Mundial supone un punto de inflexión al generarse una necesidad masiva de pilotos. Surgen las primeras escuelas



Primera promoción de la EMA (1911). Imagen cedida por el Ministerio de Defensa. Archivo Histórico del Ejército del Aire y del Espacio.



militares organizadas con programas progresivos que incorporan el control básico de la aeronave y navegación.

En España, estos avances se concretan con la creación en 1911 de la Escuela Militar de Aviación (EMA) en Cuatro Vientos (Madrid), impulsada por el Ministerio de la Guerra. Paralelamente, el Ministerio de Fomento promueve la formación civil mediante becas para ingenieros industriales en Francia. En 1913 se crea la Escuela Nacional de Aviación en Getafe, aunque su continuidad se ve truncada por la Primera Guerra Mundial y la falta de recursos, lo que provoca la suspensión de la enseñanza aeronáutica civil y su integración en la militar.

#### **Formación estandarizada (1919-1945)**

Tras la Gran Guerra se firma la Convención de París de 1919, primer convenio internacional de aviación, que sienta las bases regulatorias de la aviación civil y crea la Comisión Internacional de Navegación Aérea (CINA). Entre sus anexos destaca el relativo a las licencias del personal, que establece requisitos mínimos de formación, conocimientos teóricos y aptitudes médicas para los pilotos, marcando un avance decisivo hacia la profesionalización.

Este marco regula el crecimiento de la aviación civil y favorece la aparición de las primeras aerolíneas. En España se emiten certificados de aviador civil y se implantan requisitos formativos alineados con las normas internacionales.

En 1928 se crea en Cuatro Vientos la Escuela Superior de Aerotecnia (ESA) con el objetivo de formar ingenieros aeronáuticos especializados en aerotecnia y aeromotores, un centro con infraestructuras avanzadas como túneles de viento y laboratorios. Aunque interrumpida por la Guerra Civil, la ESA se reanuda posteriormente, consolidando la formación superior aeronáutica en España.

La Segunda Guerra Mundial impulsa un desarrollo tecnológico y organizativo sin precedentes. La producción masiva de aeronaves y la necesidad de formar miles de tripulantes conducen a la estandarización de la instrucción. Se implantan programas normalizados, por fases, diferenciando instrucción teórica, práctica y entrenamiento operativo, y se

## La necesidad de formar decenas de miles de tripulantes lleva a crear sistemas de instrucción en cadena con dispositivos de simulación como herramienta válida de instrucción

introducen dispositivos de simulación como herramienta habitual de formación. Este modelo industrial y sistemático sienta las bases de la formación aeronáutica moderna.

En 1944, la Conferencia de Chicago establece el Convenio de Aviación Civil Internacional, que garantiza el desarrollo seguro y coordinado de la aviación civil mundial. En España, tras la Guerra Civil, la formación aeronáutica se concentra en el Ejército del Aire, con centros en Cuatro Vientos y Getafe en Madrid, Matacán en Salamanca y posteriormente San Javier en Murcia.

#### **OACI, tecnología y factor humano (1946-1989)**

La creación de OACI refuerza la estandarización global a través de sus Anexos Técnicos. El primero de ellos, publicado en 1947, se dedica a las licencias del personal, convirtiéndose en el eje regulador de la formación aeronáutica desde entonces.

La entrada en servicio de los aviones reactores a finales de los cincuenta transforma profundamente la formación. Los pilotos pasan a gestionar sistemas cada vez más complejos, lo que exige nuevos enfoques pedagógicos. La automatización de las cabinas y los accidentes ponen de relieve la importancia del factor humano, impulsando modelos de análisis del comportamiento y una mayor atención a la interacción hombre-máquina. En este contexto se generaliza el uso de simuladores de alta fidelidad.

A comienzos de los años ochenta surge el concepto de Crew Resource Management (CRM), orientado a mejorar la comunicación, el trabajo en equipo y la toma de decisiones



Entrenamiento en simuladores Frasca. Escuela Nacional de Aeronáutica (1974-1993). Archivo SENASA.



Escuela Nacional de Aeronáutica (1974-1993). Archivo SENASA.



Base Aérea de Matacán (Salamanca). Archivo SENASA.



en cabina, como respuesta a los errores humanos en la operación.

En España, entre 1946 y 1965 se regula y moderniza la formación superior aeronáutica. La ESA recupera su carácter civil y se crean nuevas titulaciones como la de Ingeniero Técnico Aeronáutico. En 1974 se funda la Escuela Nacional de Aeronáutica (ENA) en Matacán para ofrecer una vía civil y pública de formación de pilotos comerciales. Gracias a su tradición instructora y a sus infraestructuras, la ENA se consolida como referente nacional hasta principios de los años noventa.

#### La era del desempeño (desde 1990)

Desde 1990, la formación aeronáutica evoluciona hacia un modelo más profesionalizado y centrado en la seguridad operacional. Se refuerza el enfoque en factores humanos y el CRM se amplía y actualiza, pasando a denominarse Gestión de Recursos de Tripulación y extendiéndose a otros colectivos



Planetario Celeste I del Grupo de Escuelas de Matacán (1945) usado en cursos de navegante. Imagen cedida por GRUEMA Ejército del Aire y del Espacio.

(mantenimiento, control de tráfico aéreo) bajo el concepto de TRM. La formación deja de ser puntual para integrarse de forma recurrente y estructural.

Los avances tecnológicos permiten una generalización del uso de simuladores que facilitan el entrenamiento de procedimientos, situaciones de emergencia y vuelo instrumental con menores riesgos y costes operativos.

En España, en 1990, los centros de formación dependientes del Ministerio de Transportes se integran en SENASA, y posteriormente se liberaliza la formación de pilotos con la aparición de escuelas privadas como Adventia, hoy integrada en la Universidad de Salamanca. Se consolida así un modelo mixto, con actores públicos y privados, bajo supervisión estatal para cumplir los estándares internacionales de seguridad.

En el marco europeo, la creación del Espacio Europeo de Educación Superior amplía la oferta formativa más allá de las ingenierías

tradicionales, incorporando titulaciones orientadas a la gestión. En este contexto se desarrollan grados como Gestión Aeronáutica, que consolidan una visión integral y multidisciplinar del sector.

### Nuevas tendencias en formación: formación basada en competencias

El entorno aeronáutico actual se caracteriza por un alto grado de complejidad técnica, una creciente automatización de los sistemas y una interacción constante entre personas, tecnología y organizaciones. En este contexto, los modelos tradicionales de formación, centrados principalmente en la acumulación de horas de experiencia o en la superación de contenidos teóricos, han demostrado ser insuficientes para garantizar un desempeño seguro y eficaz en todas las situaciones operativas.

Como respuesta a estos desafíos, en las últimas décadas se ha consolidado un nuevo

## En las últimas décadas se ha producido un cambio significativo en los enfoques de instrucción, pasando de modelos centrados fundamentalmente en la acumulación de conocimientos o experiencia, a otros basados en el desarrollo de competencias

enfoque formativo que sitúa el desempeño real de los profesionales en el centro del proceso de aprendizaje: la formación y evaluación basadas en competencias (CBTA). Este modelo, impulsado por la OACI, busca asegurar que los profesionales del sector no solo conozcan los procedimientos, sino que sean capaces de aplicarlos de forma adecuada en contextos reales, incluidos aquellos imprevistos o de alta carga de trabajo.

### El concepto de competencia

Según la OACI, una competencia es la capacidad demostrada de una persona para desempeñar su trabajo de forma eficaz y segura en un contexto operacional concreto. Esta

capacidad se manifiesta a través de comportamientos observables que integran conocimientos técnicos, habilidades prácticas y actitudes adecuadas.

En la práctica, este enfoque supone un cambio relevante respecto a los modelos tradicionales, ya que pone el acento en cómo actúa un profesional cuando se enfrenta a situaciones reales. De este modo, se favorece el desarrollo de capacidades transferibles que permiten gestionar escenarios variados y no previstos, manteniendo siempre los márgenes necesarios de seguridad y eficiencia.

Para facilitar la aplicación de este modelo, la OACI define marcos de competencias comunes para las distintas disciplinas aeronáuticas, que sirven como referencia internacional y pueden ser adaptados por cada organización a su entorno operativo específico, combinando estándares globales con flexibilidad local.

### Metodología de diseño CBTA

La implantación de un programa de formación basada en competencias exige la aplicación de un enfoque sistemático de diseño de la instrucción, estructurado y coherente. OACI reconoce varios modelos válidos, pero toma como referencia general el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación).

### Componentes de formación y evaluación CBTA



### Ejemplo de Marco de Competencia OACI

Competencia OACI	Descripción	Comportamiento observable (OB)
Comunicación	La tripulación técnica (pilotos) comunica de forma efectiva en todas las situaciones operativas	La tripulación selecciona un modo de comunicación que tenga en cuenta los requisitos de la situación
		La tripulación habla de forma clara, precisa y concisa
		La tripulación utiliza vocabulario y expresiones adecuadas para transmitir mensajes claros

## Modelo ADDIE



Con carácter general, estos programas parten del análisis de las necesidades reales del entorno operativo, identificando los riesgos, las tareas críticas y los requisitos regulatorios. A partir de este análisis se diseña la formación, se desarrollan los contenidos y se aplican métodos de instrucción que integran teoría, práctica y simulación.

### Evaluación de la competencia

Un elemento clave de este enfoque es la evaluación. A diferencia de los modelos tradicionales, la evaluación en un entorno basado en competencias no se limita a una prueba final, sino que se concibe como un proceso continuo. Por un lado, se utilizan evaluaciones formativas que permiten orientar y mejorar el aprendizaje a lo largo del curso. Por otro, se usan evaluaciones sumativas que verifican si se ha alcanzado el nivel de competencia requerido. Este planteamiento contribuye a una mejora continua del desempeño profesional y refuerza la cultura de seguridad.

En el gráfico de la parte inferior de esta página se compara el modelo de formación tradicional frente al enfoque CBTA, destacando la focalización del CBTA en la superación de las

pruebas (combinando desempeño, comportamientos observables y gestión de situaciones complejas) frente al modelo clásico más centrado en cubrir aspectos teóricos y prácticos.

### El Programa TRAINAIR PLUS

El Programa TRAINAIR PLUS (TPP) de OACI constituye uno de los pilares fundamentales de la estrategia global de la organización en materia de formación aeronáutica y desarrollo de capacidades. Sus orígenes se remontan a finales de los años ochenta, cuando se establece el Programa TRAINAIR con el objetivo de proporcionar estándares comunes para el diseño y desarrollo de cursos de formación aeronáutica, favoreciendo el intercambio internacional de material de instrucción de alta calidad entre centros de formación. La metodología original del programa se basa en la CBTA, aprovechando experiencias previas aplicadas con éxito en otros organismos internacionales como la UIT y la UNCTAD.

En 2010, y como resultado de los más de 25 años de experiencia acumulada, la OACI lanza el Programa TRAINAIR PLUS como versión actualizada y mejorada. El TPP se concibe



### CBTA vs modelo tradicional



# Ejemplo de aplicación: prevención y recuperación de entrada en pérdida de una aeronave (UPRT)

La prevención y recuperación de la pérdida de control en vuelo constituye una de las principales prioridades de seguridad a nivel internacional. Este tipo de situaciones, conocidas como Loss of Control In-Flight (LOC-I), están asociadas a un elevado número de accidentes graves en la aviación comercial. Por este motivo, la OACI ha

establecido la formación UPRT (Upset Prevention and Recovery Training) como un elemento obligatorio en la instrucción de pilotos.

La naturaleza inesperada y de alto riesgo de estas situaciones hace que la UPRT sea un ejemplo especialmente adecuado de aplicación

## Ejemplo de formación aeronáutica con el modelo ADDIE



como una red cooperativa internacional de organizaciones de formación, alineada con la política de formación de la OACI. El marco del programa ha sido objeto de una actualización profunda en 2022, con el objetivo de garantizar su sostenibilidad, flexibilidad y adecuación a los retos actuales del sistema de aviación civil global.

### Misión y objetivos

La misión del TPP es apoyar activamente a los Estados miembros de la OACI y a la industria aeronáutica en la implantación eficaz y eficiente de los Anexos Técnicos del Convenio de Chicago mediante formación

aeronáutica de alta calidad basada en competencias.

A diferencia de su antecesor, centrado principalmente en la difusión de la metodología CBTA, el TPP pone un énfasis explícito en la implementación operativa de las regulaciones de la OACI y en el fortalecimiento de las capacidades institucionales de los Estados. Entre los objetivos principales del TPP destacan:

- » Establecer y mantener estándares homogéneos de calidad en la formación aeronáutica mundial.
- » Facilitar el desarrollo, validación y reconocimiento de cursos basados en competencias.

del enfoque basado en competencias. Este tipo de formación busca desarrollar capacidades clave como la conciencia situacional, la toma de decisiones bajo presión, la gestión de la trayectoria de vuelo y la coordinación eficaz en cabina. Mediante el uso de simuladores y escenarios realistas, los pilotos aprenden a reconocer de forma temprana situaciones anómalas, a priorizar correctamente sus acciones y a recuperar el control de la aeronave manteniendo márgenes adecuados de seguridad. Este enfoque contribuye de manera di-

recta a reforzar la preparación de las tripulaciones frente a situaciones críticas y, en última instancia, a mejorar la seguridad del transporte aéreo.

La aplicación de la CBTA a la formación UPRT aporta ventajas claras frente a enfoques tradicionales: mejora la transferencia del aprendizaje a situaciones reales no previstas, refuerza la resiliencia cognitiva y técnica del piloto, y permite evaluar competencias críticas que no son directamente medibles mediante pruebas clásicas.



- » Promover el intercambio internacional de paquetes formativos reconocidos por la OACI.
- » Reforzar las estrategias de desarrollo de recursos humanos de los Estados.
- » Mejorar la seguridad, eficiencia y sostenibilidad del transporte aéreo mediante personal competente.

Para cumplir esta misión, el programa se articula a través de una red internacional de organizaciones de formación reconocidas, estructurada en diferentes categorías de membresía que reflejan el grado de implicación, capacidad y nivel de actividad de cada centro dentro del TPP.

### Pilares del TPP

Los objetivos del TPP se desarrollan sobre cuatro pilares básicos:

- » Un sistema de reconocimiento basado en el desempeño real de los centros miembros (niveles bronce, plata, oro y platino) que se concede en función de la actividad formativa desarrollada, del número de cursos impartidos, de la contribución al desarrollo de material formativo y del compromiso con la OACI.
- » Reglas claras, homogéneas y aplicables a todos los miembros, pero con la flexibilidad necesaria para que los centros puedan planificar progresivamente su crecimiento

## El Programa TRAINAIR nace con el objetivo de proporcionar estándares comunes para el diseño y desarrollo de cursos de formación aeronáutica, favoreciendo el intercambio internacional de material de instrucción de alta calidad entre centros de formación

dentro de la red, ajustando sus objetivos a sus capacidades reales.

- » Un Sistema de Gestión Electrónica de TRAINAIR PLUS (TPEMS) que permite administrar membresías, desarrollo y validación de cursos, cualificación de instructores y seguimiento del desempeño de los centros de manera automatizada y en tiempo real.
- » Un modelo económico y de cuotas diseñado para incentivar la actividad formativa, premiando a los centros más activos con menores costes relativos y mayor visibilidad internacional, así como fomentando la impartición de cursos en todas las regiones y lenguas oficiales de la OACI.

### Centros TRAINAIR PLUS y su implantación en España

El Programa TRAINAIR PLUS se apoya en una red mundial de organizaciones de formación aeronáutica que han sido evaluadas y reconocidas por la OACI conforme a criterios comunes de calidad, gobernanza y metodología. En función de su naturaleza y nivel de participación en el programa, estas organizaciones, conocidas como centros TRAINAIR PLUS, se clasifican en tres grandes tipos de membresía:

- » **Miembros asociados.** Constituyen el nivel inicial de incorporación al TPP. Incluyen organizaciones de formación aeronáutica que han superado el proceso de evaluación de la OACI y cumplen los requisitos básicos del programa, pero cuya actividad dentro de la red es todavía limitada o fundamentalmente de carácter nacional.
- » **Miembros plenos.** Centros con un alto grado de madurez organizativa y técnica, que

desempeñan un papel activo y sostenido en el desarrollo y la difusión de formación basada en competencias. Estos centros cuentan habitualmente con unidades propias de desarrollo de cursos, personal cualificado como validadores o instructores OACI y una implicación directa en actividades de capacitación regional o internacional. Dentro de esta categoría se incluyen los Centros de Excelencia (TCE), que representan el nivel más alto de reconocimiento del TPP y actúan como referentes regionales o globales en programas de formación, asistencia técnica y fortalecimiento de capacidades de los Estados.

- » **Socios corporativos.** Esta categoría está destinada a universidades, organismos públicos, empresas del sector aeronáutico y entidades académicas que, sin ser centros de formación aeronáutica tradicionales, contribuyen al programa mediante el desarrollo e impartición de programas formativos en cooperación con la OACI que permiten ampliar el alcance del TPP hacia ámbitos como la educación superior, la investigación, la formación ejecutiva o la cooperación con la industria.

La red TRAINAIR PLUS está compuesta por más de 120 organizaciones de formación distribuidas en todas las regiones de la OACI, incluyendo autoridades de aviación civil, centros públicos de formación, universidades, aerolíneas, aeropuertos y proveedores de servicios de navegación aérea.

En España, el Programa TRAINAIR PLUS cuenta con una presencia consolidada, a través de varios centros de formación y organizaciones vinculadas al sistema aeronáutico que han obtenido reconocimiento TPP en distintos niveles. Son cuatro las instituciones vinculadas: SENASA, como miembro pleno desde 2016 y, bajo la modalidad de socio corporativo, ENAIRE (2019), la Escuela de Negocios ITAérea (2025) y el Colegio Oficial de Pilotos de la Aviación Comercial (2026). Estas organizaciones desempeñan un papel relevante tanto en la formación especializada de personal aeronáutico como en la difusión de cursos reconocidos por la OACI, contribuyendo a la proyección internacional del país en materia de instrucción aeronáutica.✈

## Gestión Práctica de la Seguridad Operacional

Como ejemplo de curso desarrollado en el ámbito del TPP, el curso Gestión Práctica de la Seguridad Operacional (SMxP, en inglés) constituye uno de los programas formativos más representativos y exitosos de la OACI en materia de seguridad operacional. El curso se alinea con los requisitos del Anexo 19 del Convenio de Chicago y ha sido desarrollado por SENASA bajo la metodología CBTA.

El objetivo principal del curso SMxP es desarrollar y reforzar competencias profesionales en el ámbito de la gestión de la seguridad operacional en el ámbito de los diferentes dominios operativos de la aviación civil (compañía aérea, centro de mantenimiento, escuela de vuelo, aeropuerto y proveedor de servicios de navegación aérea).

El curso SMxP cuenta con un diseño innovador, que combina de forma equilibrada contenidos teóricos esenciales con un fuerte componente aplicado y práctico, estructurado conforme al ciclo completo de gestión de la seguridad.

Entre sus principales innovaciones destacan:

- El uso intensivo de casos prácticos reales, representativos de diferentes dominios de la aviación.
- La utilización de herramientas de software, basadas en taxonomías de seguridad operacional de la OACI y en el modelo de Bow-Tie, que permiten a los participantes trabajar con escenarios realistas de identificación de peligros y control de riesgos.
- Un diseño pedagógico centrado en el aprendizaje colaborativo, mediante trabajo en equipo multidisciplinar, debates estructurados y ejercicios progresivos que refuerzan la toma de decisiones basada en datos.

Este planteamiento ha sido consistentemente valorado de forma muy positiva por los participantes y los instructores, destacándose la utilidad práctica del curso y su contribución directa al desempeño profesional.

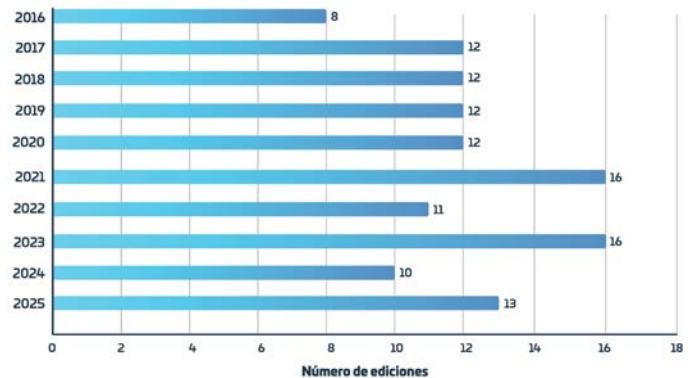
Desde su validación, el curso SMxP ha alcanzado una implantación global sostenida, con ediciones impartidas de manera regular en las cinco regiones OACI. La impartición muestra una media estable de 12 a 13 ediciones anuales en África, Asia-Pacífico, Europa, Norteamérica, Caribe y América Latina, tanto en centros TRAINAIR PLUS como en oficinas regionales y en la sede de la OACI en Montreal.

Cerca de 1650 profesionales se han formado en alguna de las 122 ediciones del curso impartidas entre 2016 y 2025. Las personas formadas pertenecen tanto a autoridades aeronáuticas civiles y militares como a proveedores de servicios (compañías aéreas, proveedores de servicios de navegación aérea, escuelas de vuelo, aeropuertos y centros de mantenimiento), apoyados por una red internacional de instructores acreditados distribuidos en varias regiones OACI.

Como reflejo de este impacto, el SMxP de SENASA ha sido reconocido en dos años consecutivos como el curso de seguridad operacional más impartido a nivel mundial, consolidándose como referencia internacional en formación aplicada en gestión de la seguridad.



Ediciones SMxP por región.



Ediciones SMxP por año.



Número de participantes en la formación.



EUROCONTROL y los retos  
de la red de aviación paneuropea

# La gestión de un Cielo Único Europeo



Cada vez que un vuelo cruza el espacio aéreo europeo, lo hace a través de una red que abarca decenas de países y en la que intervienen miles de profesionales del sector aeronáutico, numerosos sistemas técnicos complejos y una amplia variedad de infraestructuras. En esa combinación de recursos humanos y materiales es clave EUROCONTROL, que trabaja con sus Estados miembros y con el resto de socios para ofrecer en toda Europa una aviación más segura, más eficiente y mejor preparada para afrontar los retos del futuro.

- Texto: Enrique Fraile Riesco,  
jefe de Gabinete del director general de EUROCONTROL

## Una organización europea que trabaja con una amplia red de socios

EUROCONTROL es una organización intergubernamental civil-militar, fundada en 1960, que cuenta con 42 Estados miembros y ha suscrito acuerdos integrales con otros dos Estados. La misión de la organización parece sencilla, pero su ejecución es compleja: impulsar los más altos niveles de excelencia en la aviación civil y militar en el conjunto de la red paneuropea. Para lograrlo, trabaja en estrecha colaboración con socios de todo el continente –proveedores de servicios de navegación aérea, aerolíneas, aeropuertos y, por supuesto, los Estados miembros, incluidas sus autoridades militares–. La visión de la organización, tal como recoge la nueva estrategia de la Agencia,

Sede de  
EUROCONTROL  
en Bruselas.

Trajectory 2030, es reforzar las alianzas, impulsar la innovación y promover el progreso de la aviación, lo que la convierte en un socio fiable

La misión de  
EUROCONTROL  
parece sencilla, pero su  
ejecución es compleja:  
impulsar los más altos  
niveles de excelencia en  
la aviación civil y militar  
en el conjunto de la red  
paneuropea



## EUROCONTROL en cifras

- **42 Estados miembros** y dos Estados con los que se han suscrito acuerdos integrales.
- **Más de 2000 empleados** de más de 40 nacionalidades.
- **Más de 37 000 vuelos** gestionados en el día punta de la red en el verano de 2025.
- Dos centros operacionales que funcionan **24 horas al día, 7 días a la semana y 365 días al año**: el Centro de Operaciones del Gestor de Red (NMOC), que supervisa la red europea de aviación en su conjunto (2025: 11,1 millones de vuelos), y el Centro de Control de Área Superior de Maastricht (MUAC), un centro de control de área superior (UAC) que gestionó directamente 1,8 millones de vuelos en 2025.

y respetado, con un alto nivel de especialización y capacidad de desempeño.

Desde una perspectiva operacional, esto significa que EUROCONTROL –en particular, el gestor de red– es responsable de coordinar a todos los socios operacionales para proponer las mejores soluciones en relación con el funcionamiento de la red en su conjunto. Esto incluye tanto la gestión diaria de cuestiones específicas, como problemas de capacidad o fenómenos meteorológicos convectivos, como la planificación de operaciones, por ejemplo, la preparación de los periodos de mayor tráfico en verano. A más largo plazo, estas tareas pueden consistir en desarrollar soluciones operacionales impulsadas por avances tecnológicos para responder al crecimiento del tráfico previsto en las próximas décadas.

### El Cielo Único Europeo: una visión y un proyecto común en evolución

La Comisión Europea lanzó formalmente el concepto de Cielo Único Europeo a principios de la década de 2000. La idea era sencilla: el espacio aéreo europeo estaba fragmentado por las fronteras nacionales, lo que reducía innecesariamente la eficiencia de los vuelos en todo el continente. Un vuelo de Madrid a Varsovia, por ejemplo, podía atravesar varios espacios aéreos nacionales, cada uno con sus propios procedimientos, sistemas y

limitaciones. Esto daba lugar a vuelos más largos, mayor consumo de combustible y un incremento de las emisiones.

El paquete legislativo del Cielo Único Europeo se diseñó para cambiar esta situación. Propuso reorganizar el espacio aéreo europeo en función de las necesidades operacionales y no de las fronteras nacionales. El Cielo Único estableció objetivos en materia de seguridad operacional, capacidad, eficiencia en costes y desempeño ambiental. Asimismo, otorgó a EUROCONTROL un papel central como núcleo técnico y operacional del nuevo sistema, en particular en su función de gestor de red.

Hoy, más de veinte años después de los primeros debates sobre esta iniciativa, el Cielo Único Europeo sigue siendo probablemente el proyecto más ambicioso de la aviación europea. Se han logrado avances significativos, pero aún queda mucho por hacer y los retos continúan en aumento.

### El papel de EUROCONTROL

En su nueva estrategia, Trajectory 2030, EUROCONTROL ha definido su apoyo a la aplicación eficiente del Cielo Único Europeo como una de sus 13 iniciativas estratégicas, en consonancia con el marco normativo de la Unión Europea. Este apoyo no constituye una única línea de trabajo, sino que se articula a través de un amplio abanico de actividades, siendo la más visible la gestión de red. El Centro de Operaciones del Gestor de Red (NMOC), en Bruselas, proporciona coordinación en tiempo real para la red europea de rutas. Gestiona la planificación global de la red, los flujos de tráfico hacia espacios aéreos congestionados, la coordinación entre las necesidades del espacio aéreo militar y los flujos de tráfico civil, los fenómenos meteorológicos severos y las restricciones del espacio aéreo. Cada día los equipos del NMOC mantienen contacto directo con proveedores de servicios de navegación aérea, aerolíneas, aeropuertos y autoridades militares de todo el continente.

Paralelamente, EUROCONTROL ejecuta tareas de apoyo a las funciones de red, que abarcan ámbitos como el diseño y la utilización del espacio aéreo, la provisión de capacidad de control del tránsito aéreo conforme al Plan de Operaciones de Red (NOP), todas



Edificio del Centro de Operaciones del Gestor de Red en Bruselas.

las fases de la gestión de afluencia del tránsito aéreo, la gestión de recursos escasos, las delegaciones de los servicios de navegación aérea, la reasignación de retrasos, la gestión de crisis en la red, así como el seguimiento y la planificación de infraestructuras. El gestor de red desempeña un papel fundamental en la consolidación, coordinación y seguimiento de la aplicación del NOP, incluidos los proyectos operativos y técnicos cuya implantación en la red está prevista a corto y medio plazo.

Asimismo, la División de Cooperación Civil-Militar de EUROCONTROL desarrolla soluciones y despliega herramientas para armonizar la aplicación del Uso Flexible del Espacio (FUA), con el fin de responder a las necesidades militares en términos de movilidad, acceso al espacio aéreo e interoperabilidad entre los sistemas civiles y militares de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS).

EUROCONTROL desempeña también un papel clave en el ámbito de la innovación,

desarrollando y probando nuevos instrumentos y procesos destinados a mejorar el funcionamiento de la red europea en su conjunto. El Centro de Innovación de EUROCONTROL (EIH), situado en Brétigny –y que próximamente se trasladará al parque de innovación de París-Saclay–, desarrolla conceptos de vanguardia en ámbitos como la integración de drones, la inteligencia artificial, las tecnologías digitales y los nuevos conceptos de servicios de gestión del tránsito aéreo.

En el ámbito clave de los datos relativos a la aviación, la Unidad de Inteligencia de Aviación (Aviation Intelligence Unit, en inglés) elabora previsiones y análisis de tráfico ampliamente utilizados por los responsables de la toma de decisiones en toda Europa, mientras que la Unidad de Sostenibilidad de la Aviación desarrolla métodos y herramientas para apoyar la descarbonización del sector. El equipo Air Traffic Management Computer Emergency Response Team (EATM-CERT) proporciona apoyo a los servicios y productos de



EUROCONTROL, así como a los socios, en la protección frente a amenazas cibernéticas que podrían afectar a la confidencialidad, integridad y disponibilidad de sus sistemas operativos y datos.

Más allá de estas áreas de actividad, EUROCONTROL presta asistencia adicional a sus Estados, desempeñando funciones que abarcan desde la recaudación de tasas de ruta hasta el desarrollo de metodologías de evaluación medioambiental, la organización de programas de formación o el establecimiento de marcos de supervisión del desempeño. Desde su Centro de Control de Área Superior de Maastricht (MUAC), EUROCONTROL controla el espacio aéreo superior de Bélgica, los Países Bajos, Luxemburgo y el noroeste de Alemania, uno de los espacios aéreos más transitados y complejos de Europa. El MUAC, único proveedor transfronterizo de servicios de navegación aérea civil-militar en Europa, ha desempeñado un papel fundamental en la integración del espacio aéreo europeo,

## SESAR, el programa tecnológico que sustenta el Cielo Único Europeo

SESAR, el programa de investigación ATM del Cielo Único Europeo, es la iniciativa emblemática de Europa para modernizar su infraestructura de servicios de gestión del tránsito aéreo.

EUROCONTROL es uno de los miembros fundadores de la Empresa Común SESAR, la asociación público-privada que gestiona el programa. SESAR reúne a la Comisión Europea, EUROCONTROL, los socios civiles y militares del sector, así como a instituciones de investigación, para definir, desarrollar e implantar la nueva generación de tecnología ATM.

Las innovaciones de SESAR ya en operación incluyen comunicaciones de datos mejoradas entre aeronaves y controladores, herramientas avanzadas para la predicción y gestión de los flujos de tráfico, así como nuevos enfoques para el diseño y la gestión del espacio aéreo.

La fase actual, SESAR 3, persigue por un lado lograr una gestión del tránsito aéreo completamente digitalizada mediante el uso intensivo de datos y, por otro, garantizar que las innovaciones se desplieguen de forma coherente en toda la red europea.

desarrollando servicios basados en flujos de tránsito y no en fronteras nacionales.

### España como socio clave

España es un socio clave de EUROCONTROL desde su adhesión a la organización en 1997. En el marco del acuerdo de apoyo a los Estados, el pasado año EUROCONTROL prestó apoyo específico al Grupo de Trabajo Nacional sobre U-Space para la realización de una evaluación de riesgos del espacio aéreo (ARA), conforme al Reglamento de Ejecución (UE) 2021/664 de la Comisión.

EUROCONTROL y ENAIRE, el proveedor nacional de servicios de navegación aérea, colaboran estrechamente en 17 proyectos SESAR, mientras que otros socios relevantes del sector aeronáutico español, entre ellos Iberia y Vueling, participan en otras 16 actividades de innovación a corto plazo, muchas de ellas estrechamente vinculadas al uso de la inteligencia artificial.

ENAIRE gestiona algunos de los espacios aéreos más estratégicos de Europa: la puerta de entrada entre Europa y América, uno de los destinos turísticos más concurridos del continente, una encrucijada fundamental del tránsito transcontinental y un componente esencial de la red europea de aviación. Para garantizar un alto nivel de desempeño, EUROCONTROL colabora estrechamente con ENAIRE en numerosos ámbitos, entre ellos la gestión de la red, la supervisión del rendimiento, la implantación de nuevos procedimientos y la modificación del espacio aéreo y de los sistemas. España contribuye de forma constante al más alto nivel de gobernanza de EUROCONTROL, aportando conocimientos operacionales y una visión estratégica que influyen en la orientación de la organización.

La comunidad aeronáutica española también ha sido protagonista de algunas de las innovaciones más relevantes en la gestión del tránsito aéreo en Europa, desde el desarrollo del concepto Free Route Airspace (FRA, por sus siglas en inglés) hasta la integración de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia. Las Fuerzas Armadas españolas participan activamente en los mecanismos de consulta civil-militar de EUROCONTROL y apoyan las iniciativas de interoperabilidad civil-militar.

## Free Route Airspace, volar siguiendo la ruta más eficiente

La introducción de este concepto ha sido una de las medidas que más ventajas ha aportado a la eficiencia de la aviación europea en los últimos años.

En el espacio aéreo tradicional, las aeronaves siguen rutas fijas, como si se tratara de autopistas aéreas. El Free Route Airspace permite trazar rutas directas entre puntos de entrada y salida, lo que se traduce en un ahorro de tiempo y combustible.

EUROCONTROL ha coordinado el despliegue progresivo del concepto en toda Europa. España implantó el Free Route Airspace en su espacio aéreo superior en 2021, con resultados significativos: rutas más cortas, menor consumo de combustible y menores emisiones de CO<sub>2</sub>.

El éxito del concepto depende también del uso de LARA, la herramienta de apoyo a la gestión local del espacio aéreo desarrollada por EUROCONTROL para optimizar la asignación del espacio aéreo entre usuarios civiles y militares.

### El marco de rendimiento (performance scheme)

Una de las innovaciones más importantes de la legislación del Cielo Único Europeo fue la introducción de un marco formal de evaluación del desempeño. Por primera vez, los proveedores de servicios de navegación aérea de toda Europa estuvieron obligados a cumplir objetivos vinculantes en materia de seguridad operacional, capacidad, eficiencia en costes y medioambiente.

EUROCONTROL apoya a la Comisión Europea y a sus Estados miembros en el desarrollo y el seguimiento de este marco, proporcionando datos, herramientas analíticas y conocimientos especializados para supervisar y evaluar el rendimiento y garantizar que el Cielo Único Europeo genere mejoras concretas, medibles y duraderas.

## Los retos futuros

La demanda de tráfico aéreo está aumentando y las previsiones indican que esta tendencia continuará. Responder a esa creciente demanda de forma segura, eficiente y con un menor impacto medioambiental requerirá un esfuerzo sostenido y una inversión continuada por parte de todos los socios civiles y militares de la red.

La capacidad es el reto más inmediato en el ámbito civil. En los periodos de mayor tráfico, la demanda ya supera la capacidad disponible en determinadas áreas de la red y se prevé que el incremento de los vuelos regulares continúe. Esta situación, unida a la complejidad derivada de la integración en la red ATM de operaciones a baja y muy alta altitud, intensificará estos retos. Los retrasos afectan no solo a los pasajeros, sino también a las aerolíneas, los aeropuertos y la economía europea en su conjunto. El gestor de red de EUROCONTROL trabaja incansablemente para mitigar estas limitaciones, pero las soluciones a largo plazo requieren inversiones en infraestructuras, tecnología y personal.

En el ámbito militar, la necesidad de disponer de mayores volúmenes de espacio aéreo es el desafío más inmediato. Las aeronaves de quinta generación y los sistemas de armas asociados requieren hasta cuatro veces más espacio aéreo que los aviones de combate actuales. Dado que se prevé la incorporación de más de 700 aeronaves F-35 en los próximos años, resulta imprescindible una cooperación sólida para garantizar que tanto los usuarios civiles como los militares puedan acceder al espacio aéreo que necesiten.

La cooperación civil-militar es un ámbito clave de especialización que EUROCONTROL pone al servicio de sus Estados miembros, apoyando el desarrollo de procedimientos transfronterizos y armonizados que faciliten la formación y las operaciones militares, así como la movilidad militar –incluidas grandes aeronaves pilotadas a distancia– y proporcionando el espacio aéreo necesario para el adiestramiento militar. España ha brindado su apoyo a determinadas iniciativas relacionadas con el desarrollo de *performance-based military compliance* (por ejemplo, pruebas de vuelo para el uso del GPS militar), lo que abre buenas perspectivas de cooperación.

## La estrecha cooperación y colaboración entre el conjunto de los socios europeos ha contribuido al éxito y a la resiliencia de la aviación europea

En vista del crecimiento previsto del tráfico aéreo, reducir el impacto de la aviación en el medio ambiente constituye un reto de primer orden para el sector. Tal como establece Trajectory 2030, la Agencia aspira a desempeñar un papel de liderazgo en el apoyo al sector aeronáutico europeo para diseñar y aplicar políticas medioambientales, y para ayudar a todos los actores a avanzar hacia las emisiones netas nulas. Entre las principales áreas de actividad figuran el apoyo a la introducción de trayectorias y perfiles de vuelo respetuosos con el medio ambiente y optimizados desde el punto de vista climático, así como el refuerzo de la resiliencia climática y el desarrollo de modelos y evaluaciones medioambientales.

La digitalización puede aportar soluciones para hacer frente a algunos de estos retos. La inteligencia artificial y la automatización no son meras teorías, son conceptos tangibles que ya están teniendo un impacto real. EUROCONTROL, a través de su programa insignia de modernización de la ATM, iNM (Gestión Integrada de la Red), está desarrollando y desplegando activamente herramientas digitales que respaldan el control de flujos, el intercambio de información y nuevos modos de gestión del espacio aéreo.

## Un modelo de cooperación internacional

Más allá de los ámbitos operativo y técnico, EUROCONTROL trabaja también para reforzar las alianzas, la coordinación y la cooperación con los Estados miembros, con organizaciones internacionales (OACI, Comisión Europea, EASA, EDA, OTAN, etc.), instituciones, socios operacionales y asociaciones. La Agencia refuerza asimismo sus relaciones con otras regiones y con Estados clave





Sala de operaciones del Gestor de Red (Bruselas).

cuando la situación geopolítica así lo aconseja, con el fin de afianzar el funcionamiento de la red.

El compromiso por intensificar la cooperación y las alianzas es uno de los factores que han contribuido al éxito y a la resiliencia de la aviación europea. La capacidad de adaptación y superación ante crisis como los atentados del 11 de septiembre de 2001, la nube de cenizas volcánicas de 2010 y, más recientemente, la pandemia mundial de COVID-19 o la guerra de Rusia contra Ucrania, demuestra la importancia vital de una estrecha cooperación entre los Estados, así como de contar con una organización intergubernamental como EUROCONTROL que, junto con todos los actores, garantice la consecución de objetivos comunes.

### Mirando al futuro

Los cimientos del Cielo Único Europeo se sustentan en la fortaleza de la red europea, en la experiencia de las personas que trabajan en la aviación, en la solidez de las asociaciones entre todos los actores civiles y militares y en la convicción de que la cooperación ofrece mejores resultados que la fragmentación.

El camino que tenemos por delante sigue siendo exigente y los desafíos a los que nos enfrentamos continúan creciendo, pero, trabajando en colaboración, seremos capaces de materializar el Cielo Único Europeo y de construir el sector de la aviación del futuro.✈

## Acerca de EUROCONTROL

EUROCONTROL es una organización civil-militar paneuropea dedicada a apoyar a la aviación europea. Fundada en 1960, la organización trabaja en colaboración con los proveedores nacionales de servicios de navegación aérea, aerolíneas, aeropuertos, autoridades militares, la Comisión Europea y otros socios para garantizar una gestión del tránsito aéreo segura, eficiente y sostenible en toda Europa. La Agencia tiene su sede en Bruselas (Bélgica).





