



CONTRIBUCIÓN DEL SECTOR AEROSPAZIAL Y DE DEFENSA AL DESARROLLO DE LOS TERRITORIOS RURALES UN ANÁLISIS DESDE LA EXPERIENCIA DE AIRBUS ESPAÑA

Isabel del Pozo de Poza

Directora de programa para los fondos NextGen en Airbus España

Resumen

En este artículo, su autora analiza el papel que, a través del grupo empresarial Airbus, desempeña el sector aeroespacial y de defensa en la economía española. En primer lugar, hace una breve aproximación histórica a la formación de Airbus y a la participación de España. En segundo lugar, presenta las grandes divisiones en las que se organiza Airbus en el territorio nacional (aviones comerciales, aviones militares, helicópteros, programas espaciales...). En tercer lugar, analiza el contenido del plan de acción propuesto por Airbus para afrontar los retos futuros, mediante la digitalización y la innovación social y tecnológica. Finalmente, señala el carácter descentralizador de las distintas fases de la cadena de valor del sector aeroespacial y de defensa, lo que le convierte en un sector-motor para el desarrollo de los territorios.

Abstract

The author of this article discusses the role played by the aerospace and defence industry, through the Airbus group, in the Spanish economy. The work begins with a brief historic overview of the formation of Airbus and Spain's participation. Second is a description of the major divisions into which Airbus is organised in Spain (commercial aircraft, military aircraft, helicopters, space programmes...). Third, the article analyses the content of the plan of action proposed by Airbus for dealing with future challenges by means of digitisation and social and technological innovation. And, lastly, it describes the decentralised nature of the different phases of the value chain in the aerospace and defence industry, making the sector an engine for the development of local communities.

1. Introducción

En julio de 1967, Francia, Alemania y Reino Unido se unieron para firmar un acuerdo de cooperación en el sector de la aviación. Se creaba así el consorcio *Airbus Industrie*, un germen del que ha florecido una de las empresas más importantes, dando empleo a más de 130.000 trabajadores en todo el mundo.

Durante los años 1950 y 1960, los acuerdos entre las principales potencias europeas servían como pilares para la creación de una sociedad más fuerte e igualitaria, pilares en los que se sostiene la actual UE, una potencia económica mundial. En octubre de 1971, España, a través de la empresa Construcciones Aeronáuticas S.A. (CASA), se une al consorcio *Airbus Industrie* con una participación del 4,2 %, pasando a participar de manera directa en el primer gran consorcio multinacional de la historia de la aviación. España creaba así un lazo con Airbus que sigue más fuerte que nunca medio siglo después.

CASA se creó en 1923, y, en 1971, tras la absorción de la compañía Hispano Aviación S.A., se convertía en la principal compañía española en el sector aeroespacial. En 2000, fruto de la unión de las empresas *Aérospatiale-Matra* (francesa), *DaimlerChrysler Aerospace* (alemana) y *CASA* (española), se crea el grupo aeronáutico europeo EADS, actualmente denominado Airbus.

Airbus es una compañía pionera en una industria aeroespacial sostenible para un mundo seguro y unido. Airbus innova constantemente para proporcionar soluciones eficientes y tecnológicamente avanzadas, ofrece aviones comerciales modernos y energéticamente eficientes, así como servicios relacionados. Airbus es también líder europeo en defensa y seguridad, y uno de los líderes mundiales en el sector espacial. Asimismo, proporciona las soluciones y servicios más avanzados del mundo en helicópteros tanto civiles como militares.

En la actualidad, Airbus es la empresa tractora de la industria aeroespacial y de defensa en España, liderando gran parte de los programas nacionales y de cooperación del sector. *Airbus España* produce un gasto anual en la cadena de suministro de aproximadamente 2.200 millones de euros, al tiempo que genera exportaciones por valor de más de 4.300 millones de euros al año, y realiza una contribución al PIB de 3.570 millones de euros. Airbus tiene más de 50 convenios con 8 universidades y ha concedido más de 2.000 becas entre 2017 y 2019.

2. Los ecosistemas de Airbus España y su localización en el territorio

Airbus España consta de tres divisiones: *Airbus Operations*, *Airbus Helicopters* y *Airbus Defence and Space*, localizadas en diversos lugares del territorio nacional, constituyendo los *ecosistemas* del grupo empresarial en España. A continuación, presentamos estos ecosistemas de manera breve y solo con un objetivo informativo.

Airbus Operations (aviones comerciales)

Cuenta en España con aproximadamente 3.000 empleados y produce, entre otros componentes, los estabilizadores horizontales para la gama de aviones comerciales de Airbus en sus instalaciones de Getafe, Illescas y Puerto Real. La instalación de Getafe (Madrid) es responsable del diseño, ingeniería y fabricación de componentes para todos los aviones Airbus, incluyendo el montaje y prueba de los citados estabilizadores horizontales para los A350 XWB y A330 de fuselaje ancho, así como para la familia A320 de pasillo único.

La planta de Getafe es también responsable de la producción del cono de cola del A350 XWB (sección 19). La planta de Airbus en Getafe es el centro neurálgico de la compañía en España y cuenta con actividades industriales de todas las divisiones de Airbus. Es la tercera mayor instalación aeroespacial europea, después de Toulouse y Hamburgo. La ciudad de Getafe ha crecido en torno a dos polos principales: el Campus de la Universidad Carlos III,

y la planta de Airbus. Es por ello que, además de hacerlo de modo directo, Airbus también interviene indirectamente en el crecimiento de la ciudad, gracias a las industrias auxiliares y a los servicios que se crean alrededor de la planta.

Las instalaciones de Illescas (Toledo) han mantenido a Airbus a la vanguardia de los materiales compuestos en la aviación, contribuyendo al éxito de los diferentes programas de Airbus. En Illescas se fabrican los componentes del empenaje y del fuselaje de popa para las versiones de los aviones Airbus y para el avión de combate Eurofighter. La cubierta inferior del ala del A350 (el componente de fibra de carbono más grande de este avión) también se produce en la planta de Illescas. El caso de Illescas es también el de un territorio que ha ido creciendo alrededor de la planta de Airbus. En tan solo una década, el municipio toledano ha triplicado su población, y en la actualidad atrae inversiones de multinacionales interesadas en todo lo referente a la logística.

Las instalaciones de Puerto Real (Cádiz) producen las cajas laterales del estabilizador horizontal para los aviones A350 XWB y A330, y los elevadores para la familia A320, entre otros componentes. La industria aeroespacial y de defensa ha estado siempre ligada a Andalucía, y la presencia de Airbus desde hace casi 100 años ha creado un importante ecosistema en esta región.

Airbus Helicopters

Tiene su sede en Albacete, y es la compañía de helicópteros líder en España, además del proveedor por excelencia de nuestras Fuerzas Armadas y de los principales organismos públicos. *Airbus Helicopters* emplea a más de 500 personas en actividades que van desde el diseño, fabricación, mantenimiento y servicios relacionados, hasta funciones de gestión de programas y ventas. La división también está presente en la sede de Airbus en Getafe, donde brinda soporte de diseño e ingeniería. La planta de Albacete es clave en la estructura industrial de *Airbus Helicopters*, ya que es el centro de excelencia para los fuselajes traseros de toda la gama de helicópteros civiles de Airbus. Asimismo, produce los fuselajes delantero y central para todas las variantes y clientes del helicóptero NH90.

Airbus Defence and Space

Es la división de defensa y espacio de Airbus España y tiene aproximadamente 7.700 empleados, siendo uno de los principales fabricantes mundiales de aviones de transporte militar. El negocio de aviones militares de Airbus se lidera desde nuestro país, combinando las fortalezas tradicionales de la compañía en España (en términos de transporte estratégico y táctico y de aviones de misión), con la participación de Airbus en el programa *Eurofighter*, un programa para el que trabajan más de 100.000 personas en toda Europa, y que ha supuesto un salto adelante de la industria española de defensa.

La citada planta de Getafe alberga el Centro de Diseño e Ingeniería de Aviones Militares (centro de conversión del tanquero de nueva generación A330 MRTT), así como la línea de montaje final de los Eurofighters del Ejército del Aire y el mantenimiento de los aviones A400M. En Sevilla, la planta de San Pablo alberga la línea de montaje final (FAL) de los aviones de transporte militar A400M y C295, apoyado por la pre-FAL de la planta de Tablada, también en la capital andaluza. En Sevilla está, además, el Centro Internacional de Entrenamiento y el de entrega de aviones militares de Airbus. El Centro Bahía de Cádiz (CBC) es un referente mundial en materiales avanzados y compuestos, tanto para aviones militares, como comerciales.

En el área aeroespacial, el ecosistema creado por Airbus tiene su reflejo a nivel de la comunidad autónoma andaluza en *Andalucía Aerospace*, el clúster empresarial aeroespacial andaluz, encargado de promover los intereses y fomentar el crecimiento del sector aeroespacial a nivel nacional e internacional.

A su vez, las instalaciones de Barajas y Tres Cantos (Madrid) participan en la mayoría de los programas espaciales europeos, entre los que destacan los lanzamientos comerciales *Ariane 5* y *Ariane 6*, las plataformas *Copernicus* de observación de la Tierra, y la constelación de navegación por satélite *Galileo*. Barajas fue también la oficina del contratista principal de *PAZ* e *Ingenio* (los satélites españoles de observación de la Tierra), y de la nave espacial *CHEOPS* (que caracteriza a *ExOPlanet Satellite*) de la Agencia Espacial Europea. En las instalaciones de Getafe es donde la compañía Airbus alberga programas actuales y futuros, y es donde se construye el satélite *Copernicus Land Surface Temperature Monitoring* (LSTM). Airbus España también juega un papel clave en *Perseverance*, el exitoso *rover* de Marte desarrollado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de EE. UU., que aterrizó en el «planeta rojo» en 2021. Cabe señalar que la información recopilada por *Perseverance* se transmite de regreso a la Tierra mediante una antena integrada en Airbus y construida en España, único enlace entre nosotros y el *rover*.

Crisa es una empresa española con sede en Tres Cantos (Madrid), totalmente integrada en la división *Airbus Defence and Space*, y encargada de diseñar y fabricar equipos electrónicos y software para aplicaciones espaciales.

Las instalaciones de *Airbus Intelligence* en Barcelona están dedicadas a soluciones de geoinformación y defensa. Como expertos líderes en el mundo, ofrecen soluciones que, por ejemplo, ayudan a optimizar la planificación de misiones, mejorar la gestión de recursos o proteger el medioambiente.

Más allá de los actuales polos aeronáuticos de Airbus en España, existen oportunidades de diversificación con proyectos innovadores en otras zonas del país, que pueden ser una realidad en el medio plazo y que supondrían la creación de nuevos ecosistemas y la generación de empleo de calidad. Es ahí donde radica la potencialidad de Airbus como sector industrial que puede contribuir de modo significativo al desarrollo de muchos territorios rurales, afectados hoy por un problema serio de despoblación e inactividad económica.

3. Cohesión social y territorial: los *planes de recuperación*

En un contexto adverso, no solo nacional, sino internacional y mundial, en el que la economía ha estado condicionada por la pandemia de COVID-19, el grupo Airbus ha demostrado ser una empresa resiliente y capaz de tomar decisiones, preocupándose por el presente, pero a la vez pensando en el futuro.

Durante la pandemia, y siguiendo su espíritu emprendedor e innovador, Airbus no ha dejado de proponer iniciativas para el Plan Nacional de Recuperación diseñado por el Gobierno de España para los próximos seis años y que se estructura en torno a los ejes de la transición ecológica, la transformación digital, la igualdad de género y la cohesión social y territorial.

La iniciativa más importante de Airbus ha sido el PTA (Plan Tecnológico Aeronáutico), un marco de inversión conjunto del Gobierno de España y el sector industrial, con una duración de cuatro años, para extender y fomentar las capacidades avanzadas de la industria en apoyo de futuros diseños, desarrollos y programas aeronáuticos, y con un especial enfoque en las tecnologías necesarias para una futura aviación sostenible.

En Airbus se tiene claro que ninguna empresa o institución puede abordar este reto en solitario. Es necesario impulsar el desarrollo de entornos y plataformas colaborativas, así como la cooperación público-privada entre la industria, el sector tecnológico y el ámbito científico-académico. Por eso, Airbus fomenta la creación de *ecosistemas de innovación* en distintas áreas industriales, desarrollando su actividad en zonas de menor acceso a la innovación con el objetivo de potenciar su economía y generar, a través de su actividad, el mayor impacto posible. En definitiva, impulsa la creación de polos económicos basados en la innovación allí donde más se necesita.

La compañía Airbus tiene en su ADN la apuesta por el talento joven, promoviendo la incorporación de menores de 30 años, apoyando la formación dual y la igualdad dentro de la empresa. La apuesta de Airbus se basa en que las claves del futuro pasan por la sostenibilidad, la digitalización, la intermodalidad, la cohesión social y territorial y la cooperación, con el objetivo final de dejar un mundo más sostenible y seguro a las siguientes generaciones. A continuación, haremos algunas reflexiones sobre cada una de esas claves.

Sostenibilidad: descarbonización y desarrollo de tecnologías limpias

El sector aeronáutico es un pilar fundamental de la economía mundial. Es un negocio que, según TEDAE (Asociación Española de Tecnologías de Defensa, Seguridad, Aeronáutica y Espacio), supuso en 2019 para España 45.000 puestos de trabajo cualificado y facturó 10.523 millones de euros (un 6 % del PIB industrial).

De esos más de 10.500 millones de euros, el 46 % corresponde a la aeronáutica militar y el 54 % a la civil, siendo más del 76 % de esa facturación exportaciones. Este sector es esencial

en la interconectividad de personas y mercancías, y facilita la entrada de turistas, generando empleo y recursos para la economía de nuestro país. Por ejemplo, 8 de cada 10 turistas que entran en España lo hacen a través de un aeropuerto, siendo nuestra carta de presentación y un importante escaparate de difusión mundial. Lo primero que ven los turistas al entrar en España son aviones, *fngers* e indicaciones para recoger sus maletas.

A pesar de que el sector aeronáutico se ha visto gravemente afectado por la pandemia, esta crisis ha servido para reafirmar la necesidad de que la aviación, como fuerza que impulsa un mundo más conectado, siga desarrollándose sin dañar el medioambiente. Por ello, desde el sector se ha dado un paso adelante a fin de intensificar los esfuerzos en esa dirección, acortando los plazos de desarrollo para lograr este objetivo. Cuando en la pandemia se paró todo, la suspensión de los vuelos comerciales supuso una de las rupturas más notables. Los últimos informes afirman que no se espera una recuperación de los vuelos con motivos de negocio total hasta 2025 y que podrá haber unos niveles similares a finales de 2023.

En los últimos años, y desde su creación en Suecia en 2018, el movimiento *Flight Shame* o *Flygskam* (movimiento reivindicativo para reducir el impacto ambiental de la aviación disminuyendo el número de vuelos) ha estado muy presente en los medios de comunicación. Sin embargo, la apuesta del sector no se basa en la reducción de vuelos, sino en la innovación. Las emisiones de CO₂ por pasajero y kilómetro generadas por la aviación ya se han reducido en un 50 % desde 1990. Aunque hoy la aviación solo representa un 2 % de las emisiones de CO₂ globales y un 13,4 % de las emisiones generadas por el transporte (según la Agencia Europea del Medio Ambiente en 2018), desde el sector se tiene claro que es posible reducir aún más su impacto.

El sector del transporte aéreo debe afrontar su transformación, apostando por la sostenibilidad y generando beneficios sobre el medioambiente, así como aprovechando la oportunidad para posicionar la marca España como líder en la lucha contra el cambio climático. Esa transformación asegura la viabilidad a largo plazo del transporte aéreo actuando en cuatro ejes: i) eficiencia energética; ii) combustibles alternativos; iii) tecnologías e infraestructuras de hidrógeno y propulsión eléctrica, y iv) economía circular.

i) Eficiencia energética

Es importante implementar medidas de eficiencia energética a corto plazo, orientadas a la reducción de los consumos globales de energía consumida por el sector, mediante la búsqueda de sistemas más eficientes. Para ello es necesario que la industria tome conciencia de este asunto, y en este sentido es por lo que Airbus ha sido la primera compañía del sector en hacer públicos sus datos de emisiones de CO₂ durante los últimos dos años.

Pero los potenciales usos de energías alternativas van mucho más allá del momento del vuelo. Desde la compañía Airbus se fomenta el autoconsumo, tanto en plantas industriales como en aeropuertos y oficinas, ayudando a reducir la huella de emisiones de CO₂, medidas

todas ellas necesarias para mejorar la eficiencia energética. También se incluyen mejoras en la eficiencia de las operaciones y de las instalaciones físicas en tierra (iluminación, radio ayudas, equipos térmicos, plataformas de gestión energética...)

A medio plazo deben aplicarse también medidas para optimizar el uso de la energía en el entorno y el área del aeropuerto, así como en las operaciones en vuelo. Se debe fomentar el uso de energías procedentes de fuentes renovables mediante instalaciones de autoconsumo. En el caso de los aeropuertos, también se debe fomentar la instalación de plantas de bio-gasificación de residuos aeroportuarios para su posterior utilización en sistemas de generación de frío/calor. La generación de esta energía, para potenciar la eficiencia de la misma y no contrarrestar el ahorro energético con el transporte de la misma a las instalaciones, tendrá que ser local, lo que abre posibilidades de desarrollo en los territorios. España es uno de los países más avanzados en el mercado de energías renovables, por lo que conseguir la simbiosis entre plantas nacionales y energías alternativas será beneficiosa para ambas partes.

ii) Combustibles alternativos (SAF)

Con un objetivo de medio plazo, las iniciativas deben enfocarse en apoyar actividades orientadas a la obtención de combustibles sostenibles de aviación (SAF por sus siglas en inglés: *Sustainable Aviation Fuels*), mediante el fomento de las inversiones. Además, se debe impulsar la implantación de nuevas tecnologías para limitar las emisiones en tierra, y la electrificación de flotas de apoyo, así como asegurar el uso y la integración de SAF en las aeronaves.

El 98 % de las emisiones del sector provienen del combustible empleado por las aeronaves, que hasta ahora ha sido queroseno de origen 100 % fósil. El desarrollo de nuevos procesos de fabricación, como los ciclos *Fischer Tropsch* modernos, han fomentado el uso de los combustibles SAF, que permiten reducir las emisiones en vuelo en hasta un 85 % y que, además, ya cuentan con procesos de certificación.

A medio plazo es fundamental el apoyo a la producción de este tipo de combustibles y el fomento de su consumo, con el objetivo de alcanzar un consumo mínimo (indicado por las aerolíneas españolas Iberia y Vueling) de 300 millones de toneladas en 2030, que reduzca las emisiones derivadas del consumo de combustible (800 millones de toneladas de CO₂ anuales).

iii) Tecnologías e infraestructuras de hidrógeno y propulsión eléctrica

Airbus lleva varios años uniendo su nombre al del hidrógeno, como una de las apuestas principales (ya hemos visto que no la única) en pro de un futuro más sostenible. Como se sabe, el hidrógeno es un vector energético esencial para lograr la sostenibilidad del sector a medio y largo plazo, y supondrá un antes y un después en el transporte y la movilidad: desde automóviles hasta aeronaves, pasando también por el transporte ferroviario, los medios de transporte del futuro se moverán con energías limpias basadas en el hidrógeno.

Para acortar plazos, inversión y horas de trabajo, las sinergias entre sectores son un aspecto fundamental en este tipo de innovaciones. Por ello, Airbus siempre potencia acuerdos y convenios con otras compañías (públicas o privadas) de su sector o de otros sectores para intentar alcanzar la mejor innovación en el menor tiempo posible. Las motorizaciones en base a hidrógeno y eléctricas serán una realidad en 2035. Es fundamental preparar al sector para su llegada, y ser punteros en su investigación y adopción. La creación de *hubs* de hidrógeno en torno a los aeropuertos ya está contemplada en la Hoja de Ruta del Hidrógeno. Esto plantea un reto tecnológico y normativo para toda la cadena de valor a medio y largo plazo.

Sin embargo, donde se plantea un reto, también se plantea una oportunidad. Con un ecosistema completamente virgen como el del hidrógeno, cualquier territorio puede convertirse en el nuevo centro neurálgico de su región, de España o incluso de Europa, siempre que se haga una correcta inversión y se defina una guía adecuada por parte de los ejecutores y las compañías. Ello abre indudables oportunidades a los territorios rurales si saben aprovecharlas.

Los cambios en la propulsión de aeronaves deben ir precedidos de la electrificación de los equipos de apoyo en tierra, y del fomento de la intermodalidad sostenible en los accesos al aeropuerto, con infraestructuras de recarga eléctrica y de repostaje de hidrógeno.

Respecto a los nuevos conceptos de aviones «cero emisiones» (ZEROe) se está trabajando con diferentes filosofías. Además de turbinas de gas con combustión de hidrógeno, se está estudiando la posibilidad de utilizar pilas de hidrógeno con conceptos de hibridación. Los estudios muestran que estas pilas pueden ser hasta un 40 % más eficientes, y no tienen partes móviles, por lo que también existe una reducción del ruido y, además, se pueden «apilar» para formar sistemas más grandes y capaces de producir más potencia, permitiendo así la escalabilidad. Se trata de dos tecnologías de hidrógeno complementarias, con efectos aditivos que necesitan seguir desarrollándose con una importante contribución del sector aeronáutico español; de lo contrario, se perdería la oportunidad de ser estratégicamente relevantes en este ámbito.

iv) Modelos de economía circular

Otro reto importante para el sector es la implantación de modelos de *economía circular*, para traccionar toda la cadena de valor. Para ello, se debe fomentar la implantación del eco-diseño y de materiales sostenibles en la fabricación de aviones, así como en el reciclaje de los residuos de producción y en el reciclaje de las propias aeronaves al final de su vida útil. Se deben implantar, además, programas de reducción, reutilización y reciclaje de residuos aeroportuarios, gestionados desde nuevas plataformas inteligentes de tratamiento de residuos, utilizando siempre como referencia el concepto de jerarquía de los residuos.

España es uno de los países que tiene que mejorar en este aspecto dentro de la UE, pero esto puede verse como una oportunidad. La construcción de plantas recicladoras o de valorización energética es una forma de generar polos de innovación y empleo desde los que un territorio puede crecer. Asimismo, es importante desarrollar un eje de innovación e investigación para el

tratamiento de los materiales compuestos, como la fibra de carbono. Con ello se garantizaría una gestión sostenible de las aerestructuras fabricadas con estos materiales al final de la vida útil de las aeronaves, construyéndose sobre el conocimiento y las competencias que ya existen en España en torno a la fibra de carbono.

Intermodalidad: desarrollo de nuevos modelos de plataformas aéreas e integración de nuevas operaciones

Pese al gran golpe sufrido por la industria aeroespacial a raíz de la crisis derivada de la pandemia de COVID-19, parece que el segmento de los aviones no tripulados continúa con su crecimiento, que se espera sea exponencial en los próximos años. Debido tanto a su importancia industrial (que permite el desarrollo de nuevas tecnologías), como a sus grandes ventajas operacionales (con mayores capacidades, menor riesgo para los operadores y una reducción drástica de las emisiones), la apuesta en España por los sistemas aéreos autónomos (UAS, por sus siglas en inglés: *unmanned aerial systems*) debe ser una apuesta estratégica para garantizar el futuro de la industria aeroespacial en nuestro país.

La apuesta de la industria nacional en esta área pasa por una implementación por fases, que permita implicar a las entidades públicas y traccionar al sector privado. El objetivo es definir un plan de acción claro que canalice las diferentes iniciativas a nivel regional, privadas y públicas, hacia unos objetivos comunes, evitando redundancias a nivel nacional. Es importante también entender que cualquier plan de acción para la integración de vehículos autónomos no solo tiene que garantizar la seguridad en las (nuevas) operaciones, entre otros objetivos, sino que necesita la aceptación por la sociedad de las nuevas tecnologías sobre las operaciones sin piloto.

Para llevar a cabo el desarrollo de nuevos modelos de plataformas aéreas y la integración de las nuevas operaciones, se propone la implementación de un plan de acción en tres fases y siguiendo una lógica de desarrollo incremental basada en cuatro ejes clave para los sistemas aéreos autónomos (UAS). Las fases serían las siguientes: i) fase de prototipos y desarrollo (donde se fomente la investigación y desarrollo); ii) fase de inicio de operaciones (donde se centre la actividad en las demostraciones en escenarios reales), y iii) fase de despliegue (donde se habiliten las operaciones de forma nominal en los escenarios finales).

Respecto a la lógica de desarrollo incremental, los cuatro ejes clave para los sistemas aéreos autónomos (UAS) serían los siguientes:

- i) Capacidades. Desarrollo de las capacidades tecnológicas y de las tecnologías clave, que permitan a los aviones no tripulados realizar distintas misiones de manera segura y eficaz (autonomía, análisis de datos, sensores, cargas de pago, estaciones de control, software de control de vuelo o coordinación entre las plataformas, son algunas de estas capacidades clave).

- ii) Plataformas aéreas. Utilización, desarrollo y validación de plataformas nacionales para distintas misiones a realizar por los aviones no tripulados. Es necesario asegurar la colaboración público-privada para desarrollar conjuntamente requisitos y derivar estándares que garanticen la seguridad en la operación de las plataformas no tripuladas desarrolladas en España y proporcionar a las empresas nacionales (pymes y grandes empresas) la ayuda necesaria para que dichas plataformas puedan cumplir con los criterios de certificación requeridos por las autoridades nacionales y europeas.
- iii) Gestión del espacio aéreo y tráfico de operaciones UAS. Desarrollo e implementación por fases de la tecnología y los servicios necesarios para la gestión e integración en el espacio aéreo (*UTM/U-space*) de operaciones no tripuladas. Despliegue y coordinación de la gestión del espacio y tráfico aéreo no tripulado y tripulado.
- iv) Operaciones. Definición de requisitos operacionales y casos de uso; demostración y ejecución de dichas operaciones y casos de uso con prototipos, y validación de las características operacionales y de los servicios necesarios; desarrollo de servicios aerosostenidos para los diferentes casos de uso de todas las entidades gubernamentales, facilitando la contratación y evitando una estructura costosa para el Estado (formación de pilotos y de operadores, mantenimiento, inversión en plataformas), con la experiencia necesaria y la flexibilidad requerida por el Gobierno para la futura implantación de los aviones no tripulados a nivel nacional.

Para este plan de acción, será fundamental la coordinación con las autoridades regulatorias a nivel nacional y europeo (por ejemplo, AESA y EASA respectivamente) para desarrollar los estándares y requisitos que aún están por definir.

De manera transversal a estos cuatro ejes clave, se tendría que identificar la necesidad de desarrollar la integración con las infraestructuras y el ecosistema de movilidad intermodal. De esta manera, se garantizaría el desarrollo sostenible de las nuevas soluciones de movilidad aérea autónoma como complemento a otras iniciativas de movilidad sostenible en superficie o subterráneas, anteponiendo siempre las necesidades de los usuarios como facilitadoras de su aceptación social.

En este sentido, será clave tanto el desarrollo de una nueva familia de aviones no tripulados, como el desarrollo de servicios e infraestructuras *U-Space*. También el desarrollo de una red de vertipuertos y de un ecosistema de soporte a la operación integrado en los modelos de crecimiento sostenible del territorio y coordinado con otros medios de transporte.

Estos desarrollos permitirán garantizar la adaptación a las nuevas necesidades de los usuarios y a la sostenibilidad a largo plazo de las infraestructuras físicas y digitales que sean necesarias para garantizar la interacción con otros modos de transporte y soluciones adyacentes. En la propuesta que hizo Airbus para la reconstrucción y transformación del sector aeronáutico en España 2021-2026 se proponía aumentar el número de socios, empresas y comunidades autónomas implicadas.

Transformación digital del sector aeroespacial

La pandemia ha potenciado la digitalización de una sociedad, como la nuestra, que se dirigía inexorablemente a completar un proceso total de «ceros» y «unos». La digitalización, que ya era una realidad en muchos ámbitos, ha llegado a velocidad de Eurofighter y se ha quedado aquí entre nosotros. Por lo tanto, y teniendo en cuenta el tipo de servicios que los ciudadanos reclamarán, la propuesta debe tener como eje la digitalización y la innovación, dos aspectos que han de estar presentes en toda la cadena de valor aeronáutica y aeroespacial.

La tecnología debe ser clave en la consecución de los objetivos de eficiencia, sostenibilidad e intermodalidad. Es deber de Airbus, como sector y como parte de nuestra sociedad, que los avances la conviertan en una industria más sostenible, competitiva y resiliente, siendo esenciales en ese trayecto la digitalización y la innovación. Pero, además, Airbus considera que esa apuesta es también un privilegio, ya que las empresas punteras dentro de su sector, como es su caso, implementan acciones, tecnologías o *gadgets* que mejoran con el propio uso y que, más adelante, pasan a formar parte del día a día del ciudadano.

i) La cadena de valor como un ecosistema interconectado digitalmente

La digitalización es el hilo conductor que necesariamente tiene que recorrer toda la cadena de valor aeronáutica y de espacio para poder cumplir con los objetivos de competitividad, flexibilidad, sostenibilidad e intermodalidad. Transformar el sector aeronáutico para que sea más sostenible, competitivo y resiliente pasa fundamentalmente por la digitalización y la innovación.

En este sector es necesario contemplar la digitalización desde todas las estaciones de la cadena de valor:

- *Digitalizar la cadena logística, de suministro, de producción, de mantenimiento, operación y los procesos industriales.* Tener toda la cadena de valor conectada en tiempo real permite optimizar operaciones internas, reduciendo costes y tiempos en la fabricación y mantenimiento de productos y servicios. Pero no es solo esa reducción de costes y tiempo, sino también la flexibilidad de adaptación en tiempo real de los procesos productivos. En el sector de la aeronáutica y el espacio, cada vez se exigen productos con más capacidades y con configuraciones específicas y distintas por cliente, y es cada vez mayor la necesidad de tener el producto operativo en menos tiempo. Es una manera de diseñar, producir, mantener y operar en la que procesos, personas, máquinas y cadena de suministro están conectados para así tener una visión en tiempo real del estado; así como para la detección automática de potenciales desviaciones, la prevención de errores, la programación preventiva de mantenimientos y la optimización de toda la cadena logística. Este objetivo conseguirá llevar a la industria aeroespacial española a un estándar de competitividad por encima del resto de las empresas europeas. A su vez la hará más sostenible, ya que la integración de estas

tecnologías digitales asegura una gestión eficiente de los recursos escasos, reducción de residuos, optimización de la cadena logística y suministro para reducir la huella de CO₂.

- *Desarrollar servicios digitales en torno a las plataformas aéreas durante su vida operacional.* Los productos aeroespaciales son cada vez más inteligentes y están cada vez más conectados. La generación de datos de las plataformas ha pasado de miles en los años 1980 a centenares de miles de datos a analizar en tiempo real en la actualidad (el A350 tiene más de 250.000 sensores generando datos en tiempo real). Esto contribuye a conocer mejor el comportamiento y la forma de operar de los productos y a generar nuevas capacidades gracias a la conectividad, convirtiendo las plataformas aéreas y espaciales en nodos de una gran red, interactuando en tiempo real y que, a su vez, permite generar nuevos servicios. Caben destacarse las actividades de gestión de flotas y logística, la ciberseguridad a bordo y en tierra, los procesos aeroportuarios, el mantenimiento optimizado y predictivo, la gestión del espacio aéreo, y la formación para llevar a cabo dichas actividades, todo ello redundando en una mejora de la experiencia del cliente.
- *Digitalización de los procesos aeroportuarios que permitan mejorar la experiencia de los pasajeros.* Los aeropuertos son infraestructuras que implican una cadena continua de interacciones con los pasajeros. Estas interacciones pueden moverse a un plano digital en el cual se desliguen de la propia infraestructura y se permita al pasajero realizarlas en otro momento. Un ejemplo pueden ser los sistemas de biometría, que permiten realizar las operaciones de validación de documentación antes de llegar al aeropuerto. Una infraestructura digitalizada puede gestionarse de manera más eficiente y cómoda para los pasajeros. Los sistemas de análisis de video o la virtualización de sistemas operacionales permitirán la gestión de la infraestructura de manera remota, más segura y eficiente.
- *Digitalizar el desmantelamiento y los servicios de final de vida de las plataformas aéreas.* Esta fase de la cadena de valor está en sintonía con la implantación de los conceptos de *economía circular* previamente descritos en el apartado de sostenibilidad.

Para maximizar el resultado de la digitalización, es fundamental situar en el centro a las personas (operarios, personal, pasajeros), abrir nuevas oportunidades para las empresas, reducir las brechas digitales, como las de género y territoriales, e impulsar tecnologías fiables que fomenten una sociedad abierta y una economía dinámica y sostenible.

ii) Innovación y transformación digital del sector aeronáutico y aeroespacial

El proceso de digitalización tendrá importantes efectos en la productividad, el crecimiento y la creación de empleo, además de mejoras de bienestar y de acceso a productos y servicios.

La digitalización no es solo incorporar equipos de software y hardware, infraestructuras (*clouds* públicas y privadas, red 5G...) o nuevas tecnologías (internet de las cosas, analítica de datos e inteligencia artificial, *blockchain*...), sino que debe incluir también aspectos relaciona-

dos con la innovación social. En ese sentido, cabe destacar aspectos tales como la formación y adaptación de los actuales sistemas de organización del trabajo, al igual que sus procesos y formas de interconexión, para el despliegue de una red empresarial cohesionada e innovadora.

La ciberseguridad, el internet de las cosas, la economía del dato, la inteligencia artificial, el despliegue del 5G y otras tecnologías digitales habilitadoras son vectores estratégicos para impulsar la modernización del tejido empresarial, así como su internacionalización, la renovación del capital tecnológico, su adaptación a la transición ecológica y su digitalización. En concreto, se propone una transformación del sector de la aviación hacia cinco vectores: a) la seguridad respecto a la experiencia del cliente; b) la sostenibilidad ambiental del espacio aéreo; c) la transición hacia las operaciones digitales, y d) la seguridad respecto a las infraestructuras y los servicios.

- a) *Crear servicios para el desarrollo de la ciberseguridad.* Se propone el incremento en la seguridad de las operaciones para evitar amenazas a lo largo de todo el *customer journey*, desde que el usuario realiza la reserva del vuelo hasta la llegada al aeropuerto de destino. Además, también se propone el desarrollo de servicios basados en las capacidades digitales. Soluciones de analítica avanzada de datos y algoritmos predictivos, realidad aumentada, gemelos digitales, conectividad, *blockchain*, impresión 3D y conexiones ultra-fiables de baja latencia (5G), permitirán trabajar de forma más colaborativa en todo el proceso impulsado por el intercambio de datos.
- b) *Digitalizar procesos aeroportuarios y experiencia del cliente.* El diseño y el desarrollo de nuevas tecnologías facilitarán la experiencia de viaje de los pasajeros haciéndola más segura y eficiente a través de experiencias *end-to-end*. Las soluciones tecnológicas contempladas se basan en un centro de innovación digital en salud y aviación (CIDSa), así como en la recopilación de datos de la experiencia de los clientes e ingresos accesorios. Es un viaje *full contactless* a través del despliegue de un sistema de biometría global en la red de aeropuertos y otras tecnologías que permitirán a todos los usuarios moverse por los distintos procesos aeroportuarios sin necesidad de presentar documentación. Es también una mejora de la gestión del campo de vuelo, la optimización del flujo de pasajeros y operaciones bajo el concepto «aeropuerto 4.0» y la estandarización de las comunicaciones digitales con organismos oficiales.
- c) *Digitalizar el espacio aéreo sostenible.* Con el desarrollo de nuevas herramientas orientadas a mejorar la colaboración entre aeropuertos, proveedores de servicios de navegación aérea y aerolíneas, se podrá capitalizar la explotación de datos para optimizar la gestión del espacio aéreo, en la garantía de calidad de los procedimientos de vuelo por instrumentos, así como la mejora de predictibilidad de la trayectoria a seguir por las aeronaves a través del intercambio de información entre los diferentes actores, los procedimientos de mejora de la gestión del espacio aéreo, la digitalización de los procesos de control aéreo, y la captura de datos. A la vez, ello repercutirá directamente en la integración de nuevas necesidades y operaciones, así como en la experiencia de vuelo del cliente.

- d) *Aplicación de tecnologías habilitadoras para la consecución de mejoras operacionales.* Consistiría en el desarrollo de nuevas tecnologías dirigidas a modernizar y optimizar las operaciones aéreas y su control, así como la seguridad operacional, tales como la computación cuántica para inteligencia artificial, la tecnología *digital twins* (gemelos digitales), la digitalización de procesos de ingeniería de mantenimiento, la tecnología *Disruption Management Tool* (OCCam) y el mantenimiento predictivo. Se abordaría el mantenimiento preventivo de aeronaves mediante tratamiento de datos de fallos en servicio de flotas.

Todo este proceso de innovación conduciría a la implementación de una especie de «factoría digital del futuro» (*supply chain, logistics, digital factory, 5G, infra, ciber interno...*), dotada de capacidad para la fabricación de nuevos aviones de pasajeros mediante el diseño y la producción digital; la validación de conceptos industriales mediante líneas de preindustrialización para elementos y componentes, y la inversión en demostradores preindustriales *end-to-end* de futuras líneas de fabricación a escala real para demostrar la madurez del sistema industrial ante las tecnologías asociadas en desarrollo y los datos de partida para futuros casos de negocio. El desarrollo de estas «factorías digitales» aplicables al sector aeroespacial se sustentaría en los siguientes pilares:

- La analítica de datos e inteligencia artificial que permita el uso de los datos de toda la cadena de valor para optimización del proceso productivo, detección y prevención automática de fallos, sistemas de mantenimiento predictivos, sistemas autónomos.
- Un sistema de gestión de la producción digital que permita generar una planificación óptima del proceso productivo, con distintos niveles de granularidad, con toma automática de decisiones y reprogramación de tareas.
- El desarrollo de *digital twins* (gemelos digitales) de productos y procesos productivos de toda la cadena de valor. Específicamente, en el área de diseño, se impulsaría el desarrollo y la certificación, la integración de plataformas de diseño, el procesamiento de datos en la nube y la generalización de la simulación, permitiendo así acelerar los tiempos de diseño. Igualmente, se impulsaría la implementación de procesos de prueba y aceptación remotos y automáticos, que permitirán acortar los periodos de ensayo.
- El desarrollo de máquinas de manipulación automática programable y de robots colaborativos integrados en la cadena de producción y suministro, que optimicen los procesos productivos y el flujo de materiales, y que faciliten el desempeño de las tareas de los operarios.
- La introducción de tecnologías digitales que nos permitan tener operarios conectados para facilitar sus tareas de fabricación y verificación con soluciones basadas en dispositivos de realidad aumentada, *smart wearables*, así como el desarrollo de un sistema de fabricación e inspección interoperable y conectada (con personas, sistemas y sensores capaces de comunicarse entre sí). Aquí juega un papel muy importante el *internet de las cosas* (IoT), así como el despliegue del 5G que permita establecer comunicaciones seguras y fiables. Esta mina de datos, gracias a la sensorización de todo el proceso productivo, es la base para

que, mediante tecnologías de analítica de datos (por ejemplo: *machine learning* y NLP, *natural language processing*, entre otras), integradas en los procesos industriales, se eliminen tareas repetitivas y de difícil acceso, dejando las de mayor valor añadido para los operarios.

- La optimización de la cadena logística, incluida la cadena de transporte hasta las líneas de montaje, que permita adaptarse a la cadena productiva en tiempo real con sistemas de almacenamiento inteligentes y transporte autónomo de mercancías (AGV), así como optimización de inventarios (*stock* y herramientas optimizadas a la demanda de producción, *tracking* en tiempo real y geolocalización de herramientas y activos de alto valor).
- La fabricación aditiva, como tecnología que nos permita la fabricación de partes y útiles optimizando el diseño y dando flexibilidad al proceso productivo.

Para que todo esto sea viable, sería necesario implementar cuatro habilitadores básicos:

- Un *data lake* común en el que compartir de manera estructurada todos esos datos, basado en nubes públicas y privadas. En esta área, las grandes empresas tienen que apoyarse en proveedores de *nubes públicas*, así como en el desarrollo de *nubes restringidas*, que permitan asegurar el intercambio seguro de datos en entornos restringidos, tal como puede esperarse en el ámbito de la defensa.
- Una infraestructura que asegure esa conectividad y que se adapte a las necesidades en cada uno de los casos de uso, localización y número de usuarios... para lo cual tendríamos que pasar de 4G a 5G, evolucionar a wifi6 y ser capaces de contar con redes privadas (LTEs) cuando así se requiera.
- Una inversión fuerte en ciberseguridad que proteja datos e infraestructuras de cualquier ciberataque. Esta protección debe darse, además, en toda la cadena de suministro para ser efectiva, por lo que resulta esencial proveer de soluciones globales.
- Un plan común para desarrollar las nuevas capacidades para ejecutar la digitalización del sector. Para este último habilitador se propone, en concreto, la creación de un nuevo centro *Digital Aviation Innovation and Talent Hub (DAIT-Hub)* que se sitúe como primer centro europeo en el sector de la aviación en cuanto a transformación digital, ciberseguridad y bioseguridad. Sería un espacio de referencia en la inversión público-privada, que ayudaría al posicionamiento de España y que ofrecería servicio a compañías que a su vez crearían valor; un espacio de talento multidisciplinar y con diferentes puntos funcionales, con su posible sede central en Barcelona, desde donde desarrollar la marca de digitalización área española a nivel internacional y donde se podría agrupar no solo el conocimiento de la digitalización del sector aéreo, sino también otros proyectos de *smart cities* vinculados al turismo, así como buscar sinergias con la amplia red de *start-ups* en los diferentes *hubs* tecnológicos existentes. Dicho centro impartiría programas de formación para desarrollar perfiles adecuados a la industria aérea posicionando a España como uno de los países clave donde formarse y atraer talento en este sector.

4. La industria del futuro

La industria del futuro está sentando sus bases en los elementos que forman parte de los distintos ejes ya tratados: descarbonización de los procesos industriales, eficiencia energética, sostenibilidad y economía circular, digitalización y robótica y, por último, formación, empleo e innovación. Es importante que la industria se prepare para afrontar estos retos de futuro con demostradores físicos. Para ello hay que desarrollar un planeamiento a medio y largo plazo basado en el concepto de «aceleradores preindustriales» (*PIA, Pre-Industrial-Accelerators*), que consecuentemente están vinculados a los ejes ya descritos en este artículo.

Los aceleradores preindustriales (PIA) buscan demostrar procesos y tecnologías de una manera física en el marco industrial. Para ello se reproducen líneas reales de escala 1:1 que demuestren los objetivos industriales (fundamentalmente costes/tiempos de fabricación y cadencias) y a su vez la adherencia a los objetivos medioambientales. Entre esos aceleradores cabe destacar los siguientes:

- *Descarbonización de los procesos industriales, eficiencia energética, sostenibilidad y economía circular.* Serían proyectos de adquisición de datos para autogestión y *machine-learning* de consumos de agua y energía de máquinas y procesos industriales.
- *Digitalización y robótica.* Todos los procesos tendrían que ser altamente automatizados. Se precisaría la adquisición de datos y analítica de datos de la cadena completa de fabricación (y de vida del avión), con el objetivo final de la supresión de la inspección final y de otros elementos de escaso valor añadido. Asimismo, se precisaría la simulación de máquinas y procesos industriales y de líneas de fabricación previas a su demostración física (en línea con las iniciativas descritas en el apartado sobre la transición digital).
- *Formación, empleo e innovación.* Estos aceleradores no solo permitirían el mantenimiento (e incremento) del empleo cualificado del sector, sino que también posibilitarían una subida considerable del mismo con la materialización de dichos paquetes de trabajo en el conjunto del país, sin olvidar el efecto multiplicador que tendría en el empleo asociado y auxiliar (en línea con las iniciativas descritas anteriormente).

Los aceleradores preindustriales son necesarios para preparar y garantizar que las hojas de ruta definidas para el tejido industrial aeroespacial español alcancen realmente los objetivos de eficiencia, sostenibilidad y digitalización.

Conclusiones

El sector aeronáutico tiene un papel protagonista en la economía española al garantizar la interconexión y cohesión entre los territorios y ser fuente de generación de empleo de calidad, además de por su aportación al PIB nacional.

El sector aeroespacial y de defensa es una referencia y un escaparate en inversión en I+D+i, y también un factor fundamental para atraer y retener talento. Tiene, además, una fuerte capacidad de impulsar la innovación en toda la cadena de suministro, en gran parte pymes y empresas de ámbito regional.

Para poder afrontar los retos tecnológicos, alcanzar los objetivos de transición ecológica y transición digital y transformar el sector para que sea más competitivo en el futuro, hace falta una hoja de ruta clara, así como un plan estratégico nacional que aglutine los esfuerzos y sinergias entre los diversos actores y sea capaz de atraer y asegurar grandes inversiones.

La actividad aeronáutica tiene todavía una alta dependencia de los combustibles fósiles. Es necesaria la colaboración público-privada para llevar a cabo los retos tecnológicos propios del sector y garantizar un ecosistema que facilite e impulse los nuevos combustibles y vectores energéticos. Esta colaboración público-privada, junto a una hoja de ruta clara, son fundamentales para afrontar conjuntamente los riesgos tecnológicos, reduciendo incertidumbre sobre la disponibilidad de financiación en un periodo de tiempo multianual y para asegurar así la ejecución de las iniciativas y el compromiso de los recursos privados.

Es precisamente el carácter descentralizador de las distintas fases de la cadena de valor del sector aeroespacial y de defensa lo que le convierte en un sector-motor para el desarrollo de los territorios rurales, contribuyendo así a la lucha contra la despoblación y la inactividad económica de muchos de estos territorios. El ejemplo de las divisiones de Airbus en España, distribuidas por distintos lugares del territorio nacional (Getafe, Illescas, Tres Cantos, Barcelona, El Puerto de Santa María, Puerto Real, Albacete, Sevilla...), no hace más que confirmar su contribución al desarrollo de nuestros territorios.