Revista de Aeronáutica y Astronáutica

NÚM. 926
OCTUBRE 2023

Air Defender 23

Un modelo de organización centrado en el conocimiento y las personas

DOSIER: LA GUERRA ELECTRÓNICA

MINISTERIO DE DEFENSA

NOVEDADES EDITORIALES

https://publicaciones.defensa.gob.es/

CATÁLOGO INDUSTRIA ESPAÑOLA DE DEFENSA 2023-2024 (ÁRABE)

Autor: Dirección General de Armamento y Material

272 páginas

Impresión bajo demanda: 10,00€
Edición electrónica (PDF): Gratuita

Tamaño: 20 x 24 cm
NIPO: 083-23-191-7

EL LEGADO ESPAÑOL. WE THE SPANISH PEOPLE. 1513-1821

Autora: Eva García

250 páginas

Edición papel: 40,00€
Tamaño: 26 x 31 cm
ISBN: 978-84-9091-789-3

ACADEMIA DE CABALLERÍA. CADETES DE UNIFORME (1851-2021)

Autor: Academia de Caballería

98 páginas

Edición papel: 10,00€
Edición electrónica (PDF): Gratuita

Tamaño: 21 x 21 cm
ISBN: 978-84-9091-776-3

EL SIGLO XIX EN SEGOVIA. DESAMORTIZACIÓN Y ARQUITECTURA MILITAR CUARTELARIA

Autor: Miguel Ángel Martínez Sánchez

254 páginas

Impresión bajo demanda: 11,00€
Edición electrónica (PDF): 3,00€

Tamaño: 24 x 17 cm
ISBN: 978-84-9091-761-9

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE DEFENSA
SUBSECRETARÍA DE DEFENSA
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PUBLICACIONES Y PATRIMONIO CULTURAL

PUBLICACIONES DE DEFENSA
Tel.: 91 364 74 27
publicaciones.venta@oc.mde.es
https://publicaciones.defensa.gob.es

Modelos de carrera en el Ejército del Aire y del Espacio

En el Ejército del Aire y del Espacio el personal, los aviadores, son la primera prioridad y el recurso más valioso.

Para ser la fuerza aeroespacial del siglo XXI que España necesita, el EA está en constante evolución, adaptándose a los nuevos escenarios operativos, para lo cual necesita sistemas de armas modernos y capaces y un equipo de aviadores de última generación, motivados, preparados y con capacidad de innovar.

Nuestros aviadores del siglo XXI de todos los cuerpos, escalas y especialidades tienen el máximo nivel de exigencia para el cumplimiento de su misión, debiendo estar técnicamente formados y entrenados para desarrollar con excelencia misiones cada vez más complejas, y operar y sostener los sistemas de armas aeroespaciales tecnológicamente más avanzados. Estas tareas deben llevarlas a cabo, además, siendo un ejemplo de valores morales y militares para las Fuerzas Armadas y para nuestra sociedad.

Para conseguirlo, se requiere que el personal del EA, en función de su especialidad y empleo, mantenga su excelencia mediante una capacitación progresiva y diferenciada en función de los puestos que vaya desempeñando a lo largo de su carrera. En un proceso continuo de actualización que exige el establecimiento de distintas trayectorias que optimicen el desarrollo profesional y fomenten la realización personal conforme se asciende a los distintos empleos de cada escala.

En ese sentido, y con el doble objetivo de orientar a nuestros aviadores en su toma de decisiones sobre su desarrollo profesional y de alinear la gestión del personal del EA con las necesidades de la institución, se están definiendo los modelos de carrera para los distintos cuerpos, escalas y especialidades del EA. Cada uno de estos modelos va a describir las distintas trayectorias de carrera, combinando la formación y la experiencia que se adquiere en destinos y operaciones, de forma que se pueda alcanzar la capacitación requerida en los sucesivos empleos.

Estas trayectorias mencionadas potenciarán igualmente el desempeño de funciones operativas en los empleos iniciales, o de primer tramo, y facilitarán el desarrollo de tareas más orientadas a la gestión y al ejercicio del mando, en los empleos de segundo tramo. Una reorientación profesional que va a exigir adquirir nuevas competencias, según cada trayectoria, para asumir tareas en un espectro más amplio de áreas de responsabilidad.

La puesta en marcha de estas trayectorias conlleva un proceso de transformación que debe permitir al EA ser aún más ágil en su adaptación a misiones emergentes, como las derivadas de los ámbitos espacial y ciberespacial, que se articula con la implantación de las especialidades de segundo tramo, cuyo reglamento fue aprobado a finales de 2021, y que están orientadas a favorecer la reorientación de la carrera de nuestro personal y a reforzar la gestión del talento, adaptando los perfiles profesionales a las necesidades de la institución e impulsando decididamente el desarrollo de las capacidades y el potencial de cada aviador.

La implantación de las distintas trayectorias va a exigir una mejora en la formación y en la gestión del personal que contribuirá a favorecer su motivación y a una gestión del talento más transparente y estable. Para ello, los modelos de carrera especificarán, a modo de recomendaciones, las opciones de formación en cada tramo, promoverán la participación en operaciones y organismos multinacionales, la docencia, el dominio de los idiomas, las aptitudes psicofísicas y, en definitiva, el aprovechamiento en cada puesto de las competencias individuales.

Recomendaciones que servirán de referencia para ajustar los procesos de evaluación y clasificación para el ascenso y, por tanto, guiarán al personal para la ocupación y permanencia en los destinos de cada tramo de su trayectoria profesional.

En definitiva, un nuevo sistema de desarrollo profesional que, cuando se consolide, mejorará la formación y experiencia de nuestros aviadores y, sobre todo, potenciará su motivación, reduciendo incertidumbres en cuanto a los hitos y requisitos que se esperan de ellos en cada tramo.

Porque para seguir teniendo los aviadores de última generación que el EA y España necesita, hay que velar para que desarrollen al máximo su potencial moral e intelectual, u ese es nuestro objetivo y obligación institucional.

Nuestra portada: La guerra electrónica
Imagen: 'Daily routine' de Joaquín Suárez Macías, segundo premio de pintura 2022

REVISTA
DE AERONÁUTICA
Y ASTRONÁUTICA
NÚMERO 926. OCTUBRE 2023

■ dosier

HISTORIA DE LA GUERRA ELECTRÓNICA EN LAS FUERZAS ARMADAS ESPAÑOLAS **781**

LA GUERRA ELECTRÓNICA EN EL EJÉRCITO DE TIERRA
Por Guillermo Tomás Barrera, coronel del Ejército de Tierra (retiro) **782**

LA GUERRA ELECTRÓNICA EN LA ARMADA
Por Carlos Vallespín Gómez, capitán de navío (retiro) **786**

LA GUERRA ELECTRÓNICA EN EL EJÉRCITO DEL AIRE Y DEL ESPACIO
Por Julio Serrano Carranza, coronel del EA (reserva) **792**

CAPACIDAD MILITAR Y DEFINICIÓN DE PROGRAMAS CONJUNTOS
Por Miguel Castro de la Hoz, coronel del Ejército de Tierra (retiro) **798**

■ artículos

OBSERVACIONES SOBRE EL DESEMPEÑO INICIAL DE LA FUERZA AÉREA RUSA EN UCRANIA
Por Guillem Colom Piella, doctor en Seguridad Internacional **768**

LA FUERZA AÉREA DEL EJÉRCITO POPULAR DE LIBERACIÓN. MISIONES ESPECIALES Y AVIONES NO TRIPULADOS
Por Javier Sánchez-Horneros Pérez, analista de sistemas e ingeniero en el programa FCAS **774**

EVOLUCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL CECAF PARA LA DETECCIÓN DE OBSTÁCULOS AERONÁUTICOS
Por Agustín Martín Paniagua, comandante del EA **804**

AIR DEFENDER 23: LA GRAN PRUEBA DE LA DEFENSA AÉREA DE EUROPA
Por Julio Maíz Sanz **814**

HACIA UN MODELO DE ORGANIZACIÓN CENTRADO EN EL CONOCIMIENTO DE LAS PERSONAS
Por Manuel Ángel de Pedro Cibanal, capitán del EA **822**

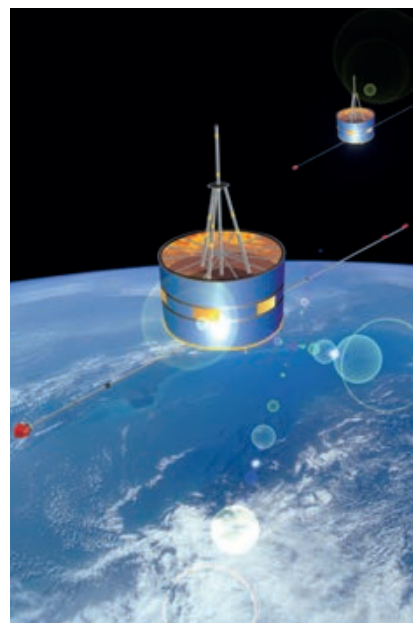
LA MISIÓN SMILE
Por Manuel Montes Palacio **830**

EVOLUCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL CECAF PARA LA DETECCIÓN DE OBSTÁCULOS AERONÁUTICOS

El CECAF, con sus medios humanos, ha desarrollado una metodología que permite obtener una base de datos de obstáculos aeronáuticos que cumpla con los requisitos establecidos en la normativa internacional.

LA MISIÓN SMILE

SMILE estará dedicada a las investigaciones científicas orientadas a estudiar la interacción entre las partículas del viento solar y la magnetosfera de la Tierra.



■ secciones

Editorial 753
Aviación Militar 756
Aviación Civil 760
Industria y Tecnología 762
Espacio 764
Panorama de la OTAN 766
Efeméride 834
Noticiario 835
Nuestro Museo 840
Cine, Aviación y Espacio 842
Internet 844
Centro Conjunto de Desarrollo de Conceptos (CCDC) 846
Bibliografía 848

Revista de Aeronáutica y Astronáutica

Director:
Coronel: **Raúl M. Calvo Ballesteros**
rcalba1@ea.mde.es

Consejo de Redacción:
Coronel: **Fco. José Berenguer Hernández**
Coronel: **Manuel de Miguel Ramírez**
Coronel: **Miguel Ángel Saez Nievas**
Coronel: **Luis Alberto Hernández García**
Brigada: **Juan Fco. Espejo Carrasco**
Gabinete del JEMA
OFICOM

Redactora jefe:
Capitán: **Susana Calvo Álvarez**

Redacción:
Capitán: **Miguel Fernández García**
Sargento 1º: **Adrián Zapico Esteban**
Sargento: **Ivan Corletti Fernández**
aeronautica@movistar.es

Secretaria de Redacción:
Maite Dáneo Barthe
mdanbar@ea.mde.es

Secciones RAA
Redacción y colaboraciones institucionales y externas.
Aviación Militar: **Juan Carlos Jiménez Mayorga.** Aviación Civil: **José A. Martínez Cabeza.** Industria y Tecnología: **Julio Crego Lourido y Gabriel Cortina.** Espacio: **Inés San José Martín.** Panorama de la OTAN y de la PCSD: **Federico Yaniz Velasco.** ¿Sabías que?: **Juan M. Díaz Díez.** Cine, Aviación y Espacio: **Manuel González Álvarez.** Nuestro Museo: **Juan Ayuso Puente.** Internet: **Angel Gómez de Ágreda.** Bibliografía: **Miguel Anglés Márquez.**

Preimpresión:
Revista de Aeronáutica y Astronáutica
Impresión:
Ministerio de Defensa

Precio unitario revista	2,00 €
Precio suscripción España	18,00 €
Precio suscripción Europa	30,00 €
Precio suscripción resto del mundo	35,00 €

IVA incluido (más gastos de envío)

SERVICIO HISTÓRICO Y CULTURAL DEL EJÉRCITO DEL AIRE
INSTITUTO DE HISTORIA Y CULTURA AERONÁUTICA
Edita:

MINISTERIO DE DEFENSA
SUBSECRETARÍA DE DEFENSA
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

Paseo de la Castellana 109, 28046, Madrid
NIPO 083-15-009-4 (edición impresa)
ISSN 0034-7647 (edición impresa)
NIPO 083-15-010-7 (edición en línea)
ISSN 2341-2127 (edición en línea)
Depósito legal M 5416-1960

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado
https://cpage.mpr.gob.es
Catálogo de Publicaciones de Defensa:
https://publicaciones.defensa.gob.es

Director:	91 454 5770
Redacción:	91 454 5774 / 76
Suscripciones y Administración:	91 454 5771 / 72

C/ Martín de los Heros 51, 2.ª planta
28008 - MADRID
revistadeaeronautica@ea.mde.es

NORMAS DE COLABORACIÓN

Con el fin de mantener unos criterios de calidad y uniformidad en los artículos de la revista de AERONÁUTICA Y ASTRONÁUTICA, las colaboraciones se realizarán teniendo en cuenta las siguientes instrucciones:

1. Los temas de los artículos presentados tendrán relación, preferentemente, con la actualidad del Ejército del Aire y del Espacio y sus unidades, con las Fuerzas Armadas nacionales e internacionales y la aeronáutica y astronáutica en general, además de aquellos contenidos que sean considerados de interés por el Consejo de Redacción.

2. Los trabajos deben ser originales y escritos expresamente para la revista con un estilo correcto, calidad y rigor, los cuales serán evaluados y seleccionados por el Consejo de Redacción.

3. El texto se presentará en formato WORD, justificado y letra Arial o Verdana 12. Contendrá como máximo 3000 palabras, siendo aconsejable 2000 y se incluirá al comienzo un breve resumen de unas 50 palabras, a modo de entradilla. La primera vez que se empleen siglas, acrónimos o abreviaturas se situarán entre paréntesis tras el significado completo. Al final del artículo podrá indicarse la bibliografía y trabajos consultados, si es el caso.

4. El material gráfico (fotografías, gráficos y dibujos) se entregará en formato JPG en carpeta aparte, acompañado de un archivo con el texto de los pies de fotos y el nombre del fotógrafo o de la fuente de procedencia. Será responsabilidad del autor pedir los permisos de la propiedad intelectual, si fuese necesario. Las fotografías, gráficos, dibujos y anexos que acompañen al artículo se publicarán según criterios de maquetación.

5. Además del título del artículo, deberá figurar el nombre del autor, profesión, colegio o asociación a la que pertenece y si es militar, empleo, situación administrativa y si es miembro de alguna asociación o colegio. Es aconsejable indicar dirección de correo electrónico y/o teléfono para consultas.

6. Los trabajos quedarán archivados en la redacción de la revista. Siempre que se estime conveniente realizar modificaciones, a criterio del Consejo de Redacción, se remitirá correo al autor aconsejando los cambios a efectuar con el propósito de mejorar el artículo.

7. De acuerdo con la disponibilidad de créditos anuales todo trabajo será remunerado, de forma que se reconozca los derechos de autor.

8. Todos los trabajos publicados representan exclusivamente la opinión del autor.

9. Toda colaboración se remitirá a:

– Por correo a:
Revista de Aeronáutica y Astronáutica - Redacción
c/ Martín de Los Heros 51, 2.ª planta.
28008 - Madrid

– Por email a:
aeronautica@movistar.es

FE DE ERRATAS

En el número 925 (septiembre 2023) la foto de la portada es de Antonio J. Jiménez Santana.

En el mismo número 925, en el artículo sobre aviación militar del dosier Le Bourget 2023, página 690, en el apartado HELICÓPTEROS el texto no es el que corresponde. Debe ser:

El Airbus NH-90 visitó la feria y estuvo expuesto para deleite del público. Ha sido adquirido por 14 naciones y se han fabricado más de 380 unidades.

Este helicóptero de cuarta generación se presenta en dos versiones, una para operaciones terrestres, denominada TTH (Tactical Transport Helo) y otra versión para operaciones navales NFH Frigate (Frigate Helicopter). Ha sido adquirido por España para ser volado por los dos ejércitos y la Armada. Cuenta con 22 unidades y es una de las aeronaves más modernas y versátiles de la actualidad. Se emplean para diferentes misiones como traslado de tropas, rescates, vigilancia y transporte de material.

Es el helicóptero militar más avanzado del que destaca su sistema de control *fly by wire,* que reemplaza los controles de vuelo manuales convencionales con un interfaz electrónica; su sistema de a bordo de monitorización y diagnóstico y su piloto automático de cuatro ejes que permite al piloto la descarga de trabajo en situaciones críticas de vuelo. Gracias a sus radares de navegación y meteorológico y a un sistema anhielo le permite la operación todo tiempo.

Bombardero B-21 Raider (Imagen: USAF)

IMPORTANTES AVANCES EN LA FLOTA ESTADOUNIDENSE DE BOMBARDEROS

Tras realizar con éxito el *Power on* del avión, se mantienen los plazos para el primer vuelo del B-21.

Tras llevar a cabo el primer «encendido» del avión, el director financiero (CFO) de Northrop Grumman, Dave Keffer, confirmó que el programa sigue los plazos previstos de completar este año el vuelo inaugural del nuevo bombardero furtivo de sexta generación B-21 Raider de la USAF.

Aun así, Keffer confirmó que la confiada predicción de un primer vuelo este año «dependerá de los acontecimientos y los datos».

Northrop Grumman espera recibir un contrato de Producción Inicial de Baja Tasa (LRIP) para el primer lote de aviones B-21 tras completar su primer vuelo. Para ello, el primer ejemplar se trasladará de la planta 42 de la Fuerza Aérea en Palmdale, a la base aérea Edwards, California. Esta primera unidad, presentada el 2 de diciembre de 2022, es el primero de las seis bombarderos, ahora en producción.

En el futuro, la primera unidad del B-21 tendrá su hogar en la base Ellsworth, Dakota del Sur. Dicha base albergará la Unidad de Entrenamiento Formal (FTU) del Raider. A Ellsworth les seguirá las bases de Whiteman AFB (Misuri) y Dyess AFB (Texas), siendo estas las encargadas de acoger el resto de la flota B-21. Actualmente, la primera alberga la flota de bombarderos furtivos B-2A Spirit de la USAF, mientras que la segunda acoge los bombarderos estratégicos supersónicos B-1B Lancer.

ACTUALIZACIÓN IMPORTANTE EN LOS B-2

Por medio de un comunicado conjunto, la Fuerza Aérea de EE.UU. (USAF) y Northrop Grumman, han informado del éxito alcanzado en las pruebas para lograr una nueva capacidad de transmisión de datos digitales en el bombardero B-2.

En el comunicado se informaba que los miembros de la USAF y de la compañía aeronáutica habían completado con éxito una transferencia integrada de datos de misión (IAMT) entre una estación terrestre B-2 Adaptable Communications Suite (ACS) y un B-2 Spirit equipado con la arquitectura Multi Mission Domain (MMD) de Northrop Grumman.

La demostración de IAMT tuvo lugar en la base aérea de Whiteman, Missouri, como parte de un esfuerzo conjunto más amplio de modernización digital, denominado Programa B-2 Collaborative Combat Communication (B2C3).

ISRAEL ADQUIERE SU TERCER ESCUADRÓN DE F-35

El 3 de septiembre, el ministro de Defensa israelí, Yoav Gallant, envió una carta de solicitud a Estados Unidos y el fabricante de armas Lockheed Martin para adquirir un tercer escuadrón de 25 aviones F-35I Adir.

La operación tiene un coste de 3000 millones de dólares y el acuerdo comercial entre los gobiernos de EEUU y de Israel contempla el compromiso por parte de Lockheed Martin y el fabricante de motores Pratt & Whitney para integrar a empresas militares israelíes en la producción de componentes de los aviones que se van a comprar.

De confirmarse esta petición, Israel podría alcanzar la importante cifra de 75 F-35 dado que ya cuenta con 50 aviones de combate F-35I Adir (una versión nacional específica del F-35A) equipando dos escuadrones operativos: el 140 Escuadrón Golden Eagle y el 116 Escuadrón Defensores del Sur en la base aérea de Nevatim

El F-35 es ya la columna vertebral de la IAF

(conocida como 28 Air Base) en el desierto de Negev, en el sur de Israel (el Escuadrón 117 es la unidad de entrenamiento de este tipo).

La futura tercera unidad estará equipada con los 25 aviones recientemente adquiridos. La IAF tendría previsto recibir tres aviones por año a partir de 2027.

Los responsables de la defensa consideran que el F-35 es un activo crucial para las amenazas procedentes de Irán y Siria y, especialmente, para un operación de ataque con el fin de detener el programa nuclear iraní gracias a la tecnología furtiva y a las capacidades de vigilancia. Los expertos creen que el F-35 puede esquivar con éxito el sistema de defensa antimisiles antiaéreo S-300 ruso de Irán y hasta el sistema S-400.

Israel desarrolló con Lockheed Martin la versión F-35i Adir (Poseidón en hebreo) adaptada a las necesidades operativas específicas del país. Las empresas de defensa israelíes que forman parte del contrato tienen acceso a la avanzada arquitectura digital del avión, incluidos sus sistemas de comunicación, el conjunto de guerra electrónica y vigilancia y el *hardware* de control de la misión. Uno de los avances más destacados es la integración de sistemas electrónicos israelíes, lo que le otorga una superior capacidad de guerra electrónica y una mejor interoperabilidad con otros sistemas de defensa israelíes.

Primer FA-50 con destino a la Fuerza Aérea de Polonia. (Imagen: KAI)

Israel incorporó sus primeros F-35 en 2016 como respuesta al desafío iraní y con el objetivo de mantener la superioridad militar en la zona.

POLONIA RECIBE EL PRIMERO DE SUS FA-50

El 21 de agosto, el ministro polaco de Defensa Nacional, Mariusz Błaszczak, confirmó la incorporación de los dos primeros aviones FA-50.

El anuncio fue llevado a cabo en Mińsk Mazowiecki momentos antes de inaugurarse el Salón Aeronáutico de Radom 2023, donde los aviones fueron presentados formalmente por la Fuerza Aérea polaca.

De esta forma, Polonia ha recibido el primero de los 48 aviones de combate ligero FA-50 Fighting Eagle contratados a Korea Aerospace Industries (KAI).

Según Błaszczak, antes de finales de 2023 se entregarán 10 aviones más. Esta docena de aviones inicialmente estaban destinados a la Fuerza Aérea de la República de Corea, pero negociaciones posteriores han facilitado las entregas a Polonia debido a las urgentes necesidades del país.

Mientras que estas primeras unidades del avión T-50 Golden Eagle Block II son de un modelo mejorado conocido como FA-50GF (Gap Filler), los 36 aviones restantes se construirán específicamente para la fuerza aérea de Polonia y se denominarán FA-50PL (Polonia).

AIRBUS SE LANZA A POR EL PROGRAMA MTA DE LA INDIA

En virtud al requerimiento (Request For Information, RFI) emitido por la Fuerza Aérea de la India (IAF), Airbus ha presentado su avión A400M Atlas para requisito de avión de transporte multiusos (MTA).

Con su programa MTA, la IAF está explorando la opción de adquirir un lote de 40, 60 u 80 aviones de transporte.

En la correspondiente RFI, la IAF informa que los aviones deben tener una capacidad de transporte de carga de entre 18 y 30 toneladas. El avión de transporte A400M Atlas tiene una capacidad de carga máxima de 37 toneladas.

El A400M se presenta en la India

EL ALA 14 ALCANZA LAS 30 000 HORAS EN EUROFIGHTER

El 22 de agosto, una formación de dos Eurofighter (C.16 en nomenclatura militar) del Ala 14 (base aérea de Albacete) a los mandos del capitán Gregorio Serrano Arizaga y del teniente Mario Pérez Olavarría alcanzó las 30 000 horas de vuelo de este avión en la unidad manchega.

El capitán Arizaga lideró una misión programada del Mando Aéreo de Combate en la que, además de los Eurofighter manchegos, participaron un A400M de reabastecimiento en vuelo del Ala 31 (base aérea de Zaragoza), Eurofighter del Ala 11 (Base Aérea de Morón) y F-18 de las Alas 12 (Torrejón) y 15 (Zaragoza).

Los Eurofighter llegaron a la base manchega en abril de 2012 sustituyendo paulatinamente a los Mirage F-1. Para alcanzar estas 30 000 horas de vuelo ha sido fundamental el trabajo, la vocación de servicio y el espíritu de entrega de todo el personal que, en el pasado y en el presente, ha formado y forma parte del Ala 14.

Por otro lado, el comandante Alfredo Jiménez Díaz-Canseco se ha convertido en el primer piloto español en alcanzar las 2000 horas de vuelo en Eurofighter, hito que ha conseguido durante un vuelo realizado en la misión OTAN de Policía Aérea en el Báltico, desde Estonia.

Destinado en el Ala 11, actualmente forma parte del destacamento Ámbar en la misión de Policía Aérea en el Báltico, en la base de Ämari (Estonia).

Se graduó en la Academia General del Aire y del Espacio en 2008 con el empleo de teniente y, tras un breve paso por el Grupo de Escuelas de Matacán en Salamanca, lleva vinculado a los Eurofighter del Ala 11 desde el año 2010.

En 2015 el comandante Canseco participó en la primera misión que realizaron los Eurofighter españoles en el exterior, desde esta misma base aérea de Ámari, la misma misión en la que el comandante ha alcanzado este hito profesional tan importante para la historia del Ejército del Aire y del Espacio.

En el destacamento Ámbar participan Eurofighter del Ala 11 y A4000M del Ala 31. Lo componen 165 aviadores que demuestran el compromiso de España en la defensa colectiva de la Alianza y el alto nivel de preparación, profesionalidad y responsabilidad de nuestras Fuerzas Armadas.

JETZERO

El 16 de agosto, la Fuerza Aérea de EE.UU. (USAF) anunció la selección del JetZero como demostrador aéreo de un gran banco de pruebas.

La intención es que el demostrador de JetZero tenga el tamaño de un gran avión comercial de fuselaje estrecho, aproximadamente del tamaño de un Boeing 757. Se pretende que el demostrador reduzca el consumo de combustible hasta en un 50 % en comparación con un diseño similar de «tubo» y ala. La previsión es que el avión experimental despegue en 2027.

Los aviones conocidos como «de alas mixtas», al generar sustentación con el fuselaje además de con las alas, tienen una eficiencia de combustible significativa y ventajas de despegue corto sobre los aviones convencionales. Aunque el concepto de cuerpo de ala combinada se ha demostrado a pequeña escala y en túneles de viento, ningún avión de este tipo ha sido construido lo suficientemente grande como para transportar personas o carga.

La USAF financiará el avión con 40 millones de dólares en el año fiscal 2023 y con 200 millones de dólares adicionales a lo largo de los cuatro años del cronograma de diseño y construcción. JetZero y sus socios anónimos contribuirán con una cantidad no revelada.

El programa cuenta con Northrop Grumman como subcontratista de sistemas de misiones, y Scaled Composites, una filial de Northrop Grumman muy conocida por sus diseños compuestos innovadores, será la encargada de construir el único demostrador.

Revista de
Aeronáutica
Y ASTRONÁUTICA

C/ Martin de los Heros 51, 2ª planta
28008, Madrid
aeronautica@movistar.es
914545776/ 8125776

SUSCRÍBASE A
REVISTA DE AERONÁUTICA Y ASTRONÁUTICA

Por 18* euros al año (diez números)

*IVA incluido en la UE. Precio suscripción anual en España: 18 euros; anual en la UE: 30 euros; anual en el resto del mundo: 35 euros

❑ Sí, deseo suscribirme a la Revista de Aeronáutica y Astronáutica por el periodo de un año completo (de enero a diciembre)

Nombre y apellidos ..... DNI ..... Fecha y firma

Calle o plaza ..... Código postal .....

Ciudad ..... Provincia/País ..... Teléfono.....

Correo electrónico .....

Formas de pago:

❑ Transferencia bancaria a la cuenta: ES24 0182 6941 67 0201503605, indicando NIF/CIF del suscriptor

❑ Domiciliación bancaria (solo para residentes en España)

IBAN: ..... BANCO: ..... SUCURSAL: ..... DC: ..... N.º CUENTA: .....

revistadeaeronautica@ea.mde.es • Teléfono: 914 545 771/72 • Martín de los Heros 51, 2º planta. 28008 Madrid

Concepto artístico del CR929. (Imagen: CRAIC)

RUSIA ABANDONA EL PROYECTO CR929

A mediados del mes de agosto la empresa rusa United Aircraft Corporation dio a conocer su retirada de la empresa conjunta CRAIC, de la que formaba parte junto con la firma COMAC (Commercial Aircraft Corporation of China), constituida en 2017 expresamente para desarrollar el avión de fuselaje ancho CR929. No se puede decir que se trata de una noticia inesperada, puesto que a finales de 2022 se dio a conocer un gran retraso en el primer vuelo del prototipo que obligó a desplazar la fecha de entrada en servicio hasta 2030 (RAA n.º 918 de diciembre de 2022 y n.º 919 de enero febrero de 2023). Los efectos de las sanciones internacionales a Rusia con motivo de su guerra con Ucrania y las expectativas de su duración han conducido en primera instancia a ese abandono del proyecto, pero probablemente también ha venido forzado por la propia China, que se ha mostrado dispuesta a continuar con el desarrollo del CR929 en solitario.

No se trata en todo caso de un proceso sencillo, pues deshacer CRAIC implica cambiar o anular gran número de acuerdos intergubernamentales que requerirán por lo tanto bastante tiempo para su implementación. Entre ellos figuran los correspondientes a la aportación de industrias rusas a nivel de subcontratistas, cual es el caso de los motores PD-35, del ala que se realizará con materiales compuestos e incluso de algunos sistemas. Como bien es sabido China no mantiene sanciones a Rusia. Sin embargo, está por ver la postura que adoptarán ante la nueva situación los subcontratistas occidentales con los que en su momento se establecieron relaciones, entre los que se encuentran Honeywell, Eaton, Safran, RTX, Liebherr, Thales y Zodiac Aerospace. Tampoco se debe olvidar que en su momento se consideró ofrecer como alternativa un motor occidental, aunque los motores básicos debían ser el ruso PD-35 y el chino CJ-2000, actualmente en desarrollo.

ZEROAVIA COMPLETA LA FASE INICIAL DE ENSAYOS DE SU DORNIER 228 CON PROPULSIÓN HÍBRIDA

ZeroAvia concluyó a mediados del mes de julio la fase inicial de ensayos en vuelo de un Dornier 228 modificado, cuyo motor izquierdo ha sido reemplazado por el sistema ZA600 de propulsión híbrida desarrollado por esa empresa, que emplea hidrógeno almacenado a bordo del avión en estado gaseoso a una presión de 5000 psi (351,5 kg/cm²), y unas pilas de combustible suministradas por la firma sueca PowerCell para accionar un motor eléctrico de 600 kW acoplado a la hélice. El motor derecho sigue siendo el turbohélice original del avión Honeywell TPE331.

El primer vuelo del Dornier 228 modificado por ZeroAvia tuvo lugar en el aeropuerto de Cotswold (Kemble, Reino Unido) el 19 de enero. Durante esta fase inicial de ensayos se han realizado diez vuelos en los que se alcanzó una altitud de 1500 m y se operó a temperaturas del aire comprendidas entre cerca de 0.°C y 30.°C. El vuelo más largo tuvo una duración de 23 minutos.

Los resultados obtenidos con el sistema híbrido ZA600 se están aplicando en un sistema más avanzado designado ZA2000 y de mayor potencia, cuyo objetivo es ensayarlo empleando un avión Bombardier Q400 –ahora De Havilland Canada Dash 8-400– de mayor tamaño que ha sido donado por Alaska Airlines.

Recuérdese que el Dornier 228 tiene una capacidad de 19 pasajeros y un peso máximo de despegue de 6600 kg, mientras que el Q400 puede transportar 70 pasajeros con un peso máximo de despegue de 29 260 kg.

EL FUTURO DEL BOEING 777-8

Las ventas de la versión 777-8 del Boeing 777X continúan estancadas, e incluso, las pocas recogidas hasta la fecha han decrecido. Aunque en las estadísticas de Boeing las ventas de 777-8 y 777-9 aparecen siempre englobadas bajo la designación común de 777X sin que haya un desglose por versiones, tal parece que recientemente la compañía Emirates ha cambiado su encargo previo de 16 777-8 por otros tantos 777-9 lo que, con la información que se conoce, ha dejado a la compañía Etihad como cliente único del 777-8.

El lanzamiento industrial del 777-8F, que como se recordará se produjo el 31 de enero de 2022 gracias a una compra de 50 unidades por Qatar Airways, ha supuesto a posteriori un rediseño parcial del 777-8 comercial supuestamente para unificar la producción de ambos lo máximo posible. Ahora el 777-8 tiene una capacidad en configuración interior de dos clases de 395 pasajeros, mientras que en el 777-9 es de 426; en cuanto al alcance, las cifras respectivas son 16 190 y 13 500 km.

Por el momento Boeing sigue manteniendo al 777-8 en su catálogo, si bien ha retrasado su posible entrada en servicio que ahora ha pasado a ser posterior a la estipulada para el 777-8F, objeto este de una respuesta positiva por parte del mercado toda vez que vendrá a suponer en su momento el reemplazo para los 777F y 747-8F. Es evidente que tarde o temprano Boeing deberá tomar una decisión sobre la continuidad del 777-8, pero es probable que se lo tome con calma puesto que el 787-8F sigue adelante. Airbus ya se encontró con una situación parecida cuando decidió finalmente renunciar al A350-800 XWB, al A380-900 y al A380F a la vista de la nula respuesta del mercado en los dos primeros y a la expresa renuncia de las dos compañías que habían expresado interés en él en el caso del tercero.

El Dornier 228 modificado por ZeroAvia. (Imagen: ZeroAvia)

■ La IATA, International Air Transport Association, a través de su director general Willie Walsh, hizo pública a mediados de julio su disconformidad con la eficiencia de la gestión del tráfico aéreo en Europa y en Estados Unidos. «Si bien las compañías aéreas y los aeropuertos se esfuerzan por minimizar los retrasos y las alteraciones –dijo–, los sistemas de control de tráfico aéreo no responden adecuadamente a las necesidades», y citó expresamente a Francia y Alemania. Continuó afirmando que en algunas zonas el control del tráfico aéreo ha mejorado con respecto a 2022, pero resulta inaceptable que aún se esté globalmente por debajo de los niveles de 2019.

■ De acuerdo con los datos suministrados por GE Aviation, los motores de la familia GEnx en servicio sobrepasaron a principios de agosto los 50 millones de horas de vuelo, sumados en menos de doce años de servicio regular, lo que según esa empresa supone el progreso más rápido hasta la fecha registrado entre los motores de los aviones de fuselaje ancho.

■ Embraer se muestra optimista ante la evolución futura del mercado de los reactores comerciales de 90-100 pasajeros de capacidad. En 2020 las entregas de Embraer en ese sector cayeron hasta 44 unidades y se recuperaron hasta llegar a 57 en 2022. Para este año se espera alcanzar un nivel de entregar entre 60 y 70, que debería dar paso a 90-100 entregas en 2025.

El número de aviones A380 en servicio se ha ampliado de forma notable en los últimos meses tras lo que fue una retirada casi total entre abril y junio de 2020. Como ya se he reseñado en anteriores ediciones de RAA, a partir de ese momento determinadas compañías comenzaron a reactivar algunos de ellos, de manera que el pasado junio cerca de un 68 % de los A380 estaban ya en servicio. No solo la demanda de plazas ha sido la causa, también han influido hechos como la reducción de slots en algunos aeropuertos, el caso de Heathrow (Londres), y la amenaza de restricciones, como sucede en Schiphol (Ámsterdam).

CANADÁ ADQUIERE CUATRO NUEVOS AIRBUS A330 MRTT

El gobierno de Canadá ha adjudicado a Airbus Defense and Space un contrato para la fabricación de cuatro nuevos aviones de reabastecimiento en vuelo A330 MRTT y la conversión de cinco A330-200 ya en servicio, en un intento de reforzar las capacidades de defensa continental de Canadá. El contrato tiene un valor aproximado de tres mil millones de dólares canadienses o su equivalente de dos mil cien millones de euros.

Los cuatro nuevos A330-200 serán fabricados en Toulouse, Francia, y su entrada en las instalaciones de conversión a A330 MRTT de Getafe en España será a mediados de 2025, estando previsto la entrega del primer avión a la Real Fuerza Aérea canadiense (RCAF) en 2027.

Los A330 MRTT será equipados con los sistemas de manguera/cesta y pértiga como opciones de reabastecimiento, soluciones de ciberseguridad y contramedidas electrónicas. Todos pueden llevar instalada la solución del kit de evacuación medica de Airbus, también incluido, que consta de dos unidades de cuidados intensivos y camillas adicionales.

El contrato cubre un sistema completo de servicios de entrenamiento, que incluye los más avanzados dispositivos, tales como un simulador de vuelo para preparar y mantener la disponibilidad de las tripulaciones como parte de la modernización de las infraestructuras de entrenamiento operacional de la RCAF.

BOEING REALIZA CON ÉXITO EL PRIMER VUELO DEL T-7A CON LA USAF

Boeing y la USAF realizaron el vuelo inaugural del primer avión entrenador T-7A Red Hawk en configuración preserie, marcando el comienzo de una nueva fase del programa denominada EMD que implica desarrollos de ingeniería y fabricación dirigidos a cerrar la configuración del primer avión en servicio y su proceso de fabricación.

En este vuelo se valoraron por primera vez aspectos claves del avión y se demostró su potencia y agilidad. Este avión es el primero de los cinco en versión EMD que se entregarán a la USAF para pruebas adicionales.

El T-7A mejorará el entrenamiento de combate mediante u sistemas de entrenamiento de alta resolución localizados en tierra y simuladores que permitan capacidades de entrenamiento virtuales, verdaderamente realistas.

Con un *software* de arquitectura abierta y controles de vuelo de transmisión eléctrica y digitales, el T7-A tiene la flexibilidad para entrenar cualquier plataforma aérea en cualquier misión tanto de caza como de bombardero y puede evolucionar cuando las tecnologías, amenazas o entrenamiento sufran un cambio.

La seguridad es otro punto fuerte de este avión, disponiendo del sistema de eyección más avanzado actualmente para un entrenador.

El T-7A finalizó su periodo de pruebas en vuelo durante el diseño y desarrollo en 36 meses. Una combinación de diseño 3D mediante modelos digitales y procesos de fabricación avanzados incrementaron por primera vez la calidad por encima del 75 % y redujeron las horas de montaje en un 80 %.

En 2028 la USAF adjudicó a Boeing un contrato de 9200 millones de dólares para la fabricación de 351 entrenadores avanzados, 46 simuladores y apoyo logístico. El T-7A reemplazara al T-38 en el entrenamiento de la USAF.

NUEVO CENTRO TECNOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN DE ALAS DE AIRBUS

Airbus abre un nuevo centro de desarrollo tecnológico de alas (WTDC) en sus instalaciones de Filton, UK. La instalación será usada para construir y probar demostradores para un amplio conjunto de proyectos y programas.

La nueva instalación ayudará a Airbus a acelerar el diseño, construcción y prueba de alas para las aeronaves de nueva generación, usando las ultimas tecnologías y demostradores de última generación que mejoren las características de sus alas.

Junto a la optimización de los motores, el construir una alas mas largas, delgadas y ligeras mejora la eficiencia del consumo de combustible, reduce el CO2 y por último nos acerca al objetivo de la industria de alcanzar emisiones cero de carbono antes de 2050.

Un elemento clave para conseguir tecnología aplicable a las alas de los futuros aviones es a través del programa de tecnología denominado Wing of Tomorrow (WoT), liderado por el equipo de Filton en UK. Desde 2014, Airbus lleva recibidos del Instituto de Tecnología Aerospacial para este programa la cantidad de 117 millones de libras.

Los tres demostradores de alas de diecisiete metros a escala real incluidos en el programa WoT son:

– El demostrador de ala estático usado para probar capacidades estructurales de nuevos diseños y materiales.

– El demostrador de ala completamente equipado usado para probar tecnologías de instalación y nuevas alternativas de equipar el ala con sistemas

– El demostrador Run@rate que probará la capacidad industrial y las tecnologías de automatización para valorar como podemos construir alas de mayor tamaño y con la rapidez que se necesitará en un futuro.

INDRA COMPRA A BAIN UNA PARTICIPACIÓN DEL 9´5 % DE ITP AERO

Indra y el fondo norteamericano Bain Capital han acordado la entrada de la primera en el capital de ITP Aero, empresa referente mundial en motores aeronáuticos de aviación por un valor de 175 millones de euros, lo que supone una participación del 9´5%. Esta participación le permitirá a Indra contar con representación en el Consejo de Administración

Indra e ITP Aero han alcanzado, además, un acuerdo marco en el que establecen las bases para una colaboración tecnológica y estratégica para potenciar su valor, aprovechar sinergias y promover el desarrollo conjunto de sistemas y tecnologías, incluidos desarrollos fruto de la cooperación en el FCAS, el futuro sistema de combate aéreo europeo

Con esta operación Bain capital impulsa el crecimiento de ITP Aero y su presencia en los mercados internacionales y, junto a la participación del Instituto Vasco de Finanzas (IVF) dependiente del Gobierno vasco, en noviembre 2022, da forma al consorcio de empresas industriales e instituciones españolas previsto en el acuerdo del Consejo de Ministros que autorizaba la adquisición de ITP Aero por Bain Capital de agosto de ese año.

Indra da un nuevo paso en su nueva estrategia de crecimiento y refuerza su posición como gran empresa tractora del sector de Defensa y Seguridad en España, con un papel clave de coordinador de la mayoría de programas españoles y europeos.

Imagen del mes:
Junio de 2023, Rover de desarrollo durante una prueba de demostración de la tecnología de exploración robótica distribuida autónoma cooperativa (CADRE) de la NASA en el Mars Yard en el Jet Propulsion Laboratory de la NASA. El equipo probó un nuevo diseño de rueda, software de navegación de superficie y capacidades de movilidad, entre otros aspectos del proyecto.(Imagen: NASA)

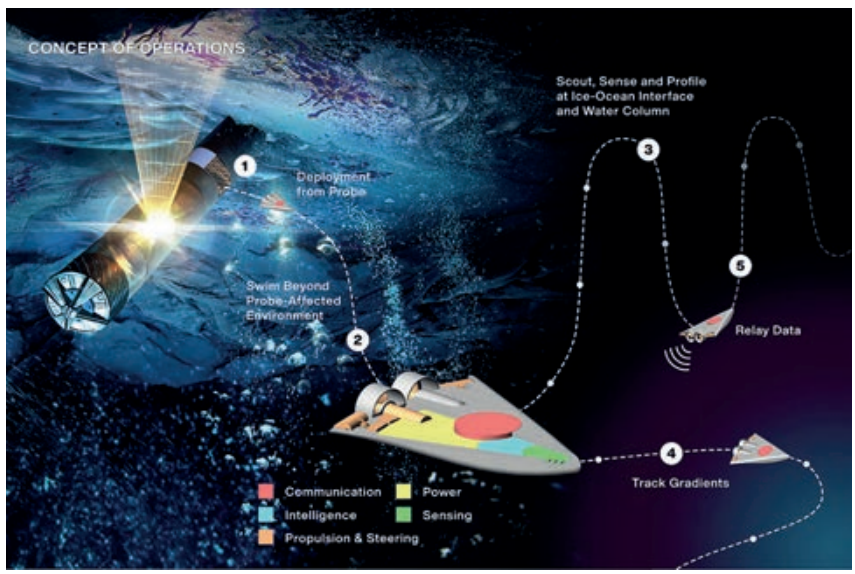
UN ENJAMBRE DE DIMINUTOS ROBOTS NADADORES PODRÍA BUSCAR VIDA EN MUNDOS LEJANOS

Algún día, un enjambre de robots del tamaño de un teléfono celular podría atravesar el agua debajo de la capa helada de kilómetros de espesor de la luna Europa de Júpiter o la luna Encelado de Saturno en busca de signos de vida extraterrestre. Empaquetados dentro de una estrecha sonda diseñada para derretir hielo que haría un túnel a través de la corteza congelada, los diminutos robots serían liberados bajo el agua, nadando lejos de su nave nodriza para tomar la medida de un nuevo mundo.

Esa es la visión de Ethan Schaler, un ingeniero mecánico de robótica en el Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA en el sur de California que fabricará y probará prototipos impresos en 3D durante los próximos dos años.

Una innovación clave es que los mininadadores de Schaler serían mucho más pequeños que otros conceptos de robots de exploración oceánica planetaria, lo que permitiría cargar muchos de ellos de forma compacta en una sonda de hielo. Se sumarían al alcance científico de la sonda y podrían aumentar la probabilidad de detectar evidencia de vida mientras evalúan la habitabilidad potencial en un cuerpo celeste distante que contiene océanos.

Aún no forma parte de ninguna misión de la NASA, el concepto SWIM, que se encuentra en una etapa inicial, prevé robots en forma de cuña, cada uno de aproximadamente 12 centímetros de largo y alrededor de 60 a 75 centímetros cúbicos de volumen. Aproximadamente cuatro docenas de ellos podrían caber en una sección de 10 centímetros de largo de un criobot de 25 centímetros de diámetro, ocupando solo alrededor



En el concepto de detección con micronadadores independientes (SWIM), que se ilustra aquí, docenas de pequeños robots descenderían a través de la capa helada de una luna distante a través de un criobot, que se muestra a la izquierda, hasta el océano. El proyecto ha recibido financiación del programa Conceptos Avanzados e Innovadores de la NASA. (Imagen: NASA/JPL-Caltech)

del 15% del volumen de carga científica. Eso dejaría mucho espacio para instrumentos científicos más potentes, pero menos móviles que podrían recopilar datos durante el largo viaje a través del hielo y proporcionar mediciones estacionarias en el océano.

A pesar de lo ambicioso que es el concepto SWIM, su intención sería reducir el riesgo y mejorar la ciencia. El criobot se conectaría a través de un cable de comunicaciones al módulo de aterrizaje situado en la superficie, que a su vez sería el punto de contacto con los controladores de la misión en la Tierra.

(*Fuente: NASA*)

REGISTRO DE INCENDIOS FORESTALES EN EL MUNDO

El incremento de las temperaturas globales y la mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos han provocado un aumento del número de incendios forestales que calcinan rápidamente extensas zonas de vegetación y terrenos boscosos. Países como Grecia e Italia ya han comprobado el devastador impacto de los incendios a gran escala.

Ante los graves incendios forestales, la ESA ha reactivado su Atlas Mundial de Incendios, que permite conocer la distribución de cada uno de los incendios que tienen lugar tanto a escala nacional como mundial.

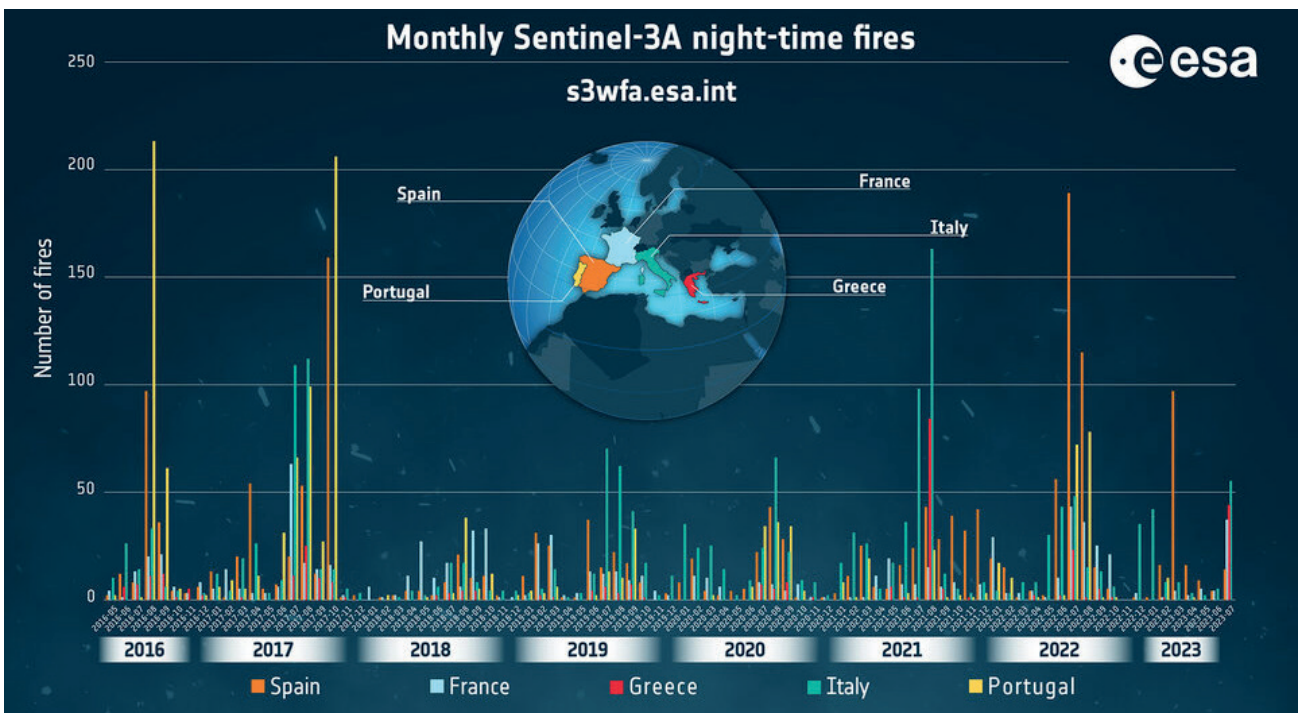
A través de su panel interactivo, los usuarios pueden comparar la frecuencia de los incendios entre países y analizar su evolución a lo largo del tiempo. El atlas se activó por primera vez en 2019 y ha servido de apoyo tanto a las agencias europeas de protección civil como a los bomberos.

El atlas utiliza datos nocturnos del radiómetro de temperatura de la superficie del mar y de la tierra (SLSTR, en inglés) instalado en el satélite Sentinel-3A de Copernicus. El sensor, que funciona como un termómetro en el cielo, mide la radiación térmica infrarroja para medir la temperatura de la superficie terrestre, lo cual se utiliza para detectar los incendios.

Aunque el atlas no pueda recoger todos los incendios debido a las limitaciones de sobrevuelo del satélite y a la nubosidad, es estadísticamente representativo mes a mes y año a año. Los datos del satélite Copernicus Sentinel-3B se añadirán en diciembre de 2023.

Olivier Arino, de la ESA, ha declarado: «el relanzamiento del Atlas Mundial de Incendios representa una valiosa oportunidad para que las autoridades, los investigadores y las organizaciones conozcan mejor los incendios que se producen en todo el mundo. Utilizando este completo recurso, pueden diseñar estrategias más eficaces para la prevención y gestión de incendios a escala mundial».

(*Fuente: ESA)*



En los siete años anteriores, los datos del Atlas Mundial de Incendios muestran un número considerable de incendios detectados en Portugal, Italia, Grecia, Francia y España, con el mayor número de incendios alcanzado en Portugal en agosto de 2016 y octubre de 2017. (Imagen:ESA)

Resiliencia La otra línea de defensa

Federico Yaniz Velasco
General (retirado)
del Ejército del Aire y del Espacio
Exdirector adjunto del EMI

En el diccionario de la Real Academia se encuentran dos acepciones principales de la palabra resiliencia. La primera es: la capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversos. La segunda es la capacidad de un material, mecanismo o sistema para recuperar su estado inicial cuando ha cesado la perturbación a la que había estado sometido.

Existen otras definiciones de la palabra que se acomodan mejor al campo de la medicina y otras ciencias. Sin embargo, las dos acepciones presentadas sitúan de forma clara las ideas detrás de la palabra considerada.

En el marco de la OTAN, el principio de resiliencia está anclado en el artículo 3 del tratado fundacional de la Alianza: «Para lograr más eficazmente los objetivos de este Tratado, las Partes, por separado y conjuntamente, por medio de la autoayuda continua y efectiva y la ayuda mutua, mantendrán y desarrollarán su capacidad individual y colectiva para resistir el ataque armado». El artículo 3 apoya dotar a la OTAN de los medios necesarios para cumplir sus tareas básicas, en particular la de la defensa[1] colectiva.

El compromiso individual de todos y cada uno de los aliados de mantener y fortalecer su resiliencia reduce la vulnerabilidad de la OTAN en su conjunto. En todo caso, la resiliencia es ante todo una responsabilidad nacional. Cada uno de los aliados deben ser lo suficientemente robustos y adaptables para hacer frente y abordar todo el espectro de crisis que pueden afectar a la Alianza. Los esfuerzos militares para defender el territorio y las poblaciones de los países aliados deben complementarse con una sólida defensa civil para reducir las potenciales vulnerabilidades y el riesgo de ataque en tiempos de paz, crisis y conflicto.

El secretario general de la OTAN recibido por el presidente del Consejo Europeo el 30 de julio

Las fuerzas militares, especialmente las desplegadas durante crisis y conflictos, dependen en gran medida para cumplir sus funciones de los sectores civil y comercial en áreas como el transporte, las comunicaciones, la energía e incluso los suministros básicos, como alimentos y agua. La defensa civil garantiza que estos sectores estén preparados para resistir ataques externos o interrupciones internas. En la Alianza, el Comité de Resiliencia, que informa directamente al Consejo del Atlántico Norte, guía generalmente la política de la OTAN sobre resiliencia y defensa civil.

DOCUMENTO CRUCIAL

En la cumbre celebrada en Bruselas en julio de 2021, los líderes aliados aprobaron el 14 de julio el documento «Compromiso de fortalecimiento de la resiliencia» que es el texto oficial más importante de la OTAN sobre resiliencia. El punto 1 señala que: «Nosotros, los jefes de Estado y de Gobierno de la Alianza del Atlántico Norte, afirmamos que la resiliencia nacional y colectiva es una base esencial para una disuasión y defensa creíbles y el cumplimiento efectivo de las tareas básicas de la Alianza. Además, es vital para salvaguardar nuestras sociedades, nuestras poblaciones y nuestros valores compartidos». En el punto 2, los jefes de estado y de gobierno renuevan y fortalecen el compromiso que habían adquirido en la cumbre de Varsovia de 2016. En otros puntos del documento se destaca también que el Compromiso para fortalecer la resiliencia nacional y colectiva de los aliados está anclado en el Tratado de Washington, especialmente el artículo 3. El Compromiso también indica que la resiliencia es una responsabilidad nacional y un compromiso colectivo. Bajo el paraguas de lo acordado dentro de los compromisos en el marco de NATO 2030, los reunidos acordaron el 14 de julio de 2021 mejorar la resiliencia aliada. El punto 11 y último deja claro que la base de la resiliencia aliada radica en un compromiso compartido con los principios de la libertad individual, la democracia y el estado de derecho. Los valores consagrados en el Tratado de Washington siguen siendo tan válidos hoy como cuando se fundó la OTAN en 1949. Se están tomando las medidas necesarias ahora y se tomarán en el futuro para fortalecer nuestra resiliencia. El documento termina con el compromiso insoslayable de defender las poblaciones y territorios de los aliados contra cualquier amenaza y mantener nuestros valores compartidos.

RESILIENCIA Y DEFENSA CIVIL

Todos los países miembros de la OTAN deben ser capaces de resistir y recuperarse de un ataque, un choque o un impacto importante, como un desastre natural, un fallo en las infraestructuras críticas o un ataque armado convencional o híbrido. En el mundo de hoy se puede decir que la resiliencia es la capacidad de una sociedad para resistir y recuperarse de tales choques y combina tanto la defensa civil como la capacidad militar. La defensa civil es un pilar central de la resiliencia de los aliados y un facilitador crítico para la defensa colectiva de la Alianza, que apoya a los aliados en la evaluación y mejora de su defensa civil. En general, la política de la OTAN sobre resiliencia y defensa civil está guiada por el Comité de Resiliencia, que informa directamente al Consejo del Atlántico Norte, el principal órgano de toma de decisiones de la OTAN.

Muchos componentes clave de la infraestructura civil, como ferrocarriles, puertos, aeropuertos, redes de energía o espacio aéreo, estaban en manos del Estado y se transferían fácilmente al control de la OTAN en una situación de crisis o de guerra. Tras el colapso de la Unión Soviética, la amenaza militar convencional a la Alianza resultó significativamente reducida y llevó a una disminución de la atención y la inversión en defensa civil. A medida que las amenazas del terrorismo internacional se hicieron más peligrosas y frecuentes, la OTAN asumió una postura que exigía capacidades muy diferentes a las desarrolladas durante la Guerra Fría. Por otra parte, debido a que las operaciones y misiones aliadas estaban cada vez más alejadas del territorio de la OTAN, no se exigía una gran utilización de los recursos de defensa civil aliados. Durante este período, la externalización de tareas, requisitos y capacidades militares esenciales no relacionados con el combate se convirtió en la norma, y también fue adoptada por los nuevos países miembros de la OTAN. Aunque eficaz en función de los costos, el resultado fue un aumento gradual de la dependencia militar de los recursos y las infraestructuras civiles.

Los acontecimientos recientes han vuelto a centrar la atención en desafíos más cercanos al territorio de la OTAN. Como parte de la respuesta a esta situación, la Alianza está fortaleciendo su postura de disuasión y defensa. Esto incluye el fortalecimiento de la defensa civil y la resiliencia nacional. En consecuencia, los aliados están reevaluando sus propias vulnerabilidades y preparación para disuadir y defenderse eficazmente contra las actuales amenazas a la seguridad. La Declaración de la Comisión Europea publicada en Bruselas el 16 de marzo de 2023 puso en marcha un nuevo Grupo de Trabajo[2] cuya creación fue anunciada conjuntamente por la presidenta von der Leyen y el secretario general de la OTAN Stoltenberg, el 11 de enero de 2023. Los desafíos a la seguridad y la resiliencia de la Unión Europea son cada vez más complejos y dinámicos. Una serie de elementos ponen a prueba constantemente la resiliencia de la UE, tratando de explotar la apertura, la interdependencia y la conectividad de nuestras sociedades y economías. La militarización de la energía y los actos de sabotaje contra los gasoductos Nord Stream han llevado a prestar mayor atención para garantizar la resiliencia de la infraestructura crítica.

La Declaración destaca que la UE y la OTAN unen sus fuerzas para intensificar la cooperación existente mediante la puesta en marcha de un Grupo de Trabajo UE-OTAN sobre la resiliencia de las infraestructuras críticas de las dos organizaciones. El Grupo está formado por personal de la UE y de la OTAN, y se establecerá en el marco del diálogo estructurado UE-OTAN sobre resiliencia.

NOTAS

[1]En inglés: civil preparedness.
[2]Se ha traducido Tasa Force como Grupo de Trabajo.

Observaciones sobre el desempeño inicial de la Fuerza Aérea rusa en Ucrania

Guillem Colom Piella
Doctor en Seguridad Internacional

El fallido golpe de mano planeado por Moscú para decapitar el liderazgo ucraniano y forzar un cambio de régimen en el país ha derivado en un conflicto que supera el año de duración. Aunque la niebla que lo envuelve todavía no se ha disipado, muchos expertos han viajado a Ucrania para observar in situ el desarrollo de las operaciones e interactuar con sus protagonistas. Junto con la creciente bibliografía técnica, militar y académica existente, sus observaciones permiten reflexionar sobre el desempeño inicial de la fuerza aérea rusa en este conflicto[1].

En el caso particular de la fuerza aérea rusa, lo más destacable es su discreto papel en la contienda. Una guerra eminentemente terrestre en la que el golpe de mano inicial derivó en una guerra de maniobra que ha desembocado en una guerra de posiciones. Aunque ello se debe a numerosos factores, el pobre desempeño de la aviación rusa es uno de ellos. La incapacidad para lograr y sostener la superioridad aérea, conducir campañas de bombardeo estratégico o realizar eficazmente labores de interdicción o apoyo cercano contribuyen a explicar esta situación[2].

Parece que el plan trazado por el Kremlin para derrocar el gobierno ucraniano se inspiraba en la tradición soviética –con antecedentes como Hungría (1956), Checoslovaquia (1968), Afganistán (1979) o Georgia (2008)– y se acercaba a los planteamientos del general Valeri Gerasimov, donde la escalada en la zona gris culminaría en un conflicto limitado. Sin embargo, el plan aéreo parecía enfocado a la conducción de una «operación aérea estratégica»[3] que, basada en las teorías de la «guerra sin contacto»[4], intentaría lograr el dominio aeroespacial, eliminar las fuerzas y medios aeroespaciales ucranianos e interrumpir su mando estatal y militar[5].

En este marco general se integraría la campaña de supresión y/o destrucción de las defensas aéreas (SEAD/DEAD) ucranianas. Basada en una concepción radicalmente distinta que la aliada, esta fue bastante efectiva en las primeras 48 horas. Sin embargo, su escasa persistencia y rápida transición a las actividades de apoyo aéreo cercano (CAS) impidieron a Moscú dominar los cielos. Junto con la capacidad de ambos contendientes para negarse mutuamente el control del aire o la competición entre dos burbujas de defensa aérea[6], estos elementos contribuyen a explicar el limitado papel de la fuerza aérea rusa en Ucrania.

LA CAMPAÑA AÉREA

Concebida como una operación rápida, decisiva y relativamente incruenta para forzar un cambio de régimen en Ucrania y destruir el grueso de sus fuerzas terrestres en el Donbás, la «operación militar especial» arrancó el 24 de febrero de 2022 con acciones físicas, lógicas y psicológicas en todos los dominios con una notable sincronía. Todas ellas pretendían generar el caos necesario y crear los dilemas estratégicos a los defensores para que la línea de esfuerzo principal –la toma de Kiev con las fuerzas motorizadas procedentes de Bielorrusia y el asalto aerotransportado sobre el aeropuerto de Hostómel– pudiera tener lugar[7]. Este fue el contexto en el que se ejecutó la operación aérea estratégica rusa.

Eliminar las fuerzas y medios aeroespaciales ucranianos (entendida como la campaña SEAD/DEAD) no era tarea fácil. Kiev poseía un imponente sistema de defensa antiaérea. Al comenzar la guerra, sus fuerzas armadas contaban con, al menos, seis brigadas y dos regimientos de defensa aérea: cuatro equipadas con sistemas S-300PS/PT y S-300V1 y dos compuestas por 9K37 Buk. A todo ello se le debería añadir varias decenas de 9K330 Tor, un centenar de viejos 9K33 Osa, algunas decenas de obsoletos S-125 en emplazamientos estáticos[8], una amalgama de sistemas de corto alcance y miles de sistemas antiaéreos portátiles (MANPAD)[9]. Aunque estos sistemas databan de la Guerra Fría, muchos de ellos habían sido modernizados con nuevos radares y equipos de tiro[10].

Para penetrar en esta tupida red de defensa aérea, Rusia priorizó el empleo de vectores de largo alcance de precisión, como misiles de crucero Kh-101 y Kh-555 lanzados desde bombarderos Tu-95 y Tu-160, salvas de Kalibr disparadas por los buques y submarinos rusos en el Mar Negro o misiles balísticos Iskander disparados desde territorio ruso. Estos se combinaron con ataques realizados por la aviación táctica y la degradación de los equipos con guerra electrónica. Los primeros tenían por objetivo batir los SAM situados en las rutas de los asaltos aerotransportados. Realizados por bombarderos Su-34 Fullback volando individualmente o en binomios, estos ataques que implicaban penetrar 300 km. de territorio enemigo se realizaron con bombas lisas lanzadas desde 4.000 metros de altura con notable precisión[11]. Estas acciones estuvieron complementadas con salidas de Su-35S y Su-30SM Flanker con misiles anti-radiación Kh-31P y Kh-58 para batir cualquier radar ucraniano encendido, aunque con escaso éxito[12]. Algo similar sucedió con las patrullas de Su-25 Frogfoot volando a baja cota con bombas y cohetes no guiados para acciones DEAD que, además, se encontraron con una pantalla de MANPAD que provocó varias bajas[13].

SU-34 ruso en marzo de 2022. (Imagen: Wikimedia Commons)

9K35 Strela ucraniano cerca de Bajmut (Imagen: Wikimedia Commons)

Por otro lado, los ataques electrónicos lograron degradar eficazmente la mayoría de los radares de alerta temprana, adquisición de objetivos y control de fuego ucranianos gracias al conocimiento que Rusia tenía de estos sistemas diseñados durante la época soviética. Es preciso destacar que la coordinación de estos ataques fue muy elevada[14].

En total, se estima que Rusia suprimió el 75% de los SAM ucranianos durante las primeras 48 horas de guerra. El conocimiento que Moscú tenía del orden de batalla, disposición, arquitectura y funcionamiento de la red de defensa antiaérea ucraniana facilitó enormemente la selección de objetivos. De hecho, es probable que Rusia hubiera construido el orden de batalla electrónico ucraniano a lo largo de 2021 con los medios de inteligencia, observación y reconocimiento (ISR) que había ido desplegando cerca de las fronteras del país. Este se habría actualizado entre enero y febrero de 2022 coincidiendo con el importante repunte de los vuelos de aviones de inteligencia electrónica Su-24MR Fencer e Il-20M Coot[15]. Sin embargo, parece que el grueso de la información necesaria para realizar el *targeting* procedió de fuentes humanas procedentes de los propios servicios de inteligencia rusos como de la amplia red de colaboradores que Moscú tenía en Ucrania, incluyendo mandos militares, políticos y funcionarios[16].

El grueso de la información necesaria para realizar el *targeting* procedió de fuentes humanas procedentes de los propios servicios de inteligencia rusos como de la amplia red de colaboradores que Moscú tenía en Ucrania

Los medios restantes –especialmente, varios S-300 que constituyeron hasta finales de 2022 la columna vertebral de su defensa antiaérea[17]– no fueron destruidos porque abandonaron sus posiciones poco antes de arrancar la operación y se mantuvieron ocultos y apagados durante varios días[18]. En consecuencia, aunque el golpe de mano ruso fracasó en las primeras horas, su campaña SEAD degradó temporalmente las defensas antiaéreas ucranianas. Ello permitió realizar dos oleadas de asaltos aerotransportados sobre Hostómel, así como sobre otros puntos estratégicos del país, y obligó a la aviación de caza ucraniana a operar sin cobertura antiaérea, exponiéndola tanto a las defensas antiaéreas como a las patrullas de combate rusas.

Sin embargo, esto duró poco. A pesar de su capacidad para realizar targeting estático y paralizar con ataques cinéticos, electrónicos –y, quizás, cibernéticos[19]– las defensas antiaéreas ucranianas, Moscú fue incapaz de explotar este éxito inicial. Varios sistemas inutilizados por sus acciones electromagnéticas pudieron recuperarse con cierta facilidad porque las modernizaciones realizadas durante los años anteriores habían aumentado su resistencia y resiliencia. Otras baterías atacadas cinéticamente no se destruyeron totalmente, por lo que los radares, los puestos de mando y control o los lanzadores supervivientes pudieron conectarse nuevamente a la red de defensa aérea. Algo que podría indicar tanto el empleo de municiones equivocadas o insuficientes como problemas en la evaluación de daños, ya que apenas se realizaron ataques de seguimiento para garantizar la destrucción del objetivo[20]. Finalmente, los SAM que abandonaron sus posiciones poco antes de iniciarse la invasión sobrevivieron porque Rusia fue incapaz de detectarlos y batirlos debido, probablemente, a la insuficiencia de medios ISR, el empleo de inteligencia desactualizada, la incapacidad de seleccionar ob-

Bomba FAB-500 rusa.
(Imagen: Ministerio de Emergencias ucraniano)

jetivos dinámicos o la burocratización del proceso de *targeting*[21]. Además, cuando el Kremlin asumió el fracaso del cambio de régimen por la fuerza, las operaciones SEAD/DEAD dejaron paso a las labores de apoyo cercano de las fuerzas terrestres. Aunque comprensible atendiendo a la doctrina y cultura militar rusas, donde la fuerza aérea se subordina de facto al esfuerzo terrestre, esta decisión acabó con cualquier posibilidad de acabar con la amenaza antiaérea ucraniana y lograr el dominio ruso del aire. Al obstaculizar las labores de apoyo cercano, interdicción o ataque en profundidad –estas dos últimas realizadas con misiles o drones– el poder aéreo quedó relegado a un discreto segundo plano. Ello ha comprometido su libertad de acción en el resto de los ámbitos durante toda la campaña.

Junto con las acciones SEAD/DEAD, la eliminación de las fuerzas y medios aeroespaciales ucranianos requería realizar patrullas aéreas de combate (CAP). Empleando cazas Su-35S y Su-30SM volando a 8.000 metros, estas actividades se demostraron bastante efectivas ya que estos aviones equipados con radares N035 o N110M y armados con misiles de medio alcance R-77-1[22] eran muy superiores a los Su-27 y Mig-29 ucranianos. La conciencia situacional, capacidad técnica y alcance efectivo de sus sistemas permitió a los pilotos rusos batir a los aviones ucranianos fuera de su envolvente. Junto con la cobertura antiaérea que proporcionaban los SAM de largo alcance situados en territorio ruso, la aviación ucraniana se vio obligada a operar a muy baja altitud para evadir la detección enemiga. Aunque ello redujo todavía más el alcance efectivo de sus sensores y vectores, la destreza y arrojo de sus pilotos les permitió anotarse varios derribos de aviones y helicópteros rusos y, sobre todo, prestar apoyo cercano a unas fuerzas terrestres superadas en número y a la defensiva. La puesta en marcha de los SAM ucranianos acabó con cualquier esperanza rusa de alcanzar la supremacía aérea.

En este contexto marcado por la incapacidad rusa para alcanzar los objetivos de su operación aérea estratégica, la capacidad de ambos contendientes para negar el control del aire a su oponente y la competición entre dos burbujas de defensa antiaérea[23], las CAP rusas se han ido adaptando a la nueva situación. Además de concentrarse en aquellos bastiones cubiertos por sus SAM, Moscú ha empezado a utilizar el binomio Mig-31BM Foxhound con los misiles aire-aire R-37M para batir cualquier objetivo situado a más de 300 km. de distancia[24]. Combinado con una mejora de la coordinación entre los cazas y los aviones de alerta temprana A-50U Mainstay[25], Moscú ha mejorado sensiblemente su capacidad para obtener una imagen aérea general mientras continúa dificultando enormemente las operaciones aéreas ucranianas.

El último elemento de esta operación aérea estratégica sería la interrupción del mando estatal y militar ucraniano. Aunque se priorizó el empleo de misiles de crucero y balísticos lanzados desde tierra, mar y aire[26], los aviones también realizaron decenas de ataques contra objetivos estáticos de alto valor, como cuarteles generales, centros logísticos o nodos de comunicaciones. Conducidos por bombarderos Su-34 y cazabombarderos Su-30SM con misiles Kh-29 o bombas guiadas KAB de 500, 1000 y 1500 kg., estos ataques se realizaban a media cota y a pocos kilómetros detrás de las líneas

Tu-160 sobre el Volga. (Imagen: Wikimedia Commons)

de frente[27]. A los pocos días estas acciones de interdicción se ampliarían a almacenes, depósitos de munición e infraestructuras duales[28] mientras el peso de las operaciones bascularía hacia las labores CAS.

Precisamente, la persistencia y densidad de la defensa antiaérea ucraniana también afectaría profundamente estas actividades que arrancaron cuando el Kremlin asumió el fracaso de este golpe de mano, las fuerzas ucranianas comenzaron a organizarse y las defensas antiaéreas que sobrevivieron a la campaña SEAD/DEAD volvieron a operar. Ajenas a los objetivos iniciales de la operación aérea estratégica, estas acciones se han desarrollado desde el primer momento en entornos no-permisivos, inicialmente con una alta densidad de MANPAD y, posteriormente, con defensas antiaéreas integradas y sistemas portátiles cubriendo todas las cotas. De hecho, es aquí donde se han observado varias adaptaciones tácticas, técnicas y procedimientales, pasando de vuelos diurnos a baja cota con Su-25 y helicópteros con bombas y cohetes no guiados, el empleo de aviones (como Su-30SM y Su-34) y tripulaciones preparadas para otros menesteres portando municiones de precisión, ataques nocturnos a media y baja cota con todo tipo de armamento o la vuelta a las acciones diurnas a baja cota con cohetes y bombas. Sin embargo, su análisis requeriría otro trabajo monográfico.

CONCLUSIONES

Aunque los planes iniciales auguraban una campaña estratégica, la fuerza aérea rusa está desempeñando un papel muy discreto en esta guerra marcada por la capacidad de ambos contendientes de negarse mutuamente el control del aire y la competición entre dos burbujas de defensa antiaérea. Precisamente, su incapacidad inicial para crear una imagen aérea general de los cielos ucranianos, seleccionar objetivos dinámicos, realizar control de daños o destruir sus defensas antiaéreas ha impedido a Rusia lograr la superioridad aérea y realizar campañas de bombardeo estratégico, ataque en profundidad o interdicción táctica, y aumentado el riesgo de las misiones de apoyo aéreo cercano. La escasez de sensores, municiones, aviones y tripulaciones alistadas, la mediocre integración de sistemas y los conflictos entre algunos de ellos, una acción conjunta subordinada al esfuerzo terrestre, un adiestramiento insuficiente y que limita la iniciativa de los pilotos o la incapacidad para operar de manera integrada en grandes formaciones contribuyen a explicar esta situación. Una situación que ha provocado la eliminación práctica del poder aéreo de la ecuación de la guerra. Una guerra que, sin las capacidades que proporciona el poder aéreo, se asemeja en muchos aspectos a la Primera Guerra Mundial. Más razón para reivindicar la relevancia de la acción conjunta, integración multidominio y la obtención de capacidades aéreas selectas. ■

NOTAS

[1]Una primera aproximación general puede hallarse en: Guillem Colom (2022). «The Bear in the Labyrinth: First Impressions of Russia's Performance in Ukraine». *The RUSI Journal*, 167 (6-7), pp. 72-81.

[2]Para un análisis más amplio, Rafael Ichaso (2023). «Russian Air Force's Performance in Ukraine Air Operations: The Fall of a Myth». *The Journal of the JAPCC*, 35, pp. 47-52.

[3]Sean Wiswesser (2023). «Potemkin on the Dnieper: the Failure of Russian Airpower in the Ukraine war». *Small Wars & Insurgencies*, www.doi.org/10.1080/09592318.2023.2187201.

[4]Relacionada con la «sexta generación de la guerra», la guerra sin contacto se fundamenta en el empleo de municiones convencionales de precisión y guerra informativa para triunfar en un conflicto sin tener que librar grandes batallas terrestres. Para comprender con mayor detalle esta idea y su relación con las guerras de nueva generación, véase: Roger McDermott (2021, 29 de octubre). «Russian Military Thought on the Changing Character of War: Harnessing Technology in the Information Age». *Jamestown*. https://cutt.ly/VMvS2Ht

[5]Michael Kofman et al. (2021). *Russian Military Strategy*: Core Tenets and Operational Concepts. Alexandria: CNA.

[6]Estas burbujas se relacionan con los *complejos de reconocimiento-ataque*, que combinan sensores, vectores de

precisión y centros de fusión de inteligencia y dirección de tiro. Situados en el territorio ruso, estos complejos están protegidos por defensas aéreas (entre los que se integraría la aviación de interceptación) y antibuque de distintos alcances e integrados en múltiples capas.

[7]Christian Villanueva (2022). «Crónica de un fracaso estratégico», en Guillem Colom (ed.). *La guerra de Ucrania: los 100 días que cambiaron Europa*. Madrid: Catarata-Ejércitos. pp. 37-64.

[8]Alexander Mladenov (2022, 17 de enero). «Inside Ukraine's Extensive but Ageing Air Defence System», Key Aero, https://acortartu.link/aiypk

[9]Otra fuente habla de 35 divisiones de S-300PS/PT, tres de S-300B, nueve de S-125 y 15 de Buk. En cualquier caso, una división ucraniana se asemeja a una batería occidental a pesar de disponer de medios de mando y control y de sostenimiento orgánicos (Mykhaylo Zabrodskyi et al. (2022). *Preliminary Lessons in Conventional Warfighting from Russia's Invasion of Ukraine*. Londres: RUSI, p. 20).

[10]Por ejemplo, los S-300 habían sido equipados con un nuevo radar 3D capaz de detectar y seguir simultáneamente 300 blancos a 360 km. Además, era más pequeño y ligero, lo que incrementaba la movilidad de todo el sistema (*Ibíd.*, p. 19).

[11]Justin Bronk (2023). *Russian Combat Air Strengths and Limitations: Lessons from Ukraine*. Alexandria: CNA, p. 5.

[12]Justin Bronk (2022, 6 de abril). «Getting Serious About SEAD: European Air Forces Must Learn from the Failure of the Russian Air Force Over Ukraine», *RUSI Defence Systems*, https://bit.ly/3yqGELf. Su escaso éxito se explicaría por los procedimientos establecidos (posiblemente para evitar ataques fratricidas), su perfil de lanzamiento y por los cortos periodos de iluminación y rápida reubicación de los SAM ucranianos.

[13]Las bajas confirmadas y geolocalizadas de la primera etapa de la invasión pueden hallarse en: Stijn Mitzer y Joost Oliemans (2022, 20 de marzo). «List of Aircraft Losses During the 2022 Russian Invasion of Ukraine». Oryx, https://acortartu.link/q57jg.

[14]Bronk, *Russian..., op. cit.*, 6.

[15]*Ibíd.*, 7.

[16]*Ibíd.*, 8.

[17]Yaroslav Trofinov (2023, 9 de abril). «Ukraine May Run Out of Air Defenses by May, Leaked Pentagon Documents Warn». *The Wall Street Journal*, https://acortartu.link/anyld

[18]Este redespliegue realizado menos de 24 horas antes de la invasión fue posible por la provisión de inteligencia aliada (Paul Sonne et al. (2022, 24 de agosto). «Battle for Kyiv: Ukranian valor, Russian blunders combined to save the capital». *The Washington Post* https://acortar.link/O5THhh).

[19]Markus Willett (2022). «The Cyber Dimension of the Russia-Ukraine War», *Survival*, 64 (5), pp. 7-26.

[20]Zadrodsky et al., *Preliminary…, op. cit.*, 25-27; 40-46.

[21]Justin Bronk et al. (2022). *The Russian Air War and Ukrainian Requirements for Air Defence*. Londres: RUSI.

[22]Paradójicamente, inicialmente ningún avión montaba pods de guerra electrónica. Sin embargo, cuando empezaron a utilizarse se observó su efectividad para cegar los radares ucranianos a costa de interferir muchos sistemas rusos (Zadrodsky et al., *Preliminary…*, op. cit., 20-26.

[23]Michael Stefanovic et al. (2023, 9 de febrero). «The Somme in the sky: Lessons from the Russp-Ukrainian air war». *War on the Rocks*, https://acortartu.link/mhv6m.

[24]Bronk, *Russian..., op. cit.*, 8.

[25]*Ibíd.*, 8.

[26]Erik Berglund y Andreas Hörnedal (2022). '«The cruise missile will always get through? – Air war over Ukraine». En Jenny Lundén et al. (eds.). *Another rude awakening. Making sense of Russia's war against Ukraine*. Estocolmo: FOI, pp. 29-34.

[27]Bronk, *Russian..., op. cit.*, 10.

[28]Zadrodsky et al., *Preliminary…, op. cit.*, 22-26.

S300P ucraniano. (Imagen: Wikimedia Commons)

La Fuerza Aérea del Ejército Popular de Liberación

Misiones especiales y aviones no tripulados

Javier Sánchez-Horneros Pérez
Analista de sistemas e ingeniero en el programa FCAS

La evolución de la doctrina militar aérea fue fruto tanto de las consecuencias de la Guerra del Golfo como del posicionamiento de China en el mundo como superpotencia.
Así, la priorización de la modernización de la flota de combate que vimos en una anterior entrega no fue solo sino un primer paso hacia las capacidades actuales, comenzando con la adquisición de los 100 Su-27 Flanker rusos originales a comienzos de la década de 1990, que derivó, en términos prácticos, en un incremento de las capacidades operativas y en una adquisición de un *know how*. Sus efectos son patentes en la actualidad, en materia de nuevos desarrollos en diferentes ámbitos tecnológicos, destacando la guerra electrónica, programas de bombarderos avanzados de baja observabilidad, y en diseños de UAV (Unmanned Air Vehicles). Esta entrega se enfocará en el análisis de estos activos, completando la información dada en la entrega precedente.

KJ2000 en el Zhuhai Air Show (Imagen: Danny Yu)

LOS EFECTOS DE LA EVOLUCIÓN DE LA DOCTRINA EN EL CAMPO TECNOLÓGICO Y EN LA INDUSTRIA

De esta forma, y en proceso continuo, el desarrollo del tejido industrial de defensa continúa incrementándose, de forma que, además de los puntos que reflejamos en el artículo referente a la aviación de caza, podemos enumerar los siguientes adicionales:

• Desarrollo de capacidades antisatélite, denegando el empleo de los activos de este tipo a países como Estados Unidos y Francia entre otros de la OTAN, o de potencias extranjeras. Desde 2006, se han reportado ataques contra satélites de estas dos naciones, empleando sistemas Laser ASAT (antisatélite).

• Sistemas de alerta temprana y una red de defensa integrada, fomentando el concepto IADS (Integrated Air Defense System), siendo capaz de tanto mejorar según necesidades propias los sistemas ya adquiridos, como desarrollar sistemas propios como el HQ-9, y su versión naval, HQQ-9.

• Incremento en la inversión, investigación y desarrollo en sistemas UCAV (Unmanned Combat Air Vehicles). Si bien los programas de defensa chinos en este campo se remontan a la década del 2000, han recibido un considerable impulso tras comprobar la efectividad de estos ingenios en el actual conflicto en Ucrania.

Asimismo, cabe destacar el empuje en materia de capacidades de guerra electrónica, definida según la doctrina china como de alta relevancia, pudiendo resumirse en los siguientes puntos que ya fueron reseñados en la entrada correspondiente a la aviación de caza, al tener elementos comunes. Dado que pueden identificarse como clave para obtener la supremacía en el espectro electromagnético y son el objeto de una sección posterior de este artículo, se vuelven a indicar sin cambios, con el objetivo de mejorar la comprensión al lector:

• Incremento en capacidades de ciberguerra y ciberdefensa. Superioridad en el espectro electromagnético, tanto en el ámbito de la guerra electrónica (EW) como en SIGINT (signal intelligence), COMINT (communications intelligence) y MASINT (measurement and signature intelligence).

• Y finalmente, la superioridad en la Información y tecnologías asociadas, que contempla tanto las funciones tradicionales de inteligencia, como del concepto network centric operations en una aproximación similar a la occidental.

Tabla 1

BRIGADAS DE CAZABOMBARDEROS Y BOMBARDEROS TÁCTICOS. REGIMIENTOS DE TRANSPORTE

	Brigadas		Regimientos	
	Cazabombarderos	Bombarderos	Transporte	Transporte VIP
Tipo	JH-7 / JH-7A	H-6	Y-7, Y-8, Y-9, Y-11, Y-12, Y-20, MA60, IL-76, Tu-154	
Número de Brigadas/ Regimientos	3 (250)	14 (170-180)	6 (según modelo)	2 (según modelo)
Armamento	Anti buque anti radiación, armamento guiado, misiles crucero		N/A	

CAZABOMBARDEROS Y BOMBARDEROS TÁCTICOS

Dentro de las 3400 aeronaves que indicamos en una entrega anterior, la PLAAF cuenta con la aviación de ataque (Qiangjiji, Q), cazabombardero (Jianjiji-Hongzhaji JH) y bombarderos (H, Hongzhaji). Asimismo, los Regimientos cuentan con transporte/transporte VIP (Yunshuji, Y) y misiones especiales (designaciones varias, desde KJ, GX, pasando incluso por J). Además, la organización incluye las unidades de entrenamiento, fuera del alcance de esta reseña.

La tabla 1 indica la disposición en términos de brigadas y de regimientos de la flota de cazabombarderos y bombarderos tácticos, así como de los regimientos de transporte. La cuantía total de activos, indicada entre paréntesis, es solo una estimación, al fluctuar considerablemente según la fuente consultada.

Los JH-7 son aviones diseñados y fabricados por la propia PRC, como sustituto de los Q-5 Fantan de ataque y de los H-5 Beagle. Su planta motriz está compuesta por motores Rolls Royce Spey Mk 202 fabricados bajo

A la izquierda, los TEL (Transport Erector Launchers) del sistema HQ-12/KS-1A y el radar de ataque H-200. A la derecha, TEL del Sistema HQ-9 y su radar de ataque HT-233 (Imagen: Chinese Internet)

JH-7A. (Imagen: Mil.ru)

Bombardero H-6K interceptado y escoltado por un F-16 de la ROCAF (Imagen: Military News Agency, ROC)

La configuración más extendida y divulgada del H-20 chino. (Imagen: Modern weaponry)

licencia. Pueden llevar una amplia panoplia de misiles aire-suelo para diversos fines, incluyendo armamento anti-radiación y bombas guiadas por láser. Los JH-7 han ido integrando una serie de mejoras, entre otras un radar de mayor capacidad, y armamento. Están siendo sustituidos paulatinamente por los nuevos cazabombarderos de la generación 4.5, los J-11B y J-16, que tratamos en una anterior reseña.

Por su parte, los bombarderos pesados H-6 con que cuentan en plantilla, desde los más antiguos (la M, las más semejantes a los Tu-16 originales en los que se basa este tipo) hasta los actuales K, dotados con una amplia gama de sensores, cambios estructurales, continuos upgrades en sus sistemas de aviónica y de guerra electrónica y capacidad de llevar hasta seis misiles de crucero) siguen en plena vigencia y total operatividad.

En la actualidad, China se encuentra involucrada en el diseño de bombarderos tácticos de baja observabilidad. Uno de los programas que han salido a la luz es el Xian H-20, equivalente al B-2 Spirit y al recientemente desvelado B-21, tanto en forma física (Flying Wing) como en actuaciones. Su carga bélica, de hasta 45 toneladas, estaría basada tanto en armamento convencional como nuclear, ambos con capacidad stand-off, instalados en un lanzador interno rotatorio, contando con un radar AESA para la generación de imágenes sintéticas del terreno. Algunas imágenes renderizadas han visto la luz durante los años 2021 y 2022, mostrando las equivalencias con los sistemas americanos; no obstante, persisten las dudas relacionadas con la capacidad y las características de la motorización en términos de empuje, efectividad, y durabilidad para un sistema de estas características, oscilando entre un derivado del WS-10 (que sería insuficiente) o el NK-231 ruso que equipa a los Tu-160, de 46.000 libras de empuje aproximado).

El bombardero dotaría a China de una capacidad de proyección intercontinental, capaz superar la segunda cadena de islas, cumpliendo por tanto con la doctrina y proyección actual de la PLAAF, pudiendo incluso llegar a la llamada tercera cadena, que incluye Hawaii y las costas australianas.

Otro proyecto también estaría en marcha: el J/H-XX. La designación J/H haría referencia a un cazabombardero supersónico, equivalente a un F-15E, pero dotado con características de baja observabilidad, como el proyecto F/A-22 (FB-22) americano de los años 1990 que fue finalmente cancelado. Contaría con un alcance estimado de unos 3000 kilómetros, e integraría, al igual que en el caso del H-20, un radar AESA.

Y-8C ELINT. (Imagen pública del Ministerio de Defensa de la República china)

MISIONES ESPECIALES. GUERRA ELECTRÓNICA Y APOYO

Los principales sistemas chinos de esta categoría son plataformas de repostaje aéreo (Y-6U, Y-20), alerta temprana y control (EW&C) y finalmente, ELINT/MASINT (electronic intelligence / measurement and signature intelligence) como el Y-8C. Cuenta con plataformas de guerra electrónica con capacidades stand-off jamming como el GX-3 y el GX-11, de alcance efectivo desconocido. En fechas recientes, ha comenzado la adquisición de un derivado directo del cazabombardero J-16, la D, con capacidad de escort jamming.

La tabla 2 muestra los tipos contrastados, y misiones relacionadas. Nuevamente y al igual que sucedió con el arma de caza, la cuantía exacta únicamente se pude estimar.

La flota KJ actúa como sistemas AEW&C (aerial early warning and control), extendiendo el alcance de detección, seguimiento y designación de objetivos del IADS china. Entre otras capacidades, cuentan con radares AESA capaces de detectar targets en vuelo a baja altitud y a grandes distancias (no reportadas).

Los modelos Y-8 / Y-9 son el caballo de batalla en materia de capacidades ELINT/MASINT. Una de las variantes del Y-9, la Y-9XZ (GX-9), está modificada para la ejecución de misiones PSYOPS (psycological operations), una de las últimas modalidades incluidas en el contexto de la guerra electrónica, destinada a la transmisión de información e indicadores previamente seleccionados para influir en las emociones, motivos, razonamientos, pensamiento objetivo y en última instancia, en el comportamiento de gobiernos, organizaciones, grupos e individuos. En la práctica, los sistemas electrónicos del avión serán capaces de hackear la red de comunicaciones enemiga, interrumpir el tráfico de internet y/o diseminar información falsa y crear el caos a través de las redes sociales.

Finalmente, una parte de la flota de bombarderos H-6 ha sido modificada para la ejecución de misiones de repostaje en vuelo, designación de tipo H-6U.

En la actualidad, el conjunto de aviones que conforman la flota de misiones especiales tiene una especial relevancia en la proyección de China en sus inmediaciones, realizando vuelos en áreas cercanas a Taiwan y limítrofes e incrementando mediante las capacidades ELINT/COMINT proporcionadas, la cuantía, características y precisión de sus librerías de guerra electrónica.

Tabla 2

REGIMIENTOS DE MISIONES ESPECIALES Y CAPACIDADES POR TIPO

Misión (Capacidad de la PLAAF)	AWACS	Surveillance y EW	ELINT y MASINT	Stand-Off Jamming	Escort Jammer	Tankers
Tipo	KJ-200 (11) KJ-500 (14) KJ-2000 (4)	Y-8/Y-9 (13)	Y-8CB (4)	GX-3 GX-11	J-16D (no conocido)	Y-6U Y-20

EL CONCEPTO CHINO DE SISTEMAS NO TRIPULADOS

La evolución de la doctrina china en los últimos 20 años también ha conllevado un impulso en materia de desarrollo de UCAV (Unmanned Combat Vehicles), de forma similar

Concepto Dark Sword. (Imagen pública de Chinese Internet)

al resto de potencias mundiales, siguiendo unas líneas similares a la de los países de la OTAN en cuanto a categorización y capacidades. Concretamente, algunas fuentes (2015 annual report to congress) mencionan incluso que se espera una producción estimada de casi 42 000 efectivos de este tipo, invirtiendo aproximadamente 10.5 billones de dólares en un periodo comprendido entre 2014 y 2023.

La mayoría de los esfuerzos encaminados en este campo están dirigidos a sistemas ISR (intelligence, surveillance and reconnaissance). Por parte de los vehículos de comate, se espera que la PLAAF disponga de hasta cinco regimientos, cada uno con al menos 100 aeronaves de este tipo.

China también está investigando en el campo emergente denominado Beetle Bomb (también conocido como LSS, low, slow and small), enviados contra bases, aeronaves y personal. Las tácticas que podrían emplear son muy variadas, desde vuelo directo a lanzamiento de pequeñas bombetas para luego, impactar a su vez (doble efecto).

Dentro de los desarrollos conocidos, los más destacables son:

• GJ-11 Sharp Sword (Lijian), concepto de ala volante y baja observabilidad, se encuentra en fase de ensayos desde noviembre de 2013. Podría desempeñar funciones ISTAR (intelligence, surveillance, target acquisition and reconnaissance) y, ofensivamente, de portar de forma interna hasta 2000 kilos de bombas. Dispone de capacidad SATCOM y de operación completamente autónoma (suscitando ciertas sospechas las capacidades de operar en un entorno denegado), incluyendo un potencial lanzamiento de armamento sin determinar.

El balance de poder, en términos políticos y militares en la región asiática, dependerá a corto-medio plazo, de la corriente de pensamiento, actitud, y ambiciones del país en relación a su posible expansión y proyección en el este

• Loyal Wingman Dark Sword (Anjian), concepto similar al del bloque occidental, volando, por tanto, como punto de aviones tripulados. Aunque ha trascendido alguna imagen pública, no se dispone de más información relacionada con sensores o performance.

• Divine Eagle UAV (unmanned air vehicle) de tipo HALE (high altitude, long endurance), en pruebas desde 2015, de dimensiones y clase similar al RQ-4 Global Hawk, pensado para ser utilizado en forma de enjambre, distribuyéndolos en el campo de batalla para desenmascarar sistemas de muy baja observabilidad. Algunas fuentes identifican hasta cinco radares AESA AMTI, (uno frontal de 120.° de cobertura, dos laterales de 120.° y dos traseros de 152.°). El concepto continúa en desarrollo, desconociendo la efectividad tanto del radar que equipa como de la capacidad de sincronización entre UAV.

• El WZ-8, dado a conocer en 2019. Requiere de una plataforma de lanzamiento y sería capaz de alcanzar velocidades hipersónicas (entre mach 6 y 7) y bloques de vuelo entre 100 y 150, siendo este punto cuestionable al carecer de controles cohete. La misión a desempeñar no está completamente clara, si bien es bastante probable que desarrolle funciones de surveillance y battle assessment.

CONCLUSIONES

De forma análoga a las conclusiones reflejadas en la primera entrega, la evolución de China en materia de doctrina aplica no solo al desarrollo de su aviación de combate, sino también al desarrollo de sistemas avanzados, basados en la obtención de las siguientes capacidades:

• Desarrollo de sistemas UCAV avanzados, que podrían ser considerados como vectores de aceleración en las operaciones multidominio.

Divine Eagle en 2015. (Imagen pública Chinese Internet)

• Sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos y guerra electrónica de última generación integrados en plataformas de alta capacidad, que aseguren la superioridad en el espectro electromagnético y en el Orden Electrónico de Batalla (OEB).

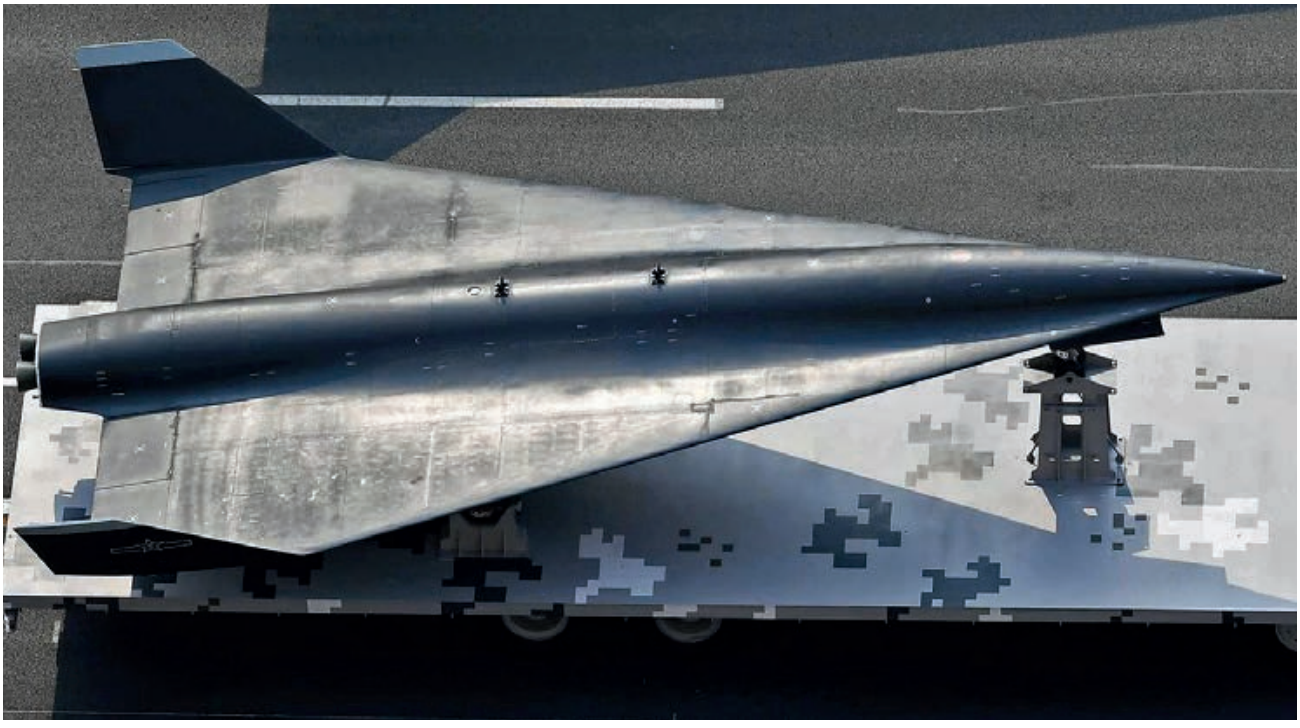
• Capacidades y plataformas avanzadas de guerra electrónica en plataformas EW&C, ELINT, SIGINT, MASINT y stand-off jamming.

• Capacidades antisatélite, fundamentadas en láseres ASAT.

• Desarrollo de bombarderos Stealth, contrapartidas al B-2 Spirit y al B-21 Raider, capaces de proyectar el poder aéreo de China a la llamada Tercera Cadena de Islas.

• Desarrollo de cazabombarderos avanzados con características de baja observabilidad y largo alcance, que sustituyan a los JH-7A.

Así, el balance de poder, en términos políticos y militares en la región asiática, dependerá a corto-medio plazo, de la corriente de pensamiento, actitud, y ambiciones del país en relación a su posible expansión y proyección en el este. Dado su rápido desarrollo, evolución y continua investigación y avance doctrinal, tomará a corto plazo, si no lo ha hecho ya, el papel que dejó la extinta Unión Soviética hace 30 años, rivalizando con Estados Unidos como superpotencia mundial, acabando con el actual estado asimétrico que se originó tras la Guerra del Golfo, origen de la actual doctrina china. ■



WZ-8, en 2019. (Imagen pública de chinese Internet)

Avda. de Madrid, 1
28670-Villaviciosa de Odón (Madrid)

Teléfono: (+34) 916 169 600 Ext: 205
Fax: (+34) 916 169 616
Correo electrónico: visitacastillo@v-odon.es

Historia de la guerra electrónica en las Fuerzas Armadas españolas

La «niebla» que definió el estratega prusiano Carl von Clausewitz allá por el año 1830 en su obra *De la Guerra*, era una metáfora con la que quería expresar la falta de información precisa en el campo de batalla, en parte originada por la humareda producida por los disparos de los mosquetones, así como por la polvareda de las cargas de la caballería.

De igual manera, como bien supo expresar Sir Arthur Wellesley, Duque de Wellington, militar, político y estadista británico de origen irlandés, que luchó en la Guerra de la Independencia, el secreto del éxito en las batallas es «conocer que hay al otro lado de la colina».

Desde la invención del radar en los comienzos de la Segunda Guerra Mundial, allá por el año 1939, la guerra electrónica o Electronic Warfare (EW) en su versión inglesa, no ha cesado de progresar a pasos agigantados hasta constituirse hoy en día en un factor decisivo para lograr la victoria. Del mismo modo que es impensable conseguir el éxito en las operaciones sin alcanzar previamente la superioridad aérea, hoy en día es de un valor estratégico primordial el contar con la superioridad electrónica, dado el ambiente electromagnético hostil al que se tienen que enfrentar las fuerzas propias en cualquier escenario de operaciones.

En este siglo XXI, en la era de la información, a pesar de contar con las ventajas que proporciona internet y otras aplicaciones informáticas, es necesario obtener «información propia» en el ámbito militar. Los cambios en las operaciones derivados de los nuevos escenarios y de los nuevos medios que se despliegan en el campo de batalla, presentan un entorno electromagnético cada vez más saturado, complejo y difuso donde la frontera entre los medios civiles y militares desaparece en algunos escenarios.

En este sentido, la guerra electrónica y la inteligencia militar están íntimamente ligadas, constituyendo un binomio de lo más eficaz y operativo; siendo una imperiosa necesidad en las operaciones militares en los diferentes escenarios actuales: tierra, mar, aíre, espacio y ciberespacio.

La guerra electrónica (EW) se podría definir como aquella actividad tecnológica en el ámbito militar que persigue determinar, analizar, explotar, reducir o impedir el uso hostil del espectro electromagnético, conservando su utilización en beneficio propio.

Hagamos un barrido electromagnético selectivo a través de la historia de la guerra electrónica en las Fuerzas Armadas españolas, señalando los «hitos paramétricos» más notables junto a sus unidades y equipos que dispusieron en los inicios de esta carrera electromagnética en la búsqueda constante del electrón de la última capa.

La guerra electrónica en el Ejército de Tierra

Guillermo Tomás Barrera
Coronel del Ejército del Tierra (retiro)

Regimiento de Guerra Electrónica n.º 31

Contrariamente a lo que se pueda pensar, la EW en el Ejército no es algo reciente. Al poco de aplicarse al campo militar la propagación de ondas de radio se intuyó que lo mismo que servía para enviar mensajes, servía para sintonizar las radios del enemigo e interceptar esos mensajes, con lo que hubo que aplicar viejas técnicas de encriptado manual y, más tarde, automático.

La primera constancia de existencia de Unidades de EW en el ET se recoge durante la Guerra Civil en la organización de las transmisiones del Ejército del Sur en el año 1938. En la Unidad de Transmisiones (UTRANS) –al mando del teniente coronel Alcayde como jefe de Transmisiones de dicho Ejército del Sur– aparece, entre otras, una compañía de Especialidades compuesta por una sección de Talleres y Parques, una sección de Escucha y Goniometría y dos secciones colombófilas[1]. Se desconoce si los cuerpos de Ejército (CE) y divisiones tenían en sus unidades de transmisiones orgánicas material EW similar. La Guerra Civil sirvió de campo de experimentación de equipos, tácticas y técnicas, muy prolija en materiales de toda procedencia. En el bando nacional proliferó, fundamentalmente, el material alemán e italiano y su uso se prolongó tras ella por el estallido de la II Guerra Mundial. Entre este material se encontraba el goniómetro Telefunken PC-100 y el Telefunken PC-57. En estos equipos, tanto la sintonía como la goniometría eran totalmente manuales, incluso el giro del aparato para obtener marcaciones.

Estas unidades y materiales se mantuvieron en su orgánica en las sucesivas reorganizaciones. Así, en la reorganización de 1941, se segrega del Parque Central de Transmisiones el Centro de Transmisiones del Ejército, origen del futuro Regimiento de Redes Permanentes y Servicios Especiales del ET y que en nueva reorganización de 1945 – en su 2º Grupo y entre otras cuentas ya con una Unidad de Escucha de Agencias y otra de Escuchas de Costas y Fronteras. En 1949 mantenía una Estación de Escucha y Perturbación.

El material táctico se encuadra en el Regimiento de Transmisiones de El Pardo, en el batallón de Especialidades con una compañía de EW. Así el material procedente de Alemania va languideciendo y quedando obsoleto

[1]Palomas mensajeras. Curiosamente, aparece también una compañía de propaganda, muy usada durante la Guerra Civil.

hasta que se retira en los 60. Sin embargo, en 1976 se inician los estudios para impulsar este campo de las telecomunicaciones que se asentarán en la propuesta del Plan de Unidades de EW del Ejército y su material correspondiente, aprobada en 1981.

De esta propuesta destacan dos aspectos que van a caracterizar la EW del ET frente a la EW del Ejército del Aire o la Armada. En primer lugar, continúa dándose prioridad a la obtención de información y localización del enemigo frente a la creciente preocupación de los otros Ejércitos por la defensa de sus cada vez más escasas y costosas plataformas .

En segundo lugar, hay que lograr un equilibrio entre la necesidad de modernizar, la necesidad de formación del personal (material escuela) y la movilidad del material, por lo que se opta por la solución del «síndrome de ejército pobre»: montar los equipos sobre cabinas o shelters, más amplios pero transportados por vehículos (camión TT) menos aptos para sus funciones tácticas que otro tipo de vehículos más protegidos y móviles pero menos espaciosos para personal (transporte blindado) y que facilitan la proximidad a las líneas enemigas (goniómetros y perturbadores).

En esencia, en el plan de unidades EW se diferenciaban dos tipos de programas por el carácter o marco de empleo de los materiales: estratégicos y tácticos.

Entre los primeros se encuentra el programa Silex para dotar al batallón de EW del regimiento de redes permanentes de un sistema de exploración, escucha y localización en la banda de HF/VHF para su despliegue por todo el territorio nacional, dotado de un centro de mando ubicado en Madrid (Prado del Rey) y estaciones móviles. En esencia, se trata del sistema idéntico al naval Sirga en versión desplegable y transportable (cabinas) y, en consecuencia, dotado de peor campo de antenas.

En un nivel inferior, se situaba el programa Escala, dotando de un equipo receptor para exploración y escucha a cada una de las Unidades Regionales de Transmisiones para para control de sus redes HF y VHF. Este sistema ha ido languideciendo hasta su total desaparición por obsolescencia del material.

En el campo táctico también se establecieron dos programas para equipar dos niveles de grandes unidades: Cuerpo de Ejército (programa Teleoka) y División/Brigada (programa Eter). El primero consistía en un sistema de escucha, localización y perturbación en las bandas de HF y VHF, un sistema de escucha y localización de las bandas U/SHF y, por último, un sistema de fusión, evaluación e informes. Por su parte, el sistema Eter se limitaba a la escucha y localización en la banda VHF.

En la IG 4/81 de reorganización del ET, el regimiento de Redes Permanentes y Servicios Especiales de Transmisiones (SET) n.º 22, el batallón de SET - que contaba

Goniómetro Telefunken PC-100

Gonio Comint sobre shelter Teleoka

con una compañía de radio HF, una de redes especiales y otra compañía de escucha y localización - se modifica denominar esta última compañía EW a partir de enero de 1983, En esas mismas fechas se produce la recepción de equipos Silex en California (EE. UU.). En 1984 se realizan los reconocimientos para elegir los asentamientos y por la IG 17/84 La compañía EW pasa a formar parte del batallón EW (Bewe) el 13 de febrero de 1985, mientras que las otras dos compañías pasan a la plana mayor del Regimiento 22. El Bewe, dotado con el material SILEX, ubica su PLM y centro de mando en el acuartelamiento del regimiento en Prado del Rey.

Las unidades de EW se distribuyen de la siguiente forma: Además del mando y control centralizado en Prado del Rey, dos cabinas: una desplegada en las inmediaciones y otra en reserva. La unidad de levante, con dos cabinas en la zona de Almería. La unidad del estrecho con dos cabinas en esa zona y la unidad de Canarias, con otras dos cabinas en las islas. La unidad entró en servicio en a principios de ese año 1985.

En el Regimiento de Transmisiones 21 de El Pardo, la compañía EW del batallón de especialidades desaparece para crear un nuevo batallón EW táctico (BEWT) en el regimiento, dotado del material TELEOKA y dar servicio a un cuerpo de ejército o, incluso, a una división. En noviembre de 1980 se firma el correspondiente contrato para la adquisición del sistema EWS-3600 de la firma alemana Telefunken y la empresa española Otema.

Dicho batallón se compone de mando y plana mayor, compañía de Plana Mayor y Evaluación, compañía de Servicios, compañía HF, compañía VHF y compañía SHF. El BEWT estuvo operativo en noviembre de 1984, salvo la compañía SHF que lo estuvo seis meses después.

Por su parte, el sistema ETER, a nivel divisionario/brigada, se integra como una sección independiente en las planas mayor del batallón divisionario o la Unidad de Transmisiones de la brigada. Estos dos nuevos batallones son el germen del que nacerán, posteriormente en las adaptaciones orgánicas para 1996, el regimiento EW Táctico n.º 31 (REWT 31, El Pardo, Madrid) y el regimiento de EW estratégico n.º 32 (REWE 32, El Copero, Sevilla).

El REWT 31 (El Pardo, Madrid) comprendía un mando y plana mayor, una compañía de plana mayor regimental, un BEWT (Teleoka) que, a su vez, tenía 1.ª compañía de plana mayor y servicios), 2.ª compañía de mando (evaluación, transmisiones), 3.ª compañía COMINT HF, 4,ª compañía COMINT VHF. Y 5.ª compañía ELINT U/SHF Paralelamente a la entrega de los materiales para los dos nuevos BEW del ET, a principio de los 80,en el EMAD/EMACON comienzan los estudios para un sistema EW conjunto que, más tarde, se denominará Santiago, y en la 5.ª división del EMACON se crea en

Escucha y Gonio Elint de Teleoka

Centro Conjunto de Evaluación/Fusión Calatrava, que se iniciarán como programas al inicio de los 90 con los mismos nombres.

La parte que afectaba o se preveía que sería responsabilidad del ET del programa Santiago se denominó Scater (Sistema de Captación Terrestre) y encuadraría la totalidad de sus medios (Santiago y Silex mejorado) en el recién creado REWE 32. Su orgánica comprende mando y plana mayor, unidad de integración y apoyo (ambos en El Copero, Sevilla), Sector levante, con cabecera en Almería, Sector estrecho/sur, con cabecera en Algeciras y sector Canarias, con cabecera en Las Palmas. Cada uno de los sectores tiene idéntica capacidad para interceptar y localizar en las bandas de V/U/SHF, mientras que la HF, aunque los sensores están desplegados en los sectores, su dirección y goniometría está centralizada en la cabecera de El Copero (Sevilla).

En 1999 se crea el programa I+D Gesta (Guerra Electrónica Sistema Táctico) para reemplazar a los equipos Teleoka cada vez más obsoletos, en 2001 toma carácter conjunto al incluir a la IM (DUBHE) y se hace cargo la Oficina del Programa Conjunto Santiago en el MALE. Se pretendía dotar al ET (e Infantería de Marina) de un sistema ESM, ECM y ECCM en todas las bandas, con su correspondiente red de telecomunicaciones, el mando y control, la evaluación de datos y su integración con el Simacet (Sistema de Información para Mando y Control del ET). Los subsistemas que lo componen son: EW de comunicaciones; EW de no-comunicaciones; evaluación, dirección y control; de análisis y apoyo y el de adiestramiento, simulación y mantenimiento, todo ello apoyado en una red de telecomunicaciones propio. Los vehículos de transporte disminuyen en tamaño, aunque los de escucha y mando y control siguen siendo camiones TT, los gonios se montan en VAMTAC TT y los perturbadores sobre BMR. El prototipo se entregó en 2008.

Escucha y gonio Elint

Temporalmente, entre el final del sistema Teleoka y la dotación del sistema Gesta, se incorpora al REWT 31 los sistemas Eter distribuidos en los niveles división y brigada, lo que da lugar a la variación de plantilla del regimiento para incluir una unidad de EW ligera que, en principio cuenta con siete sistemas Eter. Esta pequeña unidad consta de una compañía de plana mayor y servicios y una compañía de EW ligera con los sistemas. Cada sistema contaba con una estación Bravo de mando y control y tres estaciones Alfa de escucha y goniometría.

Una vez finalizada su implantación, el programa conjunto Santiago II tiene previsto incluir, aunque sin fecha todavía, la mejora de este sistema como Gesta II. Obsérvese la inclusión en el BEW de una compañía de ciberdefensa dirigida a la protección y defensa de redes propias. La compañía está dotada de un sistema denominado Simba (Sistema Integrado de Monitorización, Búsqueda y Análisis), que define como un sistema integral, modular, portable y autónomo que permite implementar las capacidades de ciberdefensa, en cualquier escenario que se le requiera y se consta de cinco módulos: módulo de monitorización, módulo de inspección y pentesting, módulo de análisis malware, módulo forense y módulo de gestión.

El sistema Eter ha sido sustituido por el sistema Gamo, que permite su montaje tanto en vehículo o como portátil en mochila, y tiene similares prestaciones, pero adecuadas a la tecnología y necesidades actuales.

Estos medios se complementan con el sistema Cervus (control de equipos remotos y vehículos no tripulados de vigilancia electrónica), programa actualmente en experimentación y con características adecuadas a las tecnologías y métodos de telecomunicaciones, sistemas y redes. En el futuro, las tendencias de la EW en el ET parecen apuntar a despliegue de sensores inatendidos o con pocas servidumbres mientras que el mando y control se efectúa remotamente desde locales perfectamente dotados y protegidos para reducir vulnerabilidades. ■

La guerra electrónica en la Armada

Carlos Vallespín Gómez
Capitán de navío de la Armada (retiro)

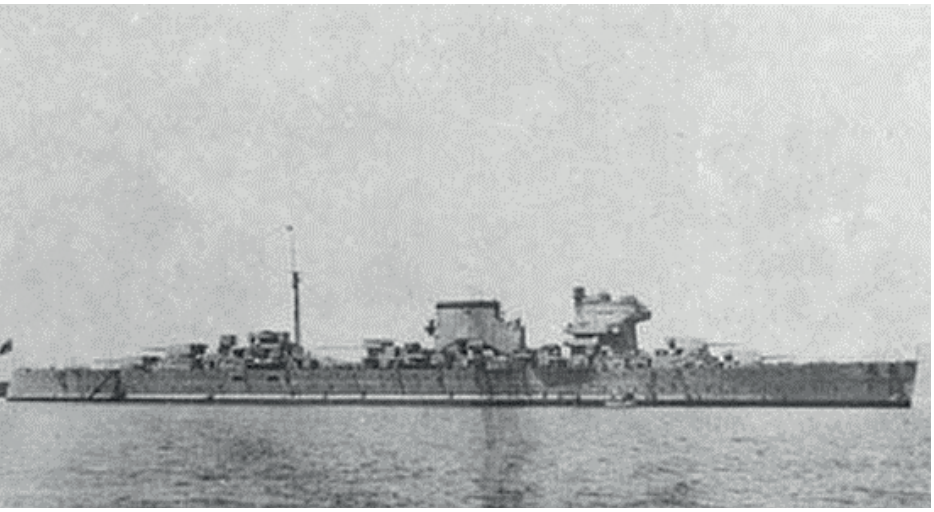
Desde antiguo, los buques han sido un exponente importante de las tecnologías más avanzadas de cada época. Así, los descubrimientos y desarrollos de finales del siglo XIX, relativos a las comunicaciones radioeléctricas (las primeras telefonías sin hilos (TSH) ideadas por el Italiano Marconi y seguidas muy de cerca por los desarrollos de la empresa alemana Telefunken), fueron, casi de inmediato a dotar a los buques de guerra. En el caso de la Marina española, es en los cruceros Extremadura y Lepanto1 donde se prueban los primeros equipos de TSH en el año 1904, con dos aparatos prestados por la empresa Telefunken. Es en este momento cuando debemos considerar que empieza la historia de la guerra electrónica (electronic warfare) en la Armada.

A partir de entonces, todos los programas navales que acomete España tienen en cuenta las comunicaciones radioeléctricas, no solamente para un uso estricto de mando y control, sino para el concepto que en el futuro definirá la guerra electrónica mediante la cual se pretende el uso del espectro electromagnético en beneficio propio y negación del mismo al enemigo.

EFICACIA EN CAMPAÑA

En las décadas siguientes se va consolidando el uso de las telecomunicaciones como elemento militar importante y, ya durante el conflicto civil del año 1936/39, vemos como la incipiente guerra electrónica fue usada por ambos bandos para la obtención de inteligencia de comuni-

Crucero Extremadura



Crucero Canarias

caciones (COMINT). Valga como ejemplo la captura del buque mercante Mar Cantábrico por el crucero Canarias; este buque transportaba valioso material de guerra para el ejército republicano. La acción comenzó con el conocimiento de los movimientos del Mar Cantábrico, gracias a la interceptación y posterior descifrado de los mensajes transmitidos por las autoridades republicanas[2]. Así mismo, ya con la operación de captura en desarrollo, la interceptación, de las señales emitidas por el Mar Cantábrico con los equipos de goniometría HF del Crucero Canarias, posibilitaron su localización, identificación[3] y captura.

Las especiales condiciones de la posguerra supusieron un parón importantísimo en el desarrollo de la guerra electrónica, debido en principio a las restricciones en la exportación de los beligerantes durante la II Guerra Mundial por sus necesidades de guerra. Y una vez finalizada esta, al bloqueo que siguió por parte de los aliados. Así, los grandes avances en el campo de la ingeniería militar, como la incorporación de los radares, tardaron en ser incluidos en el inventario de la Marina española.

Es en el año 1948 cuando por primera vez aparece un radar en un barco español, concretamente el cañonero Pizarro es el primero en instalar un radar de navegación de la marca británica DECCA, que originalmente iba dirigido para un buque mercante, burlando así, de alguna manera, el bloqueo a que se nos tenía sometidos. Siguió un año más tarde el crucero Canarias, con un equipo similar.

En esta situación de penuria de elementos electrónicos se encontró la Armada a pesar de los esfuerzos de investigación y desarrollo tecnológicos propios representados en la incorporación al Patronato de la Cierva del Instituto Nacional de Electrónica[4] (INE) en el año 1948, bajo la dirección del ingeniero Estaban Terradas. Estos esfuerzos no fueron suficientes para proporcionar una tecnología propia.

TECNOLOGÍA EXTRANJERA

En el año 1953, con la firma de los acuerdos de mutua defensa con EE.UU.[5], la ayuda norteamericana llegó a España; materializada, en el caso de la Armada, en los cinco destructores clase Fletcher, que pasaron a constituir la 21 escuadrilla de destructores y los transportes de ataque anfibio Aragón y Castilla. Estos buques incorporaban diversos tipos de radares y como ayuda a la navegación disponían de goniómetros de HF, que en determinadas ocasiones se usaron como un remedo de contramedida electrónica para la detección y localización de emisiones de interés en HF.

Al final de la década de los sesenta del siglo pasado, las restricciones de seguridad de los EE.UU. se relajaron, autorizándose la exportación y cesión de sistemas de ESM; se dotó a los buques de nueva construcción de los primeros equipos AN/WLR-1C, que fueron instalados en los dos últimos de la clase Oquendo, el Marqués de la Ensenada y el Roger de Lauria. Simultáneamente se incorporaban, por cesión americana, el portaviones USS Cabot

Cañonero Pizarro con el radar Decca en el palo

Destructor Gravina

Destructor Marqués de la Ensenada

que serviría en la Armada con el nombre de Dédalo y los cinco destructores que conformaron la 11 Escuadrilla de escoltas[6]. Dos de los destructores estaban además dotados con sistema activo AN/ULQ 6, especialmente diseñado para engañar a los misiles antibuque rusos de primera generación.

Estos primeros equipos, ya específicamente de guerra electrónica trajeron la incorporación de la doctrina OTAN de EW a la Armada. Para elaborar doctrina propia, se crea la Junta de Guerra Electrónica (JUDEW, que posteriormente pasó a llamarse JUGE) en consonancia con las que ya existían para la Artillería (JUME), Armas Submarinas (JUAS) y Comunicaciones (JUCOM) y con las mismas atribuciones de elaborar la doctrina de empleo de equipos y sistemas. Y la Sección de Guerra Electrónica del EMA para la determinación de necesidades.

Aunque los acuerdos de cooperación habían abierto las puertas a la modernización de los sistemas electrónicos, todavía existían muchas restricciones en lo referente a los equipos activos de guerra electrónica

Aunque los acuerdos de cooperación habían abierto las puertas a la modernización de los sistemas electrónicos, todavía existían muchas restricciones en lo referente a los equipos activos de guerra electrónica y el Congreso de EE.UU. no permitió la cesión a España de los sistemas del tipo AN/ULQ 32, que por entonces la Armada necesitaba. Esto dió pie a que se optara por buscar sistemas en mercados más abiertos como los europeos, para el desarrollo de los programas navales de la época[7] (PLANGENAR 1977) de construcción del portaviones Príncipe de Asturias, de las fragatas (F-80) clase Santa María, de las corbetas clase Descubierta y de los patrulleros clase Lazaga.

Ya entrados los años ochenta del siglo pasado, para dotar a las corbetas Descubierta y modernizar los sistemas de las fragatas de la clase Baleares (que de origen montaban el anticuado AN/WLR-1C), la Armada optó por los equipos de ESM/ECM ofrecidos por la firma italiana Elettronica SPA de Roma. Para estos buques se eligió el denominado Beta MK 1000 que tenía componente ESM y ECM. En su componente de ECM era distinto el sistema de las corbetas, que tenían engañador y perturbador, del de las fragatas que solamente tenían el engañador, debido a que la potencia ofrecida por el sistema no era suficiente para enmascarar la gran RCS[8] que tenían esos barcos.

Este sistema Beta se utilizó también para modernizar el portaviones Dédalo, sustituyendo al WLR-1C que traía al ser entregado a la Armada en el año 1965. Así mismo, una variante de este sistema, diseñado para ser embarcado en aeronaves, denominado Guffo MK 2000, se escogió para dotar a tres de los helicópteros AB 212 de la 3ª escuadrilla de aeronaves para la defensa antimisil de la flota.

Helicóptero SH 60B LAMPS III Sea Hawks de la 10.ª Escuadrilla de Aeronaves de la Armada

También en esta época se incorporaban las primeras aeronaves de ala fija embarcadas en el portaviones Dédalo, los Harrier, que la Armada denominó Matador AV-8A y que estaban dotados del sistema de alerta radar (RWR)[9] Skyguardian 2000 de Marconi y de ECM AN/ALE 7.

Para los buques del grupo de combate, el portaviones Príncipe de Asturias y las fragatas de la clase Santa María, se eligió el sistema Neptunel MK 3000, también de tecnología y fabricación italiana. Su componente de ESM tenía ya capacidad de librería, de grabación y de análisis para efectuar ELINT. Su sistema de ECM tenía capacidad de engaño y perturbación. Esta capacidad se complementaba con los sistemas ESM embarcados en los helicópteros SH-60B LAMPS III Sea Hawk, AN/ALQ 142.

Paralelamente a este progreso, la Armada puso en marcha un intenso programa de desarrollo de sistemas para la obtención de inteligencia electrónica (SIGINT), tanto en las señales radar (ELINT) como en señales de comunicaciones (COMINT). Como elemento móvil, se convirtió el segundo patrullero de la clase Lazaga en buque AGI[10], concretamente el patrullero Alsedo (PC-02), que se le dotó con un sistema de la clase MK1000 Beta mejorado con capacidad de análisis y grabación de señal tanto de ELINT como de COMINT. Así mismo se desarrolló un sistema de captación global fijo en tierra (SIRGA) que apoyaba la obtención de inteligencia en la banda de frecuencias del HF. Se establecieron, además, unos laboratorios de análisis de señal para la elaboración de las bases de datos paramétricas necesarias para la identificación de señales en los buques.

Se establecieron unos laboratorios de análisis de señal para la elaboración de las bases de datos paramétricas necesarias para la identificación de señales en los buques.

Mástil de contramedidas del Alsedo

DESARROLLO NACIONAL

La adquisición de equipos de tecnología italiana proporcionó la base para que las industrias nacionales, se introdujeran en el campo de la guerra electrónica y así, a mediados de la década de los ochenta, se inició el primer programa de guerra electrónica propio, denominado Deneb, que, manteniendo los sistemas básicos analógicos originales del Beta, intentaba la automatización del sistema, introduciendo las tecnologías informáticas en el tratamiento de las señales para la identificación automática mediante la correlación con las bases de datos. Este sistema fue instalado por la empresa Indra, encargada de su producción industrial, en las cinco fragatas de la clase Baleares y en las seis corbetas de la clase Descubierta.

Prácticamente paralelo al desarrollo del programa Deneb, se desarrolla el programa Elnath para dotar a los buques de un sistema de guerra electrónica de comunicaciones. Este sistema, que dotaría a las corbetas y a los buques anfibios de nueva construcción, disponía de la correspondiente capacidad de interceptación de señales de comunicaciones y de un sistema de ECM que proporcionaba tanto perturbación como engaño.

Buque auxiliar Alerta

Para la defensa antimisil (ASMD)[11], se dotó a todos los buques, además de las ECM de los equipos Neptunel y Deneb, de lanzadores MK36 SRBOC de chaff y bengalas IR. Para su correcto lanzamiento y que se pudiera coordinar con las medidas ECM de los equipos, se desarrolló el programa Kochab, que proporcionaba los datos necesarios para el disparo de los morteros, dependiendo de las condiciones ambientales y orientación de la amenaza.

Dentro del esfuerzo de la guerra electrónica se estableció el Centro de Instrucción de Guerra Electrónica (CIGE)[12] encargado de la instrucción del personal y elaboración de las librerías para el sistema Beta. Con posterioridad se estableció el Centro de Medidas Electromagnéticas (CEMEDEN) situado en la Escuela Naval Militar. Tiene capacidad, con tecnología militar para, medir la superficie equivalente radar (RCS)[13] y todos los diagramas de antenas de las unidades de la Armada.

Emblema buque auxiliar Alerta

Dentro del esfuerzo de la guerra electrónica se estableció el Centro de Instrucción de Guerra Electrónica (CIGE) encargado de la instrucción del personal y elaboración de las librerías para el sistema Beta

Los submarinos S-70, clase Galerna fueron dotados con el sistema Acrux, con un planteamiento similar al del sistema Deneb, para la modernización de los sistemas de alerta y goniometría ESM, de origen francés, de los que ya disponían.

Por estas fechas, la incorporación a la OTAN nos había abierto las puertas a toda la información en este campo y, sobre todo, a la base de datos de emisores (NEDB)[14], que era fundamental para la identificación de las detecciones. Esta librería sirvió de base para la elaboración de la propia base de datos de la Armada que, en su momento, se incorporó a la base de datos conjunta de las fuerzas armadas.

La década de los noventa supuso el despegue de la incorporación de las tecnologías propias para dotar a los buques de equipos avanzados de guerra electrónica y, en el ambiente de la Sigint, la participación de la

Armada en el programa conjunto Santiago, que proporcionaría la modernización de los sistemas de captación global Comint (Sirga) y la modernización del nuevo buque AGI Alerta.

Para completar las capacidades de todas las unidades de la Armada era necesario que también la Infantería de Marina dispusiera de equipos de guerra electrónica y, para ello, se incluyó en el proyecto Gesta del Ejército de Tierra el programa Dubhe, versión anfibia del mismo, que dotaría a la BRIMAR[15] de esta capacidad táctica en sus cometidos específicos.

Todos los sistemas de guerra electrónica que actualmente tiene la Armada son ya de diseño nacional y fruto de los grandes esfuerzos que se acometieron durante las dos últimas décadas del siglo XX. Así, los mencionados programas Deneb, Acrux, Elnath y Kochab proporcionaron el suficiente conocimiento y experiencia para que, al comienzo del presente siglo, las nuevas incorporaciones de unidades a la Armada, los buques anfibios de la clase Galicia, el LPH Juan Carlos I y las fragatas F-100 de la clase Álvaro de Bazán, dispusieran de un sistema completo de guerra electrónica que cubriera todas las necesidades de ESM, ECM y EPM[16], tanto en el ámbito de las señales radar como en el de las comunicaciones. Así, todos estos buques disponen del último sistema de guerra electrónica Aldebarán para las señales radar, el sistema Regulus para las señales de comunicaciones, ambos con capacidades de ESM y ECM y de lanzadores señuelos para la ASMD. Existe, además, una versión del sistema Aldebarán denominada Rigel que dota a las cuatro primeras fragatas de la clase Santa María en sustitución del sistema Neptunel que tenían originalmente y será el futuro sistema de guerra electrónica que dotará a la fragata F-110. ■

Mástil de la fragata clase Álvaro de Bazán

Todos los sistemas de guerra electrónica que actualmente tiene la Armada son ya de diseño nacional (...) tanto en el ámbito de las señales radar como en el de las comunicaciones

NOTAS

[1]En esta primera experiencia lograron comunicarse a una distancia de 115 millas náuticas. *Buques de la Armada Española, Historiales (1700-2014)* Pedro Fernández Núñez, José María Mosquera Gómez, José Manuel Bendiño Carlés. Instituto de Historia y Cultura Naval. Fundación Alvargonzález.

[2]Los gabinetes de análisis de la España nacional habían conseguido romper 48 claves distintas de las utilizadas por el Gobierno de la República. Dos de ellas fueron usadas en el mando y control del mercante Mar Cantábrico.

[3]La identificación se produjo porque el operador del crucero Canarias conocía muy bien la forma de manipular el morse del telegrafista de Mar Cantábrico.

[4]Francisco Sáez de Adana. Instituto Franklin. Universidad de Alcalá de Henares *El desarrollo del radar de navegación marítima en los primeros años del Franquismo*. 27 de septiembre 2018. *Revista Historia Autónoma*, 13(2018). https://revistas.uam.es/historiaautonoma/article/view/9988.

[5]Convenio relativo a la ayuda para la mutua defensa entre, los Estados Unidos de América y España. BOE 275. 2/10/1953.

[6]Gravina, Churruca, Blas de Lezo, Lángara y Méndez Núñez. De la clase USN Gearing modernización FRAM I.

[7]Plan Naval 1973 que preveía la construcción entre otros buques de las corbetas de la clase Descubierta.
PLANGENAR 1977 que preveía la construcción entre otros de las fragatas clase Baleares y portaviones Príncipe de Asturias.

[8]Superficie equivalente radar, Radar Cross Section en su definición en inglés.

[9]Radar Warning Receiver en su definición en inglés.

[10]Colector de inteligencia en la denominación de la OTAN.

[11]AntiShip Missil Defense en sus siglas en inglés.

[12]Estaba ubicado en Cartagena dependiendo del Centro de Instrucción y Adiestramiento a Flote (CIAF).

[13]Radar Cross Section en sus siglas en inglés.

[14]NATO Emitter Data Base en sus siglas en inglés.

[15]Brigada de Infantería de Marína perteneciente al Tercio de Armada (TEAR).

[16]Electronic Protective Measures en su definición OTAN.

La guerra electrónica en el Ejército del Aire y del Espacio

Julio Serrano Carranza
Coronel del Ejército del Aire y del Espacio (reserva)

Fue durante la II Guerra Mundial cuando los británicos utilizaron por vez primera la guerra electrónica (Electronic Warfare, EW). Denominada en aquel momento contramedidas radio (Radio Counter Measures /RCM), con sus efectos de interferencia y perturbación electromagnética, trataban de modificar las frecuencias de radio extraordinariamente directivas que los alemanes emitían desde el norte de Francia para guiar a sus bombarderos hacia sus objetivos, instalaciones y ciudades británicas.

A esta forma tan novedosa de actuar contra las frecuencias enemigas, el primer ministro Winston Churchill, las denominó «Batalla de las Ondas», bautizándolas con el sobrenombre de «Guerra de Brujos», por el secretismo en su empleo y las técnicas innovadoras en el uso del espectro electromagnético.

Si bien la llamada guerra electrónica, como tal, tiene sus inicios en el EA con el desarrollo del programa aéreo de Guerra Electrónica (PROAGE) en la década de los 70, anteriormente ya se hablaba del espectro electromagnético, su perturbación, las técnicas para defenderse etc. Estamos hablando de la llegada de los radares de defensa aérea en los años 50 fruto de los acuerdos de defensa entre el reino de España y EE.UU.

Los operadores y controladores de interceptación destinados en estos escuadrones de defensa aérea fueron los que, con unas técnicas o herramientas limitadas, comenzaron a trabajar con lo que luego se llamó guerra electrónica.

El PROAGE, dirigido desde el Estado Mayor del Aire, tenía un doble objetivo; por una parte, familiarizar a las unidades aéreas con el espectro electromagnético, su uso en beneficio propio y la negación al enemigo y, por otra, estar preparados para la inminente entrada en la OTAN, que se produciría de facto en 1982.

Fruto de este programa se creó una unidad aérea con dos cometidos fundamentales: la inteligencia electrónica (ELINT) y la perturbación electromagnética. Se la dotó de una plataforma aérea de fabricación nacional y eminentemente versátil, si bien, dadas sus características

limitaba su operación, pero servía para los propósitos iniciales de contar con medios aéreos que cubrieran el *gap* en este tipo de ambientes.

La unidad se denominó 408 Escuadrilla de Fuerzas Aéreas, basada en la base aérea de Getafe y los aviones asignados fueron los C-212 Aviocar, con la denominación militar de TM-12. Estos fueron equipados y acondicionados por las empresas españolas Construcciones Aeronáuticas (CASA) y ENOSA, las cuales realizaron un excelente trabajo cambiando totalmente la fisonomía interior del popular Aviocar, dedicado a transporte táctico y lanzamiento paracaidista.

Equipos ELINT/ECM instalados en el Aviocar TM-12

C-212 Aviocar. (Imagen cedida por Sergio Ruiz González)

Equipos ELINT Sistema SCAPA / TM-17

Continuando con el desarrollo del PROAGE la hoy Escuela de Técnicas de Mando, Control y Telecomunicaciones (EMACOT), entonces Escuela de Transmisiones, se preparó concienzudamente para formar a los futuros analistas y operadores de guerra electrónica que constituirían la espina dorsal del comienzo de la andadura de la 408 Escuadrilla.

Se redactaron los planes de instrucción y adiestramiento básico de las tripulaciones, donde tanto pilotos como personal especialista debían contar con conocimientos suficientes en guerra electrónica para realizar las misiones encomendadas. Esta tripulación se componía de pilotos, mecánicos de vuelo, operadores de equipos que eran a la vez analistas, y la figura del oficial de guerra electrónica o jefe de misión.

Este era el responsable de concluir con éxito la misión que se desarrollaba en el fuselaje o puro del avión, en constante coordinación con los pilotos para volar la ruta más adecuada con la que cumplir los fines de la misión encomendada.

Los ejercicios se suceden y la formación del personal involucrado en las técnicas y tácticas de este nuevo ambiente incorporado a la guerra convencional se incrementa día a día.

Cabe destacar las misiones realizadas conjuntamente con los escuadrones de vigilancia aérea con el fin de formar a los operadores de estas unidades y conocer las herramientas que aportaba el equipo de tierra al verse perturbado por un medio aéreo.

Todo ejercicio planeado se tiene en consideración en un anexo en el que la guerra electrónica es protagonista.

Con el aumento de misiones de entrenamiento y reales, ejercicios y cumplimentar los planes de instrucción y adiestramiento del personal que se incorpora a la unidad, se detecta la creciente carga de trabajo que experimentan los operadores más expertos, por lo que se decide desde el Estado Mayor del Aire (EMA) que la unidad debe tener estructura organizativa de escuadrón para acoger al aumento de personal tan deseado.

De esta forma, en mayo de 1993 la denominación es de 408 Escuadrón de Fuerzas Aéreas y un año después se les dota de una nueva plataforma que cubra el abanico de misiones que conforman la guerra electrónica. Se trata de los Falcon 20 D/E, denominación militar TM-11, que procedentes del 45 Grupo de Fuerzas Aéreas donde realizaban vuelos de transporte de personal VIP, son modificados incorporando equipos de las empresas españolas ELTSA (equipos electrónicos) y AISA (tareas estructurales y aviónica).

El programa TARAN es el que soporta los cambios a los que se someten los aviones Falcon 20 para convertirlos en plataformas de inteligencia de comunicaciones (COMINT) y perturbación de comunicaciones (COMJAM).

Con estas medidas, el 408 Escuadrón de Fuerzas Aéreas crece, incrementándose la eficacia en el desempeño de sus misiones iniciales, al tiempo que se le asignan otras nuevas tan importantes como las originarias y que vienen a cubrir carencias detectadas durante ejercicios con otras fuerzas de países amigos.

Se disponía, así, de dos plataformas aéreas de EW con mayores velocidades y techos de operación, con capacidad para operar integradas en paquetes de cazas de ataque (COMAO)[1]. Dada la importancia que se da en el planeamiento de este tipo de misiones a los medios de guerra electrónica se les considera de alto valor estratégico, con lo que deben ser defendidos por una escolta de cazas que les permita desarrollar sus cometidos con eficacia desde una distancia segura.

Por resolución del JEMA de fecha 7 de junio de 1994, la unidad se traslada a la base aérea de Torrejón de Ardoz. Y un año más tarde se crea el Centro de Inteligencia Aérea

Cabe destacar las misiones realizadas conjuntamente con los escuadrones de vigilancia aérea con el fin de formar a los operadores de estas unidades y conocer las herramientas que aportaba el equipo de tierra al verse perturbado por un medio aéreo

TM-17 Boeing 707 SCAPA / SIGINT-CIA

Mirage F-1 / ELINT pod SYREL - Ala 14

(CIA) ocupando unos edificios anexos al Cuartel General del Mando Aéreo de Combate (MACOM), para el que desarrolla las misiones encomendadas.

El nuevo centro está constituido por un grupo operativo, el 408 Escuadrón y un grupo técnico, el cual se nutre principalmente del personal del antiguo Centro de Elaboración de Datos Electromagnéticos.

Por primera vez se integraba en un único centro de inteligencia las capacidades necesarias para completar, en su totalidad, el ciclo de inteligencia (planeamiento, obtención, análisis y difusión).

La Sección de Inteligencia del Estado Mayor del MACOM es la que asigna las tareas a realizar por el centro, donde los analistas se afanan por dar sentido a los datos proporcionados por las plataformas aéreas y el sistema de defensa aéreo.

Con el programa Santiago en 1997 llega al CIA una nueva plataforma aérea: el Boeing 707 (TM-17 en la denominación del EA) definido como sistema de captación sobre plataforma aérea (SCAPA). Con esta plataforma se consigue una nueva forma de obtención de datos electromagnéticos –en este caso hablamos de SIGINT–, ampliando

TM-12 Aviocar / ELINT / ECM - CIA

P3 Orion

y reforzando capacidades existentes y dando a la guerra electrónica en el EA un empujón definitivo hacia su madurez operativa.

La posibilidad de obtener información, analizarla y difundirla en tiempo real es una mejora sustancial que, gracias a la empresa española INDRA, se consigue al equipar el Boeing con material de última tecnología, entre la que destacaba su data link dedicado, algo totalmente novedoso en aquellos tiempos.

A partir del año 1998, el CIA viviría los momentos más operativos desde su creación, ya que contaba con el personal analista y las tripulaciones de vuelo necesarias para mantener las cinco plataformas aéreas operativas en vuelo (dos TM-12 Aviocar, dos TM-11 Falcon 20 y un TM-17 Boeing 707 SCAPA).

En noviembre de 2004 se crea el 47 Grupo Mixto de Fuerzas Aéreas, para llevar a cabo las misiones que realizaba el CIA exclusivamente en el nivel táctico y las de transporte aéreo, reabastecimiento en vuelo y calibración de radio ayudas realizadas por el 45 Grupo de Fuerzas Aéreas.

La baja en el inventario del Ejército del Aire de los sistemas de armas inicialmente asignados a esta unidad (B-707 y Falcon 20) supuso una reducción significativa del número de misiones asignadas. Unido a las nuevas capacidades de obtención, proporcionadas a través del Centro de Sistemas Aeroespaciales de Observación (CESAEROB) y del sistema NR.05 Predator B, demandaban adoptar cambios organizativos en el 47 Grupo Mixto, dirigidos a optimizar el ciclo de inteligencia y del apoyo al *targeting* conjunto en el nivel táctico.

Finalmente y producto de una de las reorganizaciones realizadas en el EA, se crea el Centro de Inteligencia y Targeting Aeroespacial (CINTAER) como unidad aérea independiente y la supresión del 47 Grupo Mixto de Fuerzas Aéreas.

El CINTAER es la unidad heredera de aquella 408 Escuadrilla de Fuerzas Aéreas que tiene por delante una hoja de ruta llena de posibilidades para mejorar el ciclo de inteligencia, en beneficio del MACOM y de aquellos organismos que soliciten sus servicios. Cuenta con un personal joven lleno de ilusión y ganas por afrontar nuevas responsabilidades, sin miedo al cambio, aunando esfuerzos como integrante de la comunidad de inteligencia militar.

Al igual que hemos citado un poco de pasada al sistema de defensa aérea y sus posibilidades de enfrentarse con medios aéreos que perturban hasta cierto punto sus radares y comunicaciones, el EA equipó a otras aeronaves con equipos de perturbación y recogida de datos, es decir, COMJAM y ELINT y así han venido trabajando a lo largo del tiempo realizando un tipo de misión que complementaba a la de los aviones del CIA. Entre las unidades del Ejército del Aire que realizaban misiones de guerra electrónica y que, en cierto modo, dependían funcionalmente del CIA, se encontraban:

- La Sección de EW (SEGEL) del Ala 14 en la base aérea de Albacete con sus misiones de reconocimiento electromagnético (ELINT) y de contramedidas electromagnéticas (ECM) en la plataforma aérea Mirage F-1.
- Sección de EW (SEGEL) del Ala 11 en la base aérea de Morón de la Frontera, Sevilla, con misiones de reconocimiento electromagnético con los equipos ELINT de la plataforma aérea P-3 Orión.
- Escuadrón de Apoyo Operativo a la EW (ESAOGEL) ubicado en el Centro Logístico de Armamento y Experimentación (CLAEX) en la base aérea de Torrejón de Ardoz (Madrid) con la misión de asesoramiento técnico en el desarrollo y carga de las librerías de amenazas y supervisión técnica en el uso de sensores y alertadores de amenazas. ■

NOTAS

[1] Esta capacidad viene denominándose escort jamming o capacidad de efectuar sus misiones EW al tiempo que se acompaña o escolta una COMAO, de ahí el nombre.

[2] La guerra electrónica (EW) en el Ejército del Aire: 40 años despejando la niebla. RAA/octubre 2022.

Capacidad militar y definición de programas conjuntos

Miguel Castro de la Hoz
Coronel del Ejército del Tierra (retiro)

Se define capacidad militar como un conjunto de sistemas que, operados bajo unos principios y procedimientos doctrinales establecidos, permiten obtener determinados efectos mediante su empleo en operaciones para cumplir con las misiones asignadas. Cuando estos efectos tienen consecuencias en varios entornos operacionales, dicha capacidad se denomina capacidad conjunta.

El proceso por el que se fijan las capacidades de las FAS culmina con un documento que se denomina objetivo de capacidades militares. Corresponde al Estado Mayor de la Defensa su elaboración y su validación por el JEMAD. En él se recogen las necesidades militares para cumplir las misiones encomendadas a las Fuerzas Armadas en los periodos de planeamiento que se determinen, tanto a corto como medio y largo plazo.

De todas las capacidades militares, la capacidad de EW (guerra electrónica) conjunta a nivel estratégico ha sido objeto de discusión por su diferente interpretación doctrinal en los ejércitos, entrando en ciertas situaciones en conflicto con la inteligencia de señales (SIGINT). La principal diferencia estriba en la banda del espectro electromagnético (EME) en el que se mueve cada Ejército/Armada. Tradicionalmente, el ET utilizaba más las bandas bajas, de HF, siendo la Armada más similar al EA en empleo y doctrina de utilización. Posteriormente, al ir actualizando equipos, han ido subiendo en las bandas a VHF y UHF, de manera que en la actualidad no hay tantas diferencias técnicas como antes.

Básicamente, las diferencias se basan en el grado y rapidez de la respuesta y en su empleo (por ejemplo en la capacidad para el análisis de las señales). Recordemos que sólo el Ejército del Aire y del Espacio es capaz de alcanzar simultáneamente objetivos estratégicos, operacionales y tácticos. Como norma general, en los ámbito operacional y táctico se utilizan estos medios EW, mientras que en el escenario estratégico se podrá complementar mediante capacidades SIGINT, a fin de obtener una información e inteligencia más precisa que proporcionen una imagen más clara y que permita tomar la mejor de las decisiones posibles.

Como ejemplo de lo anterior es el programa conjunto de EW Santiago orientado a sistemas SIGINT y el programa GESTA-DUBHE cuya finalidad es la EW. Ambos programas comparten gran parte de los medios técnicos pero su empleo difiere, sobre todo, en lo tocante a productos, aunque se complementan en lo tocante a medios.

Los programas conjuntos buscan aglutinar, en un mismo programa y bajo la misma metodología, el proceso de implantación de la capacidad militar en los dos ejércitos y la Armada para cumplir los requisitos de estado mayor permitiendo, además:

• Optimizar las labores de sostenimiento durante el ciclo de vida, incluyendo las de formación y mediante la unificación de aquellas actividades que permitan optimizar los recursos mediante programa de obtención, modernización o bien programas de sostenimiento.

• Asegurar el mantenimiento de la configuración del sistema y el estado de sus bases de datos.

• Desarrollar programas tecnológicos para verificar la existencia de una solución que cumpla los requisitos operativos.

• Generar tejido industrial mediante programas de I+D+i para alcanzar en ciertas tecnologías declaradas estratégicas y la autonomía y dominio correspondiente.

• Mejorar las capacidades industriales de la industria de defensa en este ámbito.

• Aprovechar los desarrollos del programa para otros medios de carácter específico de un ejército.

PROGRAMAS CONJUNTOS DE EW

Se considera entorno electromagnético la totalidad de los fenómenos electromagnéticos que ocurren en un determinado lugar. Estos fenómenos están englobados dentro del espectro electromagnético (EME), en su respectiva banda de trabajo y restringidos geográficamente en un entorno dado.

En el combate moderno se considera el entorno electromagnético como una más de las dimensiones del campo de batalla, donde además de la EW y la SIGINT operan la ciberdefensa y la guerra de navegación (NAVWAR) y es transversal a los dominios actuales del campo de batalla (terrestre, naval, aéreo, espacial y ciber), en los que la demanda de capacidades para operar en el espectro electromagnético es cada vez mayor.

El espectro electromagnético es un recurso escaso normalmente saturado, compartido con los usos civiles y cuyo dominio se disputa con el adversario, que es el objetivo último de toda la EW.

La finalidad de los programas conjuntos de EW es proporcionar a las Fuerzas Armadas los medios necesarios para mejorar las capacidades de inteligencia de señales (SIGINT) a nivel estratégico de los ejércitos y la Armada, asegurar su interoperabilidad y, junto otros medios de EW específicos, proporcionar a la fuerza conjunta la información necesaria para:

• Proporcionar inteligencia de señales el orden de batalla electrónico OBE.

• Apoyar a las operaciones mediante la generación de librerías de EW.

• Contribuir a la protección de la fuerza.

P-3 Orion junto a dos Eurofighter

Las bombas de grafito son un arma clásica de la guerra electrónica que se utiliza desde la II Guerra Mundial y sirven para atacar redes eléctricas sin provocar la destrución de los equipos

• Servir como sensor de alerta.

En España el comienzo de los programas de EW de carácter conjunto se dio con la aprobación en 1987 del Plan Conjunto de EW que contemplaba la creación del Centro Conjunto de Inteligencia y EW (CCEWI) en el EMAD, el establecimiento del programa Calatrava para EW en 1990 y posteriormente el programa conjunto de EW Santiago. Este plan conjunto comenzó sus actividades a partir de 1988 con los estudios previos y los documentos de Estado Mayor en la División de Telecomunicaciones del Estado Mayor Conjunto, que culminaron en 1992 con la creación del programa conjunto de EW Santiago.

Sobre este centro, encuadrado actualmente en el Centro de Inteligencia de las FAS (CIFAS), pivota toda la actividad de inteligencia de señales y de EW conjunta de carácter estratégico, siendo uno de los principales contribuyentes del Sistema de Inteligencia de las FAS (SIFAS).

En el año 2000 y aprovechando los desarrollos en el ámbito del programa Santiago, se inició en el ámbito de la DGAM el programa GESTA-DUBHE para modernizar los medios de EW tácticos del Ejército de Tierra y de Infantería de Marina.

En 2007 el programa Calatrava se integró en el programa conjunto Santiago y continua así en la actualidad.

PROGRAMA CONJUNTO DE EW-SANTIAGO

La finalidad del sistema conjunto de EW Santiago es la captación de emisiones electromagnéticas y de imágenes en las zonas definidas como de interés estratégico para la seguridad nacional.

El sistema está organizado en diferentes subsistemas orientados a su empleo por los distintos ejércitos en base a la misión ordenada por el CIFAS. Para facilitar la coordinación con los ejércitos, en 1992 se aprobó por el JEMAD la creación del programa conjunto de EW Santiago, organizándose éste en base a un conjunto de subprogramas encuadrados dentro de cada órgano logístico correspondiente, coordinados y dirigidos por el JEMAD a través de su Estado Mayor. Cada subprograma se organizaba, además, en función de las plataformas y los servicios que fueran a operarlas:

• Subsistema de captación de señales terrestres (SCATER).

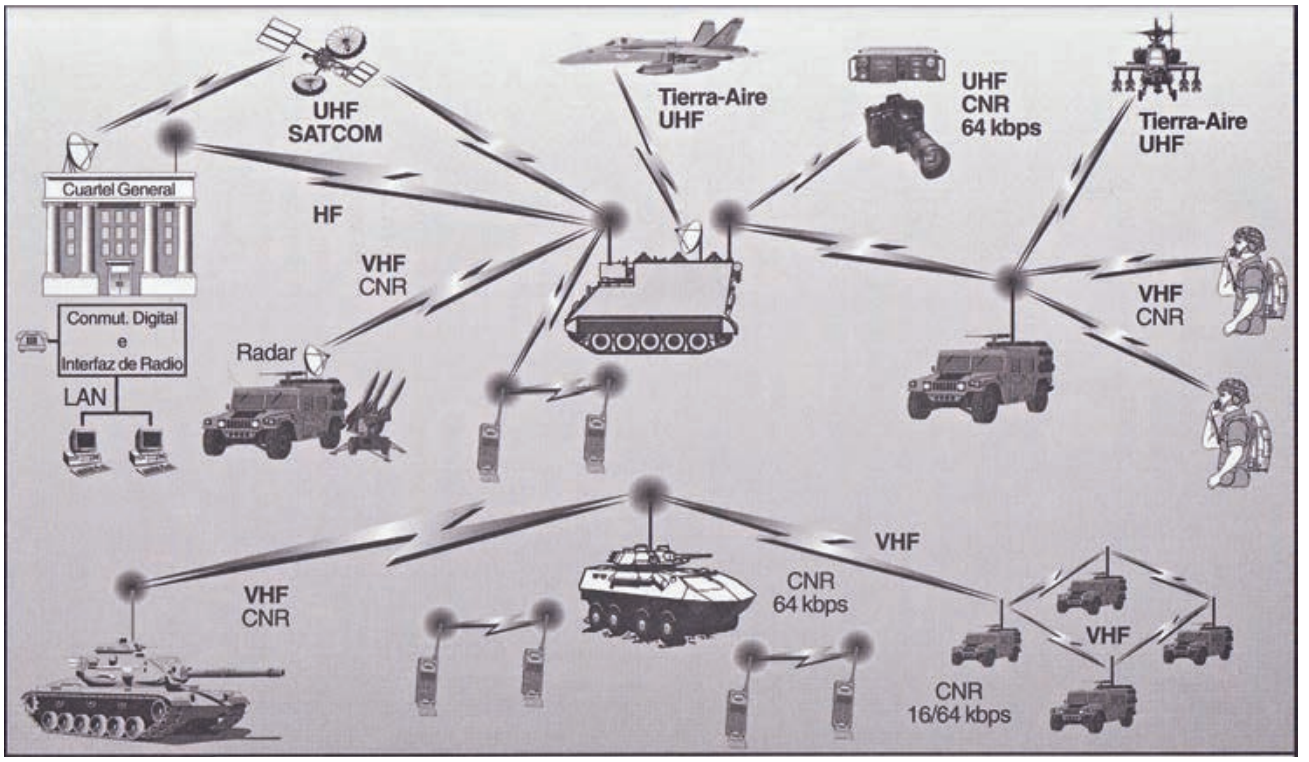
• Subsistema de captación sobre plataforma aérea (SCAPA).

• Subsistema de captación sobre plataforma naval (SCAN).

• Subsistema electroóptico (OPTINT).

• Subsistema de captación HF (SCAHF).

• Subsistema de integración/evaluación global (SIGLO).



Campo de batalla digital

El despliegue abarcaba prácticamente el territorio peninsular, Baleares y Canarias y debía adquirir todos los medios para la implantación del sistema conjunto de EW Santiago. Las áreas tecnológicas que desarrollaba el programa eran:

- Plataformas terrestres, navales y aéreas.
- Sistemas de COMINT, ELINT y OPTINT, redes informáticas con bases de datos, sistemas de información geográfica y aplicaciones de fusión y análisis de datos.
- Infraestructuras, plantas de energía, sistemas de telecomunicaciones cifradas y sistemas de aeguridad.
- Programas de I+D+i.
- Ciclo de vida con las actividades de sostenimiento y calibración.
- Formación y adiestramiento.

El programa comenzó su andadura en 1992 con la directiva de creación y la contratación del primer subsistema, el subsistema de captación sobre plataforma aérea (SCAPA) en 1991 sobre una plataforma Boeing 707. A partir de esa fecha y sucesivamente se fueron ejecutando los distintos sistemas hasta 2014.

La información recabada por los distintos sistemas llega al CCEWI y desde allí el CIFAS, que junto con productos de inteligencia de ámbitos específicos, produce la inteligencia necesaria para los diferentes usuarios del sistema.

La complejidad y los retos de la ejecución del programa desde su implantación fue abordar un programa que afectaba a los tres ejércitos y al CIFAS, con importantes retos desde los puntos de vista técnico, de gestión, de contratación, de relación con la industria y con los respectivos cuarteles generales, y todo manteniendo el elevado grado de clasificación de seguridad exigido.

El programa Santiago se puede considerar un caso de éxito pues gracias a él se han desarrollado diferentes sistemas que actualmente siguen en servicio y gran parte de sus subsistemas

Además, para alcanzar el concepto de sistema conjunto, hubo que redactar conceptos de operación y de sostenimiento y procedimientos para unificar y compartir los modos de operación de los distintos ejércitos y de ciertos niveles de sostenimiento. Debido a la tecnología del momento (hay que recordar que el programa comienza en 1992 con la parte aérea), el 70 % de los sistemas eran desarrollos de *hardware* y el 30 % desarrollos de *software*.

El programa Santiago se puede considerar un caso de éxito pues gracias a él se han desarrollado diferentes sistemas que actualmente siguen en serviciob y gran parte de sus subsistemas, todo ello sin olvidar que han pasado 30 años desde su implantación. Los costes de ejecución han estado por debajo de las estimaciones y, teniendo

Silent Hunter. Sirve para inutilizar drones

en cuenta que durante su ejecución se han ampliado las capacidades iniciales exigidas al sistema conjunto, se abordó el sostenimiento de los sistemas de forma unificada, de modo que puede afirmarse que este programa constituyó un éxito de planificación.

FUTURO DE LOS PROGRAMAS CONJUNTOS DE EW

Con la creación de la fuerza conjunta dependiente del JEMAD, el incremento de misiones internacionales donde participa esta fuerza bajo responsabilidad del Mando de Operaciones (MOPS) y la creación de nuevos mandos componentes para las misiones nacionales y dependientes del EMAD, hace que prácticamente todas las operaciones militares sean conjuntas. El salto tecnológico producido estos años, que abarca desde las telecomunicaciones y sistemas de información a la navegación, los data links de amplio espectro, los sensores multiespectro, etc., hace que las capacidades se incrementen en varios órdenes de magnitud. Asimismo, el incremento sustancial del empleo de medios autónomos (sistemas no tripulados, inicialmente aéreos pero también navales y terrestres, etc.) y la aparición de nuevos dominios como son el espacio, el ciberespacio y el cognitivo que se añaden a los tradicionales (tierra, mar y aire).

El desarrollo de Internet y de la telefonía móvil, así como el internet de las cosas (IoT), que en un futuro cercano impactará de forma significativa en la vida de los ciudadanos, y su uso en guerras hibridas hace que el entorno electromagnético donde operan los sistemas esté saturado.

En este escenario, las operaciones electromagnéticas en las que la integración de la SIGINT, la EW, la ciberdefensa, la guerra de navegación (NAV WAR) y la gestión del EME en el campo de batalla va a sufrir un incremento sustancial dentro de las operaciones militares. Todos los sistemas tienen un ciclo de vida y el sistema Santiago también. Los cambios en los conceptos de las operaciones militares y la revolución tecnológica de estos últimos años obliga a una continua actualización y reevaluación de los requisitos del sistema y de sus medios.

Las operaciones electromagnéticas (EMO) son un factor transversal de las operaciones militares y los nuevos retos de la EW, derivados de los avances tecnológicos, obligan a reorganizar y ampliar los cometidos de los sistemas conjuntos de EW y de inteligencia de señales modernizando medios, capacidades, despliegues y TTP[1].

Equipos de guerra electrónica del P-3 Orión del EA

En estos escenarios, el papel de la EW va a crecer de forma importante y en el campo estratégico; allí donde operan los sistemas conjuntos su importancia va a resultar crítica. El campo de batalla se expande y obliga a ampliar las acciones de SIGINT a los campos de ACINT y MASINT[2], preferentemente mediante el empleo de plataformas no tripuladas RPAS y sistemas satelitales con capacidad SIGINT. La tendencia de las operaciones multidominio también afecta a las operaciones de SIGINT/EW, haciendo perentoria la incorporación a todos los mandos componentes de la EWCC (célula de coordinación de EW), el SEWOC (SIGINT and Electronic Warfare Operations Centre) a niveles tácticos y operacionales y COEM (Centro de Operaciones Electromagnéticas) en escalones superiores.

Como en el resto de la sociedad, muchas tecnologías de uso civil han tomado la iniciativa sobre los desarrollos militares, habiendo reducido los costes y extendiendo su uso a otros campos. Actualmente se considera que los sistemas tienen un 70 % de desarrollos *software* y un 30 % de *hardware*. Esta situación contemplará una auténtica revolución con la introducción en operaciones militares de la inteligencia artificial (IA) que optimizará recursos, analizará en segundos montañas de datos que las mentes humanas no son capaces de abarcar y ofrecerán soluciones rápidas y eficaces para casi cualquier escenario y situación, tanto táctica como operacional o estratégica. La rapidez y extensión de estos avances obligan a una constante actualización de los sistemas y las estructuras.

Otro factor a tener en cuenta es el desarrollo tecnológico de estos últimos años, que ha llevado al mercado civil tecnologías que estaban restringidas al uso militar. Ahora existen empresas privadas con sistemas de telecomunicaciones y observación espacial comparables a sistemas militares. Google Maps, sin ir más lejos, ofrece una capacidad de observación terrestre con un detalle y una actualización desde un sistema satelital que hace pocos años era impensable. El desarrollo de la tecnología SDR[3] ha puesto a disposición de cualquier agente, nacional o no, sistemas de comunicaciones muy potentes a bajo coste, difíciles de interceptar y localizar y con una potencia de encriptación altamente eficaz.

El empleo de la inteligencia artificial, el big data, el cloud computer, la extensión del 5G y del IoT (internet de las cosas) están cristalizando en el desarrollo de un nuevo concepto, denominado nube de combate o combat cloud. Este concepto consiste en una conectividad de nodos, una elaboración basada en puntos de un entorno de nube, esto es, un campo de batalla colaborativo, más eficiente, digitalizado, seguro y ciber-resiliente que abarca los dominios de tierra, mar y aeroespacial. Este escenario va a reformular el empleo de la EW y de la SIGINT e incluir las diferentes IA como otro actor más que habrá de ser tenido en cuenta en el proceso de obtención de información. En un futuro a más largo plazo, la aparición de la computación cuántica resultará otro actor clave en el avance tecnológico, orientado preferentemente –pero no únicamente– a la protección de las telecomunicaciones (criptografía cuántica) así como al incremento de la capacidad de proceso para su desencriptado de las señales y posterior descifrado de la información.

Por todo lo anterior, en un futuro la lucha por el control del espectro electromagnético va a tomar un papel fundamental en las nuevas operaciones multidominio y los sistemas de EW conjuntos y de SIGINT van a ser pilares fundamentales. ■

NOTAS

[1]Técnicas, tácticas y procedimientos.

[2]Acoustic Intelligence y Measurement and Signature Intelligence, respectivamente.La primera hace referencia a la identificación de buques de superficie y submarinos por medio de las firmas acústicas que producen al desplazarse por el medio marítimo; y la segunda, detecta, sigue, identifica o describe las características distintivas (firmas o signatures) de blancos fijos o móviles.

[3]*Software Driven Radio*, un tipo de radio en el que los componentes que tradicionalmente estaban implantados en *hardware* analógico (por ejemplo, mezcladores, filtros, amplificadores, moduladores/demoduladores, detectores, etc.) son en su lugar implementados por medio de *software* en un ordenador personal o en un sistema integrado, ganando en agilidad, potencia y flexibilidad y cambiando el panorama de COMINT completamente.

Evolución en las metodologías utilizadas en el CECAF para la detección de obstáculos aeronáuticos

Agustín Martín Paniagua
Comandante del Ejército del Aire y del Espacio

Hoy en día, el disponer de datos precisos y de calidad, como pudieran ser los modelos digitales del terreno o los obstáculos aeronáuticos, son una necesidad al encontrarse el espacio aéreo cada vez más transitado, y por tanto su gestión y su seguridad, una tarea cada vez más complicada. El Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire y del Espacio (CECAF) es el responsable de proporcionar esos datos aeronáuticos de las instalaciones del Ministerio de Defensa, que posteriormente son publicados en AIP España (Aeronautical Information Publication). En este artículo, se tratará la importancia de los obstáculos aeronáuticos y la complejidad de su captura y gestión, exponiéndose diferentes metodologías, actuales y futuras, para la determinación de los mismos.

En los últimos años se están produciendo numerosos cambios tecnológicos y se están desarrollando nuevos conceptos operacionales, que llama a organismos internacionales y nacionales, recomendar una captura masiva de datos que, hasta hace pocos años, no era asumible debido al coste económico y al tiempo requerido. Por ejemplo, la captura de obstáculos para las superficies limitadoras de obstáculos con equipos topográficos puede suponer varios meses de trabajo desplazados a la zona.

Con gran esfuerzo, el centro ha regresado a la senda del desarrollo tecnológico, que le permite una mayor capacidad en la obtención de datos y productos geoespaciales: actualizados, de gran precisión y de forma casi automatizada. Todo ello, cumpliendo con los estándares internacionales y con la calidad del dato.

Otro factor destacable es la multiplicidad de usos de estos datos, destacando los siguientes:

– Publicación de obstáculos en el AIP España, producción de cartas y evaluación del diseño de procedimientos instrumentales.

– Incorporación en las bases de datos de a bordo y en los sistemas de planeamiento de vuelo de diferentes sistemas de armas (A400M para vuelos a baja cota).

– Implementación en los simuladores, para el análisis de las limitaciones de las aeronaves y para apoyar el desarrollo de nuevos conceptos operacionales.

– Estudio de las vulneraciones en las servidumbres aeronáuticas y demás superficies limitadoras, estudio de restricciones de altura y propuesta de eliminación de obstáculos.

– Proporcionar información geoespacial para labores de inteligencia.

OBSTÁCULOS AERONÁUTICOS Y ÁREAS DE ESTUDIO

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), en su Anexo 4 de cartas aeronáuticas, define obstáculo de la siguiente forma:

«Todo objeto fijo (ya sea temporal o permanente) o móvil, o partes del mismo, que:

a) esté situado en un área destinada al movimiento de las aeronaves en la superficie;

b) sobresalga de una superficie definida destinada a proteger a las aeronaves en vuelo;

c) esté fuera de las superficies definidas y se haya considerado como un peligro para la navegación aérea».

Pues bien, en el AIP se encuentran publicados los obstáculos de cada uno de los aeropuertos, concretamente en el item10: obstáculos de aeródromo.

Ilustración: Santiago Ibarreta

Datos electrónicos sobre el terreno y obstáculos

En este entorno de continua evolución y debido principalmente a la presión demográfica, se hace indispensable mantener una continua vigilancia de los obstáculos que se encuentran en los alrededores de los aeropuertos y, especialmente, en las trayectorias de aproximación y despegue. Por esta razón, OACI adoptó en 2004 una enmienda al Anexo 15 que incluía directrices para que, con la participación de todos los estados de la organización, se pudiera disponer de una base de datos electrónica del terreno y de obstáculos. Esta base de datos se denomina por su nombre en inglés Electronic Terrain and Obstacle Data (eTOD).

Estos obstáculos aeronáuticos se han de recopilar en cuatro áreas de cobertura alrededor de cualquier aeropuerto. Estas áreas van desde el Área 1 que engloba todo el territorio del Estado, hasta el Área 4 que viene a ser 120x900 m. De igual forma, tanto el tipo de obstáculos como la exactitud en posición y altura del mismo, varía dependiendo del área a estudiar.

Como se puede deducir, el trabajo y el volumen de datos obtenido por cada aeropuerto es bastante grande, y la tarea de recopilación es dilatada en tiempo y muy costosa económicamente. Por ello OACI nunca obliga a la realización de las tareas; únicamente hace recomendaciones.

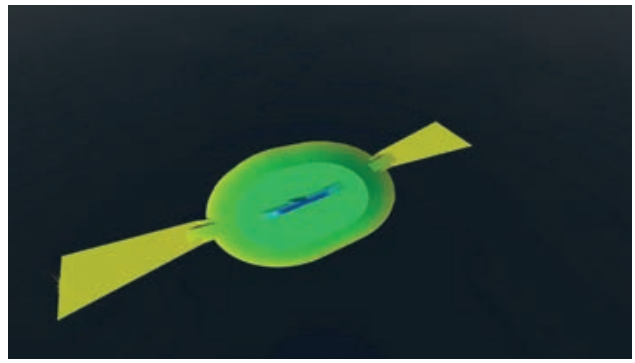
Servidumbres aeronáuticas

El considerable crecimiento urbanístico producido en los últimos tiempos ha conllevado un acercamiento entre las ciudades y los aeropuertos. Este hecho da lugar a conflictos de intereses en las zonas de influencia de los aeródromos.

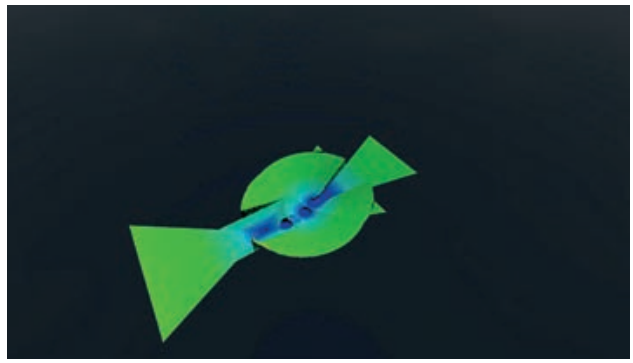
Las servidumbres aeronáuticas son el instrumento jurídico creado para limitar legalmente los derechos de uso sobre los terrenos adyacentes a un aeropuerto, mediante una serie de restricciones sobre los terrenos ubicados alrededor de los campos de vuelo, para evitar la colocación de elementos que pudieran constituir obstáculos, como: edificaciones, antenas de comunicaciones, aerogeneradores, etc.

El marco legal en materia de navegación aérea viene establecido por diversas normas, entre las que destacan la Ley 48/1960 de navegación aérea, la Ley 21/2003 de seguridad aérea y el Decreto 584/1972 de servidumbres aeronáuticas. Dicha jurisprudencia es la que permite al Estado, mediante el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) o el Ministerio de Defensa (MDEF) publicar un Real Decreto con el establecimiento de las servidumbres aeronáuticas de cada aeropuerto.

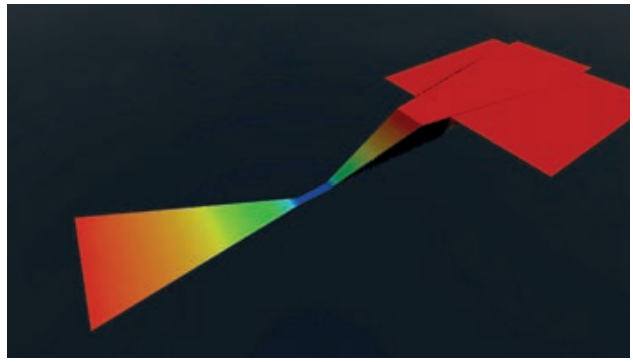
El Decreto 584/1972 define tres tipos: servidumbres de aeródromo, servidumbres de instalaciones radioeléctricas y servidumbres de operación de aeronaves.



Servidumbres de aeródromo



Servidumbres radioeléctricas



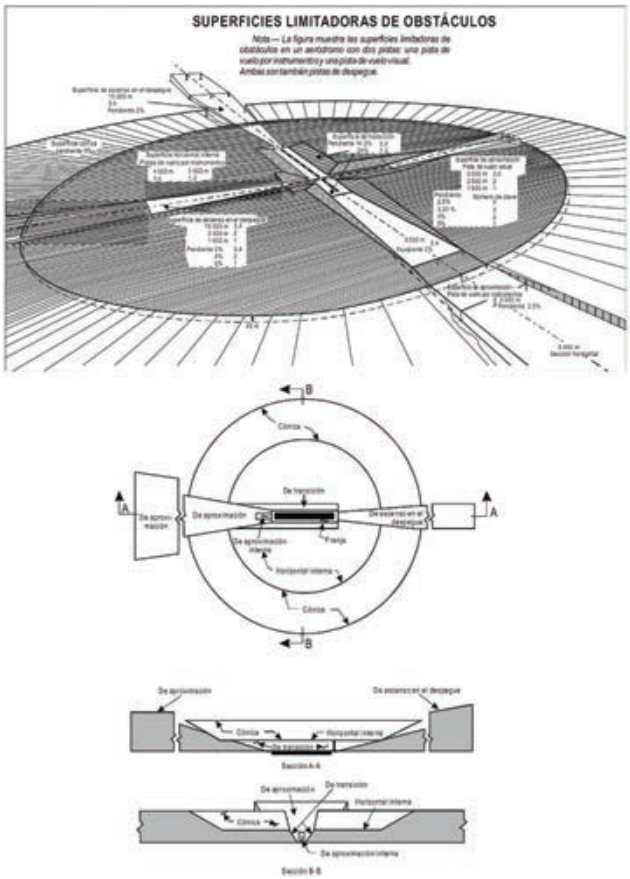
Servidumbres de operación

Estas servidumbres establecen una serie de áreas bien definidas sobre el terreno en las que, una vez determinadas, se puede restringir la creación de nuevos obstáculos, eliminar los existentes o señalizarlos.

Cabe mencionar, que con la proliferación de los parques eólicos en los últimos años, se tuvo que realizar una modificación del Decreto 584/1972, para poder proteger las radioayudas y el entorno del aeropuerto de los aerogeneradores.

Superficies limitadoras de obstáculos

De la misma manera que el Estado español protege los aeropuertos mediante las Servidumbres, OACI define una serie de superficies alrededor de los aeropuertos que garantizarían que las aeronaves puedan despegar o aterrizar con seguridad.



Superficies limitadoras de obstáculos

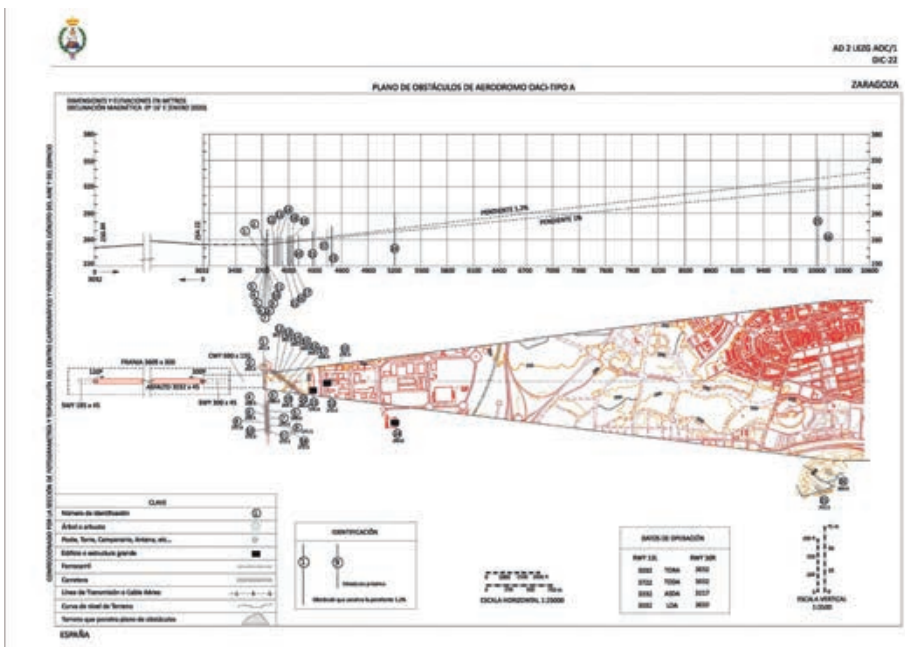
Si se estudia en detalle estas superficies y se comparan con las superficies de las servidumbres de aeródromo, se puede constatar que son muy similares.

Es por ello que el Estado español lleva varios años estudiando con diferentes grupos de trabajo compuestos por miembros de todas las organizaciones implicadas, tanto del MDEF como del MITMA, una posible modificación del Decreto 584/1972, teniendo en cuenta estas superficies limitadoras de obstáculos en su nueva redacción.

Plano de obstáculos de aeródromo

Estos planos son de obligada publicación en AIP cuando el aeródromo cuenta con sistemas de aproximación por instrumentos.

Su finalidad es proporcionar los datos necesarios para analizar y cumplir con las limitaciones de utilización de un aeródromo y de la operación de la aeronave, asegurando que en cada vuelo con plena carga, la aeronave pueda desarrollar la actuación mínima convenida, es decir, que en caso de fallo de un motor durante el despegue, el avión pueda, o bien interrumpir el despegue y parar dentro del área prevista para tales emergencias, o bien iniciar el vuelo antes de llegar al extremo de la pista y, a continuación, ascender hasta una altura especificada franqueando con un margen suficiente todos los obstáculos que se encuentren en el área de la trayectoria de vuelo y aumentando dicho margen a medida que se aleja del aeródromo. Esto puede dar como resultado la introducción de restricciones tan importantes como limitar las distancias disponibles para el despegue y aterrizaje.



Plano de obstáculos de aeródromo

POLÍTICA NACIONAL DE DATOS ELECTRÓNICOS SOBRE EL TERRENO Y OBSTÁCULOS PARA LA AVIACIÓN CIVIL

En el 2017, se creó un grupo de trabajo con miembros de múltiples organismos del Estado para realizar el documento «Política Nacional de datos electrónicos sobre el terreno y obstáculos para la aviación civil».

Dicho grupo de trabajo redactó un documento en el cual el Estado pudo determinar el ámbito de aplicación, la determinación del conjunto de datos sobre el terreno y obstáculos que se iba a implementar, sus especificaciones y requisitos, las organizaciones que iban a estar involucradas, un plan de implantación, su financiación y la regulación afectada por dicho documento.

De esta forma, el Estado obliga a todos los actores a proporcionar los datos que se especifican en el mencionado documento. En él se establecieron los obstáculos que se publicarían en el Item 10 del AIP: obstáculos situados en el Área 2a, Área 3, Área 4, en la superficie del plano de obstáculos de aeródromo y las penetraciones de las superficies limitadoras de obstáculos.

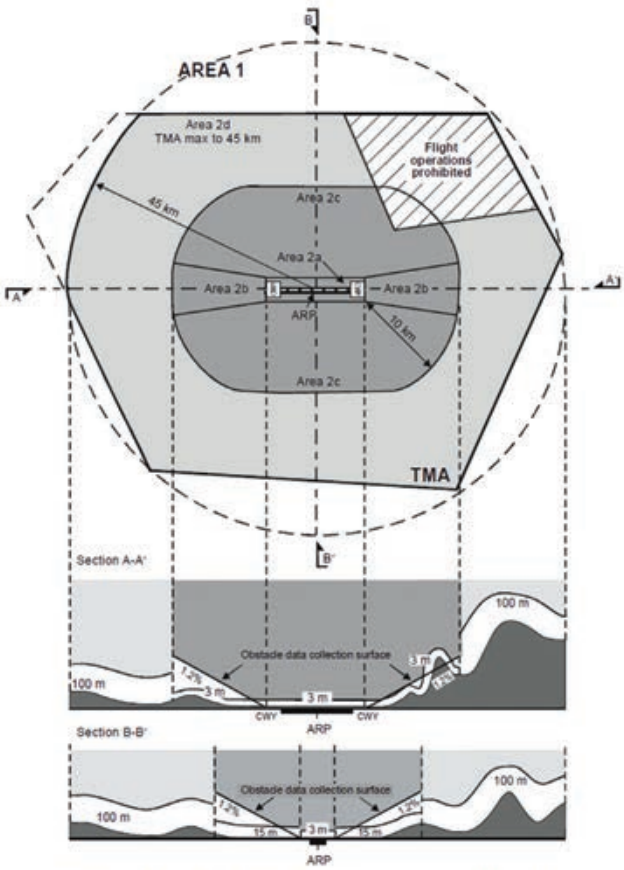


Figure AS-2. Obstacle data collection surfaces — Area 1 and Area 2

Área 2a del eTOD

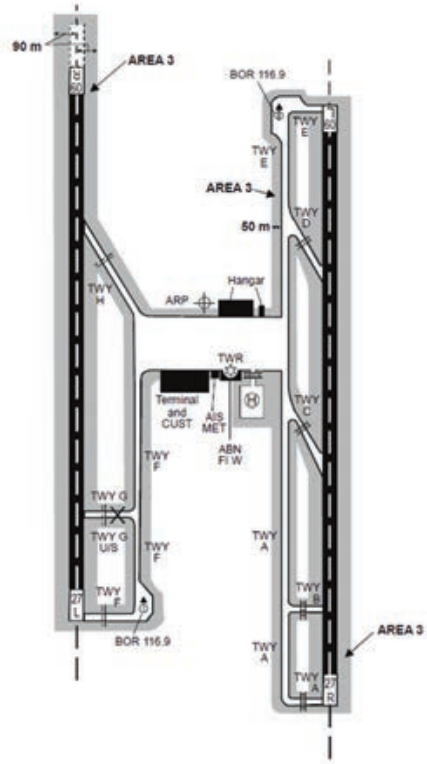


Figure AS-3. Terrain and obstacle data collection surface — Area 3

Área 3 del eTOD

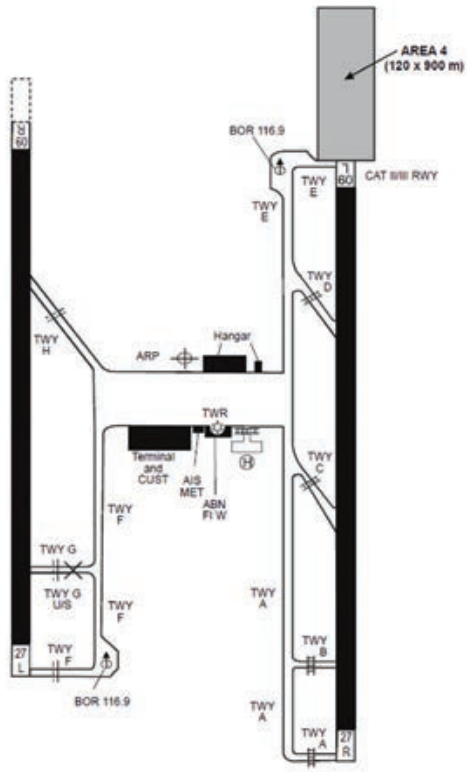
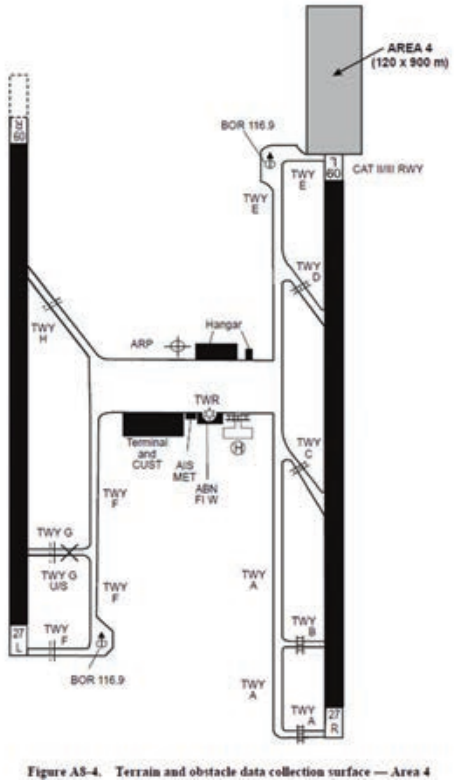


Figure AS-4. Terrain and obstacle data collection surface — Area 4

Área 4 del eTOD



Área 4 del eTOD

PRODUCTOS GEOESPACIALES

Llegados a este punto y una vez conocida la necesidad y las áreas de estudio, se ha de proceder a la obtención de los datos (obstáculos aeronáuticos que penetren en las superficies y áreas comentadas anteriormente).

Para ello, el CECAF se plantea una ejecución en dos fases. La primera será la obtención de los diferentes productos geoespaciales, y la segunda es la explotación de esos mismos productos para la generación de una base de datos de obstáculos aeronáuticos.

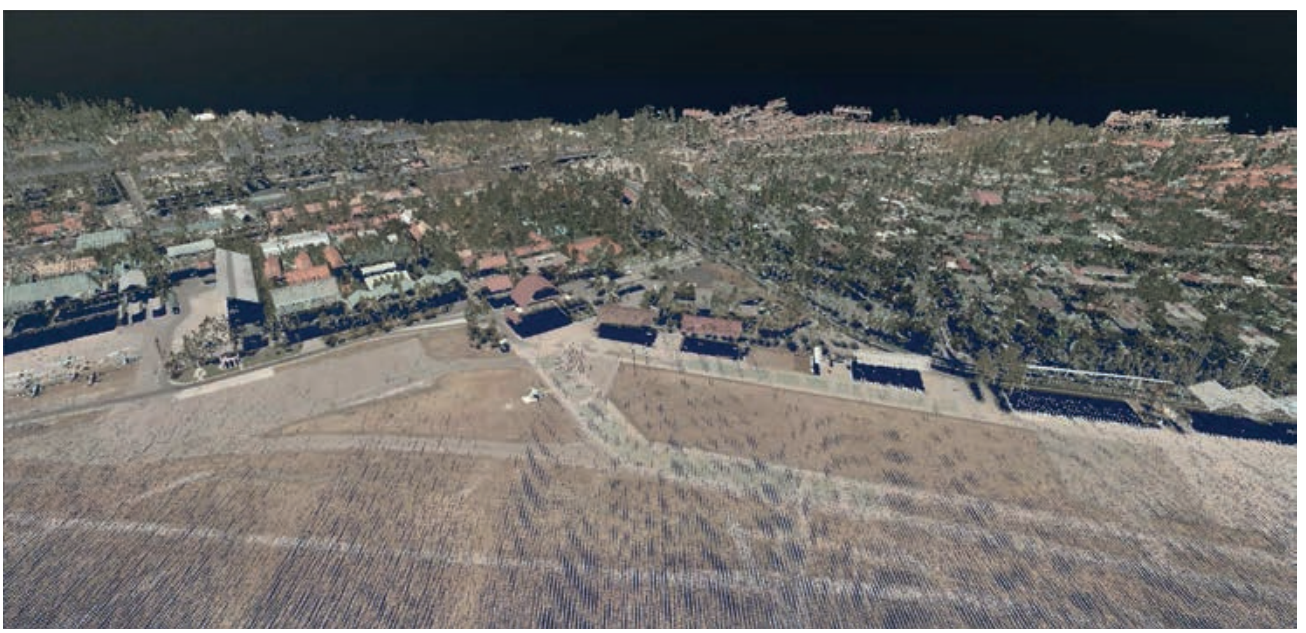
Diferentes productos geoespaciales utilizados:

a) Nube de puntos (3D): este producto se puede obtener mediante dos tecnologías. Utilizando un vuelo fotogramétrico, mediante la búsqueda de intersecciones usando algoritmos de correlación de imágenes, que posteriormente generan modelos digitales de superficies (MDS) de la resolución del píxel. También se pueden obtener mediante tecnología láser, ya sea montado en un avión, en un RPA o en una estación total robótica.

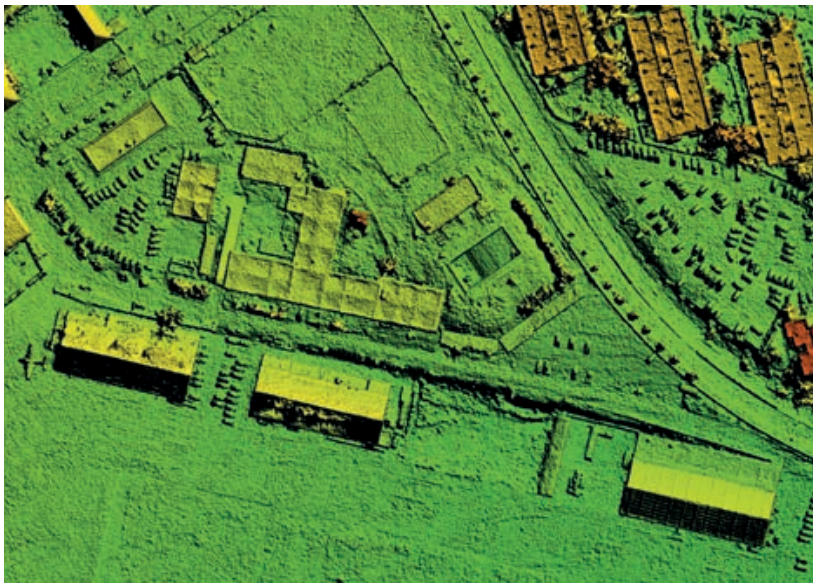
b) Modelo Digital de Superficie (MDS): producto geoespacial que constituye una forma de representar la superficie terrestre y los elementos u objetos presentes en el mismo, utilizando un atributo que es la altura respecto al nivel medio del mar.

c) Modelo Digital del Terreno (MDT): producto geoespacial que constituye una forma de representar la superficie terrestre, utilizando un atributo que es la altura respecto al nivel medio del mar.

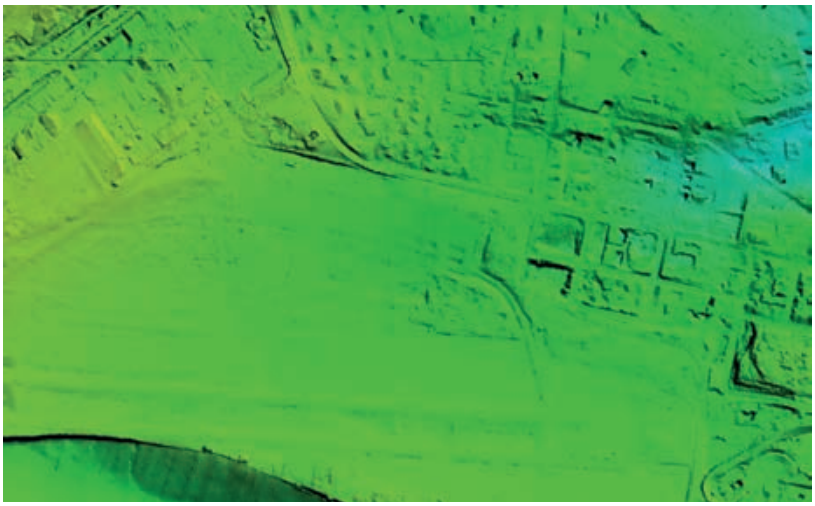
d) Ortofotografía real: es un documento fotográfico que permite aprovechar el contenido informativo que posee una fotografía aérea, pero al estar corregida de deformaciones, de la inclinación de la toma y del desplazamiento radial de los puntos elevados sobre el terreno (antenas, edificios,…) se puede realizar medidas en la imagen como si de un mapa se tratase.



Nube de puntos (3D)



Modelo digital de superficie (MDS)



Modelo digital del terreno (MDT)

Modelo de visualización en 3D (MDS + ortofotografía «real»)

METODOLOGÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DE OBSTÁCULOS

Levantamientos topográficos

Un levantamiento no es otra cosa que determinar las coordenadas geoespaciales que establecen de manera unívoca un objeto que se considera un obstáculo aeronáutico. Posteriormente en gabinete, se comparará con las superficies limitadoras y se determinará si es o no un obstáculo, y en qué cuantía superaría cada una de las superficies.

Tradicionalmente, la búsqueda e identificación de los posibles obstáculos se venía realizando por equipos topográficos trabajando sobre el terreno. Medían aquellos elementos que a juicio del topógrafo podían constituir obstáculos sobresalientes y dejaban muchos otros que, aun pudiendo penetrar las superficies limitadoras, eran aparentemente más bajos.

Un levantamiento topográfico exhaustivo en las áreas que se han visto, se hace prohibitivo por diferentes razones: tiempo invertido, recursos humanos implicados y recursos financieros necesarios.

Para hacernos una idea, la zona completa del levantamiento es de unas 45 000 Ha, aproximadamente un círculo de 12 km de radio alrededor del aeropuerto, que para los cuatro suboficiales que realizan estos trabajos supondría varios meses de trabajo de campo.

Por ello, es el método que se utiliza generalmente para tareas localizadas en áreas pequeñas, y para validación y control de calidad de los datos suministrados mediante otras metodologías (como las que se irán exponiendo).

Vuelos fotogramétricos digitales de gran formato

Cuando se trata de la captura de datos en zonas extensas es más económico utilizar sensores aerotransportados y realizar un vuelo fotogramétrico de la zona de estudio. Siempre se ha considerado la técnica más eficiente en la adquisición de datos de la superficie terrestre. Con la introducción de las cámaras fotogramétricas digitales y de los nuevos algoritmos de correlación automática de imágenes,

Levantamientos topográficos

se ha conseguido la generación de MDS y de MDT con muy pocos errores y de una alta precisión que, junto a la ortofotografia, servirá al operador para identificar visualmente los obstáculos detectados de manera automática.

Esta metodología necesitó de gran inversión inicial, realizada por el CECAF en 2016, pero posteriormente el coste económico, humano y de tiempo por levantamiento es sustancialmente más bajo.

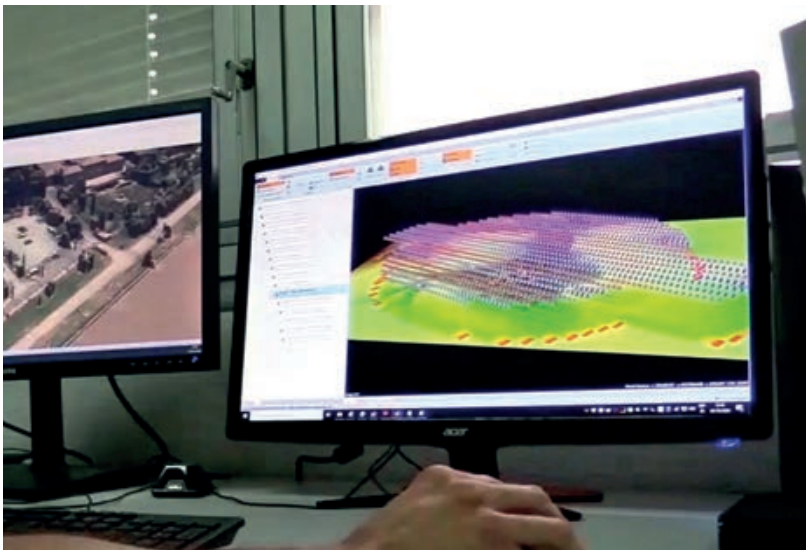
Para hacernos una idea de la capacidad de procesamiento requerida para la realización de estas tareas vamos a exponerlo con un pequeño ejemplo: el vuelo para cubrir todas las áreas de estudio es de unas 45 000 Ha. Si realizamos un vuelo con un tamaño de píxel sobre el terreno de 10 cm, el que actualmente utilizamos para la detección de obstáculos, el MDS de cada Ha contiene un millón de puntos (un punto por píxel). Como vemos, se requiere una capacidad enorme para procesar ese volumen de datos. Afortunadamente, la tecnología avanza a pasos agigantados. Aun así, procesar un vuelo de esas características precisa de más de un mes de cálculo con un servidor con 40 procesadores de última generación.

Restitución fotogramétrica

Mediante la fotogrametría, «medir sobre fotos», podemos obtener la geometría de los objetos fotografiados. Para obtener cartografía se fotografía la superficie terrestre. Pero si además, las fotografías son consecutivas se conocen todos sus parámetros (internos y externos) y tienen un solape (al menos el 60 %); lo que se consigue es tener una visión esteoroscópica de la superficie fotografiada, o dicho de otro modo, información tridimensional (3D) de lo fotografiado en dos dimensiones (2D).

Hasta hace pocos años, el levantamiento topográfico y la restitución fotogramétrica, eran las únicas técnicas

Vuelo fotogramétrico digital (gran formato)



Restitución fotogramétrica

viables para el levantamiento de obstáculos. El operador de restitución detectaba y medía los obstáculos identificables según la escala del vuelo, reduciendo el tiempo de campo y el coste económico, pero no siendo suficiente para mantener una actualización relativamente frecuente, por lo dilatado del proceso.

Hoy en día, la restitución permite al operador resolver dudas en aquellos obstáculos determinados de manera automática y que se tenga cierta incertidumbre; tanto en la determinación que sea o no un obstáculo, como en sus atributos (árbol, antena, edificio,etc).

Datos de vuelos Light Detection and Ranging

Desde hace ya unos años, una nueva herramienta se ha instaurado con fuerza en todos los análisis fotogramétricos como una alternativa más a la cartografía. Se trata del sistema Light Detection and Ranging (LiDAR). El LiDAR es un sensor activo que permite determinar la distancia desde el emisor a un objeto, midiendo el retraso entre el momento de emisión de un pulso láser y la detección de la señal reflejada.

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) comenzó este tipo de vuelos en 2008 y finalizó la primera cobertura de todo el territorio nacional en 2015. Actualmente, se trabaja en una segunda cobertura con datos más precisos y con una mayor densidad.

Esta tecnología puede obtener información con una precisión en la georreferenciación en torno a unos centímetros, y no solo es capaz de obtener la distancia, sino también la intensidad de la señal recibida, el número de eco, etc. En definitiva, puede facilitarnos un conjunto de datos clasificados, mediante algoritmos matemáticos, que permiten generar modelos digitales diferenciando terreno, vegetación, edificaciones, etc.

La gran diferencia existente con la nube de puntos obtenida con la cámara digital es la densidad de dicha nube de puntos. Mientras que con la cámara digital se puede trabajar tranquilamente con 100 ptos/m^2, con el LiDAR, se tiene la primera cobertura con una densidad de 0,5 ptos/m^2; actualizándose la segunda cobertura con una densidad de 2 ptos/m^2.

Vuelos con un sistema aéreo tripulado por control remoto de uso cartográfico

Cabe señalar la irrupción de los Remotely Piloted Aircraft System (RPAS), equipados con cámaras de pequeño formato o con un sensor LiDAR, que permiten el levantamiento de áreas reducidas de forma rápida y a bajo coste.

El proyecto RAPAZ, liderado por la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), proporcionó al CECAF en diciembre de 2017 un Geodrone Mapper topográfico en «usufructo». Dicho RPAS es de ala fija, y su carga de pago es una cámara de pequeño formato. El proceso fotogramétrico de un vuelo con un RPAS y con una cámara digital de gran formato son prácticamente iguales y los productos geoespaciales obtenidos son prácticamente los mismos, aunque su calidad y precisión no son comparables, siendo suficiente para la finalidad buscada.

Otra alternativa que se nos plantea desde el pasado año 2022, es poder utilizar el otro RPAS proporcionado a la unidad con fines de calibración, un cuadricóptero de Canard Drones, con diferentes cargas de pago (cámara de pequeño formato o LiDAR) y así poder realizar levantamientos.

Es cierto, que según se vaya avanzando en la normativa que regula las operaciones con RPAS, estas aeronaves son la alternativa a los levantamientos topográficos tradi-

Canard drones (cuadricóptero)

cionales. Para áreas de terreno no excesivamente grandes, obtienen una productividad infinitamente mayor que un levantamiento topográfico clásico, y es mucho más económico que un vuelo fotogramétrico digital.

DETECCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS AERONÁUTICOS MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un *software* que permite visualizar, manipular, operar y transformar todo tipo de productos geoespaciales.

Una de las grandes ventajas de este tipo de herramientas es que sus funcionalidades son múltiples y heterogéneas, y además se encuentran continuamente en desarrollo, tanto por las casas comerciales como por universidades y desarrolladores particulares.

Pero, ¿cómo detectamos los obstáculos? Se utiliza un desarrollo, que aprovecha las capacidades de un SIG y de los restituidores, realiza todas las manipulaciones y operaciones necesarias con los productos geoespaciales para obtener como resultado final una base de datos (BD) de todos los obstáculos que penetran alguna superficie de estudio.

Como datos geoespaciales de partida tendremos:

a) los datos obtenidos mediante los levantamientos topográficos;

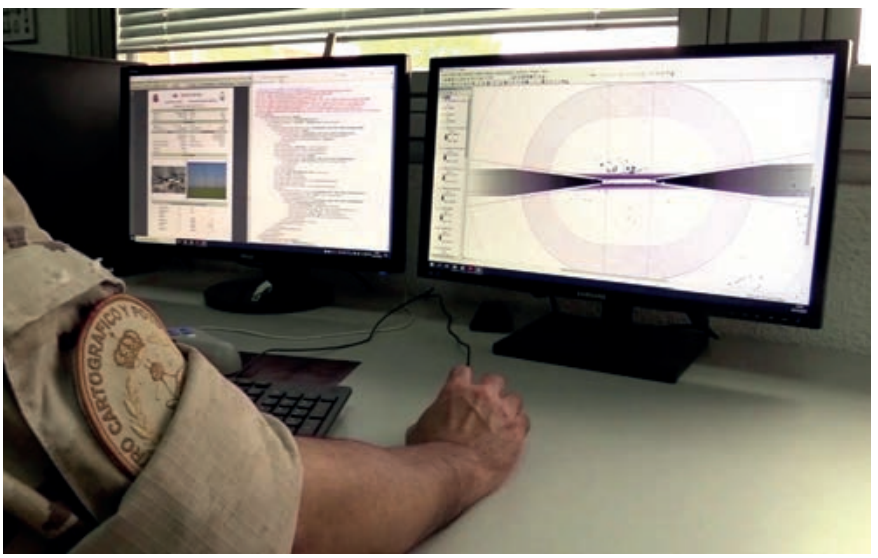
b) los productos de los vuelos con la cámara fotogramétrica digital;

c) los productos de los vuelos con RPAS en las Áreas 3 y 4 del eTOD;

d) los productos de los datos LiDAR del IGN;

e) y la capacidad de visión estereoscópica con los restituidores de los vuelos fotogramétricos.

Resumiendo el proceso: mediante la cámara fotogramétrica digital, se genera una nube de puntos 3D de alta densidad que nos represente un MDS de la realidad del área de estudio. Podremos detectar por comparación de modelos, la existencia de los obstáculos existentes y la cuantía de penetración en cada una de las diferentes superficies. Por ejemplo, el MDS comparado con el modelo generado de alguna superficie limitadora de obstáculos. De la misma forma, podremos obtener la altura del obstáculo al poder hacer la resta MDS-MDT. La aplicación permite a los operadores de restitución, discriminar y tomar la decisión en aquellos obstáculos detectados automáticamente y en los que pudiera existir alguna incertidumbre. Por tanto, el operador actuará como si de una herramienta de control de calidad se tratara, pero también introducirá los atributos necesarios que caracterizarán cada obstáculo (tipo de obstáculo, frangible, balizado,…).



Detección y explotación de los obstáculos aeronáuticos

CONCLUSIONES

Como se ha expuesto, la complejidad en la captura de los obstáculos es muy reseñable: personal, recursos económicos, etc.

Sin embargo, el desarrollo tecnológico actual, con unas capacidades de computación inimaginables posibilita el procesamiento sistemático de grandes volúmenes de datos, permitiendo la obtención de productos geoespaciales actualizados y precisos, en tiempos relativamente cortos. Estos avances permiten una automatización en los procesos de detección/actualización de obstáculos en las proximidades de los aeropuertos; posibilitando una vigilancia casi continua, y siempre en beneficio de la seguridad en la navegación aérea.

El CECAF, con sus medios humanos ja desarrollado una metodología que permite obtener una BD de obstáculos aeronáuticos, que cumpla con los requisitos establecidos en la normativa internacional, en relación a la calidad de la información facilitada. Ello supone tener a personal muy preparado y capaz de manejar varias disciplinas a la vez; desde medir obstáculos por métodos clásicos de topografía, hasta volar un RPAS o realizar todo el flujo fotogramétrico con un vuelo fotográfico. Las sinergias entre las diferentes metodologías utilizadas son múltiples. También se puede afirmar, que no existe ninguna metodología infalible, rápida y económica a la vez. Una perfecta planificación y el correcto uso de todas ellas, proporcionará que los objetivos y los datos obtenidos sean suficientes y de la calidad exigida. ■

Air Defender 23: La gran prueba de la defensa aérea de Europa

Julio Maíz Sanz
Fotografías del autor

El pasado mes de junio tuvo lugar el macro ejercicio de defensa aérea Air Defender 23, que se ha configurado como el mayor de la historia de la Alianza Atlántica en el que ha participado un destacamento del Ala 14 del Ejército del Aire y del Espacio español.

Los Eurofighter españoles y los profesionales de dicha Ala del Ejército del Aire y del Espacio (EA), que tiene base en Albacete, se integraron junto a otros 10 000 participantes de 25 naciones, que han operado cerca de 250 aeronaves, siempre según datos del Ministerio de Defensa de Alemania o Bundeswehr, durante el ejercicio Air Defender 23.

Este ejercicio de adiestramiento aéreo sobre los cielos de Europa, que implicó una de las más importantes participaciones de miembros de la OTAN de la historia, estuvo bajo la dirección del Bundeswehr, que delegó la organización, mando y ejecución del mismo a sus fuerzas aéreas, la conocida Luftwaffe. Además, el ejercicio se combinó en tiempo y en espacio (Alemania) con el del Multinational Air Group Exercise (Magdays 23), y se coordinó con dos del Mando Aéreo de la OTAN o NATO Allied Air Command denominados Ramstein Dust 23 y Ramstein Guard 23.

El supuesto que se planteó en el Air Defender 23 fue que Alemania tenía que pedir la asistencia militar prevista en el Artículo 5 del Tratado del Atlántico Norte, después de que se sufriese un «ataque» desde el este. Cuando se empezó a organizar, allá por 2018, todavía no estaba en marcha la actual guerra de Ucrania, pero el supuesto estaba puesto en Rusia, que en 2014 invadía Crimea y otros territorios de su vecina Ucrania. Una de las claves del ejercicio ha sido, por tanto, poder testar la reacción de los demás aliados de la OTAN ante la supuesta petición de ayuda de medios aéreos por parte del Gobierno de Berlín. Especialmente importante fue la ayuda de Estados Unidos, que desplegó en Europa desde su territorio continental cerca de 100 aviones, en su mayor parte pertenecientes a unidades de su denominada Guardia Aérea Nacional o Air National Guard (ANG) procedentes de 42 de los Estados norteamericanos, que forma parte y están bajo mando de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos o United States Air Force (USAF). Estos últimos importantes activos para participar en el ejercicio fueron transferidos al mando de su organización en Europa, la conocida oficialmente como la United States Air Force Europe (USAFE), que destacó con la aportación de varios de sus aviones de 5ª generación Lockheed Martin F-35A Lightning II, que a los efectos se desplazaron desde su base de Lakenheath

(sita en Reino Unido) a la alemana, también de control de la USAFE, de Spangdahlem.

En total se desplegaron en Alemania personal y en 16 casos medios aéreos, además de los anfitriones, de: Bélgica, Bulgaria, Croacia, Dinamarca, Eslovenia, España, Estados Unidos, Estonia, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Letonia, Lituania, Noruega, Países Bajos, Polonia, Reino Unido, República Checa, Rumanía y Turquía. A ellos se sumaron profesionales de Finlandia (y sus cazabombarderos F/A-18) y Suecia, que están en vías de integrarse en la Alianza, e incluso de Japón, con el que varios países de la OTAN están aumentando cada vez más la colaboración mediante despliegues (como el protagonizado por la Luftwaffe en el verano de 2022 o del Ejército del Aire y del Espacio francés estos mismos meses de junio/julio) al área de Asia-Pacífico.

Respecto a la participación del EA, hemos preguntado al comandante Miguel Ángel López García del Ala 14, que estuvo al mando del destacamento español, que nos explica: «Para el ejercicio desplegamos un total de 39 personas en la base aérea de Neuburg y un representante de la Unidad o Unit Status and Identity Report (UNITREP) en el puesto de mando o JFAC de Kalkar que conducía el ejercicio». El profesional del EA nos aclara: «De las 39 personas que desplegamos 29 eran de mantenimiento, aproximadamente un 30% menos del personal habitual, debido a que se planeó nuestra participación en el ejercicio en operación conjunta con el TAW 74 en lo relativo al sostenimiento de mantenimiento de las misiones».

TAW74 es la abreviatura de Taktisches Luftwaffengeschwader 74, que traducido sería Ala Táctica de la Fuerza Aérea, una unidad de combate creada en el seno de la renacida Luftwaffe en 1961 y que hasta junio de 2005 llevó el sobrenombre del mítico piloto de caza Mölders, y que desde 2006 está equipada con los referidos Eurofighter o C.16 según la designación militar española

Dicha coincidencia de material de vuelo y el entrenamiento estándar de la OTAN, posibilitó un acuerdo en 2022, en el marco del programa denominado European Typhoon Interoperability Program (ETIP), de operatividad conjunta entre las unidades equipadas con esta aeronave europea del EAE y la Luftwaffe, cuya eficacia se ha vuelto a poner de manifiesto durante el Air Defender 23. En este sentido el comandante López nos ilustra: «Desplegamos en la base aérea de Neuburg (sita al sur de Alemania), donde reside el TAW 74. Aunque el ejercicio se desarrolló del 12 al 23 de junio, el Ala 14 sólo participó la primera semana. El despliegue se contempló como una continuación de la misión de refuerzo de la Policía Aérea del Báltico en su rotación 60 o Enhanced Baltic Air Policing

Block 60 (eBAP 60), que se realizó el verano de 2022 en Estonia, donde se llevaron a cabo operaciones combinadas tanto en el sostenimiento de la flota como en la ejecución de misiones de policía aérea con el TAW 71 Richthofen. El TAW 74 apoyó al destacamento español con todos los equipos auxiliares terrestres o Auxiliary Ground Equipment (AGE) necesarios para el sostenimiento de la flota en operaciones.

En lo relativo al personal, el Ala 14 desplegó a los profesionales de mantenimiento necesarios para realizar todas las labores de lanzamiento y recuperación de los aviones para las misiones asignadas, y en lo relativo a reparación de averías se desplegaron tan sólo un reducido equipo de mantenimiento encargado de supervisar y certificar las labores de mantenimiento que realizará el personal alemán en los C.16 del Ala 14. En definitiva, ante cualquier avería en los aviones españoles el personal alemán acometería la reparación con piezas de repuesto españolas y supervisado por personal español, que serían los responsables de validar legalmente la reparación a efectos de aeronavegabilidad. En lo relativo a electrónica y material crypto cada nación operó de forma independiente, al igual que se hizo en el eBAP 60 por restricciones legales nacionales.

Dado que todos los AGEs, el grueso de personal y equipos auxiliares eran aportados por la parte alemana, se despegó un equipo mínimo indispensable para realizar la carga de claves de avión y el resto de datos de flota necesarios para el vuelo. Todo el grueso de material AGE necesario para el mantenimiento de los C.16 lo prestó el TAW 74. Así sólo se enviaron a Neuburg un total cinco contenedores aerotransportables ISU90, con material del kit de despliegue y AGEs de pequeño tamaño, y cuatro pallets aeronáuticos con material, utilizando para ello un único avión de transporte Airbus A400M del Ala 31. En un ejercicio similar, sin el apoyo de la unidad de destino, el volumen de material a desplazar sería, en el mejor de los casos, el triple del desplazado en esta ocasión. En lo relativo a las operaciones aéreas, la ejecución del ejercicio de manera combinada se planteó de forma que ambas unidades convivieran y planearan sin distinción de

nacionalidad. Por tanto, se alojaron en las mismas instalaciones que utiliza el personal del TAW 74, con pleno acceso a todas sus áreas de trabajo. Esto permitió realizar todo el planeamiento de manera combinada con sus tripulaciones y acceso a toda la información del ejercicio como miembros del TAW 74. Con lo cual se redujo significativamente el personal de apoyo a las operaciones aéreas en un 50 %, y de equipos informáticos y redes de conectividad importante».

Los tres centros neurálgicos durante el Air Defender 23 fueron las bases de la Luftwaffe de Schleswig/Hohn, Wunstorf y Lechfeld, desarrollándose el ejercicio principalmente en tres espacios aéreos sobre Alemania. Dichas zonas son áreas habitualmente utilizadas por esta

fuerza aérea para el entrenamiento rutinario. Sin embargo, dadas las dimensiones, se ampliaron para el Air Defender 23. Las altitudes de vuelo durante el ejercicio en las tres áreas de entrenamiento oscilaron entre los 2500 y los 15 000 metros o más, según se reseñó a la prensa internacional durante una comparecencia al inicio del ejercicio. Respecto al apartado del reabastecimiento de combustible, que se realizó a altitudes que oscilan entre los 3000 y los 10 000 metros, destacó la labor de los polimotores Airbus A330 de la variante militar de transporte y reabastecimiento o Multi Role Tanker Transport (MRTT) de la denominada Flota Multinacional MRTT (Multinational MRTT Fleet o MMF) de la OTAN, que tiene su principal base en Eindhoven (Países Bajos) y secundaria en la alemana de Colonia. Aunque también es de reseñar en este campo la presencia de aviones KC-135 y los nuevos KC-46 de la USAF.

Los vuelos de entrenamiento de aviones de reacción tuvieron lugar a altitudes de 2500 o 3000 metros, dependiendo del espacio aéreo activado. Los vuelos a baja altura de reactores y aviones de transporte se realizaron en una parte de la zona oriental de ejercicios aéreos conocida como Fight 1, que se extiende sobre el norte de Brandeburgo, parte de Mecklemburgo-Pomerania Occidental y el Mar Báltico. El espacio aéreo estuvo reservado para estos vuelos a baja altura durante tres horas diarias entre los días 12 al 22 de junio. Además, se realizaron vuelos esporádicos a baja altura en las zonas de entrenamiento militar de Baumholder y Grafenwoehr. La OTAN está decidida a defender «cada centímetro» de su territorio, pero «no se enviarán vuelos, por ejemplo, hacia Kaliningrado», el enclave ruso fronterizo con Polonia y Lituania, aseguró el general Ingo Gerhartz, que es el actual Inspekteur der Luftwaffe, cargo que equi-

vale al de jefe de Estado Mayor del Aire (JEMA). «Somos una alianza defensiva, y así está previsto en este ejercicio», subrayó el general germano durante la citada rueda de prensa.

El supuesto estratégico incluyó entrenamiento operativo y táctico, principalmente en Alemania, pero también sobre los cielos de la República Checa, Estonia y Letonia. El Air Defender 23 tiene por objeto «complementar la presencia permanente de Estados Unidos en Europa» y proporcionar adiestramiento «a mayor escala de lo que suele hacerse en el continente», declaró el general (de tres estrellas) Michael Loh, máximo responsable de la referida ANG norteamericana. «Se trata de establecer lo que significa enfrentarse a una gran potencia en el contexto de la competencia entre grandes potencias». Por el momento no hay planes para hacer de Air Defender un ejercicio regular, dijo la embajadora de Estados Unidos en Alemania, la Sra. Gutmann; aunque añadió: «No queremos que este ejercicio sea el último». Respecto a la coordinación previa, el comandante Lopéz nos comenta: «El primer hito del planeamiento se inició con la invitación a participar en la Main Planning Conference (MPC), que se desarrolló del 13 al 15 de diciembre del año pasado en la ciudad alemana de Kalkar. A esta MPC asistió personal del Estado Mayor del Mando Aéreo de Combate (MACOM) y de la unidad participante, el Ala 14. En este punto del planeamiento se decidió que el Ala 14 desplegaría en la base de Neuburg tres aviones C.16, compartiendo instalaciones y actividad con el TAW 74. Se definió que el nivel de participación de la unidad en el ejercicio sería de dos salidas diarias durante la primera semana de éste. También se llegó al acuerdo de que el TAW 74 llevaría el peso de las tareas de mantenimiento, siguiendo los procedimientos establecidos

para el mantenimiento combinado durante el referido eBAP 60. Tras esta MPC, se iniciaron los contactos con el TAW 74 para realizar las coordinaciones, tanto a nivel logístico como a nivel de operaciones, que incluyó, una visita para la coordinación logística en el mes de marzo, donde se cerraron los procedimientos concretos».

Siguiendo el relato de dicho profesional del EA, que es además el comandante del 141 Escuadrón: «En lo que respecta a la ejecución de las misiones, el planeamiento de las mismas se realizaba por video conferencia confidencial a través de la plataforma Skipe Profesional dentro de la red del ejercicio. Esto permitía tener en las salas de planeamiento toda la información relativa al ejercicio y los productos específicos de cada misión. El planeamiento se realizaba junto con las tripulaciones del TAW 74 asignadas a las misiones, por lo que el nivel de colaboración era completo durante esta fase, y duraba entorno a diez horas de actividad. La ejecución de las misiones se realizaba el día siguiente del planeamiento y comenzaban con el mass brief liderado por el airboss y el mission commander. Todas las misiones se llevaron a cabo en periodo de tarde, comenzando a medio día y finalizando pasada la medianoche, llegando a las doce horas de actividad. Las capacidades declaradas por la unidad fueron de defensa aérea y ataque al suelo o Air Defense Exercice/ Fighter Bomber Exercice (ADX/FBX) con armamento de precisión (misiles aire-aire, MBDA Meteor, Hughes AIM 120 y BGT IRIS-T). Se asignaron al Ala 14 dos salidas diarias para misiones Offensive Counter Air (OCA) multirole, hasta completar un total de ocho salidas en los cuatro días de ejercicio. Las misiones estaban compuestas en el bando Blue por entre 25 a 35 aviones, y en el bando Red (agresor o enemigo) podía haber entre 6 a 12 aviones en total. Para cada misión se asignaban medios aéreos de reabastecimiento suficientes para cubrir las necesidades de todos los participantes, existiendo disponibilidad de hasta tres aviones cisternas durante la misión.

Las misiones se organizaban en dos oleadas de 45 minutos cada una. Las misiones llevadas a cabo por el Ala 14 fueron misiones en el marco del OCA dentro del bando Blue, destinadas a la supresión de defensas aéreas enemigas con armamento aire-suelo de precisión GPS utilizando las GBU-48 de manera simulada. La participación del Ala 14 como plataformas de combate aire-aire se limitaba a autoprotección con mi-

siles Meteor o AIM120, frente a las aeronaves que estaban asignadas al bando Red, que fueron con carácter general F-16 y Eurofighter. Se desplegaron emisores reales para simular los sistemas de defensa aérea y replicar las amenazas superficie-aire de cada misión».

Finalmente, el comandante López nos resume la importancia de la participación del EA en este importante ejercicio: «El Air Defender ha constituido uno de los mayores ejercicios en el marco de la Alianza Atlántica probablemente de la historia, tanto por número de participantes, cantidad de plataformas diferentes de múltiples países, y en número de salidas diarias y totales durante el ejercicio. Además, demostró las capacidades de despliegue de los países de la OTAN y de sostenimiento de operaciones de gran entidad en el tiempo por el desafío logístico que implicaba. La posibilidad de coordinar y planear misiones por medios electrónicos seguros desde las diferentes localizaciones donde estaban ubicados los participantes de diferentes nacionalidades también ha demostrado las capacidades de conectividad segura por parte de todos los países de la OTAN. Enfrentar estos desafíos no es producto del esfuerzo para un ejercicio en concreto sino que es la demostración de una preparación constante de todos los países miembros de la Alianza y sus aliados. En definitiva, como participante y, a modo de opinión personal, haber formado parte de semejante demostración de fuerza combinada ha significado para mí un respaldo y reconocimiento al trabajo diario, dado que refleja que el esfuerzo de cada uno de los miembros del EA contribuye a la consecución de objetivos globales como los alcanzados en el Air Defender, haciendo bueno el lema de la OTAN de *We are Strong Together*». ■

Hacia un modelo de organización centrado en el conocimiento y las personas

Manuel Ángel de Pedro Cibanal
Capitán del Ejército del Aire y del Espacio

El Real Decreto 521/2020, de 19 de mayo, por el que se establece la organización básica de las Fuerzas Armadas (FAS), expresa como objetivo estratégico que las FAS se conviertan en un modelo de organización centrado en el conocimiento y las personas.
Entre los beneficios esperados destaca que la organización evolucionará y podrá conseguir ser más eficiente y ágil en sus respuestas al entorno. Pero, ¿qué significa realmente un modelo de organización centrado en el conocimiento y las personas?
Este artículo pretende profundizar en ese concepto, su significado y líneas de acción concretas para habilitar dicho modelo con ejemplos prácticos de lo que está haciendo el Ejército del Aire y del Espacio y el Ministerio de Defensa.

Una organización centrada en el conocimiento (del anglicismo Knowledge Centric Organization, KCO) es aquella que reconoce y valora el conocimiento como un recurso estratégico para su éxito. Esto implica una cultura de aprendizaje continuo, donde los miembros de la organización son alentados a compartir sus conocimientos y experiencias, y donde se fomenta la colaboración y el trabajo en equipo.

Los miembros no son solo vistos como empleados sino como un recurso valioso con una experiencia que no se puede dejar perder, y que se debe de compartir para evitar cometer errores pasados en el futuro. Su aplicación a diferentes situaciones derivará en un aprendizaje continuo compartiendo la experiencia adquirida y una mejora de la organización.

Pero vamos por partes, ¿qué es realmente la gestión del conocimiento?

Si bien existen varios enfoques, la gestión del conocimiento más humanista (basada en las personas) es definida como el conjunto de procesos que tienen como objetivo identificar, capturar, compartir y utilizar el conocimiento de los componentes de una organización para mejorar su desempeño y capacidad de innovación.

La gestión de conocimiento es un ciclo definido por los siguientes estados:

- Captura: para identificar el conocimiento explícito (distribuible con poco esfuerzo al encontrarse codificado en formatos físicos) y el conocimiento tácito (difícilmente distribuible ya que reside en las personas).
- Almacenamiento: con el fin de catalogar y ordenar el conocimiento con el propósito de facilitar su acceso y utilización.
- Difusión: para compartir el conocimiento mediante líneas de conexión entre los individuos y colectivos.
- Utilización: cuyo objetivo es aplicar y replicar el conocimiento en diferentes situaciones y contextos.
- Creación: a través de la colaboración, transformación y generación de nuevo conocimiento.

Se debe de remarcar que las personas juegan un papel decisivo y transversal en todo el ciclo pues su disponibilidad y motivación es la que permite que se pueda capturar, compartir y generar conocimiento.

En este ciclo destaca el modelo de Nonaka y Takeuchi (o modelo SECI), que se basa en la idea de que el

conocimiento se crea a través de la interacción social e intercambio de experiencias entre personas.

Para entender mejor este modelo se diferencian dos tipos de conocimiento:

– El conocimiento explícito: es el que se puede expresar y comunicar a través de palabras, símbolos y números. Se trata de conocimiento codificado y compartido fácilmente a través de datos (en tablas o en bases de datos) e información (en papel o en documentos electrónicos).

– El conocimiento tácito: de manera contraria al anterior es difícil de transferir. Se trata de conocimiento basado en la experiencia, la intuición y las habilidades prácticas de las personas. Este tipo de conocimiento es altamente personal y subjetivo, y se adquiere a través de la experiencia y la puesta en práctica de lo aprendido por cada persona.

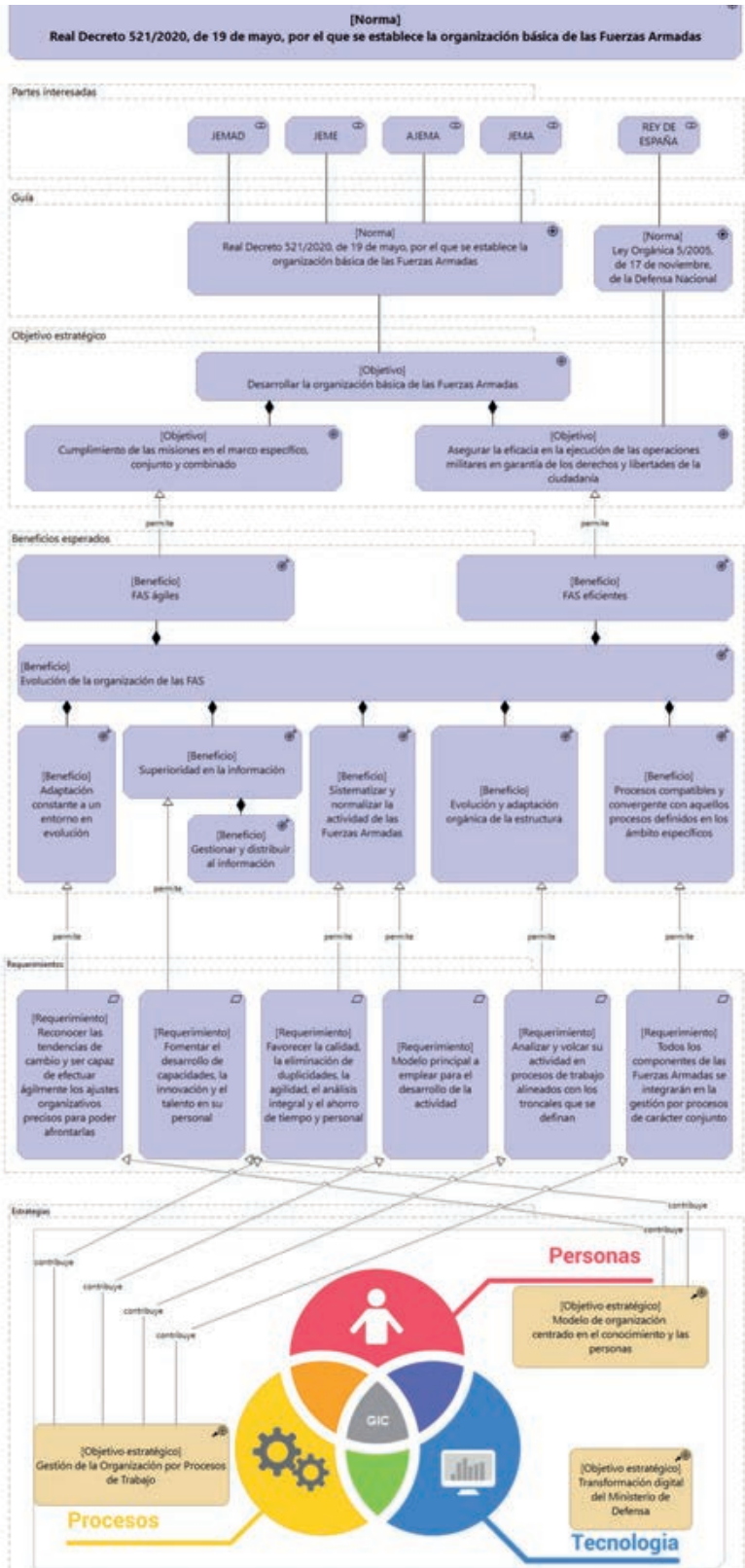
Es importante destacar que ambos están estrechamente relacionados y se complementan entre sí. El conocimiento tácito puede ser codificado y transmitido en forma de conocimiento explícito, y el conocimiento explícito puede ser utilizado para desarrollar habilidades y conocimiento tácito a través de la práctica y la experimentación.

De hecho el modelo SECI describe además cuatro flujos clave para una adecuada gestión del conocimiento:

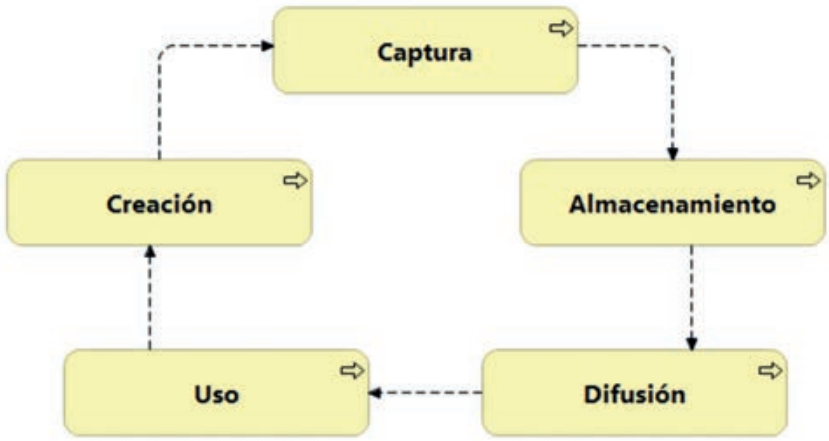
• Socialización: es la conversión del conocimiento tácito en conocimiento tácito a través de la interacción social, compartiendo experiencias con otras personas.

• Externalización: es la conversión del conocimiento tácito en conocimiento explícito a través de la articulación de conceptos, modelos, textos y diagramas para que los demás los puedan aprender.

• Combinación: es la combinación del conocimiento explícito existente en diferentes soportes para crear nuevo conocimiento fácilmente distribuible. La recopilación de conceptos



Representación del Real Decreto 521/2020, por el que ese establece la organización básica de las FAS, a través de un patron de negocio. (Imagen: Business Motivation Model en lenguaje Archimate®, elaboración propia)



Ciclo de la gestión del conocimiento. (Imagen: gestión del conocimiento e innovación del INAP, elaboración propia)

de diferentes fuentes para ayudar a la formulación de un nuevo concepto y explicación para su entendimiento es un claro ejemplo de este estado.

• Internalización: es la conversión del conocimiento explícito en conocimiento tácito a través del aprendizaje para después poner en práctica. Se obtiene a través del estudio y se integra con experiencias pasadas para idear nuevas maneras de afrontar problemas.

Ya entendemos mejor lo que es una organización centrada en el conocimiento (KCO), cual es el ciclo del conocimiento y que procesos hacen que las personas adquieran conocimiento. ¿Y ahora qué?

Ahora lo que tiene que hacer la organización es fomentar escenarios que permitan generar nuevos conocimientos. Para ello existen diferentes líneas de acción que hay que promocionar, entre ellas destacan:

– Potenciar las comunidades de interés y de práctica: una comunidad de interés (Community of Interest o CoI) o una comunidad de práctica (Community of Practice o CoP) son grupos colaborativos de usuarios que necesitan intercambiar conocimientos creando sinergias en sus objetivos, intereses o procesos compartidos. En las CoP además se reúnen regularmente las personas para aprender/enseñar nuevas y mejores prácticas del área de interés.

– Crear bases de datos de habilidades, experiencia acumulada y lecciones aprendidas: establecer una base de datos de habilidades y lecciones aprendidas anima a las personas a contribuir con sus experiencias personales y sus conocimientos de la materia. Ejemplo de ello son las CoI operativas que comparten con gran acierto para no repetir errores de interoperabilidad en las operaciones multidominio.

– Promover las prácticas de aprendizaje: las prácticas de aprendizaje se aplican cuando se deben transferir rápidamente el conocimiento (tácito y explícito) a miembros sin experiencia en un área. La oportunidad de absorber conocimientos detallados y hacer preguntas de inmediato generalmente será más efectiva que los manuales técnicos detallados y las instrucciones de operación. En línea con esta actividad se realizan periódicamente prácticas de alumnos de diferentes centros de enseñanza en UCO, pero esta actividad no debe de limitarse en el contexto de los centros de formación.

– Mentorizar y apadrinar a los recién llegados:

Cuando un miembro del personal con más experiencia asesora a un recién llegado durante tiempo se le permite transmitir el conocimiento de la organización, la misión, las operaciones, la cultura, el espíritu, los contactos sociales y los contactos con profesionales del círculo. Esta actividad facilita el intercambio de

Modelo SECI. (Imagen: Gestión del Conocimiento e Innovación del INAP)

Diagrama que representa las líneas de acción que contribuyen a alcanzar una organización basada en el conocimiento y las personas. (Imagen: Patrón BMM y elaboración propia)

conocimiento (socialización) de una manera directa y detallada evitando la necesidad de realizar búsquedas de información de los recién llegados sin un origen claro de quién es el circulo de personas con quién se tiene que tener más relación directa.

– Designar equipos para captura de mejores prácticas difusión en grupos y foros: a medida que la organización adopta nuevos procesos, políticas y estructuras, se debe designar un grupo para capturar ejemplos de las mejores prácticas. El grupo debe estar compuesto por expertos en la materia de temas relevantes y gestores de información para ubicar en foros adecuados dichas nuevas mejores prácticas para facilitar la difusión. Su función es obtener de manera activa ejemplos de mejores prácticas para difundirlos y que sirvan de ejemplo para el resto de miembros en lugares accesibles sin necesidad de permisos especiales.

– Fomentar el espíritu crítico y dar visibilidad a las nuevas ideas: permitir a cualquiera en la organización proponer un modelo, un concepto, un proceso, una nueva manera de realizar una actividad o un nuevo uso o diseño de un equipo permite mejorar a la organización. Si se implementa adecuadamente, se aprovecha el conocimiento y la experiencia de las personas permitiendo aplicar nuevas maneras de realizar actividades para comparar con el método heredado y para ver cómo ganar en eficiencia. Un sistema de recompensas o reconocimiento por las nuevas ideas más eficaces que las anteriores ayuda a incentivar la mejora continua.

– Formar equipos multidisciplinares: mientras que una comunidad de interés puede tener muchos miembros y cubrir una amplia gama de requisitos sobre un tema, un equipo multidisciplinar es un grupo pequeño de expertos formado por personas que necesitan compartir conocimientos sobre un tema desde diferentes puntos de vista relacionados con sus diferentes expertises. El equipo es el bloque de construcción fundamental de la creación de conocimiento. A menudo, las CoI funcionan al margen de los equipos multidisciplinares, pero si los equipos suele interaccionar con los expertos de la CoI para complementar su trabajo. Para que un equipo multidisciplinar funcione de manera eficaz, necesita focalizarse en un tema, usar estándares para entenderse entre ellos mismos y herramientas de apoyo específicas del tema.

– La gestión de proyectos: al gestionar iniciativas como proyectos se consigue aumentar la eficiencia ya que todas las tareas están ajustadas para incrementar su productividad. Esto se traduce en una reducción tanto de tiempos necesarios para cumplir las tareas como de costes asociados. La gestión de proyectos estandariza las tareas evitando riesgos, pues reduce al mínimo la posibilidad de errores, y hace más fácil, rápida y barata la repetición de actividades en el futuro y reduciendo al mínimo la posibilidad de fallos y errores.

– Fomentar los espacios online de colaboración: Los espacios *online* de colaboración son un lugar donde un grupo de personas intercambia conocimientos con un fin específico. El acceso y

Norma que regula el Servicio de Trabajo Colaborativo del MDEF a través de MS Sharepoint. (Imagen: https://colabora.mdef.es/cestic/Inicio/Paginas/S0_catalogo_servicios.aspx)

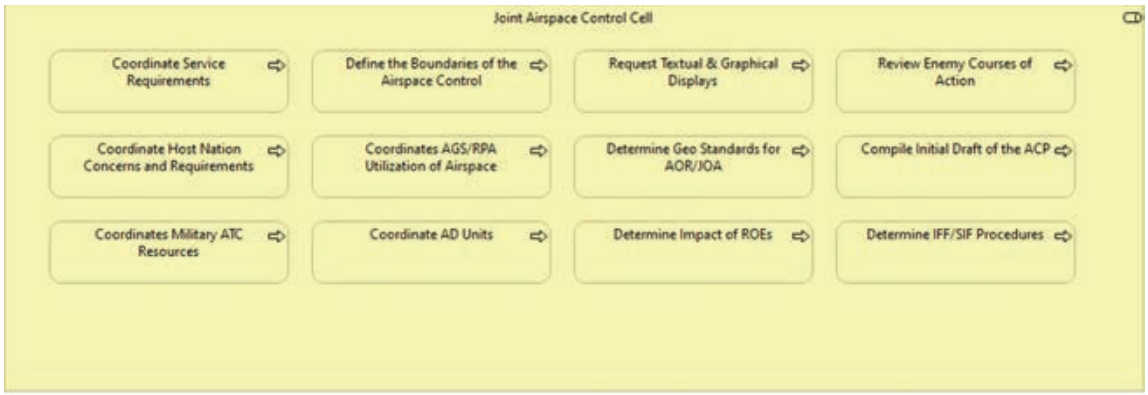
NORMA TÉCNICA 02/20 DEL CESTIC
PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TRABAJO COLABORATIVO DEL MINISTERIO DE DEFENSA A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA SHAREPOINT CORPORATIVA

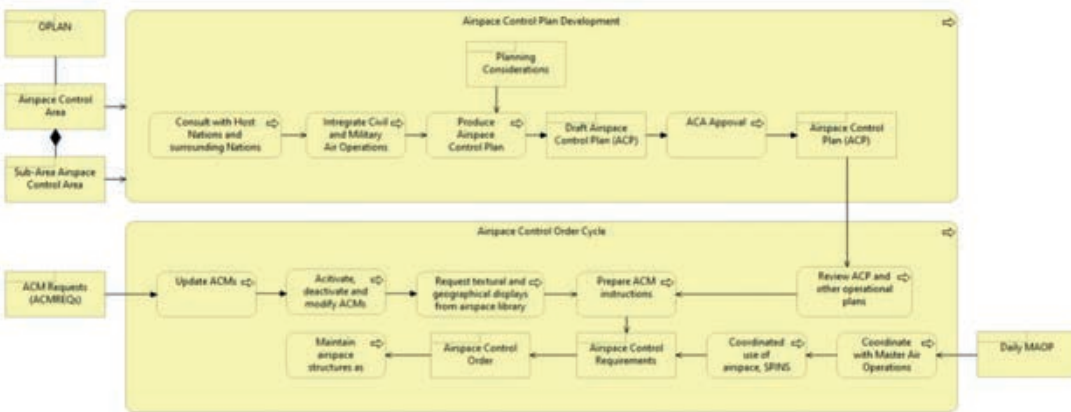
Reunión de equipo multidisciplinar analizando un problema con metodologías ágiles. (Imagen: Sección GIC del EMA)

los miembros están controlados por expertos con más conocimiento en la materia. La ventaja de un espacio online colaborativo es su capacidad para cruzar los límites de la orgánica para incluir miembros de cualquier parte de la organización. En el Ministerio de Defensa ya se empiezan a ver los primeros espacios de colaboración online (servicio colaborativo a través de la herramienta MS SharePoint) no jerárquicos y que permiten a las CoI y a equipos de gestión de proyectos el intercambio de manera más ágil datos (en forma de tablas), información (en forma de documentos) y conocimiento en forma de mejores prácticas.

– Potenciar la lluvia de ideas y talleres: las sesiones de lluvia de ideas (*brainstorming*) son una de las actividades más fructíferas en el proceso de captura de conocimiento tácito. La lluvia de ideas y los talleres son más efectivos en un entorno informal y sin jefes de ningún tipo de orgánica. Deben de tener un periodo dedicado a la reflexión para el análisis de las ideas aportadas y su registro formal para poder compartir las ideas y reflexiones. Las instalaciones físicas donde se realicen deben ser propicias para el pensamiento creativo y además ser un lugar distinto de donde se suelen realizar las actividades laborales normales para facilitar el aporte de ideas desde otro punto de vista al acostumbrado.

– Creación de espacios físicos colaborativos: relacionado con el anterior punto, una sala de conferencias o de reuniones con un diseño rígido, solo disponible para determinados colectivos, con reserva de espacio acotado a una única secretaría o un plan de asientos dónde determinadas personas tienen sus puestos predeterminados son estructuras rígidas que

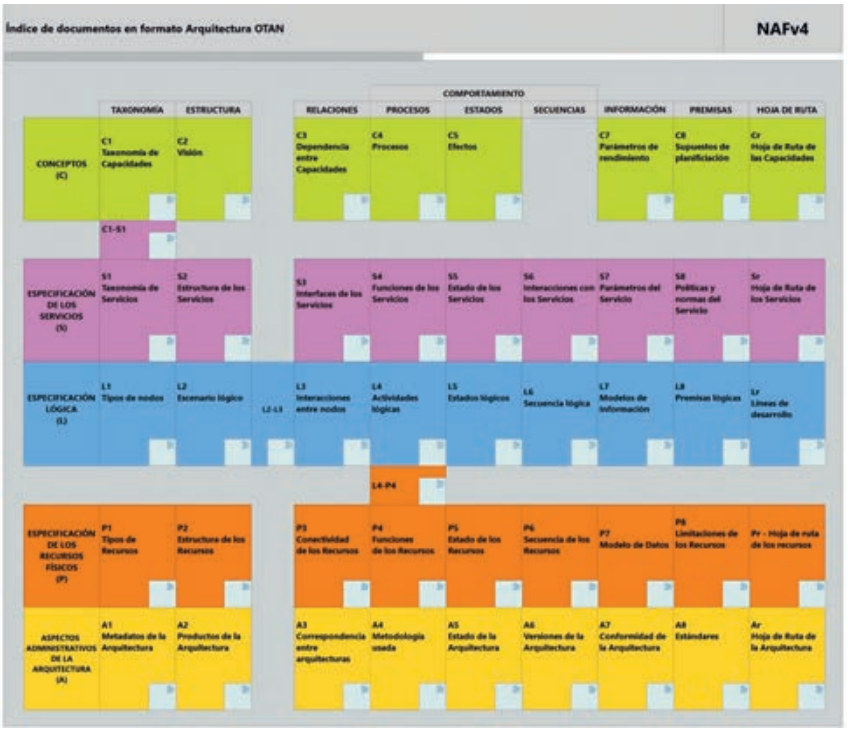




Solicitud de medios de control del espacio aéreo en una red de misión federada. (Imagen: FMN Spiral 5, referencia para el SC2N del MDEF)

no facilitan un intercambio de conocimiento tácito. Tampoco se debe de pensar que un pasillo o una cafetería, que carecen de las condiciones ideales como facilitadores y cierta privacidad, es el lugar ideal para que los interlocutores no sean molestados mientras intercambian ideas (pero suele ser el lugar dónde surgen normalmente). Lo que se necesita es un compromiso entre los dos; un espacio donde las personas puedan relajarse, con suficientes facilidades y seguridad/privacidad para fomentar la comunicación abierta. Existen pocos espacios de este tipo en los organismos del departamento y por ello hay que empezar a cambiar los despachos aislados por espacios que fomenten la colaboración.

– Uso de lenguajes estandarizados: para expresar inequívocamente el conocimiento tácito/explícito se deben de usar lenguajes comunes y estandarizados para que todas las partes interesadas entiendan de manera inequívoca lo que se quiere transmitir. Existen estándares para expresar estrategias (Business Motivation Model -BMM-), para modelar procesos (Business Process Management Notation -BPMN-), para modelar datos (Universal Modeling Language -UML-), para modelar sistemas (Systems Modeling Language -SysML-), para el modelado de eventos (Event-Driven Process Chain -EPC-), esquemas de etiquetas comunes para facilitar las búsquedas de datos e información (NATO Core Metadata Specification y el esquema de metadatos del Ministerio de Defensa) o lenguajes que engloban todo como puede ser el metamodelo de la disciplina de arquitectura empresarial y su notación archimate. Estas notaciones no son sólo legibles por las personas sino que además tienen relaciones semánticas machine-readable para su uso en aplicaciones *software* (concretamente en agentes inteligentes de inteligencia artificial -IA-) sin necesidad de conversión alguna.



Índice de un documento navegable en formato Arquitectura OTAN NAFv4

– Promocionar el uso de marcos de referencia: en el día a día existen diferentes partes interesadas sobre un mismo problema. Si somos capaces de expresar los puntos de vista de dichos actores no sólo en el mismo lenguaje estándar, sino de una manera ordenada en vistas o diagramas de un marco común obtendremos la ventaja de ahorrar tiempo y esfuerzo. Un marco de referencia común permite intercambiar datos, información y conocimiento de manera coordinada, ágil e interoperable, detectando fácilmente donde se puede mejorar. Las fuerzas aliadas en el multidominio usan TOGAF (The Open Group Architecture Framework) y NAF (NATO Architecture Framework) como marcos y metodología de proyectos; y el MDEF ya ha comenzado a describir proyectos y mejores prácticas en formato «arquitecturas», donde se destaca para este artículo la arquitectura de referencia única para la gestión de la información y del conocimiento de la infraestructura integral de la información del MDEF (AR GIC I3D).

Por último, nos faltaría poder tener la opción de potenciar estas líneas de acción y esos procesos clave del modelo SECI (socialización, externalización, combinación e internalización). Aquí si podemos usar tecnología avanzada (aunque no es el objeto de este artículo) para facilitar la GC.

Un claro ejemplo es el uso de herramientas de presentación visual de datos (Business Intelligence -BI-) en apoyo a la combinación de conocimiento explícito normalmente expresado en formato de tablas. Gracias al BI podemos hacer una representación gráfica de datos que permiten abstraernos e identificar patrones y tendencias difícilmente identificables en una observación directa. Otro ejemplo fácilmente identificable de apoyo a la Internalización son los asistentes de voz como OK Google, SIRI de Apple o Cortana de Microsoft que permiten realizar búsquedas agiles en la web facilitando la Interiorización de conocimiento explícito.

Origen / destino	A tácito	A explícito
	Socialización	**Externalización**
De tácito	• Herramientas colaborativas • Mapas del conocimiento	• Herramientas colaborativas • Sistemas basados en Inteligencia Artificial • Herramientas de simulación
	Internalización	**Combinación**
De explícito	• Motores de búsqueda • Agentes inteligentes • Distribución personalizada de información • Plataformas e-Learning	• Herramientas colaborativas • *Data Mining* • *Text Mining* • Herramientas de presentación visual de datos • Herramientas de mapas conceptuales • Herramientas de soporte a la generación de ideas y creatividad

Herramientas tecnológicas de apoyo a los procesos de gestión de conocimiento del modelo SECI. (Imagen: gestión del conocimiento e innovación del INAP)

No podemos dejar de nombrar el uso de IA de procesado de lenguaje natural (como son ChatGPT de OpenAI, Bart de Google o LLaMa de Meta) que apoyan en la combinación de conocimiento explícito (información en forma de tablas y documentos electrónicos) para generar nuevo conocimiento sin tener la necesidad de que estudiemos una a una todas las fuentes utilizadas.

Por último la gestión del conocimiento requiere la creación y mantenimiento de una estructura organizativa que permita estandarizar, fomentar y difundir el conocimiento para que las diferentes iniciativas que surjan entre los miembros de la organización no sean aisladas (o se pierdan) y estén disponibles en repositorios compartidos.

La Instrucción 37/2019, para la coordinación de la gestión de la información y del conocimiento (GIC) en el Ministerio de Defensa, define una estructura funcional de gobierno y de coordinación donde el Ejército del Aire y del Espacio tiene representación a través del general jefe de la Secretaría General del EMA (como responsable GIC del EA) apoyado por el jefe de su Sección GIC (como jefe GIC del EA).

Desde esta sección se están fomentando proyectos colaborativos y multidisciplinares para plasmar y representar actividades en notaciones estándar como BPMN de manera alineada con el MDEF. El objetivo: compartir información (en tablas o documentos) y conocimiento (relaciones entre entidades desde el origen hasta el fin del proceso en base a la normativa y la experiencia de las personas) para reducir la burocratización y dar valor añadido.

Llegado el caso también ya se están tomando requerimientos para desarrollar herramientas *software* de manera alienada con el Plan de Acción para la Transformación Digital del MDEF y del EA.

4.1. Aprobación de las Autoridades Coordinadoras del Dato por Familia Funcional.

Familias Funcionales	SEDEF	SUBDEF	SEGENPOL	EMAD	ET	AE	EA
Gestión de Personal	Jefe GIC	DIGENPER	[illegible]	[illegible]	MAPER	ALPER	MAPER
Planeamiento, Control y Decisión Estratégica	Jefe GIC	SEGENTE/SDG PPC	DIGENPOL	EMACON/DIVESTRA	DIVPLA	ADIVPLA	EMA
Gestión Sanitaria	Jefe GIC	IGESAN	DIGENPOL	EMACON/SECOSAN	MAPER	ALPER	MAPER/DISAN
Gestión Económico Financiera	DIGENECO	SDG SEPAG	SEGENPOL	JAE	DIAE	GEDIECAR	DAE
Gestión Logística y de Recursos Materiales	DGAM	SDG RI	SEGENPOL	EMACON/DIVPLA	MALE	AIAL	MALOG
Gestión Administrativa, Apoyo, Vida y Funcionamiento	Jefe GIC	SDG RI	[illegible]	EMACON/SEGEMACON	MAPER	2ª AIEMA	MAPER
Enseñanza y Formación	Jefe GIC	DIGEREM	DIGENPOL	CESEDEN	MADOC	ALPER	MAPER/DEN
Adiestramiento	Jefe GIC	DIGEREM	DIGENPOL	EMACON/DIVDEF	MADOC	ALFLOT	MAPER/MACOM
Gestión de Infraestructuras	DIGENIN	SDG RI	SEGENPOL	EMACON/DIVPLA	IGE	AIAL	MALOG/DIN
Cultura y Publicaciones	Jefe GIC	SEGENTE/SDG PPC	DICOES	CESEDEN	SEGENEME	ASEGEMAR	SINCEA
Gestión Documental y Mensajería	Jefe GIC	SEGENTE/SDG PPC	SEGENPOL	EMACON/SEGEMACON	SEGENEME	2ºAIEMA	EMA/SEGE
Gestión TIC	CESTIC	SEGENTE	SEGENPOL	MCCE	ICISAT	AIRCIS	JSTCIBER
Apoyo a la Decisión Política en Relaciones Internacionales y Defensa Civil	Jefe GIC	SEGENTE/SDG PPC	DIGENPOL	EMACON/DIVESTRA	DIVPLA	ADIVPLA	EMA/SEGE
Comunicación e Imagen Institucional	DIRCOMDEF	SEGENTE/SDG PPC	SEGENPOL	GABTECEMAD	GABIEME	2ª AIEMA	GABIEMA
Justicia Militar	Jefe GIC	AAJGEDEF	DIGENPOL	ASEJUEMAD	ASEJU	ASEJUR	AIA
Seguridad	CESTIC	SDG RI	SEGENPOL	EMACON/SEGEMACON	DIVOPE	2ª AIEMA	JSTCIBER
Operaciones	Jefe GIC	SEGENTE/SDG PPC	DIGENPOL	MOPS	DIVOPE	ALFLOT	EMA/DOP
Gestión Ambiental	DIGENIN	SDG RI	DIGENPOL	EMACON/DIVPLA	IGE	2ª AIEMA	MALOG/DIN

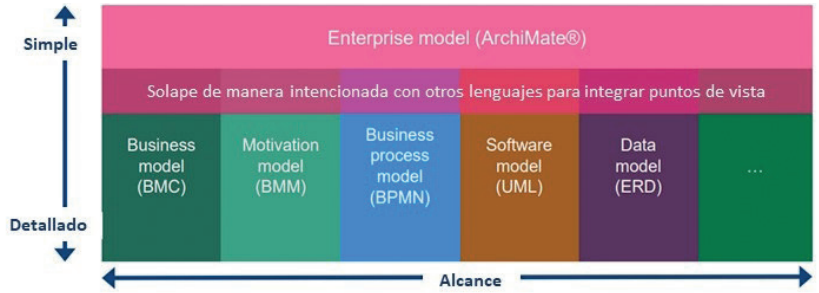
Coordinador de la Familia Funcional

Representante del ámbito de la Familia Funcional

Modificaciones a la Orden DEF/1196/2017 propuestas por los ámbitos

FUNCIONES PRINCIPALES:
- Definir taxonomía (Categorías)
- Definir términos de negocio (Glosario MDEF)

Ubicación de las futuras Autoridades coordinadoras de las familias funcionales de información del MDEF (Fuente: 11.ª Reunión del Pleno de la Comisión Ministerial de Administración Digital (CMAD) del MDEF 23-05-23)



Relación del lenguaje de Arquitectura Empresarial ArchiMate® con otros lenguajes estandarizados. (Imagen: https://www.opengroup.org/)

De manera adicional y en coordinación con la estructura de gobierno, ya se están preparando los candidatos a autoridades coordinadoras de datos por cada una de las diecisiete familias funcionales definidas en la estrategia de la información del Ministerio de Defensa. Estas autoridades coordinadoras, junto con el apoyo de las autoridades gestoras de cada ámbito del MDEF, tendrán un papel muy importante en la gestión del conocimiento en el futuro. Pendientes de su asignación nominal será parte de su misión el fomentar la responsabilidad de compartir para facilitar el acceso, el intercambio y la reutilización del conocimiento (tanto tácito como explícito).

Como conclusión, el conocimiento debe provenir de personas comprometidas con compartir su conocimiento, su experiencia, su sabiduría. Debemos de dejar a un lado los cantos de sirena de la IA ya que sus agentes inteligentes pueden sufrir «alucinaciones» no confiables si no se basan en fuentes de conocimiento auténticas y reales, personas que por desgracia rotan demasiado en esta organización.

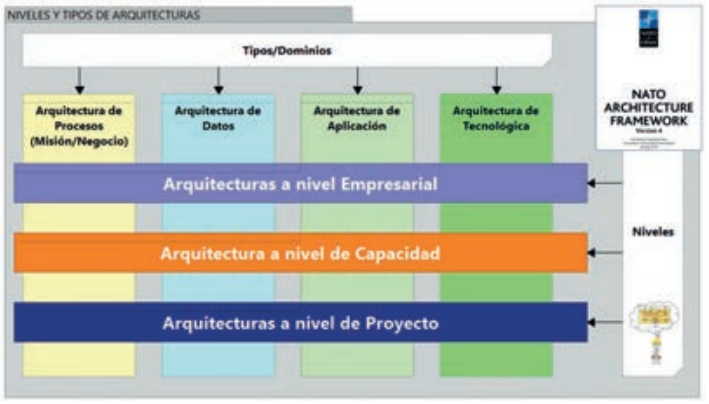
Esas fuentes de conocimiento, en una organización Knowledge Centric deben estar lideradas y guiadas por personas que complementen la visión de que el conocimiento solo se obtiene a través de la IA y el análisis masivo de datos y documentos sin que intervengan los originadores directamente (otro enfoque de gestión del conocimiento más técnico basado en la conocida como teoría de la pirámide del conocimiento).

Si logramos encontrar un equilibrio adecuado entre la tecnología y la sabiduría humana, podremos aprovechar al máximo las posibilidades que nos ofrecen las herramientas técnicas (cada vez más modernas) para gestionar el conocimiento y evolucionar «de verdad» hacia una modelo de FAS eficiente y ágil centrado en el conocimiento y las personas. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Real Decreto 521/2020, de 19 de mayo, por el que se establece la organización básica de las Fuerzas Armadas.
- Orden DEF/2071/2015, de 5 de octubre, por la que se regula la Comisión Ministerial de Administración Digital del Ministerio de Defensa.
- Gestión del Conocimiento e Innovación. Instituto Nacional del Empleado Público (INAP).
- European Guide to Good Practice in Knowledge Management. EUROPEAN COMITEE FOR STANDARDZATION.
- Orden DEF/1196/2017, de 27 de noviembre, por la que se establece la Estrategia de la Información del Ministerio de Defensa.
- Instrucción 37/2019, de 9 de julio, del Secretario de Estado de Defensa, para la coordinación de la gestión de la Información y del Conocimiento en el Ministerio de Defensa.
- Directiva 8/21 del JEMA, Implantación de un modelo de gestión basado en procesos en el Ejército del Aire.
- Orden Ministerial 5/2017, de 9 de febrero, por la que se aprueba la Política de gestión de documentos electrónicos del Ministerio de Defensa.
- Resolución 420/17058/2018, de 7 de noviembre, de la Secretaría General Técnica, por la que se da publicidad al esquema de metadatos para la gestión del documento electrónico en el ámbito del Ministerio de Defensa (eEMGDE-MDEF).
- Plan de Acción del Ministerio de Defensa para la transformación digital (Instrucción 25/2018, de 25 de abril (1.ª parte) e Instrucción 14/2020, de 15 de abril del SEDEF (2.ª parte)).
- Instrucción 58/2016, de 28 de octubre, del secretario de Estado de Defensa, por la que se aprueba la arquitectura global de sistemas y tecnologías de información y comunicaciones del Ministerio de Defensa (AG CIS/TIC).
- Arquitectura de referencia única para la gestión de la información y del conocimiento de la infraestructura integral de la información del MDEF (AR GIC I3D).
- Norma Técnica 02/20 del CESTIC prestación del servicio de trabajo colaborativo del Ministerio de Defensa a través de la plataforma SHAREPOINT corporativa.
- NATO Information Management Policy.
- NATO Architecture Framework.
- NATO Core Metadata Specification.
- NATO Enterprise Archicture Policy.

Federated Mission Networking (FMN) Spiral 5 Procedural Instructions for C2 of Air Operations.
- Archimate Standard.
- Business Motivation Model -BMM- Standard.
- Business Process Management Notation -BPMN- Standard.
- Universal Modeling Language -UML-Standard.
- Systems Modeling Language -SysML- Estándar.
- Event-Driven Process Chain -EPC- Standard.
- Archimate Standard.
- The Open Group Architecture Framework.



Tipos de arquitecturas según el Marco de Arquitecturas OTAN NAFv4. (Imagen: NATO Enterprise Architecture Policy, elaboración propia)

La misión SMILE

Manuel Montes Palacio

Llevada a cabo conjuntamente por la Agencia Espacial Europea y la Academia de Ciencias China, SMILE (Solar wind Magnetosphere Ionosphere Link Explorer) se convertirá en la misión que permitirá proseguir la cooperación iniciada en el ámbito espacial por ambas organizaciones tras la exitosa Double Star/Tan Ce, que operó entre 2003 y 2008. Como aquella, SMILE estará dedicada a las investigaciones científicas orientadas a estudiar la interacción entre las partículas del viento solar y la magnetosfera de la Tierra, un proceso de radical importancia con hondas repercusiones en la geofísica terrestre. La selección de este proyecto fue la culminación de un amplio despliegue de trabajos en busca del mejor objetivo para los científicos de ambas partes.

La experiencia pasada había sido plenamente satisfactoria. El programa Double Star, que consistió en dos vehículos lanzados en 2003 y 2004, respectivamente, había demostrado que europeos y chinos podían avanzar juntos en un programa espacial de cierta envergadura. Patrocinada básicamente por China, que construyó ambos satélites, la misión recibió el apoyo de la ESA tras ser invitada por la Academia de Ciencias China. Aceptando tal oportunidad, la agencia europea proporcionaría ocho de los instrumentos que serían instalados a bordo, aprovechando la disponibilidad de varios equipos de reserva construidos previamente para su misión Cluster, con objetivos semejantes. De este modo, la ESA se veía en la tesitura de proseguir, con un mínimo coste, las investigaciones iniciadas con esta última proporcionando nueva vida a unos instrumentos, que de otro modo, podrían no haber volado nunca prolongando en el tiempo el estudio del importante problema de los efectos físicos del Sol sobre la Tierra.

Los resultados del proyecto Double Star fueron tan interesantes desde el punto de vista científico que abrieron las puertas hacia futuras colaboraciones entre China y la ESA. Pero ahora los europeos no actuarían como meros pasajeros en un vehículo ajeno, sino que aportarían muchos más recursos para poder definir un programa que se desarrollaría de forma conjunta desde un principio.

PRIMEROS PASOS

Tras la finalización del programa Double Star (el primer vehículo reentró en la atmósfera en octubre de 2007 y la ESA decidió retirar su parte de la financiación de las actividades del segundo poco después), prosiguieron los contactos entre ambos organismos, europeo y chino, para buscar nuevas propuestas que interesaran a ambas partes. Los óptimos resultados de la vieja misión habían permitido mantener durante algunos años una estrecha cooperación entre los científicos de las dos agencias espaciales, y de este clima de cordial entendimiento surgió la necesidad de organizar nuevos talleres de trabajo que examinaran cómo ir más allá. Así, se programaron dos talleres, uno celebrado en China y el otro en Europa, planteados para facilitar el estudio de nuevas propuestas. De la actividad de estos grupos surgió en enero de 2015 una

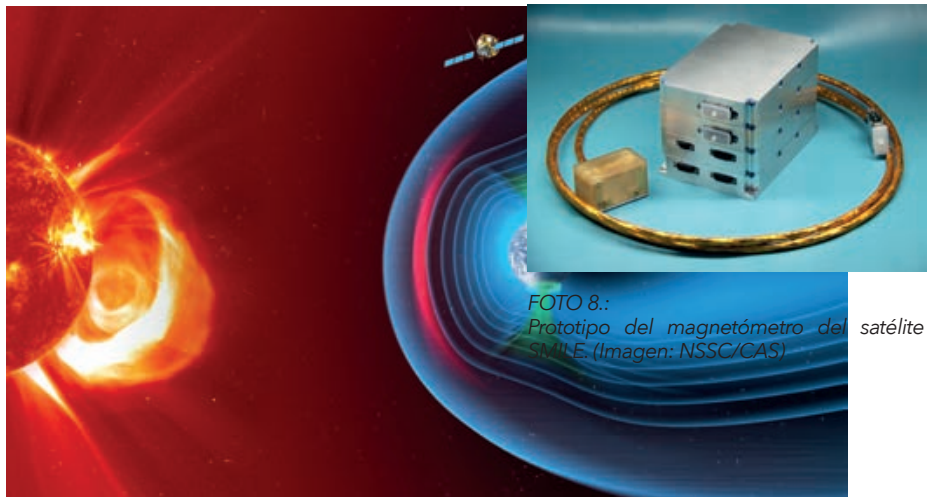


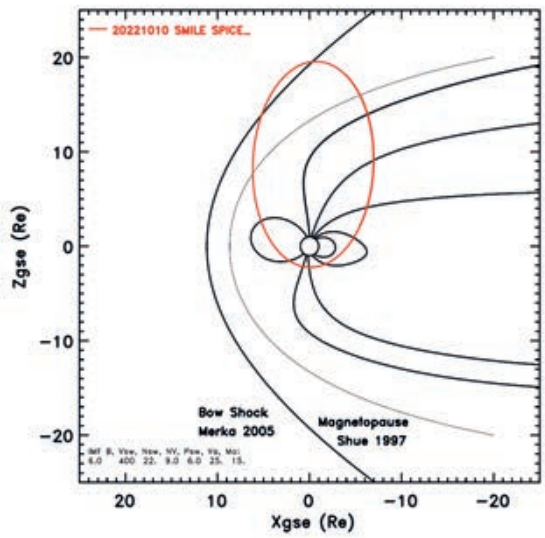
FOTO 8.: Prototipo del magnetómetro del satélite SMILE. (Imagen: NSSC/CAS)

La misión SMILE se centrará en la conexión Sol-Tierra. (Imagen: ESA/ATG medialab)

solicitud conjunta de ideas concretas para una futura misión. Los trabajos preliminares dieron como fruto más de una docena de alternativas presentadas para su escrutinio. Entre ellas destacaba SMILE, un intento de proseguir la tarea de los Double Star pero adoptando una nueva estrategia operativa más eficaz.

El programa Double Star había contado con dos satélites, lanzados uno después del otro, y todo parecía indicar que ampliar este tipo de estudios podría obligar a usar un buen número de vehículos en órbita para cubrir todos los puntos de vista necesarios. Sin embargo, esto suponía un problema debido al coste y la complejidad técnica inherentes. Por fortuna, existía un modo alternativo de llevar a cabo esta investigación, que consistía en prestar especial atención a la interacción entre las partículas del viento solar y las partículas neutras presentes en la atmósfera terrestre. Dicha técnica fue demostrada durante la misión XMM-Newton, propiedad de la ESA, e implicaría un drástico recorte en las necesidades financieras, ya que supondría el desarrollo de un único vehículo situado en una órbita especial.

El satélite SMILE utilizará una plataforma china y un módulo de instrumentos aportado por la ESA. (Imagen: CAS/ESA)



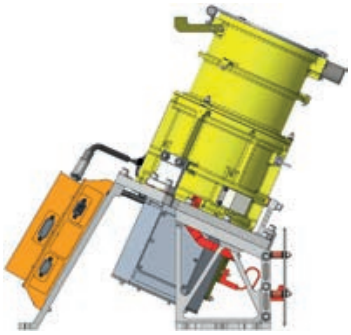
Esquema de la trayectoria que seguirá la misión SMILE en relación a la magnetosfera terrestre. (Imagen: ESA)

Con las líneas maestras ya trazadas, en noviembre de 2015 se decidió seleccionar definitivamente el proyecto y se invitó a la realización de estudios más detallados, estudios en los que trabajarían un total de tres contratistas europeos para definir su arquitectura final. La fase de estudios comenzó en 2016 y la misión fue adoptada por la ESA en marzo de 2019, iniciándose entonces el periodo de construcción y ensayos, tanto de la carga útil como de la nave espacial. China aprobó su parte del programa e inició también su fase de desarrollo avanzado.

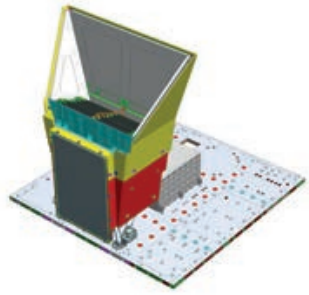
El futuro satélite, bautizado como Solar wind Magnetosphere Ionosphere Link Explorer (SMILE), entraría a formar parte de manera crucial de la llamada Cosmic Vision 2015-2025 de la ESA, uno de cuyos objetivos es el estudio de la meteorología espacial, y más concretamente la influencia del viento solar sobre la magnetosfera de la Tierra. Son diversas las misiones que se han lanzado al espacio para ocuparse de esta tarea, pero todas se centran en procesos concretos y ninguna es capaz de contemplar de forma completa la conexión entre el Sol y la Tierra. SMILE tratará de solventar esta carencia, estudiando la magnetosfera terrestre a escala global, para lo cual será dotada de un amplio paquete instrumental y de una trayectoria particular que permita extraer todo el partido a su presencia a bordo.

UNA ÓRBITA ESPECIAL

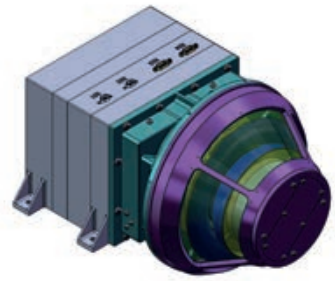
Estudiar el viento solar de forma tan amplia requerirá una perspectiva poco común. Para ello, el observatorio SMILE, cuyo lanzamiento está previsto para finales de 2024 o principios de 2025, deberá ser situado en una órbita terrestre muy elíptica, con un apogeo situado a casi un tercio de la distancia entre la Tierra y la Luna (unos 121.000 km). Debido a las insalvables leyes de la astrodinámica, el SMILE permanecerá cada órbita mucho tiempo alejado



La cámara ultravioleta UVI. (Imagen: U. Calgary/CSA)



El instrumento británico de rayos-X SXI. (Imagen: U. Leicester, UK)



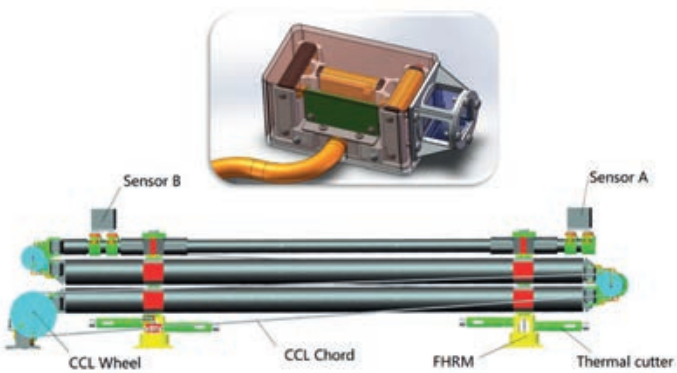
El analizador de iones chino LIA. (Imagen: NSSC/CAS)

de nuestro planeta (unas 40 horas), y podrá usar sus instrumentos para observar de forma casi continua zonas esenciales de la magnetosfera, en particular las regiones del polo norte de la Tierra. Cuando la nave regrese al perigeo, a unos 5.000 km de la superficie, podrá descargar toda la información adquirida durante el resto de su viaje, ya sea sobre la estación de recepción que la ESA tendrá en la Antártida, o en otra situada en Sanya, en China. Ambas proporcionarán capacidades de recuperación de datos, respaldándose mutuamente en caso de necesidad.

La información obtenida incluirá observaciones de la magnetopausa -es decir, la frontera entre la magnetosfera y el viento solar-, las zonas magnéticas polares, las regiones donde se desarrollan mayoritariamente las auroras boreales, etc. Para obtenerlas se ha programado el desarrollo de cuatro instrumentos, dos procedentes de Europa y Canadá, y otros dos de China.

En primer lugar tendremos una cámara de rayos-X (SXI, Soft X-ray Imager) que será proporcionada por la Agencia Espacial del Reino Unido, con la cooperación de otros países europeos. En este rango de longitud de onda, el SMILE podrá analizar de qué forma el viento solar incide en la magnetosfera terrestre y cómo afecta a esta última. Para evitar interferencias, un parasol protegerá al telescopio de cualquier polución lumínica procedente del planeta. En segundo lugar, Canadá construirá una cámara ultravioleta (UVI, Ultra-Violet Imager), especialmente pensada para estudiar las auroras y su distribución regional. En cuanto a las aportaciones chinas, consistirán en un detector de iones (LIA, Light Ion Analyser) y un magnetómetro (MAG), los cuales medirán las partículas energéticas del viento solar y el propio campo magnético terrestre, respectivamente. Gran Bretaña, Francia y Austria anunciaron que participarían en el diseño de los instrumentos chinos, aportando diversos equipos para ellos.

Dado que el envío al espacio del SMILE será responsabilidad de la ESA, este está siendo construido para ser perfectamente compatible con un lanzamiento a bordo de un cohete Vega-C (como carga principal) o un Ariane-62 (posiblemente como carga secundaria, debido a la mayor capacidad de este vector).



Esquema del magnetómetro. (Imagen: NSSC/CAS)

PLATAFORMA CHINA

En el reparto de tareas para la misión, además del lanzamiento, la Agencia Espacial Europea se ocupará de desarrollar el módulo de la carga útil, donde se instalará el instrumental científico. Como se ha mencionado, la información que se obtenga será transmitida a dos estaciones receptoras, siendo la de titularidad europea, en la Antártida, la asignada como la principal del segmento terrestre. Esta estación tendrá sobre ella el perigeo de la órbita de SMILE, y estará perfectamente capacitada para recibir los valiosos datos que este transmita durante cada revolución. Durante los tres años que durará la fase básica de la misión (esta podría extenderse posteriormente), los datos captados por SMILE, que serán enviados mediante un

sistema de transmisión en banda X, serán compartidos entre todos los participantes.

En cuanto a la plataforma orbital, la cual se unirá al módulo de carga útil, será construida en Shanghái por la organización IAMC/CAS (Academia de Innovación para Microsatélites), bajo la supervisión de la Academia de Ciencias China. Este centro está especializado en satélites de pequeño tamaño y tecnología avanzada, pero también ha hecho incursiones en proyectos de mayor envergadura. China, además, se ocupará del control efectivo de la misión y de las propias operaciones científicas, a través de su antena terrestre.

SMILE medirá unos 3,15 metros de alto, con el módulo de la carga útil en la parte superior conteniendo tres de los cuatro instrumentos científicos, orientados permanentemente hacia los objetivos. Para ello, el satélite se mantendrá estabilizado en sus tres ejes. Su órbita final será el resultado de la acción de su motor principal, equipado con 350 litros de combustible, el cual se encargará de trasladar la nave desde la órbita baja inicial donde será liberada por su cohete hasta la definitiva, que la llevará hasta más allá del campo magnético de la Tierra.

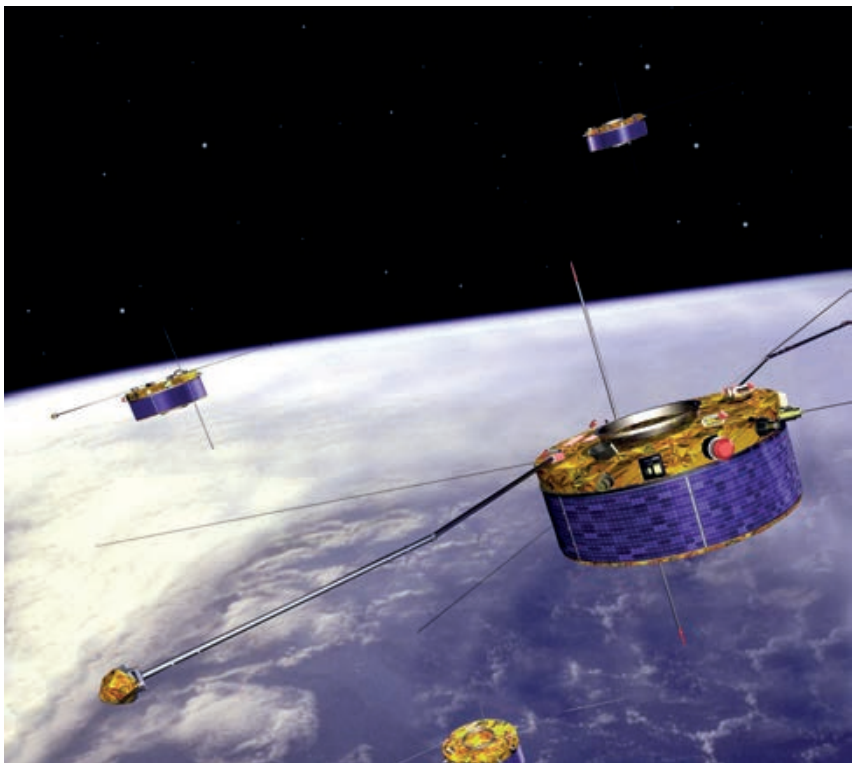
SMILE pesará unos 2.200 kg al despegue y estará equipado con paneles solares. El vehículo dispondrá asimismo de una pértiga de unos 3 metros de largo donde se encontrarán situados los sensores para el magnetómetro. El analizador de iones chino será instalado también en la plataforma.

CIENCIA INTENSIVA

Gracias a la particular órbita de SMILE, que lo llevará hasta una distancia máxima de unos 19 radios terrestres (121.182 km), el satélite podrá apuntar sus cámaras de rayos-X y ultravioleta durante muchas horas, de forma ininterrumpida, tanto hacia el lado diurno de la magnetopausa como hacia las zonas polares en las que las partículas del viento solar entran en contacto con la ionosfera terrestre. Al mismo tiempo, podrá llevarse a término una vigilancia prolongada de todas las auroras boreales que se produzcan. Más concretamente, las dos cámaras obtendrán tanto imágenes fijas como videos, permitiendo comprender mejor los procesos que se desarrollen. Mientras tanto, el detector de iones y el magnetómetro tratarán de medir cualquier cambio en el campo magnético local, vigilar los iones presentes en el viento solar, etc. Así, cuando el viento solar golpee contra la magnetosfera terrestre, por ejemplo tras una fuerte erupción solar, SMILE estará listo para observar su comportamiento y efectos. Las imágenes ultravioleta, por su parte, posibilitarán un análisis continuado de las auroras del hemisferio norte, de sus cambios con el paso del tiempo y de la propia evolución de las tormentas geomagnéticas.

Se espera así obtener una visión más completa de la conexión Sol-Tierra, tan importante para explicar la habitabilidad del planeta y su propio clima. No menos esencial será el conocimiento sobre la llamada meteorología espacial y sobre cómo afectan las tormentas solares a la Tierra. Estos procesos pueden repercutir en la actividad de los satélites y en las propias vidas de los astronautas, motivo por el cual es necesario conocer todo lo posible sobre ellos para encontrar maneras de proteger a unos y otros.

La segunda misión conjunta entre la ESA y China, por tanto, promete no solo reforzar los lazos de cooperación entre ambas regiones espaciales, sino también contribuir a realizar un importante paso adelante en el estudio científico de la heliofísica y la geofísica en general, y de las magnetosferas planetarias en particular. ■



Varios instrumentos de reserva de los Cluster fueron la contribución europea a los Double Star. (Imagen: ESA)

26 de septiembre de 1953 (hace 70 años)

en Madrid

El 26 de septiembre de 1953, en el Palacio de Santa Cruz, sede del Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, el embajador de Estados Unidos, James Clement Dunn, y el ministro de Asuntos Exteriores, Alberto Martín Artajo, firmaron los acuerdos de amistad y cooperación entre estos dos países; estos acuerdos, conocidos como los Pactos de Madrid, consistían en tres convenios: el convenio sobre ayuda económica, el convenio defensivo y el convenio relativo a la mutua defensa.

Con estos acuerdos se pudo hacer frente a la precariedad que sufría el Ejército del Aire en esa época, llevando a cabo una gran renovación de las aeronaves, la introducción de nuevos procedimientos operativos y un enorme salto cualitativo en la preparación y mentalidad del personal. También incluían estos convenios la utilización conjunta de los aeródromos militares de Torrejón de Ardoz, Morón de la Frontera y Zaragoza (que se convirtieron en las tres mayores y mejor dotadas bases aéreas de nuestro país), además de la base aeronaval de Rota.

Como fruto de esta cooperación se recibieron los reactores del tipo F-86 Sabre; aviones de escuela del tipo Beechcraft T-34 Mentor, North American T-6 Texan y Lockheed T-33A Shooting Star; de transporte Douglas C-47 Skytrain y C-54 Skymaster; de enlace y observación del tipo Cessna L-19 Bird Dog y de salvamento como los Grumman SA-16 Albatross, así como helicópteros Sikorsky H-19 Chickasaw, que fueron los primeros en servicio en nuestro ejército, y Hiller OH-23 Raven.

10-11 de junio de 1933 (hace 100 años)

en Tablada (Sevilla)

El día 10 de junio de 1933, a las 4:45, el avión Breguet XIX modelo Gran Raid TR Superbidón bautizado Cuatro Vientos, despegaba de Tablada para iniciar su viaje a Cuba. A bordo iban el capitán de ingenieros, Mariano Barberán, y Tros de Ilarduya, profesor de navegación y director de la Escuela de Observadores, y el teniente de caballería Joaquín Collar Serra, uno de los pilotos más expertos de su generación.

Los objetivos perseguidos con este vuelo eran tres: llevar el saludo cordial de la república española a la república de México (dado que no se había visitado en los vuelos transatlánticos españoles anteriores), estudiar una nueva ruta aérea sobre el atlántico, y poner de manifiesto la competencia y capacidad de los aviadores españoles.

Tras 39 horas y 50 minutos, y después de recorrer 7570 km. (la segunda distancia más larga cubierta hasta entonces por un avión en un vuelo sin escalas), el Cuatro Vientos aterrizaba en Camagüey (Cuba).

A las 5:52 del día 20 de junio, el avión despegaba para cubrir la ruta entre La Habana y Ciudad de México; a partir de Villahermosa (México) no hubo más noticias de su vuelo. Los tripulantes y el avión habían desaparecido y, tras muchos intentos, aún a día de hoy no se ha encontrado ningún resto de la aeronave que sirva para aclarar las causas de este gran enigma.

Visita de trabajo del DISAN y del JECOSAN a unidades de la base de Zaragoza

El 12 julio el general médico Juan de Dios Sáez Garrido, DISAN (director de sanidad del Ejército del Aire y del Espacio .) y el general médico Alberto Hernández Abadía de Barbará, JCOSAN (jefe de la Jefatura Conjunta de Sanidad), acompañados de una comisión de oficiales de sanidad, se desplazaron a la base aérea de Zaragoza para realizar una visita de trabajo a las unidades sanitarias allí ubicadas, y conocer de primera mano las circunstancias en se preparan y desarrollan sus misiones.

La DISAN, encuadrada en el Mando del Personal, es el órgano responsable de las actividades relacionadas con la sanidad en sus aspectos logístico-operativo, preventivo y asistencial, medicina aeronáutica y medicina pericial del Ejército del Aire y del Espacio. Por su parte, la JECOSAN, integrada en el Estado Mayor Conjunto de la Defensa, es responsable de la dirección y coordinación de los aspectos relacionados con la sanidad operativa de las Fuerzas Armadas, impartiendo directrices para orientar la preparación y empleo de las capacidades sanitarias operativas derivadas del planeamiento militar, y el desarrollo y establecimiento de las normas de acción conjunta en este ámbito.

DISAN y JECOSAN fueron recibidos por el general Santiago A. Ibarreta, jefe de la base aérea de Zaragoza, acompañado del 2.º jefe, coronel Carlos Marín, que junto con los jefes de la Unidad Médica Aérea de Apoyo al Despliegue de Zaragoza (UMAAD-Zaragoza), coronel médico Carlos F Rodrigo Arrastio, Centro Médico del MAGEN en Zaragoza (coronel médico Isabel Marzo), así como personal del Centro de Farmacia en Zaragoza (CEFARZA) y del servicio de sanidad de la base (servicio médico y servicio veterinario), y con todos ellos compartieron un desayuno de trabajo durante el cual les expusieron los asuntos más relevantes de la base, sus misiones y sus capacidades fundamentales.

A continuación se mantuvieron reuniones de trabajo y visitas a la UMAAD-Zaragoza, con motivo del hospital de campaña tipo Role-2, equipo y diverso material, que será entregado próximamente a las Fuerzas Armadas ucranianas, que incluye la formación al personal ucraniano para la utilización, montaje y desmontaje de dicho equipamiento, así como al centro médico del MAGEN en Zaragoza, CEFARZA y el servicio médico de la base, EADA y a la Escuela de Técnicas de Seguridad y Defensa (ETESDA), donde pudieron conocer las capacidades y carencias, y las circunstancias en se preparan y desarrollan sus misiones estas unidades.

La ETESDA celebra la culminación del año académico con el acto de jura o promesa de bandera del primer ciclo de 2023

La Escuela de Técnicas de Seguridad, Defensa y Apoyo (ETESDA) finaliza el año académico 2022-2023 con el emocionante acto de jura o promesa de bandera del primer ciclo de 2023 presidida por el subdirector de Enseñanza del Mando de Personal del Ejército del Aire y del Espacio, general Carlos de Ysasi-Ysasmendi Krauel.

Este evento marca un momento trascendental en la carrera militar de nuestros nuevos 555 aviadores y representa la culminación de la formación que han recibido nuestros aspirantes a soldados desde su ingreso en el Ejército del Aire y del Espacio el día 8 de mayo.

A lo largo del año académico, la ETESDA ha impartido un total de 34 cursos y fases, junto con 18 jornadas de contraincendios, una variedad de formaciones que han brindado a nuestros alumnos una amplia gama de conocimientos y habilidades prácticas.

Cada uno de estos cursos ha sido cuidadosamente diseñado y desarrollado por el personal docente con el objetivo de satisfacer las demandas actuales del Ejército del Aire y del Espacio, específicamente en el campo de la seguridad y la defensa. Unos 1500 alumnos han completado con éxito estos cursos durante el año académico 2022-2023, unos 500 alumnos más que en años anteriores.

En conjunto, los profesores han dedicado un total de más de 20000 horas de enseñanza, compartiendo sus conocimientos y experiencia con los estudiantes. Su compromiso y dedicación han sido fundamentales para el éxito de la misión educativa y el crecimiento de los alumnos.

Por último y no menos importante, destacar al resto del personal destinado, todo un equipo formado por unas 130 personas, al que se suma el personal proveniente de otras unidades que con su arduo trabajo y dedicación durante el año académico 2022-2023 han superado cualquier adversidad que haya surgido, honrando de esta forma al lema «Eppur si muove».

La Patrulla Águila, el Ala 35 y la 9.ª Escuadrilla representan a España en el RIAT 2023.

El 14 de julio se inauguró en la base aérea de la Royal Air Force (RAF) en Fairford (Inglaterra) una nueva edición del Royal International Air Tattoo (RIAT), uno de los festivales aéreos más importantes a nivel mundial, y el de mayores dimensiones en el campo de la aviación militar. El festival concluía el 16 de julio con un éxito de asistencia rotundo.

Este espectáculo aéreo congrega cientos de participantes anualmente, con la asistencia de organizaciones civiles y unidades militares procedentes de diferentes puntos del planeta, siendo la temática central de esta edición el reabastecimiento en vuelo (AAR – Air To Air Refueling). Bajo el lema Skytanker23, se resaltaba el valor de la capacidad AAR en la aviación militar moderna a través de un viaje temporal a lo largo del último siglo, desde los comienzos en 1923 hasta las aeronaves más modernas en servicio en la actualidad. Este contraste histórico se apreciaba fácilmente a través de su exposición estática, encontrando desde los legendarios North American Texan T-6 hasta los últimos modelos de la aviación de caza y ataque, transporte y helicópteros, operativos hoy en día.

Como representación de nuestras Fuerzas Armadas, cuya presencia viene siendo habitual desde ediciones pasadas, se encontraban dos Harrier AV8B+ de la 9.ª Escuadrilla de la Armada que permanecieron en exposición estática durante el fin de semana y llevaron a cabo una demostración, sobre el recinto, para el disfrute de los asistentes. Y por otra parte, la Patrulla Águila y el Ala 35 que fueron los representantes en Fairford del Ejército del Aire y del Espacio realizando exhibiciones aéreas y estáticas respectivamente.

A pesar de la climatología adversa con la que dio comienzo el festival y que limitó la exhibición aérea de la Patrulla Águila durante el sábado, los cielos de Fairford se tiñeron con la bandera roja y gualda al paso de los E.25 (C-101) durante la clausura del festival. La tripulación del T.21 (C-295M) del Ala 35, que además de servir como apoyo logístico para el despliegue de los medios de la patrulla acrobática formó parte de la exposición estática durante todo el fin de semana, estuvieron a disposición de los asistentes para resolver sus dudas y mostrarles todas las prestaciones de la plataforma, de las que cabe destacar la capacidad AAR, temática del evento.

El NH90 Lobo alcanza sus 3000h de vuelo

El 17 de agosto en la base aérea de Cuatro Vientos, el Ala 48 y en especial el 803 Escuadrón celebró el haber alcanzado las 3000 horas de vuelo por helicóptero referencia y punta de lanza en cuanto a misiones de búsqueda y salvamento (SAR) y operaciones aéreas Especiales (SAO) .

El NH90 Lobo se incorporó al Ala 48 el 16 de octubre de 2020, desde entonces ha mantenido una operatividad intachable, cumpliendo todos los hitos marcados según su plan de implantación.

Desde su llegada, el Ala 48 ha trabajado sin descanso y estos logros se traducen en la consecución de la Capacidad Operativa Inicial (IOC), la cual habilita al 803 Escuadrón a cubrir la alarma SAR de la región de búsqueda y salvamento (SRR) Madrid, tal y como lleva haciendo desde su creación en 1954, así como la certificación SAO obtenida en el ejercicio SIRIO22, que les permite ser parte esencial del primer SOATG conformado en España y la inclusión de este en la vanguardia de la OTAN mediante su integración en la estructura superior de la Fuerza de Respuesta de la OTAN (NRF) de 2023.

Una aeronave del EA contribuye a la salvación de numerosas vidas tras un naufragio en el Mediterráneo

El 17 de agosto el CN-235 D4 VIGMA del Ejército del Aire y del Espacio, operado por las tripulaciones del Ala 49, contribuyó significativamente a salvar la vida de 10 personas en el Mediterráneo occidental, tras sufrir un naufragio, mientras intentaban alcanzar las costas españolas.

La embarcación de fibra había sufrido un grave problema de flotabilidad por lo que se terminó hundiendo, exponiendo a todos sus ocupantes a un gran riesgo para sus vidas. El D4 Vigma localizó los restos de la embarcación y a sus ocupantes, teniendo que lanzar desde la aeronave balsas salvavidas y kits de supervivencia, que resultaron fundamentales para la salvación de todos ellos y su posterior rescate, coordinado con salvamento marítimo y en colaboración con diversos barcos mercantes que se encontraban en las inmediaciones.

El Ala 49 tiene como rol principal la realización de misiones de búsqueda y salvamento (SAR) y vigilancia marítima (VIGMA). Sus tripulaciones permanecen dispuestas a operar de manera inmediata las 24 horas del día, durante los 365 días del año, manteniendo un gran nivel de preparación y adiestramiento. Durante el desarrollo de la misión se pudo comprobar el alto grado de preparación, profesionalidad y destreza que poseen las unidades SAR del Ejército del Aire y del Espacio, además de la rápida y eficaz respuesta de actuación ante situaciones reales.

Primer piloto que cumple 2000 horas de vuelo en C-16 en el Ejército del Aire y del Espacio

El comandante Alfredo Jiménez Díez-Canseco, piloto del Grupo 11 de FF.AA. y jefe del 111 Escuadrón de la base aérea de Morón y Ala 11, ha sido el primer aviador del Ejército del Aire y del Espacio en conseguir este hito tan importante para la historia de la aviación militar española.

El comandante, actualmente destacado en Estonia formando parte del destacamento Ambar desplegado en el Báltico, ha conseguido alcanzar estas 2000 horas de vuelo en C.16 durante una misión en zona de operaciones, lo que denota el esfuerzo y dedicación que nuestros hombres y mujeres entregan dentro y fuera de nuestras fronteras.

Las labores llevadas a cabo en zona de operaciones por parte de todos los compañeros, nos garantizan un espacio aéreo seguro con la vigilancia continua y permanente de los cielos europeos.

Visita a la maestranza aérea de Albacete de un grupo de ingenieros becarios procedentes de distintas universidades españolas

El 24 de agosto, un grupo de becarios de ingeniería del Cuartel General del Ejército del Aire y del Espacio y procedentes de distintas universidades españolas, visitaron la maestranza aérea de Albacete.

A su llegada a la unidad, fueron recibidos por el coronel Isusi y una comisión designada a tal efecto. Tras su recibimiento, se dirigieron a la sala de conferencias donde el coronel les ofreció una presentación sobre la estructura, organización y misiones de esta maestranza, así como un breve recordatorio sobre su historia.

A continuación, realizaron un recorrido por los talleres aviones de enseñanza, aviones de combate y aviones contraincendios, donde los becarios pudieron ver de cerca el material aéreo y equipamiento con el que se trabaja y las múltiples tareas desarrolladas en estas instalaciones.

Incorporación de los alumnos a la Academia Básica del Aire

El 31 de agosto hicieron su presentación en la Academia Básica del Aire 142 alumnos pertenecientes a la XXXII Promoción (promoción interna con titulación previa) y 124 alumnos integrados en la XXXIV Promoción (promoción interna sin titulación previa), sumándose a los 60 alumnos de acceso directo que habían realizado su incorporación el 17 de agosto para realizar la fase de adaptación a la vida militar. Del mismo modo se incorporaron para continuar su plan de estudios, los sargentos alumnos de la XXXII Promoción (3.º curso) y los alumnos de la XXXIII Promoción (2.º curso).

Los alumnos de primer curso, integrados en la XXXII Promoción (con titulación previa) y en la XXXIV Promoción, comenzaron la fase de formación militar intensiva el 2 de septiembre hasta el 23 de septiembre, ininterrumpidamente, en la localidad leonesa de Boñar, según lo previsto en el plan de estudios, programándose actividades teórico-prácticas de formación militar general, marchas y ejercicios tácticos, instrucción de orden cerrado y abierto y de supervivencia.

¿Sabías que...?

• APROBADA LA OFERTA DE EMPLEO PÚBLICO DEL CUERPO DE LA GUARDIA CIVIL PARA EL AÑO 2023. Real Decreto 627/2023, de 11 de julio. BOD n.º 136 de 13 de julio de 2023.
Convocatoria de 2520 plazas para ingreso directo en la Escala de Cabos y Guardias del Cuerpo de la Guardia Civil. Del total de plazas convocadas para ingreso directo en la Escala de Cabos y Guardias, se reservan 1008 a los militares profesionales de tropa y marinería que lleven al menos cinco años de servicios efectivos como tales, y 185 plazas para los alumnos del Colegio de Guardias Jóvenes.

• REVISADO EL IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR USO DE VEHÍCULO PARTICULAR EN COMISIÓN DE SERVICIO. Orden HFP/793/2023, de 12 de julio. BOD n.º 140 de 19 de julio de 2023.
Se actualiza el importe de la indemnización a percibir como gasto de viaje por el uso de vehículo particular en comisión de servicio, prevista en el Real Decreto 462/2002, sobre indemnizaciones por razón del servicio.

• PUBLICADO EL ACUERDO PARA QUE LA SECRETARIA DE ESTADO DE DEFENSA PROCEDA A LA ELABORACIÓN DE UNA NUEVA ORDEN MINISTERIAL QUE AMPLÍE LAS FORMAS PARA ACREDITAR EL CAMBIO DE RESIDENCIA HABITUAL Y FIJE, EN SU CASO, NUEVAS CUANTÍAS DE LA COMPENSACIÓN ECONÓMICA POR RAZÓN DE MOVILIDAD GEOGRÁFICA DE LOS MIEMBROS DE LAS FUERZAS ARMADAS. Instrucción 36/2023, de 18 de julio, de la ministra de Defensa. BOD n.º 143 de 24 de julio de 2023.

• CONCEDIDO EL PREMIO EXTRAORDINARIO DE DEFENSA «GENERAL GUTIÉRREZ MELLADO» 2023 A LOS CENTROS DOCENTES MILITARES DE FORMACIÓN DE OFICIALES Y SUBOFICIALES. Orden DEF/828/2023, de 19 de julio. BOD n.º 144 de 25 de julio de 2023.
El Premio ha sido otorgado a los centros docentes militares de formación de oficiales y suboficiales, por su labor eficaz y constante en la formación de los cuadros de mando de las Fuerzas Armadas, su impulso a la profesionalidad y la modernidad en el seno de la institución militar, la difusión de valores esenciales para nuestra sociedad y su ejemplar colaboración con el mundo universitario y académico para lograr una plena integración de la sociedad con sus ejércitos. Este espíritu de modernidad, profesionalidad e integración con la ciudadanía refleja fielmente el pensamiento del General Gutiérrez Mellado, a cuya figura se dedica este premio.

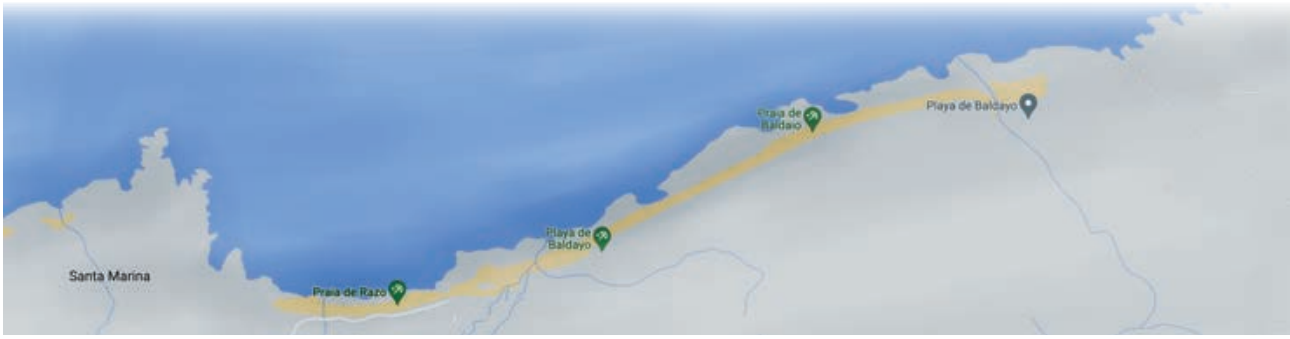
• PUBLICADO EL FALLO DE LOS «PREMIOS EJÉRCITO DEL AIRE Y DEL ESPACIO 2023». Resolución 702/12927/23 de 15 de junio, del jefe de Estado Mayor del Ejército del Aire y del Espacio. BOD n.º 149 de 1 de agosto de 2023.

• APROBADA LA CONVOCATORIA DE BECAS Y AYUDAS PARA FACILITAR LA OBTENCIÓN DE TITULACIONES DEL SISTEMA EDUCATIVO ESPAÑOL, AL PERSONAL MILITAR Y A LOS RESERVISTAS DE ESPECIAL DISPONIBILIDAD COMO MEDIDA DE APOYO A LA FORMACIÓN Y AL DESARROLLO PROFESIONAL, DURANTE EL CURSO 2023-2024. Resolución 452/13197/23, de 21 de julio, de la subsecretaria de Defensa. BOD n.º 152 de 4 de agosto de 2023.
Se convocan becas y ayudas para la realización de estudios de formación profesional, formación de grado, de postgrado y máster, para el curso académico 2023/2024, como medida de apoyo a la formación y al desarrollo profesional.
Su finalidad es facilitar a los militares profesionales los procesos de promoción en las Fuerzas Armadas para cambio de escala o de cuerpo; impulsar el desarrollo formativo de los militares de carrera, del personal militar de complemento y del personal de tropa y marinería que tenga suscrito el compromiso de larga duración; así como mejorar la empleabilidad del personal reservista de especial disponibilidad.

• LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA HA ENVIADO EL TELESCOPIO «EUCLID» AL ESPACIO PARA AYUDAR A DESCIFRAR EL ENIGMA DE LA NATURALEZA DE LA ENERGÍA Y LA MATERIA OSCURAS, DOS DE LOS COMPONENTES MÁS MISTERIOSOS DE NUESTRO UNIVERSO.
La nave espacial despegó el 1 de julio, y está previsto que pueda iniciar su trabajo tres meses después de su lanzamiento. Durante seis años estudiará una tercera parte del cielo, con una sensibilidad y exactitud sin precedentes, generando el mapa del cielo extragaláctico más detallado de los que se disponen hasta la fecha. Así se podrá conocer en detalle la forma, posición y movimiento de las galaxias, incluyendo las más alejadas, para saber cómo está distribuida la materia ordinaria y cómo ha evolucionado la expansión del Universo, y poder deducir las propiedades de la materia y energía oscuras.
Los datos obtenidos serán estudiados por el consorcio «Euclid», un grupo de más de 2000 científicos de Europa, EE.UU., Canadá y Japón. Además, anualmente se pondrán los datos a disposición de la comunidad científica global a través del archivo científico del Centro Europeo de Astronomía Espacial de la ESA, que se encuentra en España, permitiendo que se investiguen más aspectos adicionales de astronomía.
«Euclid» es una misión europea, ha sido construido y es operado por la ESA, con aportaciones de la NASA. Thales Alenia Space ha sido el contratista principal para la construcción del satélite y su módulo de servicio, y Airbus Defence and Space ha desarrollado el módulo de carga útil, incluido el telescopio.

Nuestro museo

Juan Ayuso Puente
Coronel (retiro)
del Ejército del Aire
y del Espacio



APLAYIZAJE: DÍCESE DEL HECHO AERONÁUTICO CONSISTENTE EN ACUDIR A LA PLAYA EN AVIÓN. PARTE 1ª

El museo empieza una nueva época. No, no ha cambiado de ubicación ni ha sufrido ningún cambio estructural, simplemente, y muy importante, ha cambiado de director. El pasado 13 de julio, en el BOD 136, con efectividad del 10 de julio, el coronel Juan Toledano Mancheño, director durante los últimos cinco años del Museo y que se jubilará el próximo año, ha sido sustituido por el coronel Félix Manjón Martín. Gracias por todo, «mi coronel» (Toledano) por tus desvelos y por tu intenso trabajo en favor de nuestra historia. Gracias. Esta importante y significativa circunstancia, en serio que no es «peloteo», es clave en la vida de nuestra institución, el museo, nos licencia para hacer un alto en el camino que recorríamos en nuestro deambular por El nuevo museo, ronda detallada a lo largo del hangar n.º 1, primero que sufrió una renovación en profundidad. Sirva este artículo para darle la bienvenida y aprovechar para relatar unos hechos en los que fue protagonista principal el coronel Manjón que, por cierto, ha autorizado y revisado el relato relativo al primer y, de momento, el único realizado por aviones del EA y con el que se amplió el vocabulario aeronáutico, apareciendo un nuevo concepto como es el de aplayizaje, es decir, el hecho de tomar tierra en una playa. No había, hasta ese momento, precedentes en nuestra nación, en nuestro Ejército del Aire y del Espacio, de que un avión propio hubiera aterrizado, despegando días después, de playa alguna, ya fuera por motivo operativos o logísticos, ni tan siquiera debido a una emergencia. En este sentido y como bienvenida y reconocimiento ante la toma de posesión de la dirección del Museo del Aire y del Espacio por el coronel Manjón, reproducimos una condensación, al estilo de cómo se presentaban artículos resumidos o reimpresos de otras revistas en la famosa publicación mensual estadounidense «Selecciones» del *Reader's Digest,* de unos hechos por él relatados y plasmados en el libro «Casa C-212, el pequeño gigante» capítulo IV, mayo de 2023. Durante el desarrollo del presente artículo me he dado cuenta de que era demasiado extenso pero que por otro lado era necesario para su perfecta comprensión. Esta consideración se ve agravada por el reducido espacio asignado al artículo del Museo en el presente número de la *Revista de Aeronáutica y Astronáutica* y que hace que nos planteemos comentarlo en dos capítulos. El primero es la que nos ocupa y aunque nos deje sin saber el final, bien está para que así nos quede curiosidad para conocer el detalle del hecho, con ganas, la segunda y última parte del relato. Aparte de aplayizajes por motivos de emergencia durante la Segunda Guerra Mundial encontramos que, en playas del norte de España, concretamente en las playas de Langosteira, Fisterra, Traba de Laxe y del Área da Vila de Camariñas se realizó alguno más. Uno de los últimos ocurrió el último día de agosto de 1979 en un vuelo de Oporto a Biarritz. Al parecer, el piloto tuvo que tomar tierra de forma precipitada, por una avería del motor, en la playa O Rostro, en Fisterra, saliendo ilesos los dos tripulantes ingleses de la aeronave. Dije que no fue el último porque, en el año 2003 y por circunstancias que desglosaremos a continuación, un Aviocar C-212 del 803 Escuadrón de Fuerzas Aéreas del Ejército del Aire, con base en Cuatro Vientos, tuvo que hacer un aterrizaje forzoso, y es aquí donde empezaremos a hablar de aplayizaje. El 5 de abril de 2003, un C-212 Aviocar del Ala 48 se encontraba destacado en la zona de Santander con la misión de búsqueda sobre

el mar. Tras una mañana intensa de búsqueda sufrió un cambio de objetivo y se le asignó la localización de un tripulante de un yate inglés que había desaparecido tras un percance grave en el navío, encontrándose aproximadamente en una zona a 76 millas al noroeste de A Coruña. Tras una intensa búsqueda sin resultados, el comandante de la aeronave se vio obligado a dar por terminada la misión de búsqueda para regresar a la base, alcanzando, más o menos a mediodía y con muy poco combustible, la playa del arenal carballés. Aquí se verían empujados a tomar la que, quizá, haya sido la decisión más valiosa y vital de sus vidas pues, de haber continuado, probablemente se hubieran estrellado entre la Playa de Razo-Baldaio y el aeropuerto de A Coruña, a unos 8 o 10 minutos de tiempo de vuelo, debido a la falta de combustible. Hubieran tenido que realizar un aterrizaje forzoso en una zona bastante abrupta, con un más que probable catastrófico final. La decisión de realizar el aplayizaje en el arenal carballés, salvaría las vidas de la tripulación del Aviocar, convirtiéndose los seis kilómetros de longitud de la playa en una perfecta pista, consiguiendo posar el aparato sin desperfecto alguno. Durante las horas siguientes se registraría una actividad frenética para tratar de que el avión pudiese marcharse como había llegado, empleando el arenal como pista, en este caso para el despegue. El entonces comandante Félix Manjón, nuestro nuevo director del museo, piloto militar de avión y helicóptero del Ejército del Aire, destinado en aquel momento en el Ala 48, fue el designado para organizar y sacar al Aviocar de la playa, a ser posible volando y por sus propios medios. Debido a su afición aeronáutica y a su gran devoción por el vuelo, nuestro hoy nuevo director solía, ya entonces pasar parte de su tiempo libre en el Museo del Aire, en compañía de amigos y conocidos con los que disfruta entablando conversaciones en torno a la aviación y al propio museo, del cual, según palabras de él mismo, estaba profundamente enamorado e impresionado. Ese mismo día del aplayizaje del Aviocar, el sábado 5 de abril de 2003, estaba destinado como piloto y jefe de seguridad en vuelo del Ala y, curiosidad, coincidencia, premonición, a saber qué, se encontraba en el Museo del Aire ejerciendo de guía con un grupo de visitantes de la Casa Real y otras autoridades. Durante la visita recibió una llamada en la que se le informaba de esta situación, de que uno de los aviones de la Escuadrilla había tenido que aterrizar en la Playa de Razo-Baldaio. Tras comentarle que los miembros de la tripulación se encontraban bien, se le informó que se estaba preparando un helicóptero Super Puma del Ala para salir inmediatamente hacia el lugar de incidente, que era designado para valorar la situación, evaluar los daños sufridos y barajar la posibilidad de conseguir sacarlo de la playa de alguna manera, aunque fuera mediante desguace y, posteriormente, darlo de baja ya que era uno de los aviones más antiguos que tenían la flota de la unidad en aquel momento. Nuestro nuevo director no contempló la posibilidad de desguazar el avión y se dirigió desde el museo al Ala 48, recogiendo su material personal de vuelo de su taquilla, junto con los manuales del Aviocar y, con lo puesto, subió al helicóptero camino de la playa de Razo-Baldaio. Llegado a la playa y aún en el aire, pudo observar la escena y empezar a obtener información de la situación, presentándosele las primeras dudas, pero qué mejor que transcribir sus palabras narrando lo acontecido: Esto es parte de lo que pasó, pero no todo. Como ya comentamos antes, el espacio signado nos obliga hacer un paréntesis, continuando en la próxima entrega del museo, ya en palabras de nuestro coronel, y terminaremos con esta sorprendente historia. Hasta entonces.

Cine, aviación y espacio

Manuel González Álvarez
Historiador

Ficha técnica de «Spitfire over Berlin»
Director: Callum Burn • Guión: Andrew Burn y Callum Burn • Productora: Tin Hat Productions • Fotografía: Sam Parsons • Música: James Griffith • Reparto: Kris Saddler, David Dobson, Vin Hawke, Callum Burn, Jeffrey Mundell, Tom Gordon, Archie Blankley, Luke Williams • País: Reino Unido • Año: 2022 • Duración: 80 min.

Spitfire over Berlin es una película moderna, de 2022, dirigida y escrita por el director británico Callum Burn. En principio, se antoja sencilla ya que desde los primeros minutos nos parece lo que es: un metraje de bajo presupuesto. Seguramente en el mundo de hoy, donde es común ver en cualquier tipo de producción cosas impresionantes realizadas mediante efectos especiales, no resulta una película muy atractiva dada su calidad gráfica. El filme nos habla de las peripecias del piloto británico Edward James y de la misión que le encomiendan: reconocer las defensas de Berlín para evitar que los escuadrones de bombardeo americanos sufran grandes pérdidas.

La película, además, puede resultar lenta en muchos casos, ya que acusa de una monotonía notoria, al estar grabada prácticamente en su totalidad desde el interior de la cabina del piloto. No obstante, se debe resaltar el notorio esfuerzo por parte de la producción y la dirección por intentar crear un producto viable que cuente una historia más o menos realista. El argumento, que está inspirado en las unidades de reconocimiento fotográfico de la RAF, intenta ofrecer tensión y algo de suspense dada la dificultad intrínseca de este tipo de misiones. Y la película lo consigue a medias, dado que la misión que podemos ver en el filme no existió. Quizás habría funcionado mejor si la producción se hubiese centrado en una misión real. Aún así, sí que podemos considerar

Fotografía del Spitfire AA810 en la base de Wick el 29 de Enero de 1942, pilotado por Robert Tomlinson. (Imagen: Spitfire AA810 Project)

que el director intenta acercarnos más a unas unidades poco conocidas y fundamentales en cualquier conflicto bélico.

EL OJO EN EL CIELO: UNIDADES DE RECONOCIMIENTO FOTOGRÁFICO

Las unidades de reconocimiento fotográfico de la RAF británica comenzaron su andadura con el inicio de la Segunda Guerra Mundial. Días después de la invasión alemana de Polonia, el mando de la RAF decidió formalizar la creación de una unidad de reconocimiento fotográfico militar. Hasta entonces se trataba de una unidad civil clandestina utilizada por el MI6 para realizar, en secreto, reconocimientos fotográfico sobre Europa.

Esta unidad estaba equipada con aviones civiles Lockheed 12A, que se sustituyeron por variantes militares con diversos propósitos, desde los conocidos Spitfire hasta los Bristol Blenheims.

La unidad recibió muchos nombres desde su creación en septiembre de 1939 hasta su disolución en octubre de 1942, y realizó misiones en todos los teatros de operaciones donde los Aliados estuvieron presentes. En 1942 se hizo patente la necesidad de dividir la unidad en diferentes escuadrones que pudiesen acometer diferentes misiones. De la Unidad de Reconocimiento Fotográfico Número 1 de la RAF nacieron cinco escuadrones con numeración correlativa del 540 al 544. Cada uno de ellos se desplegó en una zona y con propósitos distintos. El 540 fue originalmente enviado a realizar misiones sobre Noruega y el norte de Alemania, el 541 y el 542 en Europa, el 543 realizó misiones sobre Francia y el 544 fue enviado a Gibraltar para cubrir el Mediterráneo y la zona africana. No obstante, según iba cambiando el rumbo de la guerra estos escuadrones fueron reubicados, compartiendo misiones y teatros de operaciones en muchos casos.

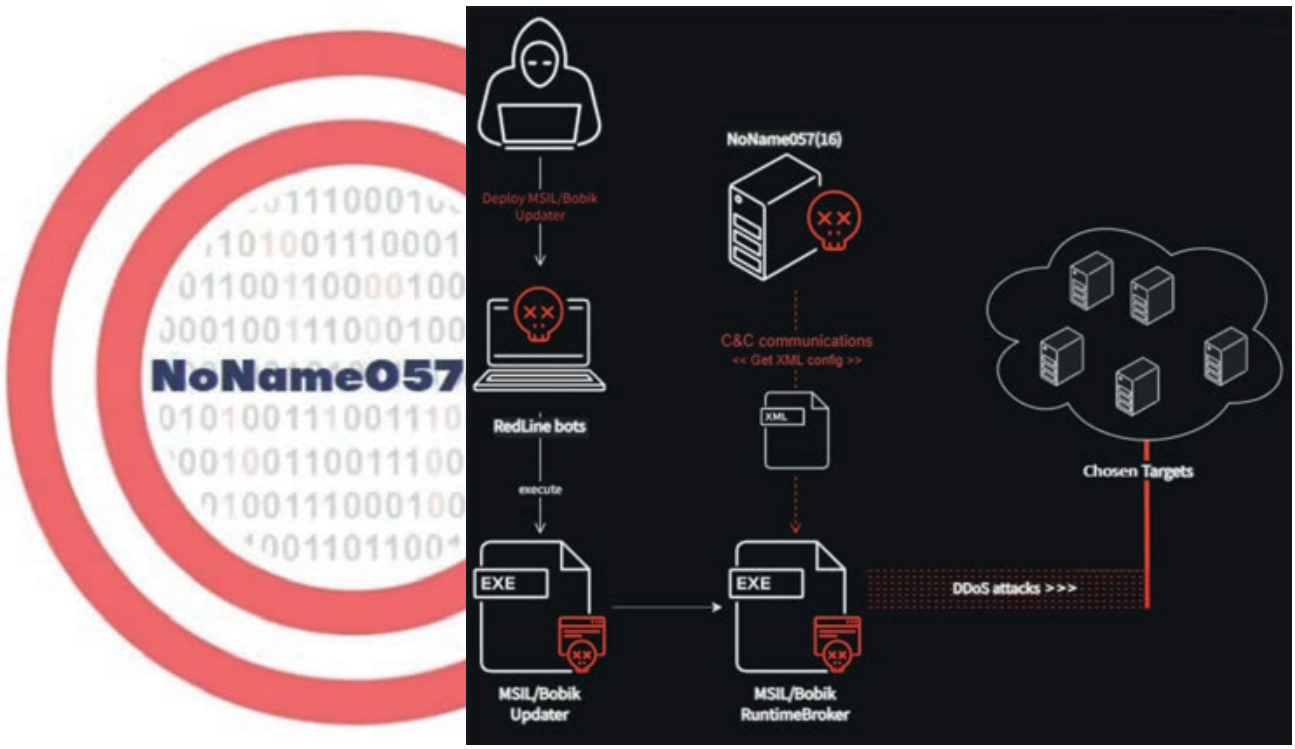
Las operaciones en este tipo de aeronaves eran muy peligrosas, ya que la mayor parte de las veces se realizaban en solitario y con aviones sin armamento. Esto era así debido a la importancia de mantener el secreto de la operación, llamando lo menos posible la atención de las defensas enemigas, pero también por las limitaciones tecnológicas de la época. Hoy en día resulta casi increíble dada la facilidad existente para poder observar desde la distancia gracias a satélites y equipos ópticos de última generación. En muchos casos, estas aeronaves de guerra necesitaban ser acondicionadas para instalar dentro los enormes equipos fotográficos que eran necesarios para poder tomar imágenes nítidas desde una altitud más o menos segura. Estas fotografías constituían un elemento esencial en la planificación de las operaciones ofensivas durante toda la guerra, minimizando las bajas propias y buscando una mayor precisión en los ataques a instalaciones críticas.

Para recuperar la memoria de estas unidades se ha puesto en marcha en 2018 en Reino Unido el proyecto Spitfire AA810, haciendo llamamientos a familiares y excombatientes para que compartan sus recuerdos. Buscan la restauración de aparatos, así como la reunión de información de todo tipo, desde el proceso de fabricación de las aeronaves hasta la historia operacional de las mismas. ■

Equipación de Spitfire de reconocimiento con una cámara durante la guerra (Imagen: BBC)

Internet y nuevas tecnologías

Ángel Gómez de Ágreda
Coronel del Ejército del Aire y del Espacio
Doctor en Ingeniería de Organización (UPM)
angel@angelgomezdeagreda.es



Aunque este verano el frente de batalla físico apenas se ha movido unos pocos kilómetros acá o allá en Ucrania, otros frentes sí lo han hecho. Los drones vuelan por miles, en algunos casos hasta la Plaza Roja en Moscú o la Plaza del Maidán (de la Independencia) en Kiev. Los ciberataques, por su parte, han vuelto a mostrar que no conocen fronteras.

En España también hemos sufrido nuestra ración correspondiente de denegaciones de servicio y demás técnicas ofensivas. Si alguien cree que las caídas de estas webs no tienen nada que ver con el Dniéper, en muchas ocasiones se equivoca.

Mientras el *hardware* fluye hacia Ucrania en forma de carros de combate, drones, misiles y aviones, el *software* mantiene una forma menos ruidosa de lucha a miles de kilómetros de allí. El grupo Noname057 se atribuyó ataques en España contra bancos e instituciones oficiales, pero también contra los de otros países europeos. Incluso contra parlamentos, como el francés.

Según algunos medios, este mismo grupo intentó comprometer este verano el sistema electoral español alrededor de la fecha de las elecciones generales. En este caso, la prensa tenía conocimiento de primera mano de las técnicas empleadas por los hackers malos (hay que insistir siempre que también los hay buenos) porque también habían sido atacados.

Incluso se habló de la posibilidad de que el sistema de transferencias bancarias SWIFT pudiera ser comprometido provocando el caos en el sistema financiero. No sería, ni mucho menos, la primera vez que sucediese. El más famoso de los ataques contra este sistema –ubicado en Bélgica– se produjo a partir de 2015 y estuvo a cargo del grupo cibercriminal norcoreano *Ermitaño* (se conoce a Corea del Norte como el estado ermitaño, por su autoimpuesta clausura. Hasta principios del siglo pasado ese nombre se atribuía a la totalidad de Corea). Entre los técnicos, el grupo es el APT38, siendo APT las siglas, en inglés, de amenaza persistente avanzada.

Eso en absoluto supone que hayan cesado las acciones cibernéticas en el campo de batalla, aunque el ruido de las explosiones pueda enmascarar a veces la forma en que se ha conseguido la información sobre los objetivos de estas.

Por cierto, hablando de ruido. Allá entre la segunda y tercera ola de calor del verano nos enteramos de que unos investigadores ingleses (seguro que los que no las estaban padeciendo) habían entrenado un modelo de aprendizaje profundo para distinguir los sonidos de las teclas de un MacBook Pro, incluso a través de una videoconferencia por Zoom. La precisión oscila entre el 93 % y el 95 %, por lo que puede servir para dar una aproximación bastante exacta de, por ejemplo, una contraseña.

Los mismos investigadores daban algunas pautas sobre cómo mitigar el riesgo. Curiosamente, también la empresa responsable de Zoom apuntó otras formas de evitar ser espiado por este método. Más allá de la verdadera efectividad de esta técnica, en el siglo XXI, una noticia así tiene repercusión inmediata en las cuentas de resultados de las empresas. Salir al paso de estas informaciones es fundamental en el mundo de las percepciones y de las emociones que estas generan.

El entrenamiento del algoritmo espía requiere de datos. En este caso, muy limitados porque se trata de identificar 36 sonidos distintos y asociarlos a un valor concreto. Pero los datos son –además del petróleo de la era digital– los cartuchos que alimentan las armas digitales. Las presentes y las futuras.

Por eso, como alertaba la revista *Wired*, algunas de las empresas que tan diligentemente aportan su *hardware* y su *software* para contribuir a la defensa de Ucrania pretenden extraer un pago en datos que complemente sus ingresos económicos y que facilite incrementarlos exponencialmente en el futuro desde el conocimiento de lo que ocurre en el campo de batalla.

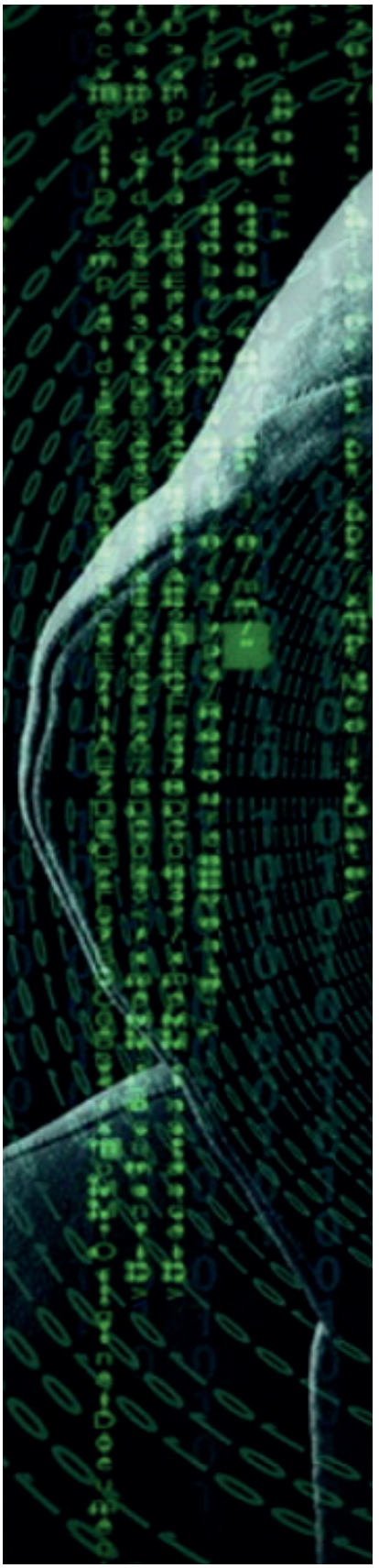
También Kiev aspira a retener esos mismos datos para construir sobre ellos una potente industria de defensa digital en el futuro. Incluso con una agencia estatal encargada de gestionar los datos y facilitárselos a las empresas ucranianas que los precisen.

Estas formas de cooperación público-privada, sin embargo, no siempre encuentran acomodo legal en sistemas jurídicos como el de la Unión Europea. Y este será un tema que encontraremos con creciente frecuencia según se incrementen las necesidades de datos con los que alimentar o entrenar a los algoritmos.

La inteligencia artificial va a ser una de las claves para mejorar las prestaciones en materia de ciberseguridad, tanto desde el punto de vista ofensivo como defensivo. Su protección y desarrollo se antojan claves para mantener tanto la seguridad como las oportunidades de negocio. Precisamente por eso, Corea del Sur acaba de agravar las penas por espionaje o por filtraciones en la industria de los semiconductores, su mayor producto de exportación.

Hay buenas razones para ello. Sus vecinos del norte hackearon un ejercicio militar combinado surcoreano-estadounidense este mismo verano. Aunque, por supuesto, no accedieron a ninguna información de interés militar, la amenaza sigue estando ahí. Su vecino, Japón, experimentó también una intrusión en su agencia encargada de proporcionar, precisamente, ciberseguridad al país. Todo ello, pocas semanas después de que volviese a los titulares un «gravísimo» ataque a las redes informáticas más sensibles del país (desde China) en 2020.

Sabemos que nuestra información nunca está completamente segura. Pero, cuando esa afirmación se constata, las mayores repercusiones son en la confianza.



"HEAVY" C-5: UN EJEMPLO DE ADAPTACIÓN

El transporte aéreo estratégico es una de las capacidades militares más relevantes y persistentes en el tiempo, en todo tipo de escenarios, desde operaciones de paz o gestión de crisis, al combate de alta intensidad, así como ante cualquier amenaza global que pudiera surgir en el futuro. El C-5 "Galaxy" es un magnífico ejemplo de cómo una plataforma puede extender su capacidad operativa hasta casi 80 años, desde finales de los 60 del siglo XX. Con las modificaciones de aviónica y motores que lo han transformado en el "C-5M Super Galaxy", este gigante global presenta cifras que desbordan los parámetros de lo acostumbrado. En los tiempos de cambio actuales, queda patente que las inversiones en la modernización de capacidades de eficacia probada son no solo posibles, sino imprescindibles, junto con la innovación y la incorporación de tecnología, para adaptarse al entorno operativo venidero.

The C-5M Super Galaxy: Defying Limits in Global Aviation | interestingengineering.com

EL DIABLO ESTÁ EN LOS DETALLES

Miles de correos electrónicos militares estadounidenses han sido desviados a Malí durante años por culpa de un pequeño, si bien ciertamente relevante, error tipográfico. El descuido al teclear el dominio .MIL, propio de las direcciones de correo militares de EEUU, convirtiéndolo en .ML, asignado a Malí, ha propiciado que gran cantidad de información, no clasificada, aunque sí sensible, acabe en manos no deseadas por el remitente. Datos personales, listados, mapas, fotografías, contratos, registros, comunicados, etc. conforman un "corpus informativo" de impagable valor para la Inteligencia adversaria, máxime en el momento geopolítico que se vive en el país de destino final de los mails. Una vez más, el avance tecnológico abre su "puerta trasera" a la amenaza, por otro lado imposible de mantener cerrada si no es mediante la concienciación, la formación y el entendimiento tecnológico por todo el personal.

Typo Leaks Millions Of US Military Emails To Web Operator In Mali | Smaart Company

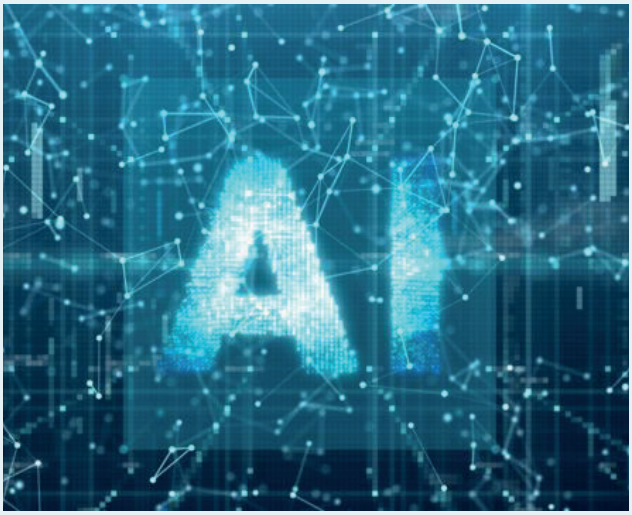
ENJAMBRES DE SATÉLITES

El ámbito de operación espacial acelera y cobra protagonismo en el marco de la competición internacional. La US Space Force ha comenzado a desplegar su primera red de satélites de órbita baja, hasta mil en unos años, con la resiliencia de la capacidad en mente. En mayor cantidad, más pequeños y baratos, estos satélites conformarán un conjunto interconectado de amplia cobertura, orientado a la monitorización de misiles balísticos e hipersónicos, con la mirada puesta en China, Rusia y Corea del Norte. Sus características reducirán su vulnerabilidad frente a las armas anti-satélite (ASAT), diseñadas en su mayoría para alcanzar grandes blancos, al tiempo que facilitarán y abaratarán su reposición puntual en caso de daño. La diversificación del riesgo, con un adecuado equilibrio entre cantidad y calidad, es un aspecto crítico en un entorno operativo altamente tecnológico y en constante evolución.

The Space Force Is Launching Its Own Swarm of Tiny Satellites | WIRED

EL DATO ES ORO, TAMBIÉN EN GUERRA

El dato es el «oro negro» actual: datos de todo tipo llenan los repositorios de empresas y organizaciones para identificar, evaluar, controlar, estimar, predecir, generar, comerciar, tomar decisiones, …, o entrenar modelos de IA generativa. La calidad y adecuación de los datos obtenidos es directamente proporcional a la de las IA resultantes. El conflicto en Ucrania ha supuesto una oportunidad sin precedentes para recolectar datos sobre el comportamiento de personas y sistemas en combate. Esto ha motivado que, independientemente del rédito comercial directo o el afán de apoyo a la causa, numerosas compañías quieran posicionar sus productos en teatro, en competencia por el dato incluso con el mismísimo estado. La asociación IA-conflicto promete la generación de novedosas dinámicas en las relaciones internacionales, que habrá que tener muy presentes en cualquier análisis geopolítico y estratégico futuro.



Everyone Wants Ukraine's Battlefield Data | WIRED

TECNOLOGÍA AVANZADA CONTRA LA PIRATERÍA

La piratería marítima sigue vigente, especialmente en regiones de África y Asia, sin poderse descartar una futura expansión de su práctica a otras, como Centro y Sudamérica o el Ártico. A pesar de su localización regional, su repercusión es global, al afectar al comercio mundial. La protección física de los buques es un aspecto irrenunciable dentro de una estrategia más amplia de cooperación internacional. Para ello, junto a barreras físicas, como el alambre de espino o los cañones de agua, la tecnología brinda excelentes opciones: el radar, para detección temprana; la IA, para predicción de tendencias; la ciberseguridad, para protección de sistemas de control y comunicaciones; los drones, para ISR; la energía dirigida, para neutralizar agresores; incluso la autonomía o las comunicaciones satelitales. La tecnología demuestra su validez también ante amenazas tradicionales, que no deberían descuidarse aunque no abran informativos.del piloto seguirá siendo esencial en las próximas décadas.

This capability didn't exist 30 days ago | Breaking Defense

DEL SUELO AL AIRE DE FORMA SELECTIVA

En Ucrania, la mina terrestre se ha mostrado como un elemento clave en las operaciones, siendo empleada por ambos contendientes para erosionar la capacidad ofensiva contraria. Con lo observado en este teatro de operaciones y la Convención de Otawa en mente, EEUU está desarrollando un tipo de mina terrestre, XM204, capaz de realizar ataques precisos a vehículos desde arriba, tras "saltar" desde la superficie. El sistema presenta otras características novedosas, como son la capacidad de acotar periodos de activación, el uso de munición múltiple, el radio control, la discriminación de objetivos mediante sensores o la autodestrucción, cuando corresponda, con la consecuente reducción de daños no deseados, especialmente a civiles. El avance tecnológico puede contribuir a mantener la potencia de combate sin perder de vista ni la minimización de daños ni el respeto a los derechos humanos.

Army landmine that attacks from above, with European theater in mind | Breaking Defense

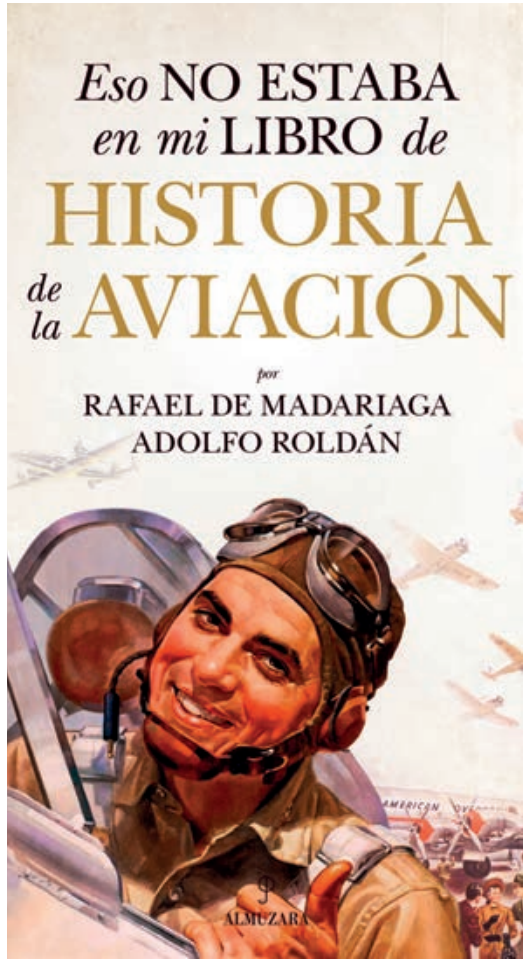
Fuente: boletín de Centro Conjunto de Desarrollo de Conceptos

Eso no estaba en mi libro de historia de la aviación

Rafael de Madariaga y Adolfo Roldán

352 páginas, 15 X 24 cm. Córdoba: Editorial Almuzara, 2023. ISBN: 978-84-11315-63-0

Dentro de la colección de divulgación histórica de la editorial Almuzara, los autores, bien conocidos tanto por su experiencia como aviadores como por sus numerosas publicaciones sobre historia de la aeronáutica, presentan en este texto un panorama cronológico de la historia de la aviación. Desde el sueño de volar que siempre ha acompañado a la humanidad, con mitos ancestrales como el de Ícaro y Dédalo, hasta la actualidad. Se relatan los avances tecnológicos que configuraron el desarrollo de la aeronáutica y sus protagonistas, fueran pilotos, inventores, o patrocinadores. Se muestra el papel que ha desempeñado en los conflictos bélicos, y también en la aventura, la exploración, el transporte y, en general, en cómo ha revolucionado el desarrollo de las relaciones humanas. Todo ello enriquecido con numerosas anécdotas, que dan viveza y amenidad al relato, a lo que también contribuyen las numerosas fotografías en blanco y negro que contiene.



A lo largo de diecisiete capítulos se traza un panorama que comienza con precursores como las cometas y los primeros vuelos documentados como el de Abbás Ibn Firnás en Córdoba, o los estudios sobre el vuelo de las aves de Leonardo da Vinci o las máquinas voladoras que este diseñó. Globos y dirigibles, desde los hermanos Montgolfier hasta la tragedia del Hindenburg. Se describen vuelos como los de Otto Lilienthal y de los hermanos Wright, y el hito que marca la Primera Guerra Mundial, que provocó un desarrollo extraordinario de la tecnología aeronáutica. Los grandes vuelos del periodo de entreguerras, así como la Segunda Guerra Mundial y los conflictos posteriores en el marco de la Guerra Fría, en los que la aviación ha tenido también un papel muy relevante, como las guerras de Corea, Vietnam, las sucesivas entre árabes e israelíes y la guerra de las Malvinas. De la primera guerra del Golfo se destaca como hecho relevante que por primera vez en la historia de los conflictos bélicos, las fuerzas terrestres apoyaron a las del aire, en oposición a lo que se había hecho hasta entonces. Finaliza con un breve repaso a los conflictos de los Balcanes, Afganistán, la segunda guerra del Golfo, el papel de la aviación en la Primavera Árabe y la más reciente operación contra el Daesh.

Aunque las aplicaciones militares han tenido un papel preponderante en el desarrollo de la aviación, los autores también dedican su atención a otros aspectos en los apartados dedicados a las primeras carreras y copas aeronáuticas, al papel de la mujer en la historia de la aviación, o al desarrollo de las líneas aéreas europeas y españolas. Finaliza con un capítulo de especial interés porque no es habitual que los textos sobre historia de la aeronáutica dediquen su atención a la imagen de ésta en la historia del arte, contemplando la aeronáutica como fuente de inspiración en la pintura, la literatura y el cine. Completan la obra un glosario de abreviaturas y términos generales y aeronáuticos, y se detalla la bibliografía utilizada.

Por la variedad y el interés de lo relatado en los diversos capítulos de la obra sería de gran interés que en futuras ediciones se mostraran en el índice los títulos de dichos capítulos, en lugar de indicar únicamente su numeración. Asimismo convendría la corrección de algunas erratas que contiene el texto. Pero, en definitiva, se trata de un libro muy interesante, no sólo para que los apasionados por la aeronáutica conozcan nuevos detalles y anécdotas, sino también como obra introductoria para quien quiera iniciarse en la historia de la aviación.

App
Revistas de Defensa

Consulta o **descarga gratis el PDF** de todas las revistas del Ministerio de Defensa.

También se puede consultar el Boletín Oficial de Defensa de acceso libre.

La app **REVISTAS DE DEFENSA** es gratuita.

Disponible en el App Store

DISPONIBLE EN Google play

WEB
Catálogo de Publicaciones de Defensa

https://publicaciones.defensa.gob.es/

La página web del **Catálogo de Publicaciones de Defensa** pone a disposición de los usuarios la información acerca del amplio catálogo que compone el fondo editorial del Ministerio de Defensa. Publicaciones en diversos formatos y soportes, y difusión de toda la información y actividad que se genera en el Departamento.

También se puede consultar en la WEB el Boletín Oficial de Defensa de acceso libre.

Archivo Histórico del Ejército del Aire (AHEA)

recoger, conservar y difundir

Los cerca de 7.000 metros lineales de documentación que se custodian en el AHEA constituyen una fuente de primer orden para los estudios sobre la historia de la aeronáutica española y sobre el Ejército del Aire en todos sus aspectos. Los fondos depositados están abiertos a la consulta por investigadores, aficionados a la aeronáutica o particulares con un sencillo trámite. El AHEA acepta donaciones de documentos y material gráfico de propiedad privada relacionado con la aeronáutica o el Ejército del Aire.

Avenida de Madrid, 1 - Telf. 91 665 83 40 - e-mail: ahea@ea.mde.es
Castillo Villaviciosa de Odón
28670 VILLAVICIOSA DE ODON. MADRID

PUBLICACIONES Pd DE DEFENSA

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE DEFENSA
SUBSECRETARÍA DE DEFENSA
SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PUBLICACIONES Y PATRIMONIO CULTURAL