

# Boletín

## DE OBSERVACIÓN TECNOLÓGICA EN DEFENSA



SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN  
Boletín de Observación Tecnológica en Defensa n.º 79 • 4.º trimestre de 2023

Reuniones de la EDA y de la STO en España

COINCIDENTE SET A FOX: Armado RPAs Clase I

Inteligencia Artificial Generativa y Modelos de Lenguaje a Gran Escala



MINISTERIO DE DEFENSA



Edita:



Paseo de la Castellana 109, 28046 Madrid  
NIPO 083-15-183-4 (edición en línea)  
NIPO 083-15-182-9 (impresión bajo demanda)  
ISSN 2444-4839 (edición en línea)  
ISSN 2444-4847 (impresión bajo demanda)  
Depósito legal M 8179-2009

**Autor:** Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT), Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación (SDG PLATIN) de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM), Paseo de la Castellana, 109, 28043 Madrid; teléfonos: 91 395 46 18 (Dirección), 91 395 46 01 (Redacción); [observatecno@oc.mde.es](mailto:observatecno@oc.mde.es).

**Director:** Óscar Jiménez Mateo.

**Consejo Editorial:** José Agrelo Llaverol, Cte. Carlos Calderón, Stte. José María Martínez Benítez, María Isabel Pérez-Cerdá Herrero, Ana Isabel Villoria Gajate.

**Asistencia técnica de apoyo a la redacción:** Nodo Gestor: David García Dolla, Rosalía Vindel Román; Observatorio de Armamento (OT ARM): Óscar Rubio Gutiérrez; Observatorio de Electrónica (OT ELEC): Yolanda Benzi Rabazas; Observatorio de Energía y Propulsión (OT ENEP): Carlos Garrido Sánchez; Observatorio de Materiales (OT MAT): Luis Miguel Requejo Morcillo; Observatorio de Defensa Nuclear, Biológica, Química y Radiológica (OT NRBQ): Nuria Aboitiz Cantalapiedra; Observatorio de Óptica, Optrónica y Nanotecnología (OT OPTR): Pedro Carda Barrio; Observatorio de Plataformas Navales (OT PNAV): Cristina Mateos Fernández de Betoño, Jaime de la Parra Díaz; Observatorio de Plataformas Terrestres (OT PTER): Pablo Monasterio Albuerno; Observatorio de Satélites y Espacio (OT SATE): Ana Belén Lopezosa Rios; Observatorio de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Simulación (OT TICS): Bernardo Martínez Reif, Isabel Iglesias Pallín.

#### Portada:

*Tecnologías disruptivas en Defensa.* Fuente: propia.

El *Boletín de Observación Tecnológica en Defensa* es una publicación trimestral en formato electrónico del Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica orientado a divulgar y dar a conocer iniciativas, proyectos y tecnologías de interés en el ámbito de Defensa. El boletín está abierto a cuantos deseen dar a conocer su trabajo técnico. Los artículos publicados representan el criterio personal de los autores, sin que el *Boletín de Observación Tecnológica en Defensa* comparta necesariamente las tesis y conceptos expuestos. Ningún material publicado en esta revista podrá ser reproducido, copiado o publicado sin el consentimiento por escrito de los autores, legítimos propietarios de los contenidos.

**Colaboraciones, suscripciones y dudas:**

[observatecno@oc.mde.es](mailto:observatecno@oc.mde.es)

<http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Presentacion/Paginas/SOPT.aspx>



## CONTENIDOS

### Editorial

### Actualidad

- 4 ¿Dónde hemos estado?
- 6 Reuniones de la EDA y de la STO en España

### Tecnologías emergentes

- 8 COINCIDENTE SET A FOX: Armado de RPAs clase I

### En Profundidad

- 10 Inteligencia artificial generativa y modelos de lenguaje a gran escala

## Sistemas autónomos

Los Sistemas Autónomos (SA) se están volviendo cada vez más importantes hoy en día y están transformando las sociedades. En medio de un entorno internacional en rápida evolución, donde la Unión Europea (UE) y sus Estados Miembro (EM) persiguen mantener su ventaja tecnológica para reforzar sus capacidades de defensa, los avances tecnológicos en robótica, Inteligencia Artificial (IA), sistemas de sistemas, energías renovables, microelectrónica, computación avanzada, interfaces hombre-máquina, o *big data*, están incrementando la autonomía de las máquinas y otorgando ventajas a aquellos que tienen acceso a estos.

Todo ello ofrece un valor militar sustancial, permitiendo reducir la cantidad de personal desplegado en operaciones y acelerar la toma de decisiones críticas en misiones ISTAR mediante vehículos y sensores ampliamente distribuidos, incluidas las de logística y reabastecimiento.

El continuo auge de los SA permite compensar la tendencia decreciente en el tamaño de las flotas de plataformas tripuladas abordo debido a los cada vez más difícilmente abordables costes, que implican los proyectos de desarrollo de las sucesivas generaciones.

La mayoría de la EM de la UE están invirtiendo en proyectos relacionados con la autonomía, en consonancia con la necesidad de desarrollar, de forma cooperativa, un amplio conjunto de capacidades de defensa. Estos esfuerzos llegan en un momento en el que el multidominio de las tecnologías emergentes y disruptivas (EDT, por sus siglas en inglés) en los sectores civil y de defensa y el énfasis en la innovación, ofrecen un gran potencial y nuevas oportunidades de sinergias entre los programas de la UE y los mecanismos de financiación.

En este contexto de competencia estratégica, y por poner un ejemplo de lo citado se puede mencionar el caso de la Agencia Europea de Defensa (EDA, por sus siglas en inglés), a la que sus EM le han encomendado como una de sus más recientes iniciativas la tarea de desarrollar un Plan de Acción sobre Sistemas Autónomos (APAS, por sus siglas en inglés) que identifique prioridades claras y permita la complementariedad entre los programas de la Comisión Europea (CE), para aumentar la eficiencia e incluir la búsqueda de la máxima complementariedad con los programas de la CE, al objeto de aumentar las inversiones y la eficacia de los resultados y fomentar la implantación de una tecnología más coherente, reduciendo, al mismo tiempo, los riesgos de duplicación y fomentando el uso de los resultados de la investigación de la industria civil y de la innovación impulsada por la sociedad civil en los proyectos de defensa.

Con este fin, el APAS propone distintas líneas de acción para: integrar y desarrollar las tecnologías facilitadoras como la IA, la infraestructura de redes (es decir, la capacidad de transmitir datos, almacenarlos y ponerlos a disposición y utilizables para diferentes procesos y fines), y las arquitecturas de sistemas modulares y abiertos e implementar una metodología ágil para aglutinar la innovación incremental y la innovación de ciclo corto.

Aumentar la coherencia y la sincronización entre las actividades de la EDA, del Fondo Europeo de Defensa (EDF, por sus siglas en inglés), el Programa Europeo de Desarrollo

Industrial en Defensa (EDIDP, por sus siglas en inglés), la Cooperación Estructurada Permanente (PESCO, por sus siglas en inglés), la correspondiente Base Industrial y de Tecnología de Defensa Europea (EDTIB, por sus siglas en inglés), otras entidades pertinentes de la UE y las actividades de la OTAN es capital.

Con respecto a las tecnologías emergentes en el área de los sistemas de armas autónomas letales (LAWS, por sus siglas en inglés), la OTAN está alineando sus esfuerzos con los principios rectores del Consejo del Atlántico Norte de 2019, que establece que el derecho internacional humanitario siga aplicándose plenamente a todos los sistemas de armas, incluido el potencial desarrollo y uso de LAWS.

En los últimos años, se han intensificado los esfuerzos en Europa y se ha fomentado la inversión, lanzándose varios proyectos y estudios centrados en todas las áreas de SA en diferentes niveles de autonomía (sistemas semiautónomos y autónomos, en paralelo con sistemas operados a distancia) para aplicaciones terrestres, marítimas y aéreas.

El sector de la defensa tiene múltiples razones para acelerar la incorporación de la autonomía de los SA, pero hay varios desafíos regulatorios, operativos, éticos y, por supuesto, tecnológicos, incluyendo áreas próximas como la interoperabilidad, validación y verificación o certificación, que hacen imprescindible su comprensión y resolución para finalmente permitir el desarrollo y despliegue en operaciones de estos sistemas de manera eficaz, eficiente y deontológica, evitando que pueden dificultar la introducción de los SA en las Fuerzas Armadas.

A pesar de todo el progreso tecnológico y la existencia de tecnologías, cada vez más maduras, relacionadas con la autonomía todavía nos enfrentamos a otros retos significativos, tales como la interoperabilidad y la verificación de sistemas o certificación, que es necesario entender y resolver para permitir el desarrollo y despliegue en operaciones de estos sistemas de manera eficaz, eficiente y ética.

Aunque un SA completo pueda ser un objetivo a largo plazo, los sistemas avanzados de control remoto y los sistemas semiautónomos tendrán un fuerte impacto en las operaciones a corto y mediano plazo, desde la perspectiva tecnológica, cuyo desarrollo y transición será progresiva, requerirá adaptación y llevará tiempo.

También es importante señalar que la investigación y la tecnología avanzadas están actualmente disponibles en todo el mundo y que las empresas llevan a cabo actividades de investigación y desarrollo con aplicaciones comerciales y de defensa de doble uso. Este cambio de paradigma, donde la innovación civil con fines comerciales es el motor de la mayoría de los avances tecnológicos de facto, ha alterado la dinámica de quien crea conocimiento de vanguardia para la defensa.

El sector público de la defensa debe ser más proactivo con su compromiso con el sector civil para hacer las inversiones adecuadas, capitalizando las tecnologías emergentes. En este sentido, se deberán alinear los nuevos mecanismos de apoyo a la investigación y el desarrollo con vías más eficaces para aplicar tecnologías de doble uso.

# Actualidad

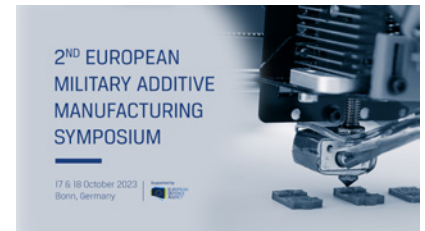
## ¿Dónde hemos estado?

17 al 18 de octubre de 2023

- **Simposio «EUROPEAN MILITARY ADDITIVE MANUFACTURING»**

La Asociación Alemana de Tecnologías para la Defensa (DWT, por sus siglas en alemán) y la EDA organizaron el simposio «*European Military Additive Manufacturing*», en el que participaron representantes de distintos ejércitos europeos (de los ámbitos de Tierra, Aire y Naval), de centros tecnológicos y de empresas vinculadas a las tecnologías de fabricación aditiva.

En el evento se trató la aplicación de la fabricación aditiva (FA) en el sector de la defensa en Europa, cómo está cambiando muchos de sus procesos logísticos e incluso operativos y en un análisis del estado del arte actual de este ámbito tecnológico en relación con su uso militar.



21 de noviembre de 2023

- **SIAAMETOC-2**

El día 21 del pasado mes de noviembre tuvo lugar, en la sede del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHCAN), la reunión de finalización del proyecto SIAAMETOC-2, en la que, durante los dos últimos años, ha participado el propio Instituto, junto con el Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM), habiendo contado con la financiación de la Subdirección General de Planificación, Tecnología e Innovación de la DGAM.



28 de noviembre de 2023

- **Plenaria 2023 de la Red Horizontes**

Durante este evento, organizado por ISDEFE y celebrado en sus instalaciones, en Madrid, se tuvo la oportunidad de conocer las líneas de investigación y los resultados obtenidos por las Cátedras de ISDEFE con las principales universidades españolas en inteligencia artificial, drones, cuántica y eficiencia energética en la Red Horizontes. Personal de la DGAM estuvo invitado a presenciar dicho evento.



## ¿Dónde hemos estado?

28 al 30 de noviembre de 2023

● **XVII Jornadas STIC CCN-CERT / V Jornadas de Ciberdefensa ESPDEF-CERT**

Estas jornadas, celebradas en Madrid, han sido organizadas por el Centro Criptológico Nacional, del Centro Nacional de Inteligencia, y el Mando Conjunto del Ciberespacio, bajo el lema «Compartir para ganar». En ellas han participado más de doscientos veinte ponentes, así como ciento nueve organizaciones públicas y privadas, que han expuesto investigaciones y proyectos desde diferentes perspectivas de la ciberseguridad. Además de los encuentros de la red CyClone y del Grupo de Cooperación NIS, estas jornadas han logrado un hecho histórico bajo la presidencia española: la primera reunión conjunta del grupo de Cooperación NIS y del grupo de Resiliencia de Entidades Críticas.



11 al 12 de diciembre de 2023

● **XX Jornadas UPM-FAS**

En las jornadas, organizadas por el Centro Superior de Estudios de la Defensa Nacional y la Universidad Politécnica de Madrid, tras una descripción de sus actuales aplicaciones en el ámbito militar, se ha analizado en profundidad el estado del arte, las técnicas y las tecnologías utilizadas para implementar los diversos elementos de los UAS y los C-UAS. Su contenido va orientado a miembros de las Fuerzas Armadas y de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, profesores y estudiantes, así como a los profesionales que deban afrontar los retos y oportunidades asociadas a la creciente capacidad, tanto en términos de proyectos como de empresas, de nuestra industria nacional en este ámbito.



13 de diciembre de 2023

● **Dual-Use Technologies 2023**

La Agencia Empresarial para la Transformación y el Desarrollo Económico de Andalucía (TRADE), organizó la octava edición de la Conferencia Internacional sobre Tecnologías Duales que tuvo lugar en Cádiz bajo el título: «Dual-Use Technologies 2023. Diseñando el futuro: fabricación avanzada en la industria naval». La jornada contó con la participación del Cte. CIP. Carlos Calderón Carnero, jefe de la Unidad de Planificación de I+D Nacional de la SDG PLATIN, con su ponencia «Proyectos de I+D+i orientados a la Armada».



## Reuniones de la EDA y de la STO en España

**Autores: Ana Belén Lopezosa Ríos, Nuria Aboitiz Cantalapiedra y Salvador Martínez Perriago. Área de Planificación y Programación de I+D, SDG PLATIN.**

**Palabras clave:** espacio, factores humanos, medicina, investigación, innovación, tecnología, desarrollo.

**Líneas I+D+i ETID relacionadas:** áreas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

### Introducción

España, como socio de las principales organizaciones internacionales de investigación, desarrollo e innovación de defensa, participa activamente en las actividades que se convocan al amparo de los distintos capítulos de las mismas, enviando representantes a los principales foros de pensamiento de las mismas.

Dos de las principales organizaciones de Defensa del mundo occidental son la Agencia Europea de Defensa (EDA, por sus siglas en inglés), que agrupa a los países de la Unión Europea, y la Organización de Ciencia y Tecnología de la OTAN (STO, por sus siglas en inglés), cuyos socios son los de la organización del tratado y algún país asociado.

Ambas organizaciones establecen muchas de sus reuniones de expertos de forma itinerante y, por ello, periódicamente se organizan en España.

Para el desarrollo de la investigación e innovación colaborativa, la EDA se organiza en grupos de capacidades tecnológicas (*Capability Technology*, CapTech, por sus siglas en inglés), hasta un total de quince CapTech dedicados a distintos campos de la I+D+i.

Por su parte, la STO se estructura en paneles, existiendo un total de seis que se complementa con un grupo *ad-hoc* al mismo nivel.



### 3.ª Reunión del CapTech Espacio de la EDA

Las misiones que los Estados Miembro han asignado a la EDA por decisión del consejo de 2015 son:

- Fomentar, si procede en relación con las actividades de investigación de la Unión, la investigación encaminada a dar respuesta a las futuras necesidades en capacidades de seguridad y defensa, reforzando, de este modo, el potencial industrial y tecnológico de Europa en este ámbito.
- Impulsar la I+T conjunta de defensa con unos objetivos mejor establecidos.
- Catalizar la I+T de defensa, mediante estudios y proyectos.
- Gestionar los contratos de la I+T de defensa.
- Colaborar con la comisión para conseguir un máximo de complementariedad y de sinergia entre los programas de investigación en el ámbito de la defensa y los de ámbito civil o relacionados con la seguridad.

Para el cumplimiento de estos cometidos, la Dirección de Investigación, Tecnología e Innovación de la EDA se organiza en quince distintos CapTech, como ya se ha citado.

En esencia, un CapTech es un grupo de expertos de los estados miembros de la EDA que incluye a la industria, centros de investigación y universidades, cuyo objetivo fundamental es generar actividades basadas en un conjunto de tecnologías orientadas a capacidades militares.

Entre los días 28 y 30 del mes de noviembre se ha celebrado, en las instalaciones de la Asociación Pro Huérfanos de la Guardia Civil, la tercera reunión del CapTech Espacio, que se ha hecho coincidir con la reunión del Grupo Industrial de Espacio, también dentro del mismo paraguas del CapTech. Estas reuniones se celebran tres veces al año y España se ha ofrecido a organizar esta edición, haciéndola coincidir con la presidencia rotatoria de la UE.

La reunión del CapTech se ha celebrado en tres sesiones, dos reuniones paralelas entre los representantes gubernamentales y representantes de la industria, cada uno por su lado, y una tercera en la que se han reunido todos los representantes de los ministerios y de la industria, conjuntamente.



En esta ocasión han asistido más de veinte representantes gubernamentales y más de cien representantes de la industria, lo que demuestra el gran interés que suscitan estas reuniones para los países que trabajan en la EDA.

Durante el desarrollo de las sesiones se han tratado temas de diversa índole, de entre los que cabe destacar los siguientes:

### Revisión de la Agenda Estratégica de Investigación del CapTech

La Agenda Estratégica de Investigación (SRA, por sus siglas en inglés) del CapTech es el documento que dirige las actividades de investigación del grupo tecnológico y se redacta para un periodo de validez de tres años en principio. Es decir, cada tres años se prevé revisar y actualizar la SRA para adaptarse a la situación cambiante del desarrollo de la tecnología.

La SRA está dividida en nueve Bloques de Construcción Tecnológica (TBB, por sus siglas en inglés) y cada uno desarrolla una hoja de ruta específica que contiene líneas de investigación concretas en un marco temporal que también se define mediante proyectos *ad-hoc*. Estos deben desarrollarse cooperativamente, con un mínimo de dos participantes por proyecto de distintos países.

Es clave señalar que las hojas de ruta también proponen los instrumentos financieros que los expertos identifican como los más adecuados y que pueden ser europeos, nacionales u otros.

Durante esta 3.ª reunión, se ha hecho un repaso de todos los TBB, con el fin de actualizar la información relativa al grado de consecución de los objetivos tecnológicos.

### Actualización del estado de preparación y ejecución de los proyectos Cap B

En el seno del CapTech de Espacio se están ejecutando, o se encuentran en preparación, una serie de proyectos de

los denominados de categoría B (Cat B). Especialmente para los que están en fase de propuesta, se han repasado tanto en las sesiones gubernamentales como industriales, poniéndolos al día en relación con sus objetivos, participación de entidades interesadas, distribución de paquetes de trabajo, con el fin de poder lanzar su tramitación colaborativa. Gran parte de las sesiones se dedicaron a esta tarea.

De entre estos proyectos cabe destacar, por su interés para nuestro país, el que lleva por nombre «*Very Low Earth Orbit Satellite for Defence*» y por acrónimo VLEO-DEF, que cuenta además con el liderazgo de España, que se centrará en el desarrollo de un nuevo satélite VLEO, adaptado a las necesidades de defensa, incluyendo las siguientes actividades: cargas útiles/instrumentos, HPC OBDH optimizado para SWaP (manejo de datos a bordo optimizado para tamaño, peso y potencia) y sistemas de telemetría y comunicación (detección de señales de la tierra + del espacio-NAVWAR, EO y posiblemente SSA); y medios de propulsión innovadores y habilitantes.

### Visita a las instalaciones del Centro de Satélites de la UE

Los representantes gubernamentales hicieron una visita al Centro de Satélites de la UE, como complemento a las actividades programadas, aprovechando su localización de la Base Aérea de Torrejón, Madrid.

Durante la visita se recibieron unas presentaciones sobre las actividades del citado centro y se giró una visita a alguna de sus instalaciones.

Cabe mencionar, la excelente impresión que obtuvo el centro entre todos los representantes del CapTech.

### 52nd Panel Business Meeting HUMAN FACTORS AND MEDICINE 13 al 17 de noviembre de 2023, Madrid.

La Organización de Ciencia y Tecnología (STO, por sus siglas en

inglés) tiene como misión «ayudar a posicionar las inversiones en Ciencia y Tecnología de la OTAN y de las naciones miembro como catalizadores estratégicos de la ventaja tecnológica y de conocimiento necesaria para sustentar la política de defensa y seguridad de las naciones OTAN y de sus aliados».

Para el cumplimiento de esta misión, la STO deberá dirigir y promover actividades de ciencia y tecnología que potencien las capacidades y programas de la alianza y de las naciones, en cumplimiento de estos objetivos, apoyar a la OTAN como impulsora del desarrollo de capacidades de defensa y seguridad en las naciones OTAN y en sus naciones aliadas, igual que apoyar en la toma de decisiones en la OTAN y en sus Naciones.

A tal fin, la STO se ha organizado en seis paneles y un grupo.

Uno de estos paneles es el de Factores Humanos y Medicina (HFM, por sus siglas en inglés) que se reunió los días 13 y 14 de noviembre para celebrar el Simposio Internacional sobre «Mitigación y Respuesta a la Guerra Cognitiva». A este evento asistieron más de ciento cuarenta expertos de Fuerzas Armadas, Gobiernos, universidades e industria de los países miembro para compartir resultados, ideas y reflexiones, que se centraron en la mejora de contramedidas, a la luz de los retos actuales y futuros, a los que se enfrentan los países OTAN.

Durante los dos días se realizaron una serie de presentaciones y tuvo lugar un intercambio de ideas sobre cinco temas:

- Perspectivas estratégicas sobre la guerra cognitiva, desde un punto de vista global y contextual. Destacó la importancia de entender la guerra cognitiva en el contexto de la seguridad y la defensa internacional, subrayando los diversos enfoques y teorías presentados por las distintas naciones.
- La comprensión y conceptualización de la guerra cognitiva. Esta parte profundizó en los marcos teóricos y en la evolución conceptual, explorando su alcance como aspecto crítico de las estrategias modernas de conflicto y seguridad, y analizando la complementariedad



entre las diferentes formas de abordar el fenómeno.

- Aspectos tecnológicos y sociales. Se examinó cómo los avances tecnológicos, junto con los cambios sociales, han influido en el desarrollo y la aplicación de tácticas de guerra cognitiva. Esta sección hizo hincapié en el doble papel de la tecnología como herramienta y objetivo de la guerra cognitiva.
- Estrategias y modelos para hacer frente a la guerra cognitiva. Estas ponencias exploraron el uso de la confianza para mitigar la amenaza de la guerra cognitiva, y cómo utilizar escenarios y entrenamiento para mejorar las contramedidas.
- Guerra cognitiva sobre el terreno y en la práctica. Estas se centraron más en el estudio práctico de la guerra cognitiva con casos de uso y experimentos.

En total se realizaron veintiuna presentaciones, de las que cuatro fueron realizadas por autores españoles. Es de destacar que una de las ponencias principales fue realizada por el capitán de navío Ignacio Nieto Fernández con el título «*Russia cognitive warfare in Ukraine a study case*».

Uno de los resultados fundamentales del simposio fue la necesidad de seguir investigando las consideraciones éticas de las tecnologías emergentes y el desarrollo de estrategias eficaces para mitigar y responder a la guerra cognitiva.

Los días posteriores al Simposio, tuvo lugar la 52.ª Reunión del panel HFM, a la que asistieron cuarenta u nueve representantes de veinte países, así como de otros organismos OTAN. La reunión se centró en la aprobación de las nuevas actividades que se implementarán en el Programa de Trabajo Colaborativo de la STO durante el 2024 y posteriores.



HFM-361 on Mitigating and responding to cognitive warfare  
Monday, 13 November 2023 until Tuesday, 14 November 2023 06:30 - 17:00  
The NATO SAT Collaboration Support Office and the Human Factors and Medicine (HFM) Panel  
are pleased to announce the  
Research Symposium HFM-361 on «Mitigating and Responding to Cognitive Warfare» to be  
held in Madrid, Spain  
13-14 November 2023

# Tecnologías emergentes

## COINCIDENTE SET A FOX: Armado de RPAs clase I

Autor: área de RPAs de AERTEC Solutions

Palabras clave: RPAs, UAS, armado, munición guiada, guiado laser, guiado SAL.

Líneas I+D+i ETID relacionadas: 1.1.4, 7.4.2.

### Introducción

La guerra de Ucrania ha supuesto un revulsivo para las tácticas militares y los conceptos de empleo operativo de sistemas de armas que, hasta ahora, se habían utilizado mínimamente. En el campo de la investigación y desarrollo, el empleo de armas desde vehículos aéreos no tripulados (RPAs, por sus siglas en inglés) representa un área de creciente interés y su empleo se está extendiendo de manera vertiginosa, ya que se han comprobado, sobre el terreno, las enormes posibilidades operativas que proporcionan.

Conscientes de su importancia, desde la DGAM se ha impulsado un programa para armar RPAs de categoría I OTAN, menos de 150 kg de peso máximo al despegue (MTOW, por sus siglas en inglés), denominado Armado de RPAs (ARPA). Como primera fase de este proyecto, se adjudicó a AERTEC Solutions un contrato de I+D correspondiente al Programa COINCIDENTE (cofinanciado DGAM-AERTEC) en 2019.

El proyecto COINCIDENTE se denominó SET A FOX. Todos los ensayos y actividades en vuelo contempladas han finalizado en septiembre de 2023 con la campaña de *jettison* y vuelo en configuraciones asimétricas.

AERTEC diseña y produce su propia familia de RPAs de ala fija clase I y en la actualidad cuenta en su catálogo con modelos TARSIS de 25, 75 y 120 kg MTOW para adaptarse a los requisitos de distintos usuarios. El objeto del proyecto SET A FOX era adaptar el TARSIS 75 propiedad de AERTEC para su empleo con armamento tipo micro misil. El modelo resultante de este proyecto es el nuevo TARSIS-W (de *weaponized*).

Anteriormente, en 2022, la DGAM promovió otro contrato relacionado con el anterior con AERTEC para finalizar el diseño del micro misil FOX guiado por láser semi activo, también propiedad de AERTEC, y adaptarlo para su integración en plataformas tipo RPAs de clase I, en particular, para su empleo desde el TARSIS-W resultante del proyecto SET A FOX. Este ha finalizado en noviembre de este año y está previsto que, a continuación, se inicie un nuevo contrato para la calificación del sistema completo de RPAs y de su armamento.

En este artículo se describen los objetivos, el alcance y los resultados del proyecto SET A FOX.

### Objetivos y alcance del SET A FOX

El proyecto SET A FOX se presentó a la convocatoria 2019 del Programa COINCIDENTE dentro de la temática «Empleo innovador de vehículos aéreos remotamente tripulados».

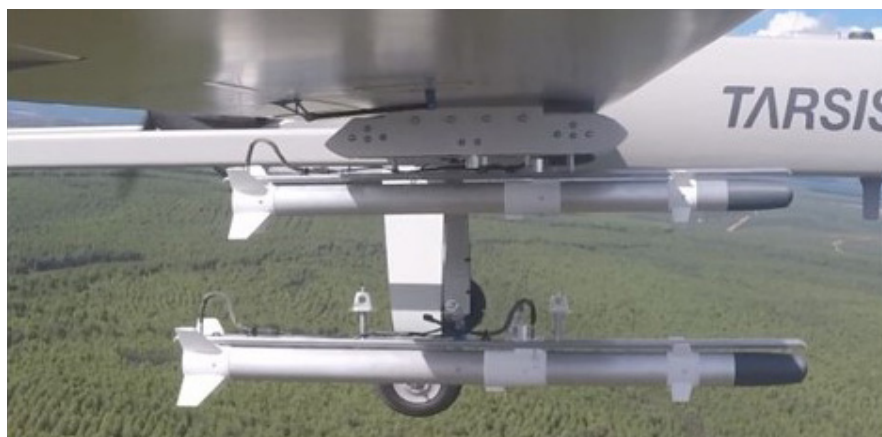
El objetivo principal ha sido dotar al Ministerio de Defensa de un sistema compuesto por una plataforma aérea de altas prestaciones, concretamente RPAs de clase I, que integre un sistema de armas como carga de pago que le permita llevar a cabo lanzamiento de cohetes y misiles. Debe garantizar una operación segura tanto para la aeronave como para los operadores en tierra y en el propio entorno de operación.

El alcance del proyecto se centra, por tanto, en el RPAs (incluyendo el Sistema de Gestión de Armamento, SGA, de diseño propio y certificable) y deja para otra fase, como así ha

ocurrido posteriormente, el diseño y adaptación del micro misil a utilizar. Por todo ello, y dado que AERTEC es el diseñador y fabricante de ambos, el proyecto SET A FOX se ha basado hasta, su finalización, en demostradores tecnológicos con las mismas características que el micro misil FOX que se integrará y calificará en una segunda fase.

En particular, las actividades realizadas han sido las siguientes:

- Recopilación de requisitos. Centrándose en los interfaces avión-rack lanzador-micro misil, operativa de la misión de empleo de armamento en vuelo y el impacto de todo ello en la aerodinámica de vuelo y el proceso de lanzamiento.
- Diseño y fabricación del rack lanzador. Enfocado al diseño en sí del rack y en su integración en puntos fuertes bajo alas del avión.
- Diseño y producción del sistema de gestión de armamento (SGA). Compuesto por la electrónica de control y el *software* de interfaz entre dicha electrónica y la estación de control en tierra (GCS, por sus siglas en inglés).
- Pruebas en tierra sobre subsistemas nuevos o modificados. Incluyendo actuaciones en tierra, vibraciones en rodaje y silenciosos del motor, que permiten, estos últimos, una reducción drástica de su huella acústica
- Pruebas en vuelo. En especial las orientadas a las actuaciones del sistema con cargas máximas y



TARSIS-W Con rack lanzador y micromisiles FOX (Fuente: propia)





Separación segura en pruebas S/S en CEDEA.  
(Fuente: propia)

configuraciones de vuelo asimétricas, finalizando con los lanzamientos por emergencia (*jettison*) de micro-misil y raíl lanzador.

Todas estas actividades se han realizado utilizando la metodología habitual de AERTEC de diseño basado en modelos. Los procedimientos internos de AERTEC están alineados con las directrices del CMMI nivel II relativos a la ingeniería de sistemas y el desarrollo organizacional en planificación de proyectos; monitorización y control de proyectos; garantía de calidad de procesos y productos; medición y análisis de resultados; gestión de requisitos; gestión de configuración; y gestión de acuerdos con proveedores.

### Resultados alcanzados en SET A FOX

Se han cubierto los objetivos previstos y, finalmente, se ha desarrollado un nuevo modelo de plataforma aérea, el TARSIS-W con mayor MTOW (120 kg) que permitirá volar con una carga de pago de hasta 25 kg. Esta versión utiliza dos *racks* sub alares de raíles lanzadores que portan dos micro misiles, cada uno, y un sistema de gestión de armamento diseñado a partir de un modelo anterior de AERTEC, ya probado en las instalaciones de Arenosillo del INTA en 2017.

Debe tenerse en cuenta que el peso estimado de cada micro misil es de 2,5 kg y del *rack*, 3 kg. Es decir, la carga de pago a capacidad máxima de armamento es 16 kg, lo que da margen suficiente al avión para portar otros tipos de cargas de pago como sensores electroópticos, infrarrojos, radar SAR, designador láser, etc.

Finalmente, se han efectuado diversas pruebas en tierra y en vuelo, utilizando demostradores tecnológicos similares al micro misil FOX, siendo las más significativas:

- Disparos Superficie/Superficie. En las instalaciones de Arenosillo, Huelva,

del INTA CEDEA, que apoyó con cámaras de alta velocidad y radares de trayectografía y con toda su experiencia en ensayos de este tipo. Se realizaron seis disparos con misiles *dummy* y un motor pirotécnico con un 80 % de la capacidad de empuje del

motor cohete real del misil FOX. Se validaron las funcionalidades del SGA, la integración física y mecánica del micro misil en el raíl lanzador y todos los subsistemas de conexión eléctrica del misil, sistema de ignición y sistema de detección de presencia de misil en lanzador. También se comprobó el perfecto comportamiento del micro misil en la salida del raíl y que no provocaba ningún daño a la estructura del avión ni del *rack* debido a la «pluma» del misil. Se efectuaron disparos desde las cuatro estaciones de los dos *racks* en distintas configuraciones. Aunque no formaba parte del alcance de SET A FOX, también se validó el comportamiento en vuelo de los *dummies* de misil para alimentar los sistemas de modelado del misil. La conclusión fue que su comportamiento en vuelo fue, en la mayoría de los casos, según lo previsto y tuvieron un alcance de 3 km.

- Pruebas en vuelo. En las instalaciones de la Base Conde Gazola, donde está ubicada la Unidad de RPA del Grupo de Artillería de Información y Localización GAIL II/63, unidad con la que AERTEC opera de forma habitual bajo el Programa RAPAZ de la DGAM. Las pruebas de vuelo se han desarrollado con el preceptivo Certificado de Aeronavegabilidad Experimental (CAE), emitido por la DGAM con el apoyo de ingenieros aeronáuticos habilitados del Ejército del Aire y del Espacio. Todas las pruebas se han realizado con *dummies* inertes de las mismas características físicas que los micro misiles FOX (dimensiones, geometría, peso, centro de gravedad, etc.). Se realizaron primero

unos vuelos con misiles cautivos y en siguientes vuelos se realizaron sueltas por emergencia (*jettison*) desde las cuatro posiciones. Dada la configuración de los *racks* y el empleo de raíles lanzadores, el *jettison* se realiza del conjunto raíl-misil. Se validó el funcionamiento del SGA también en vuelo, el sistema de *jettison* de las cuatro posiciones, comprobando que la suelta no provocaba ninguna interferencia en el vuelo normal del avión. Finalmente, se comprobó el excelente comportamiento del autopiloto ante las sucesivas pérdidas de peso y en vuelos asimétricos. Se llegó a realizar el aterrizaje en modo automático en configuración asimétrica máxima (dos misiles en un ala, ninguno en la otra) en la que el avión demostró un comportamiento excelente, con una toma suave y sin sufrir por esa asimetría.

- Disparos en vuelo. En el alcance de esta primera fase del proyecto global Armado de RPAs ARPA no se contempla la realización de disparos en vuelo, ya que esto exige disponer del misil ya calificado por el INTA para obtener el preceptivo CAE. Por ello, la DGAM y AERTEC acordaron que esos disparos se realizarán dentro de la siguiente fase del proyecto ARPA, que deberá iniciarse en breve.

### Conclusión

AERTEC ha finalizado, con éxito, el proyecto COINCIDENTE SET A FOX, bajo el cual se dispone de un RPAs clase I, capacitado para integrar armamento del tipo micro misil. En paralelo, a finales de este año, se finalizará la fase de desarrollo del micro misil. A continuación, está previsto que se inicie la fase que permitirá la integración y calificación del sistema completo para dotar a nuestras Fuerzas Armadas de la capacidad de RPAs armados con micro misiles guiados por láser semi activo.



Jettison del misil exterior derecho. (Fuente: propia)

# En Profundidad

## Inteligencia artificial generativa y modelos de lenguaje a gran escala

**Autor: Guillermo González Muñoz de Morales, Unidad de Prospectiva Tecnológica, ISDEFE.**

**Palabras clave: Inteligencia Artificial Generativa (IA Generativa), Modelos de Lenguaje a Gran Escala (LLMs), Transformers, Aprendizaje Profundo, Multimodalidad.**

**Líneas ETID relacionadas: 11.5.1, 11.5.3.**

### Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) ha experimentado avances notables en la última década y uno de los principales protagonistas de esta evolución ha sido el desarrollo y uso de los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs, por sus siglas en inglés), diseñados específicamente para procesar texto. Estos LLMs son un pilar esencial dentro de la IA generativa, que busca crear y generar contenido nuevo a partir de lo aprendido. Se construyen sobre lo que se conoce como modelos base, una forma avanzada de aprendizaje profundo que ha marcado un punto de inflexión en el campo de la IA.

A diferencia de sus predecesores, los modelos base tienen la capacidad de trabajar con vastos conjuntos de datos no estructurados, permitiéndoles ejecutar una amplia variedad de tareas, desde la generación de contenido hasta la clasificación. Además, si bien están diseñados principalmente para el texto, la adaptación de LLMs para procesar imágenes y otros tipos de datos es un área emergente de interés y desarrollo.

Dentro del ecosistema de modelos existentes, encontramos ejemplos comerciales destacados como OpenAI GPT, Google Bard y Anthropic Claude, así como opciones de código abierto, como, por ejemplo, LLAMA de META. Para entender su funcionamiento, un aspecto fundamental en estos modelos es la representación de la información. En el mundo de la IA generativa la información es transformada y representada en espacios vectoriales n-dimensionales, donde se convierte en vectores

o matrices, conocidos comúnmente como *embeddings*. La arquitectura neuronal que facilita esta transformación es conocida como *transformers*.

El poder de los LLMs modernos no solo radica en su arquitectura, sino también en la manera en que se entrenan. Muchos, como el GPT (cuyo acrónimo significa «*Generative Pre-trained Transformer*»), vienen preentrenados, lo que facilita su uso directo, o alternativamente, su adaptación a tareas más específicas mediante un proceso de particularización denominado *Fine-Tuning*. Este proceso consiste en entrenar el modelo con un conjunto de datos de alta calidad para una tarea específica, lo que permite optimizar su desempeño. Como, por ejemplo, particularizar el modelo a un corpus documental específico para potenciar la precisión y relevancia de los LLMs. De esta manera, pueden entender y responder preguntas en lenguaje natural que estén relacionadas, de forma directa, con ese conjunto de documentos, lo que les confiere una gran adaptabilidad y especificidad en sus respuestas.

En términos prácticos, estos modelos de IA se han vuelto accesibles a través de interfaces web e Interfaces de Programación de Aplicaciones (APIs), donde se comunican con servidores en la nube. Sin embargo, para aquellos ámbitos donde la privacidad o necesidades específicas en cuanto a sensibilidad de la información, existe la opción de adaptar soluciones basadas en código abierto. Estos modelos, además de garantizar la privacidad, pueden ser entrenados y ajustados de acuerdo con necesidades específicas, convirtiéndose en un área de investigación en constante desarrollo.

### Interés de la IA generativa y los LLMs, desde el punto de vista de Defensa

El avance y despliegue de la IA generativa en el ámbito de la Defensa representa una confluencia innovadora de aplicaciones emergentes con exigencias únicas de seguridad. En este sentido, es posible diferenciar tres dimensiones principales: la perspectiva de aplicación interna en la organización, la aplicación operativa en misiones y capacidades militares, y las potenciales utilidades por parte de adversarios.



Imagen generada con IA

### Desde la perspectiva de la organización

Las organizaciones de Defensa cuentan con vastos conjuntos de datos y un profundo conocimiento especializado. Los LLMs tienen el potencial de optimizar y amplificar estas capacidades humanas. A continuación, se presentan algunas de las potenciales aplicaciones:

- **Acceso a la información:** los LLMs pueden actuar como expertos digitales, facilitando búsquedas en lenguaje natural, a través de extensas bases de datos y documentos, potenciando *chatbots* y asistentes virtuales para el personal.
- **Productividad y eficiencia:** estos modelos pueden generar código de programación, redactar informes, procesar documentos y gestionar tareas administrativas.
- **Generación y revisión documental:** pueden redactar memorandos, informes, correos y notas informativas, a partir de simples indicaciones, así como revisar y resumir documentos extensos, facilitando la preparación para reuniones y gestionando el conocimiento de manera más eficiente.
- **Logística:** los LLMs pueden contribuir a la optimización logística, desde la gestión del transporte hasta la coordinación de cadenas de suministro.
- **Comunicación:** estos modelos pueden traducir comunicaciones automáticamente a otros idiomas, resumir informes extensos o filtrar comunicaciones entrantes.
- **Revisión legal:** son capaces de escanear y revisar contratos y políticas para garantizar el cumplimiento normativo, identificando áreas que requieran atención legal.



Imagen generada con IA

### Desde la perspectiva de las aplicaciones militares

Los LLMs podrán ofrecer ventajas transformadoras en las operaciones militares, principalmente en su capacidad de conectar, de manera rápida, datos dispares para generar conocimientos y capacidades útiles.

- Inteligencia: analizan y relacionan inteligencia de múltiples fuentes para identificar amenazas y tendencias, generando informes adaptados a diferentes audiencias.
- Logística y mantenimiento: optimizan logísticas complejas e interacción en lenguaje natural con manuales técnicos para solucionar problemas en sistemas.
- Aprendizaje automático y datos sintéticos: crean datos de sensores simulados realistas y analizan datos brutos para extraer características clave.
- Fusión de datos: absorben datos de múltiples sensores y fuentes para proporcionar una imagen integrada del campo de batalla, fusionando datos de inteligencia con registros operativos.
- Ciberdefensa, como por ejemplo emular comportamientos de *hackers* para encontrar vulnerabilidades de manera proactiva y sintetizar patrones de tráfico de red para detectar amenazas internas.

### Potenciales usos adversos de la IA generativa y LLMs

La utilización de la IA generativa y los LLMs por parte de adversarios puede plantear serias amenazas y desafíos para la defensa. Es crucial considerar estos riesgos y prepararse adecuadamente. A continuación, se abordan los principales aspectos de preocupación y posibles contramedidas:

- Integridad de la información: los adversarios pueden utilizar medios sintéticos y generación automática de texto para difundir información manipulada o falsa con fines propagandísticos. Es esencial desarrollar métodos para detectar contenidos generados y rastrear su origen.
- Ataques cibernéticos: existen métodos avanzados para automatizar ataques de *phishing*, usurpación de identidad y *hacking*, explorando sistemas de manera inteligente. Las pruebas continuas de *red team* y el análisis de comportamiento para detectar amenazas son cruciales.
- Contrainteligencia: los adversarios podrían analizar patrones y generar información a partir de fuentes abier-

tas que revelen datos sensibles. Es vital controlar estrictamente la compartición de datos y las entradas proporcionadas a modelos generativos.

- Amenazas asimétricas: existen riesgos de uso de la tecnología generativa para facilitar la exploración de vulnerabilidades, el desarrollo de simulaciones de conflicto, armas o capacidades cibernéticas.

### Desafíos IA Generativa y Modelos de Lenguaje a Gran Escala

- Reducción y medición de «alucinaciones». Las alucinaciones en LLMs aluden a la generación de información no basada en datos de entrada o inexacta. Es esencial reducir estos errores, pues comprometen la fiabilidad del modelo.
- Optimización del contexto y su construcción. Una de las limitaciones de los LLMs es la ventana de contexto fijo en la que operan, determinando cuánta información puede considerar el modelo simultáneamente. Optimizar este contexto permitirá obtener respuestas más detalladas y completas. Sin embargo, no basta con aumentar su longitud, es fundamental mejorar la construcción del contexto, seleccionando partes relevantes del texto y descartando detalles superfluos.
- Incorporación de otras modalidades de datos. La multimodalidad es un futuro desarrollo para los LLMs. Aunque principalmente tratan datos textuales, es esencial integrar *inputs* visuales, auditivos y otros sensoriales. Al integrarlos, los LLMs se volverán más versátiles, permitiendo aplicaciones como descripciones de imágenes/vídeos, transcripciones multilingües y robótica asistida. Asentar el lenguaje en múltiples *inputs* sensoriales garantiza una comprensión y generación más ricas.
- LLMs más rápidos y asequibles. Los LLMs, especialmente las arquitecturas más grandes, requieren enormes recursos computacionales. Los avances futuros deben enfocarse en métodos de entrenamiento más eficientes. Estos, junto con mejores arquitecturas y códigos de fuente abierta, democratizarán el acceso, permitiendo entrenar modelos personalizados a un costo razonable.
- Nuevas arquitecturas de modelos. Aunque las arquitecturas actuales han demostrado ser eficaces, siempre hay margen de mejora. Nuevas arquitecturas podrían priorizar dife-

rentes aspectos del aprendizaje, desde capacidades de razonamiento hasta el manejo de datos multimodales. Explorar nuevas arquitecturas garantizará que los LLMs se beneficien de una mejor generalización y menos predicciones sin sentido.

- Desarrollar alternativas a *Graphical Processing Unit* (GPUs). Las GPUs han sido el pilar de los avances en aprendizaje profundo. Sin embargo, con el crecimiento de los LLMs, es esencial desarrollar alternativas que manejen eficientemente estas computaciones, como *hardware* especializado o soluciones de computación distribuida.
- Creación de agentes. Con el avance de los LLMs, surge el potencial de usarlos como agentes colaborativos. Esto permitiría simular interacciones grupales, negociaciones y dinámicas sociales complejas, siendo útil en simulaciones y aplicaciones del mundo real. Hacer estos agentes usables implica que sean intuitivos, fiables y fácilmente integrables.

### Conclusión

Los modelos de lenguaje a gran escala y la inteligencia artificial generativa están tomando un papel emergente en el desarrollo tecnológico contemporáneo, ofreciendo un amplio potencial de aplicaciones, desde la generación y gestión de contenido hasta aplicaciones específicas en ámbitos críticos como la defensa. Los LLMs no solo se destacan por su habilidad de gestionar y generar texto, sino que también investigan terrenos emergentes en la manipulación de datos visuales y de otro tipo. La exploración de estas tecnologías de IA generativa y sus aplicaciones, con un ojo crítico hacia sus potenciales usos adversos y desafíos éticos y prácticos, se considera esencial para navegar por el futuro de la IA y su aprovechamiento para el interés de la defensa.

*Este artículo ha sido redactado con la ayuda de Anthropic Claude-2 y de OpenAI CHAT-GPT 4, bajo las instrucciones del autor.*

# Boletín de Observación Tecnológica en Defensa

Disponible en

[http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/Publicaciones.aspx?cat=BOLETINES TECNOLÓGICOS](http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Contenido/Paginas/Publicaciones.aspx?cat=BOLETINES%20TECNOLÓGICOS)

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



 **SOPT**  
SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y  
PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

