



**ESPECIALIZACIÓN EN ESTRATEGIA OPERACIONAL Y PLANEAMIENTO
MILITAR CONJUNTO**

TRABAJO FINAL INTEGRADOR

TÍTULO: Vehículos no tripulados como herramienta en la obtención de información y su interoperabilidad con medios convencionales.

AUTOR: MY A Nicolás Héctor CAFARO

TUTOR: CR A Walter Fabio ALLENDE

AÑO: 2025

“Las ideas expuestas sólo representan la postura personal del autor, por lo que son de su absoluta responsabilidad, no reflejando en consecuencia la opinión de la Escuela Superior de Guerra Conjunta de la Facultad Militar Conjunta de la Universidad de la Defensa Nacional”

Resumen

En un mundo cada vez más tecnológico, la obtención y uso de información en conflictos modernos ha cambiado radicalmente la forma de hacer la guerra. La velocidad de las acciones bélicas exige una rápida toma de decisiones por parte de los comandantes, lo que requiere reducir la incertidumbre a niveles mínimos mediante eficientes medios de obtención de información.

Este trabajo examina las potencialidades del uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV, por su sigla en inglés *Unmanned Aerial Vehicle*) para la obtención de información en teatros de operaciones (TO) y su interoperabilidad con medios convencionales de obtención de información humana.

El objetivo general es describir las potencialidades de los UAV comparadas con medios convencionales, analizando sus capacidades técnicas y operativas en misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR), y examinando cómo estos sistemas influyen en el proceso de selección del medio más adecuado para ejecutar una misión. La investigación se desarrolla mediante metodología cualitativa, empleando análisis bibliográfico y documental de doctrina militar (OTAN, fuentes nacionales e internacionales), complementada con estudios de caso de conflictos contemporáneos como Ucrania, Nagorno Karabaj y Siria, donde los UAV han demostrado capacidades significativas en el campo de combate.

Los resultados evidencian que los UAV ofrecen ventajas significativas en términos de alcance, persistencia, rapidez de obtención y transmisión de datos, seguridad del personal y relación costo-beneficio frente a medios convencionales. Sin embargo, se concluye que su efectividad máxima se alcanza mediante integración doctrinal con métodos tradicionales de inteligencia humana (INTHUM), especialmente en entornos con amenazas de guerra electrónica o cuando se requiere información contextual que solo INTHUM puede proporcionar. Este trabajo aporta al campo disciplinar herramientas de comparación para la selección del medio más adecuado de obtención de información en los niveles táctico, operacional y

estratégico, contribuyendo al debate doctrinal sobre integración de tecnologías emergentes en operaciones militares contemporáneas.

Palabras clave

Obtención, Información, aeronaves no tripuladas, tecnología, vehículos.

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo 1: Sistemas No Tripulados (SNT) en el Ámbito Operacional de las Fuerzas Armadas y su Evolución en las Operaciones Militares	3
¿Qué es un Sistema No Tripulado (SNT)?	4
Evolución Histórica y Doctrinal de los Sistemas No Tripulados.....	5
La Doctrina Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR) y el Ciclo de Obtención de Información Militar.	7
Aplicaciones Militares y Ejemplos Contemporáneos en Conflictos Actuales	8
Normativa Militar y Consideraciones Éticas	10
Conclusión Parcial	10
Capítulo 2: Capacidades Técnicas y Operativas de los Vehículos Aéreos No Tripulados	11
Equipamiento y Capacidades Técnicas de los UAV Militares	11
Operatividad y Empleo Táctico-Estratégico de los UAV	16
Casos de Uso en Conflictos Actuales	18
Ventajas Comparativas de los UAV	20
Limitaciones y Vulnerabilidades	21
Reducción de Riesgos Humanos	22
Evaluación Crítica de Capacidades y Limitaciones.....	23
Conclusión Parcial	23
Capítulo 3: Comparación entre UAV Militares y Medios Convencionales de Obtención de Información en Combate	24
Medios Convencionales de Obtención de Información: Descripción Técnica y Táctica	25
UAV Militares: Capacidades, Alcance y Operaciones.....	26
Análisis Comparativo: UAV frente a Medios Convencionales	27
Estudios de Caso: Comparación en Conflictos Recientes.....	29

Operaciones Combinadas: Desafíos y Oportunidades Doctrinales	30
Conclusión Parcial	31
Conclusiones Finales.....	31
El salto cualitativo tecnológico y doctrinal	32
Ventajas y desventajas detectadas	32
Valor militar agregado y los retos de integración doctrinal	33
Conclusión Integradora	33
Bibliografía.....	35

Introducción

En la actualidad, el avance tecnológico ha transformado radicalmente las técnicas y estrategias utilizadas en el ámbito militar para la obtención de información. La incorporación de sistemas no tripulados (SNT), conocidos técnicamente como UAV en el dominio aéreo, ha permitido sustituir o complementar los métodos tradicionales de obtención de información humana, aportando ventajas operacionales evidentes en cuanto a tiempos de adquisición, reducción de riesgos para el personal y mayor precisión de la información recabada.

Desde hace varios años, estos sistemas han mostrado una constante evolución y han pasado a ocupar un lugar central en el ámbito militar. Su utilización en el campo de combate, en operaciones de vigilancia y obtención de información, se ha convertido en una capacidad esencial para las Fuerzas Armadas modernas. Actualmente, la variedad de plataformas disponibles y las capacidades con las que pueden ser equipados estos vehículos ha ampliado su uso más allá del nivel táctico, acercándolos a aplicaciones operacionales e incluso estratégicas en algunos contextos regionales.

Su capacidad para alcanzar objetivos tanto dentro como fuera del campo de combate obliga al oponente a replantear sus estrategias frente a la amenaza que representan, dada su habilidad para operar desde distancias considerables y desplegarse con rapidez desde diversas plataformas —sean estas terrestres, aéreas o marítimas. Esta combinación de movilidad y flexibilidad ha modificado de manera sensible la forma en que se concibe y se ejecuta el combate moderno.

La integración de estos sistemas ha transformado la forma en que se planifican y ejecutan las misiones. Equipados con sensores avanzados —electro-ópticos, infrarrojos, SAR, LIDAR e incluso hiperespectrales— los SNT permiten la captura y transmisión de datos en tiempo real o casi real desde ubicaciones remotas. Esto es especialmente relevante en escenarios de alta incertidumbre y dinamismo, donde la rapidez para evaluar la situación y decidir el curso de acción define la eficacia operativa.

En el marco de las operaciones modernas, el comandante enfrenta un doble problema en materia de obtención de información: por un lado, la sobrecarga de datos

procedentes de múltiples sensores y sistemas ISR, que dificulta transformar esa masa de información en inteligencia útil en el tiempo oportuno; por otro, la existencia de áreas negadas o fuertemente vigiladas, donde la presencia física del personal de obtención implica un nivel de riesgo inaceptable para la fuerza. Esta tensión entre la necesidad de contar con una apreciación exacta de la situación y las limitaciones humanas y de seguridad constituye el núcleo del problema que aborda este Trabajo Final Integrador.

Es relevante señalar que, si bien muchos de estos UAV se destacan por su versatilidad tanto en obtención de información como en capacidades ofensivas, este trabajo se centra exclusivamente en su empleo como herramientas de obtención de inteligencia en tiempo real. Se descarta su potencial de ataque con el fin de analizar únicamente su valor como recurso de apoyo a la toma de decisiones por parte del comandante.

En este sentido, resulta fundamental comparar estas nuevas tecnologías con los métodos convencionales —como las fuerzas de operaciones especiales, unidades de inteligencia humana o plataformas aéreas tripuladas— para evidenciar sus ventajas y limitaciones a nivel operacional.

El presente Trabajo Final Integrador se estructura en TRES (3) capítulos, orientados a responder el interrogante sobre las potencialidades del empleo de vehículos aéreos no tripulados en la obtención de información en el teatro de operaciones frente a los medios convencionales.

El primer capítulo desarrolla la conceptualización, clasificación y evolución histórica de los sistemas no tripulados en el ámbito militar, así como su empleo reciente en conflictos contemporáneos y los principales marcos normativos y éticos que condicionan su utilización para la obtención de información.

El segundo capítulo analiza las capacidades técnicas y operativas de los vehículos aéreos no tripulados, sus sensores y enlaces de datos, su integración en redes de “Mando, Control, Comunicaciones, Informática, Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento” (C4ISR por sus siglas en inglés *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance*) y sus principales ventajas y limitaciones

frente a los medios convencionales, en relación con la reducción de la incertidumbre del comandante y el apoyo al proceso de decisión.

El tercer capítulo compara los UAV militares con los medios convencionales de obtención de información en el campo de combate, describiendo sus características técnicas y tácticas, incorporando estudios de caso recientes y examinando las operaciones combinadas y los desafíos doctrinales para la selección del medio más adecuado y su empleo integrado en apoyo a la conducción.

Finalmente, este trabajo aspira a contribuir al debate académico y doctrinario sobre la integración de tecnologías avanzadas en el ámbito militar, proporcionando herramientas analíticas que optimicen la toma de decisiones en entornos operacionales cada vez más complejos y dinámicos.

Capítulo 1

Sistemas No Tripulados (SNT) en el Ámbito Operacional de las Fuerzas Armadas y su Evolución en las Operaciones Militares

La obtención de información en el campo de combate constituye uno de los pilares fundamentales para el éxito de las operaciones militares contemporáneas. La capacidad de acceder, procesar y distribuir inteligencia de manera oportuna y precisa determina la superioridad operacional y reduce significativamente la incertidumbre que enfrentan los comandantes en el teatro de operaciones. En este contexto, los vehículos no tripulados han emergido como instrumentos tecnológicos centrales que han transformado profundamente las doctrinas de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR) de las Fuerzas Armadas modernas.

El presente capítulo aborda la conceptualización, clasificación y evolución histórica de los sistemas no tripulados en el ámbito militar, con especial énfasis en su aplicación para la obtención de información en combate. Se analizarán las principales categorías de vehículos no tripulados, su desarrollo doctrinal, ejemplos concretos de su empleo en conflictos actuales y las consideraciones normativas y éticas que rigen su utilización. El objetivo es proporcionar un marco teórico y práctico que permita

comprender la importancia estratégica de estos sistemas en la guerra moderna y su impacto en la toma de decisiones militares.

¿Qué es un Sistema No Tripulado (SNT)?

"Un vehículo no tripulado (UAV) se define, según la doctrina OTAN, como cualquier plataforma tecnológica capaz de ejecutar misiones específicas sin la presencia física de operadores humanos en su interior, siendo controlada de manera remota o funcionando de forma autónoma mediante sistemas de inteligencia artificial y navegación programada (JAPCC, 2022)." Estos sistemas representan una evolución significativa en la capacidad militar para proyectar poder, recopilar información y ejecutar operaciones complejas minimizando el riesgo humano.

Clasificación de los Vehículos No Tripulados Según Su Dominio Operacional

"En el contexto militar, los vehículos no tripulados se clasifican en tres categorías principales según su dominio operacional (Canadian Armed Forces, s.f.; Escuela Superior de Guerra Conjunta, 2023)": "Vehículos aéreos no tripulados (UAV)", "Vehículos terrestres no tripulados (UGV)", y "Vehículos marítimos no tripulados (UUV)".

Vehículos aéreos no tripulados (UAV)

Constituyen la categoría más desarrollada y ampliamente utilizada. Los UAV se emplean predominantemente para misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR), aprovechando su capacidad para sobrevolar extensas áreas geográficas, mantener persistencia operacional durante largos períodos y transmitir información en tiempo real a los centros de comando. Estos sistemas varían desde micro-drones tácticos de unos pocos gramos hasta plataformas estratégicas de gran altitud y larga autonomía (HALE) capaces de operar durante más de 30 horas continuas.

Vehículos terrestres no tripulados (UGV)

Diseñados para operar en superficie, los UGV se especializan en tareas de reconocimiento en terrenos complejos, desminado, transporte logístico y exploración de áreas urbanas o forestales donde el acceso aéreo resulta limitado o ineficiente. Su empleo ha aumentado considerablemente en operaciones de contra-insurgencia y en ambientes

donde la presencia de personal representa un riesgo elevado.

Vehículos marítimos no tripulados (UUV)

Operando en superficie o bajo el agua, los UUV realizan misiones de patrullaje, detección de minas submarinas, vigilancia de puertos y monitoreo de actividades navales enemigas. Su capacidad para operar de manera silenciosa y persistente los convierte en herramientas valiosas para la obtención de información en el dominio marítimo.

Clasificación de Vehículos Aéreos No Tripulados según la Doctrina OTAN

La Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) ha establecido un sistema de clasificación estandarizado para los UAV basado en criterios técnico-operacionales, regulado inicialmente mediante el STANAG 4671 (Standardization Agreement 4671) en su versión de 2009 y perfeccionado en las ediciones posteriores (NATO, 2017; NATO, 2019). Esta clasificación fue ampliamente adoptada por las fuerzas militares occidentales y reconocida en contextos multinacionales.

Clase I: Sistemas Tácticos de Pequeño Tamaño

Los UAV de Clase I están diseñados para soportar operaciones a nivel táctico inferior, típicamente de sección, compañía o unidad (NATO, 2019). Se caracterizan por tener un peso máximo al despegue inferior a 150 kilogramos y presentan subcategorías según su tamaño específico: sistemas micro (menos de 66 julios de energía potencial), mini (menos de 15 kilogramos) y small (entre 15 y 150 kilogramos) (NATO Standardization Agreement 4671, 2017). Su operación normal alcanza altitudes de hasta 5,000 pies sobre el nivel del terreno (AGL), con radios de misión de hasta 50 kilómetros en línea de vista (LOS, Line of Sight) (Malinowski, 2016). El control es generalmente manual o semiautomático, con estaciones de control portátiles que pueden ser manejadas por operadores individuales o pequeños equipos. Ejemplos de plataformas incluyen micro-drones comerciales adaptados, sistemas como el RQ-11 Raven o equivalentes regionales.

Clase II: Sistemas Tácticos de Mediano Tamaño

Los UAV de Clase II operan a nivel táctico y operacional, típicamente en apoyo a brigadas o agrupamientos similares (NATO, 2019). Su peso máximo al despegue oscila

entre 150 y 600 kilogramos, alcanzando altitudes operacionales de hasta 10,000 pies sobre el nivel del terreno (NATO Standardization Agreement 4671, 2017). Presentan capacidades de operación semiautónoma con navegación programada, integran sensores avanzados como cámaras electro-ópticas, sistemas infrarrojos y pueden mantener misiones de duración extendida, típicamente entre 5 y 12 horas de autonomía (Malinowski, 2016). El radio de misión se extiende hasta 200 kilómetros en línea de vista, y requieren estaciones de control terrestre (GCS, Ground Control Station) dedicadas. Sistemas representativos incluyen el RQ-2 Pioneer, el Watchkeeper WK450 y plataformas equivalentes de fabricación turca u otras procedencias. Estos UAV ofrecen equilibrio entre capacidad de carga útil y sostenibilidad operativa, siendo ampliamente utilizados en operaciones de ISR táctico sostenido (NATO JCGUAS, 2009).

Clase III: Sistemas Operacionales y Estratégicos

Los UAV de Clase III, también denominados sistemas MALE (Medium Altitude Long Endurance) y HALE (High Altitude Long Endurance), representan la categoría más avanzada de la clasificación OTAN (NATO, 2019). Superan los 600 kilogramos de peso máximo al despegue y están diseñados para misiones operacionales y estratégicas, capaces de permanecer en vuelo durante 15 a 40 horas continuas (NATO Standardization Agreement 4671, 2017). Alcanzan altitudes de operación superiores a 45,000 pies para sistemas MALE e incluso 65,000 pies para plataformas HALE, permitiendo operación más allá del horizonte visual (BLOS, Beyond Line of Sight) mediante enlace satelital (Malinowski, 2016). Su integración con redes C4ISR les confiere capacidad de transmisión de datos en tiempo real a múltiples niveles de comando simultáneamente. Los sistemas de esta clase integran la suite sensorial más completa: cámaras de resolución extrema, sistemas de detección infrarroja de largo alcance, radares de apertura sintética (SAR), equipos SIGINT y, en muchos casos, capacidades de ataque con armamento de precisión. Plataformas representativas incluyen el MQ-9 Reaper estadounidense, el Bayraktar TB2 turco, el Heron israelí y derivados rusos como el Forpost (NATO, 2017). Estos sistemas son centrales en operaciones modernas de obtención de información, direccionamiento de ataque y vigilancia persistente estratégica.

Clasificación de los Vehículos Aéreos No Tripulados en las Fuerzas Armadas

Argentinas

En el ámbito nacional, las Fuerzas Armadas Argentinas adoptan el concepto de Sistemas de Aeronaves no Tripuladas (SANT) para referirse a los sistemas no tripulados y Vehículo Aéreo no Tripulados (VANT) para referirse más precisamente al vector que transporta los sensores. Su clasificación se encuentra ampliamente alineada con la doctrina OTAN en cuanto a los criterios de peso, autonomía, altitud de operación y nivel de empleo (Escuela Superior de Guerra Conjunta, 2023; Ministerio de Defensa, 2018). De este modo, los sistemas livianos y tácticos de corto alcance se corresponden funcionalmente con la Clase I OTAN, los sistemas tácticos de mayor porte y alcance con la Clase II, y los sistemas de altitud y autonomía media o prolongada proyectados para empleo operacional y estratégico con la Clase III, aun cuando en la documentación nacional no siempre se utilice de manera explícita esta terminología de “clases”.

En la práctica doctrinal argentina, la diferenciación más habitual se realiza a través de categorías como micro y mini VANT, sistemas tácticos de corto y mediano alcance y sistemas MALE/HALE en desarrollo o proyecto, que se asignan a distintos niveles de comando y a misiones específicas de vigilancia, reconocimiento y apoyo a la decisión (Fuerza Aérea Argentina, 2022; Ejército Argentino, 2020). Los micro y mini VANT empleados por unidades terrestres y aeromóviles se encuadran en el nivel táctico inferior (sección, compañía, subunidades de exploración), con alcances y autonomías reducidas y empleo predominante en reconocimiento inmediato del campo de combate, equivalentes a los sistemas de Clase I. Los sistemas tácticos de mayor porte, operados desde estaciones de control más complejas y con mayor capacidad de carga útil y persistencia, se emplean en apoyo de brigadas, grandes unidades de combate y comandos de componente, desempeñando funciones cercanas a la Clase II OTAN. Finalmente, los proyectos nacionales de sistemas MALE, concebidos para integración plena en redes C4ISR y vigilancia de amplias áreas del territorio y el espacio aéreo, se corresponden con las capacidades de Clase III, aunque su incorporación aún es progresiva.

Las principales diferencias respecto de la clasificación OTAN no radican tanto en

los parámetros técnicos como en el enfoque de empleo y en la organización por fuerza armada. En primer lugar, la doctrina y la normativa argentina tienden a priorizar la asignación del SANT al nivel de empleo (táctico, operacional, estratégico) y a la función (vigilancia de frontera, control del aerospacio, exploración marítima, apoyo a operaciones especiales) antes que la referencia formal a una clase numérica (Ministerio de Defensa, 2018). En segundo lugar, se observa una adaptación a la realidad material e industrial nacional, integrando en la clasificación a sistemas de desarrollo propio –como los SANT tácticos del Ejército, los sistemas de exploración y vigilancia de la Fuerza Aérea y los proyectos de la Armada para exploración marítima– dentro de categorías funcionalmente equivalentes a las Clases I y II, mientras que las capacidades MALE/HALE se proyectan fundamentalmente a través de programas en cooperación con la industria de defensa.

Evolución Histórica y Doctrinal de los Sistemas No Tripulados

La historia de los vehículos no tripulados en el ámbito militar se remonta a finales del siglo XIX, cuando se comenzaron a utilizar globos aerostáticos para observación y reconocimiento durante conflictos europeos. Estos primeros sistemas, aunque rudimentarios, establecieron el principio fundamental de obtener información desde posiciones elevadas sin exponer directamente al personal militar.

Durante la Primera Guerra Mundial, las potencias beligerantes experimentaron con aeronaves radiocontroladas, aunque las limitaciones tecnológicas de la época impidieron su despliegue operacional efectivo. La Segunda Guerra Mundial marcó un avance significativo, con Estados Unidos y el Reino Unido desarrollando prototipos de aviones no tripulados para misiones de reconocimiento fotográfico y como señuelos para confundir las defensas antiaéreas enemigas.

"La Guerra de Vietnam representó un punto de inflexión en la evolución de los UAV militares (JAPCC, 2022). Las fuerzas estadounidenses desplegaron sistemas como el Ryan Firebee para misiones de reconocimiento sobre territorio norvietnamita, obteniendo inteligencia fotográfica crítica sin arriesgar pilotos en zonas de alta densidad de defensa antiaérea (CSIS, 2020)." Estas operaciones demostraron la viabilidad

operacional de los sistemas no tripulados y sentaron las bases para desarrollos posteriores.

La Guerra del Golfo (1991) marcó el despegue definitivo de los UAV como elementos integrales de las operaciones militares modernas. El empleo masivo de sistemas como el RQ-2 Pioneer por parte de las fuerzas de la coalición demostró la efectividad de estos sistemas para proporcionar inteligencia en tiempo real, realizar ajuste de fuego artillero y evaluar daños de batalla. Los comandantes militares reconocieron que la capacidad de generar y concentrar información mediante los UAV, se convertirían en un factor decisivo, capaz de inclinar el resultado de una operación militar.

Los conflictos en Afganistán e Irak durante las décadas de 2000 y 2010 consolidaron la integración total de los sistemas no tripulados en las doctrinas militares occidentales. Plataformas como el MQ-1 Predator y posteriormente el MQ-9 Reaper revolucionaron las operaciones ISR, permitiendo vigilancia persistente sobre áreas de interés, identificación de objetivos de alto valor y, eventualmente, capacidad de ataque directo. La doctrina militar estadounidense evolucionó para incorporar los UAV como elementos centrales en la cadena de comando y control, integrándolos completamente en los sistemas C4ISR.

Los conflictos contemporáneos han consolidado definitivamente el rol de los sistemas no tripulados en la obtención de información militar. La guerra en Ucrania, iniciada en 2022, ha demostrado el empleo masivo e innovador de UAV por ambos bandos, con miles de sistemas desplegados para misiones de reconocimiento táctico, vigilancia de líneas de frente, identificación de concentraciones enemigas y dirección de fuego de artillería. Análisis espaciotemporales de las operaciones con UAV en este conflicto revelan patrones extensivos de uso que han transformado la dinámica operacional, permitiendo a unidades de menor escalón acceder a información anteriormente reservada a niveles de mando superiores.

"El conflicto de Nagorno Karabaj (2020) constituyó otro ejemplo paradigmático del poder transformador de los UAV en la guerra moderna (CSIS, 2020; IFRI, 2025). Las fuerzas azerbaiyanas emplearon sistemas turcos Bayraktar TB2 de manera masiva y coordinada, obteniendo superioridad informacional total sobre las fuerzas armenias y

logrando destruir sistemas de defensa aérea, artillería y posiciones fortificadas con una efectividad sin precedentes (CSIS, 2020)." Este conflicto demostró que la integración efectiva de UAV para obtención de información y ataque puede resultar decisiva incluso para fuerzas militares de menor escala tecnológica.

La Doctrina Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR) y el Ciclo de Obtención de Información Militar.

La doctrina de Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento (ISR) estructura el proceso de obtención de información militar en cuatro fases fundamentales: obtención, procesamiento, análisis y diseminación. Este ciclo, conocido también como ciclo de inteligencia, constituye el marco conceptual que guía el empleo de todos los medios de obtención de información, incluyendo los vehículos no tripulados.

Los UAV se han convertido en protagonistas indiscutibles del ciclo ISR debido a sus capacidades técnicas y operacionales únicas. Estos sistemas integran sensores multispectrales que incluyen cámaras de alta resolución en el espectro visible, sistemas infrarrojos para detección térmica, radares de apertura sintética (SAR) para obtención de imágenes en cualquier condición meteorológica, y equipos de inteligencia de señales (SIGINT) para interceptar comunicaciones enemigas. Esta multiplicidad de sensores permite obtener información completa y multidimensional sobre el teatro de operaciones.

La integración de los UAV en redes C4ISR representa un avance doctrinal fundamental y un cambio de paradigma en las Fuerzas Armadas modernas. Estas redes permiten que la información recopilada por los sistemas no tripulados se procese automáticamente, se fusione con datos de otras fuentes (satélites, inteligencia humana, interceptaciones electrónicas) y se distribuya instantáneamente a los niveles de comando que la requieren. La interoperabilidad entre diferentes sistemas y ramas militares maximiza el valor de la información obtenida y reduce significativamente los tiempos de reacción ante amenazas u oportunidades tácticas.

Las doctrinas militares contemporáneas enfatizan el concepto de "vigilancia persistente", donde los UAV mantienen observación continua sobre áreas u objetivos de interés durante períodos prolongados. Esta capacidad resulta imposible de replicar con

medios tripulados debido a limitaciones humanas de fatiga y costos operacionales. La persistencia permite detectar patrones de actividad enemiga, identificar rutinas y vulnerabilidades, y proporcionar alerta temprana sobre movimientos o preparativos de ataque.

El incremento de plataformas y medios de exploración, en especial los UAV, ha ampliado de manera significativa el volumen y la velocidad de los datos disponibles para el comandante. Sin embargo, cuando la capacidad de procesamiento del órgano de inteligencia no crece en la misma proporción, esta abundancia puede traducirse en saturación cognitiva, dificultando la identificación de los Elementos Esenciales de Inteligencia y demorando la decisión. A su vez, la proliferación de áreas de acceso restringido y la intensificación de las amenazas en la línea de contacto limitan la posibilidad de emplear medios de obtención humana en forma directa, obligando a reconsiderar la combinación de medios tripulados y no tripulados en apoyo al mando.

Aplicaciones Militares y Ejemplos Contemporáneos en Conflictos Actuales

El empleo de sistemas no tripulados para obtención de información en conflictos actuales proporciona evidencia empírica contundente sobre su efectividad y valor estratégico. Los siguientes ejemplos ilustran las diversas aplicaciones y capacidades de estos sistemas en escenarios operacionales reales.

Guerra de Ucrania (2022-presente): Este conflicto ha sido denominado "la primera guerra de Sistemas no Tripuladas" debido a la escala sin precedentes de su empleo por ambas partes. Las fuerzas ucranianas han utilizado sistemas Bayraktar TB2 de fabricación turca para identificar concentraciones de elementos rusos, convoyes logísticos y posiciones de artillería, transmitiendo esta información en tiempo real a unidades de fuego que ejecutan ataques precisos. Análisis cuantitativos documentan más de 5,000 operaciones con drones en coordenadas específicas, revelando patrones espaciotemporales que muestran concentración de actividad en sectores clave del frente.

Adicionalmente, ambos bandos han incorporado masivamente drones comerciales modificados (DJI Mavic, Autel, etc.) para tareas de reconocimiento táctico a nivel de pelotón y compañía, la que permitió acceder a información aérea que previamente

demandaba medios y capacidades propias de niveles superiores, como brigada o división.

Este fenómeno ha transformado la naturaleza de la guerra terrestre, obligando a las fuerzas a dispersarse, camuflarse constantemente y adoptar medidas de guerra electrónica para contrarrestar la omnipresencia de la vigilancia aérea.

Conflicto de Siria (2011-presente): Las operaciones en Siria han demostrado el valor de los UAV para obtención de información en entornos urbanos complejos. Fuerzas de la coalición internacional han empleado sistemas MQ-9 Reaper para vigilancia persistente de áreas controladas por grupos insurgentes, identificación de líderes enemigos y monitoreo de actividades logísticas. La capacidad de mantener observación continua durante 20-30 horas permite establecer patrones de vida de objetivos de alto valor y planificar operaciones de captura o neutralización con precisión.

Micro-UAV tácticos: El sistema Black Hornet, utilizado por fuerzas británicas, estadounidenses y noruegas, representa la miniaturización extrema de las capacidades UAV. Con un peso inferior a 30 gramos y dimensiones comparables a un insecto grande, este sistema permite a soldados individuales realizar reconocimiento inmediato de edificios, posiciones enemigas o terreno peligroso sin exponerse al fuego hostil. Su empleo en operaciones urbanas en Afganistán e Irak ha salvado numerosas vidas al proporcionar información crítica sobre amenazas inmediatas.

Vehículos terrestres y marítimos: Aunque menos visibles que los UAV, los UGV y UUV han demostrado valor en nichos operacionales específicos. UGV equipados con sensores han realizado reconocimiento en zonas minadas, inspección de instalaciones sospechosas y patrullaje de perímetros en bases avanzadas. Los UUV han permitido inspección de infraestructura portuaria, detección de minas submarinas y vigilancia de áreas costeras sin exponer buzos o embarcaciones tripuladas.

La literatura académica y los análisis militares coinciden en que los sistemas no tripulados han proporcionado ventajas decisivas en términos de seguridad del personal, eficiencia operacional, persistencia y precisión en la recopilación de información. Estos sistemas han reducido significativamente los costos humanos de las operaciones de reconocimiento y han ampliado exponencialmente el volumen y calidad de información

disponible para los comandantes.

Normativa Militar y Consideraciones Éticas

El empleo de sistemas no tripulados para obtención de información militar opera dentro de complejos marcos normativos nacionales e internacionales. Los protocolos establecidos por la OTAN, las convenciones de Ginebra y los reglamentos específicos de cada nación establecen obligaciones legales relacionadas con el uso de UAV en combate, la protección de civiles, el manejo de información sensible y la atribución de responsabilidad por acciones ejecutadas mediante sistemas autónomos.

La literatura especializada destaca tensiones entre la efectividad operacional de los sistemas no tripulados y los principios del derecho internacional humanitario. La capacidad de vigilancia persistente plantea interrogantes sobre privacidad y proporcionalidad, especialmente en zonas donde población civil y combatientes coexisten. La automatización creciente de los procesos de análisis de inteligencia mediante algoritmos de inteligencia artificial introduce dilemas éticos sobre la supervisión humana en decisiones que pueden resultar en uso de fuerza letal.

La proliferación de tecnología UAV hacia actores no estatales y su disponibilidad comercial ha generado desafíos regulatorios adicionales. El fenómeno de sistemas comerciales modificados para uso militar, evidente en Ucrania, complica los esfuerzos de control de armamentos y verificación de cumplimiento de acuerdos internacionales.

Conclusión Parcial

La incorporación sistemática de vehículos no tripulados en la obtención de información militar representa una transformación paradigmática en las capacidades operacionales de las Fuerzas Armadas contemporáneas. El desarrollo tecnológico sostenido, combinado con la evolución doctrinal y la experiencia acumulada en conflictos reales, ha consolidado a estos sistemas como elementos centrales e indispensables en las operaciones militares modernas.

Los ejemplos de Ucrania, Nagorno Karabaj y otros conflictos contemporáneos demuestran inequívocamente que la superioridad en obtención de información mediante sistemas no tripulados se traduce en ventajas tácticas y estratégicas decisivas. La tendencia

hacia mayor autonomía, mejores sensores, mayor integración en redes y reducción de costos sugiere que la importancia de estos sistemas continuará incrementándose en el futuro previsible.

Capítulo 2

Capacidades Técnicas y Operativas de los Vehículos Aéreos No Tripulados

Los vehículos aéreos no tripulados han evolucionado desde simples plataformas de observación hasta sistemas complejos capaces de realizar múltiples misiones simultáneamente en entornos altamente hostiles. Este capítulo examina en profundidad las capacidades técnicas y operativas que han convertido a los UAV en elementos indispensables para la obtención de información militar. Se analizarán los sistemas de sensores, capacidades de comunicación, integración de inteligencia artificial, aplicaciones operacionales específicas, ventajas comparativas, limitaciones técnicas y el impacto de estos sistemas en la reducción de riesgos para el personal militar.

Equipamiento y Capacidades Técnicas de los UAV Militares

Sensores electro-ópticos y sistemas de visión

Los sensores electro-ópticos constituyen el equipamiento fundamental de los UAV dedicados a misiones ISR. Estos sistemas incluyen cámaras de alta resolución capaces de capturar imágenes detalladas desde altitudes significativas, proporcionando información visual crítica sobre posiciones enemigas, infraestructura y movimientos de tropas. Las cámaras electro-ópticas modernas incorporan capacidades de zoom óptico de hasta 112x o superior, permitiendo identificación positiva de objetivos desde distancias seguras.

"La resolución de estos sistemas ha alcanzado niveles extraordinarios, con sensores del MQ-9 Reaper que se estima alcanzan resoluciones sub-decimetales desde altitudes operacionales (General Atomics, datos técnicos disponibles; análisis de literatura abierta)." Esta capacidad resulta esencial para misiones de reconocimiento estratégico, donde la identificación precisa de equipamiento militar, posiciones fortificadas o instalaciones críticas determina la efectividad de operaciones posteriores.

Los sistemas de visión electro-óptica integran estabilización giroscópica avanzada

que compensa movimientos del UAV causados por turbulencias o maniobras, garantizando imágenes estables incluso en condiciones meteorológicas adversas. La estabilización se complementa con algoritmos de procesamiento de imagen que mejoran contraste, reducen ruido y optimizan la visualización en condiciones de baja luminosidad.

Sensores infrarrojos y capacidades térmicas

Los sensores infrarrojos (IR) constituyen una capacidad complementaria esencial que permite operaciones nocturnas y detección de objetivos camuflados. Estos sistemas detectan radiación térmica emitida por objetos, permitiendo visualizar diferencias de temperatura que revelan presencia de personal, vehículos o instalaciones activas. La capacidad infrarroja resulta particularmente valiosa en operaciones nocturnas, donde los sensores electro-ópticos convencionales resultan ineficaces.

Los UAV militares modernos incorporan sensores IR de onda larga (LWIR, 8-14 μm) que proporcionan imágenes térmicas de alta calidad independientemente de las condiciones de iluminación. Estos sistemas pueden detectar vehículos recientemente apagados por el calor residual de sus motores, identificar personal oculto en vegetación mediante su firma térmica, y localizar instalaciones subterráneas por anomalías térmicas en la superficie.

La fusión de sensores electro-ópticos e infrarrojos constituye una capacidad avanzada que proporciona información complementaria y redundante. Los algoritmos de fusión combinan ambas modalidades para mejorar detección, reducir falsas alarmas y proporcionar a los operadores una imagen más completa del área vigilada. Estudios recientes demuestran que la integración EO/IR incrementa las tasas de detección entre 30-40% comparado con sistemas independientes.

Sistemas de inteligencia de señales (SIGINT/ELINT)

Los UAV de nivel operacional integran capacidades de inteligencia de señales que permiten interceptar, localizar y analizar emisiones electromagnéticas enemigas. Estos sistemas incluyen receptores de amplio espectro capaces de monitorear comunicaciones de radio, emisiones de radar y otras señales electrónicas, proporcionando inteligencia crítica sobre capacidades, intenciones y disposiciones enemigas.

Los sistemas SIGINT (Signals Intelligence) instalados en UAV pueden realizar triangulación de emisores mediante múltiples pasadas o coordinación con otros sistemas, determinando ubicaciones precisas de centros de comando, sistemas de comunicación o radares enemigos. Esta información resulta invaluable para planificar operaciones de guerra electrónica, ataques de supresión de defensas aéreas o neutralización de estructuras de mando.

Los equipos ELINT (Electronic Intelligence) se especializan en caracterizar sistemas de radar enemigos, registrando frecuencias, patrones de barrido, potencia y otras características técnicas que permiten identificar sistemas específicos y desarrollar contramedidas apropiadas. La persistencia de los UAV permite acumular información sobre patrones operacionales de radares, identificando horarios de activación, sectores de cobertura y posibles vulnerabilidades.

Sensores multiespectrales e hiperespectrales

Los sensores multiespectrales representan una evolución significativa que permite capturar información en múltiples bandas del espectro electromagnético simultáneamente. Estos sistemas pueden incluir bandas en el visible, infrarrojo cercano, infrarrojo medio y otras regiones espectrales, proporcionando información que resulta invisible para sensores convencionales o para el ojo humano.

Las aplicaciones militares de sensores multiespectrales incluyen detección de camuflaje mediante análisis de reflectancia espectral que revela diferencias entre vegetación natural y materiales artificiales pintados en tonos verdes.

Los sensores hiperespectrales, aún más avanzados, capturan información en decenas o centenares de bandas espectrales estrechas, permitiendo análisis extremadamente detallados de materiales y superficies. Aunque su empleo militar aún es limitado por requerimientos de procesamiento computacional y costos, representan una capacidad emergente con potencial significativo para identificación de amenazas químicas, caracterización de instalaciones y análisis forense post-ataque.

Sistemas de comunicación segura y enlace de datos

Los sistemas de comunicación constituyen el componente crítico que permite

transmitir información recopilada desde el UAV hasta los centros de procesamiento y análisis. Los enlaces de datos militares emplean técnicas de encriptación avanzada, salto de frecuencia y modulación resistente a interferencias para garantizar confidencialidad, integridad y disponibilidad de las comunicaciones.

Los UAV modernos emplean enlaces de datos bidireccionales que permiten tanto transmisión de información del sensor al operador como recepción de comandos de control y actualización de misión en tiempo real. El ancho de banda de estos enlaces ha aumentado dramáticamente, permitiendo transmisión de video de alta definición, datos de múltiples sensores y telemetría completa del sistema simultáneamente.

Los sistemas satelitales de comunicación (SATCOM) permiten control y transmisión de datos más allá del horizonte visual, habilitando operaciones de UAV a miles de kilómetros de sus bases de control. Esta capacidad resulta esencial para sistemas de larga autonomía (MALE/HALE) que operan en teatros distantes, proporcionando persistencia estratégica en áreas de interés crítico.

Autonomía y sistemas de propulsión

La autonomía operacional constituye un parámetro fundamental que determina la utilidad táctica y estratégica de los UAV. Los sistemas tácticos pequeños típicamente ofrecen autonomías de 30-90 minutos, suficientes para misiones de reconocimiento inmediato en el área de operaciones. Los sistemas de nivel operacional (MALE - Medium Altitude Long Endurance) alcanzan autonomías de 15-30 horas, permitiendo vigilancia persistente de áreas extensas.

Los UAV estratégicos de gran altitud y larga autonomía (HALE - High Altitude Long Endurance) pueden permanecer en vuelo durante 30-40 horas, proporcionando cobertura continua sobre teatros de operaciones completos. Esta persistencia extraordinaria permite establecer patrones de actividad enemiga, detectar cambios sutiles en disposiciones y proporcionar alerta temprana constante.

Los sistemas de propulsión varían según el tipo y misión del UAV. Los micro-drones tácticos emplean propulsores eléctricos alimentados por baterías, ofreciendo operación silenciosa ideal para reconocimiento furtivo. "Los UAV de mediano tamaño,

como el Bayraktar TB2, utilizan motores de combustión interna (100 hp Rotax 912) que proporcionan autonomía de más de 20 horas y capacidad de carga de 150 kg (Baykar, 2025). Los sistemas estratégicos como el MQ-9 Reaper emplean turbofans eficientes (Honeywell TPE331) capaces de mantener crucero en altitud durante períodos superiores a 27 horas (General Atomics, 2023)."

Armamento adaptado y capacidades multimisión

Aunque el enfoque principal de este trabajo es la obtención de información, numerosos UAV militares integran capacidades de ataque que complementan sus funciones ISR. Esta capacidad multimisión permite transición inmediata desde vigilancia hasta neutralización de objetivos de oportunidad, reduciendo drásticamente los tiempos del ciclo OODA (Observar, Orientar, Decidir, Actuar).

El MQ-9 Reaper ejemplifica esta capacidad dual, transportando misiles Hellfire y bombas guiadas de precisión mientras mantiene su suite completa de sensores ISR. Esta combinación permite que el mismo sistema que detecta e identifica un objetivo proceda inmediatamente a su neutralización, eliminando retrasos asociados con coordinación de sistemas separados.

Integración de inteligencia artificial y procesamiento autónomo

La integración de inteligencia artificial representa una revolución en las capacidades de los UAV militares. Los algoritmos de aprendizaje profundo (deep learning) permiten detección y clasificación automática de objetivos, reduciendo la carga cognitiva de los operadores y acelerando el procesamiento de grandes volúmenes de información.

Los sistemas de detección automática de objetivos (ATD por sus siglas en inglés *Automatic Target Detection*) emplean redes neuronales convolucionales entrenadas con miles de imágenes para identificar vehículos militares, estructuras, personal y otros objetos de interés. Estos sistemas pueden procesar video en tiempo real, marcando automáticamente objetivos potenciales para revisión humana y reduciendo significativamente el tiempo requerido para explotar información del sensor.

El reconocimiento de patrones mediante IA permite identificar actividades anómalas o sospechosas sin supervisión humana constante. Los algoritmos pueden

detectar cambios en áreas monitorizadas, identificar vehículos en movimiento, contar personal o equipamiento, y alertar automáticamente cuando se detectan condiciones predefinidas.

La navegación autónoma avanzada permite a los UAV ejecutar misiones complejas con mínima intervención humana. Los sistemas pueden planificar rutas óptimas considerando amenazas conocidas, condiciones meteorológicas, consumo de combustible y objetivos de misión, ajustando dinámicamente el plan según la situación evoluciona.

Operatividad y Empleo Táctico-Estratégico de los UAV

Misiones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento (ISR)

Las misiones ISR constituyen el empleo primario de los UAV militares, abarcando un espectro que va desde reconocimiento táctico inmediato hasta vigilancia estratégica de largo plazo. El reconocimiento táctico implica obtención rápida de información sobre objetivos específicos, posiciones enemigas o terreno inmediatamente relevante para operaciones en curso.

La vigilancia estratégica emplea UAV de largo alcance y gran autonomía para monitorear áreas extensas, detectar preparativos enemigos, identificar patrones logísticos y proporcionar alerta temprana sobre movimientos significativos. Esta función resulta crítica en teatros de operaciones amplios donde la cobertura satelital puede ser insuficiente o discontinua.

El reconocimiento profundo permite obtener información sobre retaguardia enemiga, identificando reservas estratégicas, centros logísticos, instalaciones de comando y rutas de refuerzo. Esta inteligencia resulta esencial para planificación operacional, permitiendo anticipar capacidades enemigas y desarrollar estrategias apropiadas.

Localización y seguimiento de objetivos

Los UAV proporcionan capacidades excepcionales para localización precisa y seguimiento continuo de objetivos de alto valor. La combinación de sensores de alta resolución, persistencia operacional y enlace de datos en tiempo real permite mantener vigilancia constante sobre objetivos móviles, estableciendo patrones de movimiento y

rutinas.

El seguimiento de convoyes enemigos permite determinar rutas, velocidades, destinos y composición de fuerzas, proporcionando inteligencia crítica para planificar interdicciones o emboscadas. Los algoritmos de seguimiento automático mantienen el objetivo centrado en el campo visual del sensor incluso cuando el UAV maniobra, garantizando cobertura continua.

La localización de objetivos estacionarios emplea técnicas de georreferenciación precisa que determinan coordenadas exactas para guiar ataques posteriores o integrar en productos de inteligencia. Los sistemas modernos alcanzan precisiones de localización de pocos metros, algunos al milímetro, suficientes para empleo de municiones guiadas de precisión.

Dirección de fuego y ajuste artillero

Una aplicación táctica crítica de los UAV es la dirección de fuego artillero y ajuste de impactos. Los UAV proporcionan observación en tiempo real de áreas objetivo, permitiendo ajustes precisos del fuego y evaluación inmediata de efectividad. Esta capacidad ha revolucionado el empleo de la artillería, incrementando significativamente precisión y eficiencia.

En el conflicto de Ucrania, los UAV han demostrado valor excepcional para guiar fuego artillero, con videos documentando destrucción precisa de posiciones enemigas mediante coordinación UAV-artillería. Los observadores aéreos no tripulados pueden permanecer sobre el objetivo durante períodos prolongados, dirigiendo múltiples misiones de fuego y verificando destrucción.

Empleo operacional y obtención de información

A nivel operacional, los UAV proporcionan capacidades de obtención de información que complementan y en algunos casos sustituyen a sistemas satelitales. La capacidad de desplegar sistemas de larga autonomía sobre áreas de interés permite cobertura más flexible y responsiva que órbitas satelitales predecibles.

Los UAV estratégicos realizan misiones de caracterización de defensas aéreas, identificando ubicaciones, tipos y patrones operacionales de sistemas enemigos. Esta

inteligencia resulta crítica para planificar campañas aéreas, diseñar rutas de penetración y desarrollar contramedidas electrónicas apropiadas.

La obtención de información en comunicaciones y señales electrónicas a nivel operacional proporciona inteligencia sobre estructura de comando enemiga, planes operacionales y capacidades técnicas. Los UAV equipados con sistemas SIGINT avanzados pueden realizar esta función con mayor flexibilidad y menor riesgo político que plataformas tripuladas.

Casos de Uso en Conflictos Actuales

Guerra de Ucrania: Transformación del campo de combate

El conflicto en Ucrania ha demostrado el impacto transformador de los UAV en operaciones militares, reduciendo significativamente los tiempos del ciclo de inteligencia contemporáneo. Análisis cuantitativos documentan miles de operaciones diarias con UAV de diversos tipos, desde UAV comerciales modificados hasta sistemas militares sofisticados.

La integración efectiva de plataformas no tripuladas con los sistemas de fuego indirecto ha reducido drásticamente los tiempos del ciclo de decisión, permitiendo batir objetivos de alto valor con una inmediatez imposible de lograr mediante la observación humana tradicional. La omnipresencia de estos medios en el campo de batalla, desde sistemas estratégicos hasta plataformas comerciales tácticas, ha obligado a dispersar las fuerzas y ha validado la necesidad de integrar la obtención de información técnica en todos los niveles de la conducción, transformando la doctrina de empleo vigente.

Esta capacidad de fusión sensor-fuego ha generado una transparencia del campo de combate que destruye los principios tradicionales de sorpresa y masa. Ambas fuerzas en oposición han experimentado la vulnerabilidad de cualquier actividad observable desde el aire, obligando a ejecutar movimientos logísticos bajo cobertura de oscuridad, dispersión extrema y medidas de camuflaje sofisticadas. El resultado ha sido una operacionalización acelerada de los UAV en doctrina, alejándose del modelo previo donde estos sistemas eran empleados como un complemento para acciones de largo alcance, hacia un modelo que los convierte en elementos indispensables de la maniobra en todos

los niveles.

Sin embargo, la guerra electrónica y las contramedidas anti-UAV han evolucionado paralelamente, con ambos bandos desplegando sistemas de jamming GPS, interferencia de comunicaciones y armas cinéticas anti-UAV. Esta competencia entre medida y contramedida subraya que, si bien los UAV transforman la obtención de información, su eficacia no está garantizada en entornos electromagnéticos degradados, reafirmando la necesidad de mantener capacidades complementarias de obtención humana.

Conflicto de Nagorno Karabaj: Supremacía mediante UAV

El conflicto de Nagorno Karabaj (2020) demostró el poder decisivo de la integración efectiva de UAV en operaciones combinadas. Las fuerzas azerbaiyanas emplearon sistemas turcos Bayraktar TB2 e israelíes para obtener superioridad informacional completa, identificando y destruyendo sistemáticamente defensas aéreas, artillería y posiciones fortificadas armenias.

La doctrina azerbaiyana enfatizó empleo coordinado de UAV para reconocimiento, designación de objetivos y ataque directo, creando un sistema integrado que colapsó defensas armenias en semanas. Esta campaña ha sido estudiada intensivamente por Fuerzas Armadas globales como ejemplo de guerra moderna centrada en UAV.

La incapacidad armenia para contrarrestar efectivamente los UAV azerbaiyanos, debido a limitaciones en guerra electrónica y defensas aéreas apropiadas, resultó en pérdidas catastróficas y eventual derrota. Este resultado ha impulsado reevaluación global de vulnerabilidades ante amenazas UAV y desarrollo de contramedidas efectivas.

Siria: Operaciones en ambiente urbano complejo

Las operaciones en Siria han demostrado el valor de los UAV para obtención de información en entornos urbanos densamente poblados y operacionalmente complejos. La coalición internacional ha empleado sistemas MQ-9 Reaper para vigilancia persistente de áreas controladas por grupos extremistas, identificando líderes de alto valor, instalaciones de fabricación de explosivos y rutas logísticas.

La capacidad de mantener observación continua durante 20-30 horas permite

establecer patrones de vida de objetivos, determinando rutinas, asociados y vulnerabilidades que facilitan operaciones de captura o neutralización. Esta paciencia operacional resulta imposible con medios tripulados debido a limitaciones de fatiga humana.

Las operaciones urbanas han evidenciado limitaciones de los UAV, incluyendo dificultades para obtener ángulos de observación apropiados en calles estrechas y vulnerabilidad a condiciones meteorológicas adversas. Estas lecciones han impulsado desarrollo de sistemas especializados para ambiente urbano, incluyendo micro-drones capaces de operar en interiores.

Ventajas Comparativas de los UAV

Ventajas frente a medios tripulados

Los UAV ofrecen ventajas significativas comparados con aeronaves tripuladas para misiones ISR. La eliminación del factor humano permite diseños optimizados para persistencia, con autonomías de 24-40 horas imposibles para pilotos humanos. Los costos operacionales son substancialmente menores, tanto en adquisición como en operación y mantenimiento.

La eliminación del riesgo para tripulaciones permite emplear UAV en ambientes altamente amenazados donde aeronaves tripuladas enfrentarían probabilidades inaceptables de pérdida. Esta tolerancia al riesgo permite misiones en zonas de alta densidad de defensa aérea o sobre territorio enemigo profundo.

Ventajas frente a otros sistemas no tripulados

Comparados con UGV y UUV, los UAV ofrecen movilidad superior y capacidad para cubrir áreas extensas rápidamente. La perspectiva aérea proporciona ventajas inherentes para observación, permitiendo visión más allá de obstáculos terrestres y horizonte visual.

Los UAV operan en un dominio menos congestionado que el terrestre, enfrentando menos obstáculos y amenazas inmediatas. La velocidad de despliegue y reposicionamiento de UAV supera significativamente a sistemas terrestres o marítimos.

Limitaciones y Vulnerabilidades

Vulnerabilidades ante guerra electrónica

"Los UAV enfrentan vulnerabilidades significativas ante medidas de guerra electrónica (JAPCC, 2022). El jamming de señales GPS puede degradar o eliminar capacidades de navegación, obligando a sistemas a retornar a base o perderse completamente (JAPCC, 2022). Sin embargo, sistemas modernos como el Bayraktar TB2 incorporan navegación autónoma mediante fusión de sensores inerciales que permite operación continua incluso bajo jamming GPS intenso (Baykar, 2025)." Los sistemas de navegación inercial proporcionan redundancia limitada, con errores que se acumulan con el tiempo.

La interferencia de enlaces de comunicación puede interrumpir control del UAV o transmisión de información del sensor. Los sistemas avanzados emplean técnicas de salto de frecuencia, espectro ensanchado y enlace satelital para incrementar resistencia, pero siguen siendo vulnerables a jamming suficientemente potente.

El spoofing GPS representa una amenaza sofisticada donde señales falsas engañan al sistema de navegación del UAV, potencialmente capturando o destruyendo la plataforma. Las contramedidas incluyen verificación de integridad de señal, fusión con otros sistemas de navegación y detección de anomalías.

Limitaciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas adversas impactan significativamente las operaciones UAV. Los sistemas pequeños son especialmente vulnerables a vientos fuertes, turbulencia y precipitación. La formación de hielo en alas y sensores puede degradar rendimiento o causar pérdida del sistema.

Las nubes bajas limitan utilidad de sensores electro-ópticos e infrarrojos, aunque radares de apertura sintética pueden proporcionar capacidad limitada en estas condiciones. La planificación de misiones debe considerar pronósticos meteorológicos y desarrollar alternativas para condiciones adversas.

Limitaciones de sensores y procesamiento

A pesar de avances tecnológicos, los sensores UAV enfrentan limitaciones físicas fundamentales. La resolución está limitada por tamaño de apertura del sensor, distancia al objetivo y condiciones atmosféricas. Los sensores pequeños en UAV tácticos no pueden igualar capacidades de sistemas aerotransportados tripulados más grandes.

El procesamiento de grandes volúmenes de información del sensor puede saturar capacidades de análisis humano. Aunque la inteligencia artificial ayuda, los sistemas actuales aún requieren supervisión humana significativa para evitar errores y falsas detecciones.

Reducción de Riesgos Humanos

La capacidad de los UAV para eliminar exposición de personal a amenazas directas constituye quizás su ventaja más significativa desde perspectiva humanitaria. Las misiones de reconocimiento sobre territorio enemigo, históricamente las más peligrosas en aviación militar, ahora se ejecutan sin riesgo para pilotos.

La eliminación del riesgo de captura de personal en territorio enemigo tiene implicaciones políticas y estratégicas significativas. La pérdida de un UAV, aunque costosa, no genera presiones políticas comparables a captura o muerte de personal militar.

Los operadores de UAV trabajan desde instalaciones seguras, a miles de kilómetros del teatro de operaciones, eliminando completamente su exposición a fuego enemigo, condiciones ambientales peligrosas o captura. Esta separación física permite operaciones prolongadas sin fatiga física del combate, aunque introduce desafíos psicológicos diferentes.

La automatización de tareas peligrosas, como vuelo a baja altitud en ambiente amenazado o aproximación a objetivos defendidos, reduce riesgo incluso comparado con operaciones remotas. Los algoritmos de evitación de amenazas y planificación de rutas optimizan seguridad de la plataforma sin consideraciones de confort o limitaciones humanas.

Evaluación Crítica de Capacidades y Limitaciones

La evaluación objetiva de UAV militares requiere balancear capacidades extraordinarias contra limitaciones reales. Los UAV han demostrado valor excepcional en conflictos contemporáneos, proporcionando ventajas decisivas en obtención de información, pero no constituyen soluciones universales.

La dependencia de enlaces de comunicación y navegación GPS representa una vulnerabilidad fundamental que adversarios sofisticados pueden explotar. Los conflictos futuros contra oponentes con capacidades avanzadas de guerra electrónica requerirán sistemas más autónomos y resilientes.

Los costos de sistemas avanzados, aunque menores que plataformas tripuladas equivalentes, aún representan inversiones significativas que limitan proliferación. El balance entre capacidad y costo determina estructuras de fuerza realistas para la mayoría de las naciones.

La saturación del espacio aéreo por proliferación de UAV crea desafíos de gestión del tráfico aéreo y riesgo de colisiones fratricidas. Los conflictos futuros demandarán sistemas sofisticados de coordinación entre múltiples plataformas y herramientas de control capaces de ordenar un entorno aéreo cada vez más congestionado.

Conclusión Parcial

Los vehículos aéreos no tripulados han alcanzado madurez tecnológica y operacional que los establece como elementos centrales e indispensables en operaciones militares modernas. La combinación de sensores avanzados, persistencia operacional, comunicaciones robustas e inteligencia artificial creciente proporciona capacidades de obtención de información que superan significativamente alternativas históricas.

Los casos de uso en Ucrania, Nagorno Karabaj y Siria demuestran inequívocamente el valor transformador de los UAV, donde su empleo efectivo ha resultado en ventajas decisivas. La tendencia hacia mayor autonomía, mejores sensores, mejor integración en sistemas C4ISR y reducción de costos sugiere que la importancia de estos sistemas continuará incrementándose.

Sin embargo, las vulnerabilidades ante guerra electrónica, limitaciones

meteorológicas y dependencia de infraestructura de comunicaciones requieren consideración cuidadosa en planificación operacional. Los UAV no reemplazan completamente medios tradicionales, sino que los complementan, requiriendo integración doctrinal apropiada para maximizar efectividad.

La reducción dramática de riesgos humanos representa quizás el beneficio más significativo desde perspectivas humanitarias y políticas. La capacidad de ejecutar misiones peligrosas sin exponer personal ha transformado cálculos de riesgo-beneficio y ampliado opciones disponibles para comandantes militares.

El futuro de los UAV militares promete capacidades aún mayores, con desarrollos en autonomía avanzada, enjambres coordinados, sensores hiperespectrales y procesamiento distribuido. La competición tecnológica entre sistemas UAV ofensivos y contramedidas defensivas impulsará innovación continua en ambos dominios, definiendo la naturaleza de conflictos futuros.

Capítulo 3

Comparación entre UAV Militares y Medios Convencionales de Obtención de Información en el campo de Combate

La obtención de información en el campo de combate ha sido históricamente una tarea central para la supervivencia y el éxito de las fuerzas militares. Por décadas, los métodos convencionales —como patrullas de reconocimiento, observadores avanzados, sensores terrestres y INTHUM (Inteligencia Humana)— constituyeron la base para las operaciones de inteligencia, vigilancia y reconocimiento. Sin embargo, el desarrollo y despliegue masivo de vehículos aéreos no tripulados (UAV) ha provocado una transformación significativa en la manera en la que se accede, procesa y distribuye información táctica y estratégica, especialmente a partir de la última década. Este capítulo explora y compara en profundidad, desde una perspectiva técnico-militar y doctrinal, los UAV militares frente a los métodos tradicionales, analizando cada uno de los factores más relevantes, ilustrando con estudios de caso recientes y proponiendo una evaluación crítica para la doctrina futura.

La integración doctrinal de los UAV con los medios de obtención humana se propone como respuesta directa al problema operativo del comandante, que ya no se caracteriza por la falta de información, sino por la dificultad de discriminar, en tiempo y forma, qué datos son relevantes para la decisión. En este esquema, los UAV no se conciben solo como un recurso para “ver más”, sino como un medio para reducir la exposición del personal de obtención en áreas negadas o fuertemente controladas y, al mismo tiempo, focalizar la búsqueda sobre aquellos Elementos Esenciales de Inteligencia definidos por el comandante. La obtención humana, por su parte, conserva el papel central de aportar contexto, intencionalidad y validación en el terreno que las plataformas no tripuladas no pueden proporcionar por sí solas.

Medios Convencionales de Obtención de Información: Descripción Técnica y

Táctica

Patrullas de reconocimiento

Las patrullas de reconocimiento constituyen un método clásico de obtención de información en el campo de combate. Grupos entrenados, equipados para operar en condiciones hostiles, se infiltran y observan el campo enemigo, identificando posiciones, rutas de avance, amenazas y oportunidades. El éxito de una patrulla depende de la experiencia, el sigilo, la capacidad para interpretar el terreno y la habilidad en el manejo de medios ópticos, comunicaciones y navegación. Las doctrinas OTAN y latinoamericanas recogen múltiples variantes: patrullas de corto alcance, de largo alcance, nocturnas, motorizadas o montadas, adaptándose a terreno y contexto.

Observadores avanzados

El observador avanzado es responsable de la obtención de información crítica para artillería, fuego aéreo o maniobras terrestres. Posicionados cerca de zonas de contacto, su función implica riesgo considerable, aunque su entrenamiento para operar ocultos y comunicarse con precisión es decisivo. El avance tecnológico ha permitido el uso de radios seguras, cámaras portátiles y binoculares de visión nocturna, complementando su efectividad, aunque nunca eliminando el riesgo físico inherente.

Sensores terrestres

Desde la Segunda Guerra Mundial, los ejércitos han implementado sensores acústicos, sísmicos y electromagnéticos para detectar movimiento, ubicar fuerzas y monitorear actividad enemiga. Los modernos sistemas de vigilancia terrestre integran radares portátiles, sensores infrarrojos y redes de micrófonos, permitiendo establecer zonas de alerta en fronteras, bases y perímetros de seguridad.

Inteligencia Humana (INTHUM)

"La Inteligencia Humana (INTHUM) sigue siendo esencial, incluso en la era tecnológica (Royal Australian Army Research Centre, 2007; Defense Intelligence Agency, s.f.). Soldados, pobladores, infiltrados y agentes especiales recopilan información mediante entrevistas, observación, infiltración y análisis social, proporcionando contexto sobre intenciones, motivaciones y redes complejas que los sistemas técnicos frecuentemente no pueden determinar (Royal Australian Army Research Centre, 2007)." Si bien puede resultar la fuente más rica de detalles sobre intenciones y capacidades enemigas, también es la más vulnerable a errores, manipulación e interferencia directa.

La combinación de estos métodos conformó la columna vertebral de la obtención de información militar hasta la popularización y abaratamiento de tecnologías UAV. Es importante remarcar que, si bien los UAV representan un avance disruptivo, los métodos convencionales aún ocupan un papel insustituible en situaciones donde el espacio aéreo está negado o el nivel de detalle humano es insuperable.

UAV Militares: Capacidades, Alcance y Operaciones

Los UAV militares, descritos extensamente en los capítulos anteriores, han modificado la naturaleza, velocidad y escala de la obtención de información en múltiples teatros de operaciones. Actualmente, los UAV no solo complementan los métodos convencionales: en muchos escenarios, los reemplazan directamente por razones de eficiencia, cobertura y seguridad.

Factores técnicos

Alcance: Los UAV pueden operar decenas o centenas de kilómetros más allá de

las líneas propias, acceder a zonas remotas, monitorizar vastas áreas durante horas o días sin fatiga. Sistemas como el MQ-9 Reaper, el Bayraktar TB2 o el Heron han sido desplegados en escenarios como Siria, Ucrania y Nagorno Karabaj, realizando vigilancia persistente y recolectando datos de alta resolución y precisión.

Rapidez y procesamiento de datos: Los UAV transmiten video, imágenes y telemetría en tiempo real, facilitando el análisis instantáneo, el seguimiento y la toma de decisiones a nivel de mando táctico y estratégico. Además, la integración con inteligencia artificial permite la detección automática de amenazas, acelerando radicalmente el ciclo de respuestas.

Seguridad: Al operar sin tripulación en zonas hostiles, los UAV minimizan el riesgo de bajas, captura, o exposición innecesaria de personal militar, otorgando una ventaja táctica clave en escenarios de alta amenaza.

Detalle informativo: Los UAV equipados con sensores EO/IR, SIGINT y cámaras multispectrales proveen información con un nivel de detalle y exactitud frecuentemente superior al de los observadores humanos, especialmente en ambientes de difícil acceso o bajo condiciones climáticas extremas.

Costo operativo: Si bien el desarrollo y adquisición inicial de UAV militares puede ser elevado, el costo por misión se reduce notoriamente respecto a plataformas tripuladas, tanto por autonomía como por disminución del riesgo humano y logístico.

Vulnerabilidades: Los UAV son sensibles a la guerra electrónica, al derribo por sistemas antiaéreos y a problemas de comunicaciones en ambientes GPS-denied o bajo interferencia activa, lo que exige protocolos de redundancia y planes de contingencia.

Análisis Comparativo: UAV frente a Medios Convencionales

Para abordar exhaustivamente la comparación, se identifican los siguientes criterios principales:

Alcance y cobertura

Las patrullas de reconocimiento, observadores avanzados y INTHUM están limitados por el alcance físico y la movilidad humana. Los UAV operan a distancias mucho mayores, incluyendo zonas inaccesibles por tierra (pantanos, montaña, desiertos,

fundo enemigo), y pueden cambiar de área de interés en minutos usando navegación programada.

Velocidad de obtención y procesamiento de datos

Mientras que los métodos convencionales suelen requerir horas o días para recopilar, reportar y analizar la información obtenida, los UAV transmiten datos en vivo, permitiendo que los analistas y mandos tomen decisiones casi simultáneamente al evento.

Precisión y calidad informativa

Aunque la percepción humana sigue siendo valiosa (especialmente si el objetivo depende de contextos sociales, gestuales o lingüísticos), la tecnología de sensores avanzada en UAV provee precisión milimétrica en georreferenciación, identificación visual y espectral, y análisis de patrones de movimiento, superando a menudo la capacidad humana de observación directa.

Seguridad y riesgo operativo

El personal humano está expuesto a captura, emboscada, fuego enemigo y minas. Los UAV preservan la integridad de los operadores, trasladando el riesgo al vehículo no tripulado. Ucrania, por ejemplo, reduce considerablemente sus bajas en misiones de inteligencia gracias a la sustitución de patrullas por UAV.

Costo operativo y logístico:

La operación de patrullas exige entrenamiento intensivo, logística de sustento, y reposición permanente de personal y medios. Los UAV requieren mantenimiento y insumos técnicos, pero su despliegue flexible y capacidad de reposición rápida disminuyen el costo total por hora de misión.

Versatilidad y adaptabilidad

Los UAV pueden equiparse modularmente para misiones ISR, SIGINT, ataque, operación nocturna, reconocimiento avanzado, búsqueda y rescate, o incluso retransmisión de comunicaciones, cubriendo una gama más extensa de tareas en comparación con un solo grupo convencional.

Vulnerabilidades

Los métodos convencionales son menos susceptibles a guerra electrónica y ataques cibernéticos. Los UAV, a pesar de sus contramedidas, poseen puntos débiles inherentes a la dependencia tecnológica: GPS, enlaces de datos, y software de navegación pueden ser interferidos, degradando o anulando la misión.

Estudios de Caso: Comparación en Conflictos Recientes

Caso 1: Ucrania

La invasión rusa a Ucrania en 2022 evidenció la transformación de la obtención de información. Las fuerzas ucranianas han empleado miles de UAV, desde modelos militares sofisticados a UAV comerciales adaptados, para vigilancia de campos de batalla, evaluación de daños, seguimiento de columnas enemigas y identificación de artillería escondida. Como resultado, gran parte de las misiones de patrulla y observación fueron reemplazadas o complementadas por vuelos UAV, reduciendo las bajas y acelerando la transferencia de inteligencia a los mandos tácticos. La diferencia más notoria reside en la inmediatez de la información y la reducción a mínimos históricos de riesgos para los observadores.

No obstante, las operaciones combinadas se han demostrado efectivas para superar las limitaciones de cada método. En zonas con fuerte guerra electrónica rusa, las patrullas terrestres y la inteligencia humana volvieron a cobrar importancia para la verificación final de información y la confirmación "en campo" de objetivos.

Caso 2: Nagorno Karabaj

El conflicto de Nagorno Karabaj (2020) puso de relieve la supremacía informativa a través del empleo integrado de UAV y medios convencionales. Azerbaiyán utilizó masivamente drones Bayraktar TB2 e inteligencia electrónica para localizar y destruir sistemáticamente defensas armenias, posiciones artilleras y blindados. Los UAV se integraron con patrullas de reconocimiento en zonas difíciles, logrando ajuste de fuego en tiempo real y corrección dinámica de los ataques.

La comparación directa entre el empleo de patrullas convencionales solo y la

sinergia con UAV mostró que la combinación aumentó la precisión operativa y aceleró el ciclo de decisión. Los riesgos humanos fueron drásticamente reducidos, aunque los UAV enfrentaron vulnerabilidades ante baterías antiaéreas y interferencia electrónica.

Caso 3: Siria

En el teatro urbano y semiurbano sirio, tanto fuerzas rusas como la coalición internacional han dependido de UAV y observadores avanzados para obtención de información. El acceso a ángulos elevados y persistencia aérea permitió la vigilancia de zonas bajo fuerte control insurgente, pero la tarea de confirmación INTHUM y la verificación de posiciones en terreno siguió siendo insustituible para operaciones de rescate y filtrado de datos sociales.

Operaciones Combinadas: Desafíos y Oportunidades Doctrinales

El análisis operativo moderno muestra que la verdadera supremacía informativa resulta del intercambio y la sinergia entre UAV y métodos convencionales. En la doctrina OTAN, la integración de fuego, sensores, INTHUM y plataformas de SNT debe ser gestionada por sistemas C4ISR, donde los datos se fusionan y se validan por múltiples fuentes. Esto permite subsanar vulnerabilidades, responder rápidamente a amenazas emergentes y explotar la complementariedad de capacidades.

Sin embargo, esta integración no está exenta de riesgos. Los desafíos principales incluyen:

- a) Interoperabilidad técnica (protocolos, software, bandas de frecuencia)
- b) Saturación informativa (demanda creciente de análisis automático y personal capacitado)
- c) Seguridad y protección de datos frente a ataques cibernéticos
- d) Gestión logística y mantenimiento de flotas heterogéneas
- e) Definición clara de roles: evitar la duplicación y la dispersión de esfuerzos

Las operaciones exitosas requieren entrenamiento cruzado entre operadores de UAV y especialistas en inteligencia convencional, desarrollo de doctrinas conjuntas y establecimiento de procesos seguros de validación y explotación de datos. Israel y Estados Unidos han avanzado en la doctrina "sensor to shooter", acelerando el flujo desde

detección a ataque, aplicando inteligencia artificial para priorizar y depurar la información en operaciones combinadas.

Conclusión Parcial

La comparación entre UAV militares y medios convencionales evidencia la superioridad de los sistemas no tripulados en factores clave como alcance, velocidad, seguridad y capacidad de procesamiento de datos en tiempo real. Los UAV han transformado el modelo de obtención de información, permitiendo operaciones más seguras y precisas y acelerando los ciclos de decisión táctica y estratégica. Sin embargo, los métodos convencionales continúan siendo relevantes, especialmente en escenarios donde el espacio aéreo está negado, las amenazas electrónicas son elevadas, o se requiere inteligencia humana de alto nivel de detalle.

La integración doctrinal, el entrenamiento conjunto y la inversión en interoperabilidad son esenciales para explotar al máximo la sinergia entre ambos métodos. Las experiencias recientes muestran que la doctrina óptima no reemplaza lo convencional por lo no tripulado, sino que fusiona lo mejor de ambos en operaciones multidominio, potenciando la obtención de información y la capacidad de decisión militar en el siglo XXI.

Conclusiones Finales

La investigación realizada sobre el empleo de vehículos aéreos no tripulados (UAV) y su comparación con medios convencionales para la obtención de información en el ámbito militar evidencia el rol absolutamente transformador que estas tecnologías han tenido y seguirán teniendo en la doctrina y la práctica de las Fuerzas Armadas de todo el mundo. A lo largo de este trabajo, se ha demostrado cómo la aparición y masificación tecnológica de los UAV en operaciones de combate ha reconfigurado los equilibrios tácticos y estratégicos, planteando nuevas preguntas y exigencias tanto en materia de integración doctrinal, como de capacitación, interoperabilidad y desafíos éticos que deben ser gestionados de manera proactiva.

El salto cualitativo tecnológico y doctrinal

"Los UAV han significado una ruptura con el paradigma tradicional de la obtención de información militar, transformando la naturaleza del combate moderno a una escala sin precedentes (IFRI, 2025). En el conflicto ucraniano, por ejemplo, UAV de todos los escalones operacionales mantienen vigilancia continua sobre líneas de frente, funcionando como lo que analistas han denominado una 'pared de UAV' de aproximadamente diez kilómetros de profundidad (Atlantic Council, 2025)." Donde antes predominaban los medios convencionales como patrullas de reconocimiento, observadores avanzados y HUMINT, hoy el espectro de ISR está ampliamente dominado por plataformas no tripuladas, capaces de brindar persistencia operacional, reducción de riesgos, cobertura de grandes áreas y alto grado de precisión en la obtención y transmisión de datos. Las doctrinas militares más modernas (OTAN, Estados Unidos, Israel, Turquía, Rusia, entre otros) colocan actualmente al UAV en el centro de las operaciones multidominio, destacando su capacidad de fusionar sensores electro-ópticos, infrarrojos, SIGINT, comunicación segura y sistemas de inteligencia artificial para el procesamiento automático y en tiempo real de la información recogida del campo de combate.

Este salto cualitativo se evidencia en la capacidad de adaptar ciclos de obtención a la velocidad requerida de la guerra contemporánea, generando así una ventaja indiscutible sobre adversarios que carecen de capacidad equivalente. Este fenómeno ha sido clave en conflictos como Ucrania y Nagorno Karabaj, donde la superioridad informacional se tradujo, en muchos casos, en el éxito de las operaciones y la neutralización temprana de amenazas.

Ventajas y desventajas detectadas

Ventajas de la integración: (a) redundancia informativa mediante validación cruzada, reduciendo falsos positivos en la identificación de objetivos; (b) cobertura multidominio donde UAV explota espacio aéreo mientras fuerzas terrestres actúan en profundidad operacional; (c) persistencia operacional combinada de días con UAV más operaciones rápidas de fuerzas convencionales; (d) adaptación ante guerra electrónica, donde fuerzas terrestres compensan pérdida de enlace UAV (NATO, 2019).

Vulnerabilidades de la doctrina dual: (a) saturación de canales de comunicación en coordinación simultánea de múltiples plataformas; (b) incompatibilidad de sistemas legados con plataformas modernas en redes C4ISR; (c) demanda de personal altamente capacitado en operaciones integradas conjunto-combinadas; (d) vulnerabilidad compartida si ambos sistemas son afectados por la misma amenaza de guerra electrónica (Ministerio de Defensa, 2018).

Valor militar agregado y los retos de integración doctrinal

El verdadero salto estratégico no radica solamente en la adopción de tecnología UAV, sino en la capacidad de las Fuerzas Armadas para integrarlas en sus doctrinas, procedimientos y sistemas de comando y control. En el presente, ejércitos líderes han implementado arquitectura C4ISR, doctrinas conjuntas y procedimientos de acción rápida, que permiten la explotación eficaz de la información obtenida por UAV en todos los niveles del combate —desde el soldado individual hasta el alto mando estratégico—. El desafío para fuerzas en desarrollo o en transición reside en la formación de una cultura conjunta, el adiestramiento cruzado y la estandarización de procedimientos, para que la interoperabilidad entre UAV y medios convencionales maximice las opciones y minimice los riesgos.

En América Latina, por ejemplo, se observa una adopción progresiva pero desigual de los UAV, en muchos casos limitada por cuestiones presupuestarias, logísticas o normativas. No obstante, la tendencia mundial sugiere que Fuerzas Armadas regionales que logren integrar eficazmente los sistemas UAV en el ciclo de inteligencia estarán en una posición mucho más ventajosa para afrontar amenazas convencionales y asimétricas.

Conclusión Integradora

Los vehículos aéreos no tripulados constituyen una herramienta indispensable para la obtención de información en el campo de combate y representan uno de los avances más significativos en la historia reciente de la tecnología militar. Si bien no eliminan completamente la necesidad de los medios convencionales, sí transforman la naturaleza de la guerra, disminuyen las pérdidas humanas y otorgan ventajas operacionales insuperables cuando son empleados de forma integrada, ética y estratégica. El reto para

las Fuerzas Armadas actuales y futuras es sostener la innovación, capacitar en integración multidominio y mantener un equilibrio entre efectividad y responsabilidad, preparando la institución militar no solo para la guerra de hoy, sino para la del mañana.

Bibliografía

Atlantic Council. (2025). *Ukraine's drone war lesson for Europe: Technology is transformative*.

<https://atlanticcouncil.org>

Baykar. (2025). *Bayraktar TB2 Technical Specifications*. Baykar Makina Official Documentation.

Center for Strategic and International Studies (CSIS). (2020). *The air and missile war in Nagorno-Karabakh*. CSIS Missiles and Defense Project.

<https://csis.org>

Canadian Armed Forces. (s.f.). *B-GA-401-002/FP-001: Royal Canadian Air Force doctrine - Fundamentals of ISR*. Department of National Defence, Canada.

Defense Intelligence Agency (DIA). (s.f.). *Human Intelligence (INTHUM) - Career Field Overview*. Recuperado de

<https://dia.mil>

Escuela Superior de Guerra Conjunta. (2023). *Vehículos de superficie no tripulados: un potencial medio para la estrategia de defensa de la República Argentina*. López, J. Facultad Militar Conjunta de la Universidad de la Defensa Nacional, Argentina.

Fuerza Aérea Argentina. (2020). *Los UAVs de la Fuerza Aérea Argentina*. Centro de Investigaciones Aplicadas (CIA), Dirección General de Investigación y Desarrollo.

General Atomics. (2023). *MQ-9A Reaper (Predator B) - Technical Specifications and Operational Capabilities*. General Atomics Aeronautical Systems Inc.

Haber, N., & Steele, S. (2025). *Seven contemporary insights on the state of the Ukraine war*. Center for Strategic and International Studies.

<https://csis.org>

IFRI - Institut Français des Relations Internationales. (2025). *Design, destroy, dominate: The mass drone warfare as a transformation of military operations*. IFRI Defense and Security Programme.

Joint Air Power Competence Centre (JAPCC). (2022). *Strategic concept of employment for unmanned aircraft systems (UAS)*. NATO Publication.

Kunertova, D. (2023). *Drones have boots: Learning from Russia's war in Ukraine*. *Contemporary Security Policy*, 44(4).

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000636568>

Military.com. (2023). *US MQ-9 Predator drones waging most airstrikes in Syria*.

Defense News. Recuperado de

<https://military.com>

NATO. (s.f.). *OTAN Strategic Concept - Military operations and doctrine*. NATO Publications.

Polak, LCRMSG. (2018). *Operational and technological directions for unmanned aerial systems (UAS)*. *Security and Defence Quarterly*, 18(2).

Reamer, R.E. (1993). *New military uses for synthetic aperture radar (SAR)*. *SPIE Digital Library*, Proceedings of Defense Technology.

Royal Australian Army Research Centre. (2007). *Humint-centric operations: The way forward for Australian land forces in complex environments*. Australian Defence Force Publications.

Sandia National Laboratories. (2021). *What is synthetic aperture radar (SAR)?*. Pathfinder Airborne ISR Systems.

<https://sandia.gov>

Teal Group Corporation. (2023). *RQ-1 Predator/MQ-9 Reaper - Comparative technical analysis*. Aerospace database.

Zona Militar. (2025). *La Armada Argentina emplea por primera vez drones para operaciones especializadas*. Publicación especializada en defensa.

<https://zona-militar.com>

Ejército Argentino. (2020). *ROB-00-01: Reglamento de Conducción para el Instrumento Militar Terrestre (Edición 2020)*. Estado Mayor General del Ejército.

Fuerza Aérea Argentina. (2022). *Regulaciones de seguridad operacional para VANT en el ámbito militar*. Dirección General de Seguridad Aeroespacial Militar.

<https://www.argentina.gob.ar/fuerzaaerea/direccion-general-de-seguridad-aeroespacial-militar>

Malinowski, M. (2016). *Classification of unmanned aerial vehicles (UAVs) based on STANAG 4671*. *JAPCC Journal*, 23, 48–56. Joint Air Power Competence Centre.

<https://www.japcc.org/journals/journal-edition-23/>

Ministerio de Defensa. (2018). *Decreto 703/2018: Aprobación de la Directiva de Política de Defensa Nacional (DPDN)*. Boletín Oficial de la República Argentina.

<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/188986/20180731>

NATO. (2009). *NATO JCGUAS UAV Classification Guide*. Joint Capability Group on Unmanned Aerial Systems. (Citado en JAPCC Journal Ed. 23, pág. 49)

https://www.japcc.org/wp-content/uploads/JAPCC_Journal_Ed-23.pdf

NATO. (2017). *STANAG 4671: Unmanned Aircraft Systems Airworthiness Requirements (USAR) (Edition 2)*. NATO Standardization Office.

<https://nso.nato.int/nso/nsdd/listpromulg.html>